



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Quercus acutissima* - CARVALHO JAPONÊS

Elaine Cristina Lengowski, Silvana Nisgoski, Graciela Inês Bolzon de Muñiz
 UFPR – Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal
 elainelengowski@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Quercus* são comuns em toda a Ásia, Europa, América do Norte, América Latina e África. Sua madeira apresenta diversas finalidades, mas é mais comumente aplicada como combustível ou bioenergia, madeira, cama para o cultivo de cogumelos, entre outras (LEE *et al.*, 2008; TANG *et al.*, 2009; OKAMURA *et al.*, 2001). No Brasil, com a destruição das florestas nativas e devido às dificuldades para recompor estes ecossistemas originais, além dos problemas de pragas, optou-se pela introdução de espécies florestais exóticas (IEDE, 2005) e que apresentem boa capacidade de adaptação a diferentes regiões bioclimáticas. Um exemplo é o *Q. acutissima*, originalmente asiático, o qual vem apresentando bom potencial de crescimento. No entanto, as características da madeira produzida são desconhecidas o que acaba limitando sua destinação para o mercado consumidor. Assim o objetivo do trabalho foi caracterizar fisicamente a madeira de *Q. acutissima* introduzida experimentalmente na região de Curitiba-SC.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras foram obtidas de duas árvores, uma com 14 e outra com 24 anos. Foram retirados discos em diferentes alturas da árvore, sendo o primeiro a 1 metro do chão, o segundo na altura do DAP, seguindo a coleta de 2 em 2 metros, totalizando 6 discos para a árvore de 24 anos e 4 discos para a de 14 anos. Foram obtidos corpos de prova nas dimensões de 2 x 2 x 3 cm no sentido radial do disco, sendo na região da medula, a 33% e 66% da largura radial em relação à medula e próximo à casca.

Para determinação da massa específica básica, retratibilidade e anisotropia de contração foi utilizado o método estequiométrico através da saturação e secagem total dos corpos de prova, seguindo a norma NBR 7190 (1997). Todos os dados foram analisados através do teste da

ANOVA com nível de significância de 5% os dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 sintetiza os resultados obtidos para as amostras ensaiadas no sentido radial. A massa específica básica encontrada na variação radial para a árvore de 14 anos apresentou uma amplitude de 0,64 a 0,68g cm⁻³ e para a árvore de 24 anos de 0,65 a 0,69 g cm⁻³, mostrando a homogeneidade do material. Esses valores caracterizam a madeira como moderadamente pesada a pesada pela classificação do IPT (1985) e de MELO *et al.*, (1990).

O valor médio encontrado para contração radial e tangencial foram de 4,87% e 11,94% para a árvore de 14 anos e de 5,29% e 11,47% para a de 24 anos.

Para contração volumétrica média a árvore de 14 anos teve 16,99% já a de 24 obteve um valor de 16,88%, o que classifica a madeira das duas árvores como de média a alta retração (IPT,1985; MELO *et al.*, 1990).

A retratibilidade volumétrica foi em média de 0,56 para as 2 árvores. Pode ser observado que para essa espécie a estabilidade dimensional não é influenciada pelo lenho formado nos anos iniciais da espécie. Quanto à anisotropia de contração, a variação foi de 2,49 para árvore de 14 anos e de 2,26 para árvore de 24 anos. Os valores encontrados para a anisotropia de contração são considerados altos, o que caracterizam a madeira como de baixa qualidade, sendo inapropriada para várias utilizações (DURLO e MARCHIORI, 1992).

Os dados se mostraram homogêneos, não apresentando variação entre as médias no sentido radial, em nível de significância de 5%.

Os dados coletados também foram analisados no sentido base-topo para todas as propriedades estudadas no sentido radial. No entanto, também não houve variação significativa (teste da ANOVA com nível de significância de 5%), em

relação à base-topo e em relação a variação radial e base-topo.

Tabela 1: Caracterização das propriedades físicas no sentido radial dos discos

Idade	*Posição amostra(%)				
	0	33	66	100	
14	ME (g cm ⁻³)	0.64	0.65	0.68	0.67
	βR (%)	4.52	4.78	5.21	4.97
	βT (%)	11.02	13	12.6	11.14
	βV (%)	15.97	18.09	17.9	16
	RV (%)	0.53	0.6	0.6	0.53
	AC	2.46	2.84	2.43	2.25
24	ME (g cm ⁻³)	0.66	0.65	0.68	0.69
	βR (%)	5.22	5.82	4.77	5.37
	βT (%)	11.58	11.66	11.21	11.42
	βV (%)	17.39	17.58	15.9	16.68
	RV (%)	0.58	0.58	0.54	0.56
	AC	2.31	2.22	2.36	2.15

Notas: ME= Massa específica básica; βR = contração radial; βT= contração tangencial; βV= contração volumétrica; RV= retratibilidade volumétrica; AC= anisotropia de contração.

*A posição da amostra tida como 0% foi o corpo de prova retirado na região próxima à medula.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A avaliação preliminar das propriedades físicas permitiu mostrar que a madeira de *Q. acutissima* também pode ser empregada em outras finalidades e não somente em energia e cultivo de cogumelos.

Os valores médios das propriedades avaliadas - massa específica, contrações volumétrica, radial e tangencial, anisotropia de contração e retratibilidade volumétrica - foram iguais tanto no sentido radial como no sentido base-topo.

A contração volumétrica e a anisotropia de contração apresentaram valores altos, indicando instabilidade dimensional para espécie. No entanto, a baixa variabilidade das propriedades avaliadas tanto no sentido radial como no base-topo mostram que a madeira dessa espécie possui potencial comercial.

Cabe ainda a análise de outras propriedades, como as propriedades mecânicas, o comportamento na colagem e a secagem de peças para uma melhor avaliação de sua aplicação industrial.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS -NBR-7190. **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. Tecnologia da madeira: retratibilidade. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).

LEE, S.H., EOMA, M.S., YOO, K.S., KIM, N.C., JEON, J.K., PARK, Y.K., SONG, B.H., LEE, S.H. The yields and composition of bio-oil produced from *Quercus acutissima* in a bubbling fluidized bed pyrolyzer. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v.83, p.110–114, 2008.

IEDE, E. T. **Importância das Pragas Quarentenárias Florestais no Comércio Internacional - Estratégias e Alternativas para o Brasil**. EMBRAPA Florestas, Colombo, PR, 2005. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 22.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: 1985. 189p. Boletim ABPM, 36.

MELO, J.E.; CORADIN, V.T.R.; MENDES, J.C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, 1990, Campos do Jordão. Anais. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3, p.695-699

OKAMURA, M., TANIGUCHI, T., KONDO, T. Efficient embryogenic callus induction and plant regeneration from embryonic axis explants in *Quercus acutissima*. **Journal of Forest Research**, v.6, p.63–66, 2001.

TANG, L., ZHAO, D., YAN, C., LIU, Z., FANG, S., YU, M. Effects of site conditions and methods of cultivation on growth of sawtooth oak plantations. **Frontiers of Forest in China**, v. 4 (2), p.185–190, 2009.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa concedida à primeira autora.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CONTRIBUIÇÃO PARA FISCALIZAÇÃO DE CARVÃO VEGETAL NO BRASIL – CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE *Corymbia* spp E *Eucalyptus* spp.

Thaís Alves Pereira Gonçalves¹, Adriano Wagner Ballarin², Silvana Nisgoski³,
Graciela Inês Bolzón de Muñiz⁴.

^{1,3,4} UFPR – Universidade Federal do Paraná, Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal,

² UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências
Agronômicas de Botucatu
th_goncalves@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Sustentabilidade é um tema grande importância. No Brasil, a recente notoriedade veio com realização da “Rio+20”. A aplicação dos conceitos desse tema no Setor Florestal se dá pela associação equilibrada entre a conservação e o uso de florestas, considerando os aspectos ambiental, econômico e social.

O carvão vegetal é um dos principais produtos do Setor Florestal Nacional e o Brasil é o maior produtor mundial deste insumo (FAO, 2012). Aproximadamente 90% da produção é destinada para as indústrias siderúrgicas (Brasil, 2012).

Um dos pontos de fragilidade da cadeia produtiva de carvão pode ser caracterizado pelo uso ilegal de espécies nativas, que atinge 30 a 35% do total produzido (IBGE, 2010; ABRAF, 2012). Em se considerando, adicionalmente, o tamanho do país e a conseqüente dificuldade de fiscalização, acredita-se que a quantidade de espécies nativas utilizadas seja ainda maior que o reportado oficialmente e, portanto, alarmante.

São escassos os trabalhos que tratam da identificação anatômica de carvões. No geral, esses trabalhos tem um enfoque em paleoambiente, como por exemplo o de Hopkins *et al.* (1990).

Há a necessidade de aumentar o uso de espécies plantadas para a produção de carvão vegetal. Como grande parte das “Florestas Energéticas” no Brasil é de eucalipto, pretende-se, com este trabalho, contribuir para a fiscalização de carvões com a caracterização anatômica de *Corymbia* spp e *Eucalyptus* spp.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de madeira de *Corymbia* spp e *Eucalyptus* spp foram cedidas pela empresa Prema (Rio Claro): *C. citriodora* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson, *C. maculata* (Hook.)

K.D. Hill & L.A.S. Johnson, *E. dunnii* Maiden, *E. microcorys* F. Muell., *E. saligna* Sm., *E. tereticornis* Sm., *E. viminalis* Labill.

As amostras foram envolvidas em papel alumínio e carbonizadas em forno Mufla, em regime de rampas e temperatura máxima de 450°C, totalizando 7 horas (Gonçalves *et al.*, 2012; Muñiz *et al.*, 2012). As análises dos carvões foram feitas num estereomicroscópio Zeiss Discovery 12. A mensuração dos caracteres anatômicos foi realizada em imagens obtidas pelo software Axio Vision Release. 4.7. Também foram feitas imagens por microscopia eletrônica de varredura (MEV) no equipamento TM-1000 marca Hitachi.

Como não há recomendações formais para a análise de carvões, foram utilizadas as recomendações do IAWA Committee (1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados anatômicos aqui reportados são inéditos; não foram encontrados trabalhos prévios com a caracterização dos carvões das espécies estudadas.

De uma forma geral, os carvões das espécies apresentaram: **Camadas de Crescimento** – presentes, delimitadas por zonas fibrosas. – **Vasos** – porosidade difusa; arranjo em diagonal; agrupamento em solitários e em múltiplos; 140 (70-210) µm; 12 (5-22) vasos/mm²; tiloses presentes; placas de perfuração simples. – **Parênquima Axial** – predominantemente vasicêntrico, conflúente, difuso e difuso em agregados; 2-8 células por série. – **Raios** – 1-2-seriados, mas ocorre também 3-seriados (*E. tereticornis*) e são exclusivamente 1-seriados (*C. maculata*, *E. viminalis*); 22 (14-30) µm; 186 (122-272) µm; 13 (6-20) raios/mm; corpo formado por todas as células procumbentes, mas também com o corpo formado por células

procumbentes e 1 fileira de células eretas e quadradas (*C. maculata*). – **Fibras** – não septadas; parede celular fina a muito espessa, mas também muito fina a fina (*C. citriodora* e *E. viminalis*). – **Inclusões Mineraias** – cristais prismáticos. – **Fendas** – presentes nos raios de *C. citriodora*, *C. maculata* (cerne), *E. dunnii* (no alburno e também no parênquima), *E. tereticornis* e *E. viminalis*.

O carvão normalmente retém os caracteres qualitativos da madeira; quando há alterações elas são especialmente quantitativas (Gonçalves *et al.*, 2012). Os resultados obtidos nas amostras de carvões são semelhantes às descrições de anatomia da madeira de eucaliptos, tanto no aspecto qualitativo como quantitativo (e.g. Alfonso, 1987). As diferenças encontradas são comuns dentro dos gêneros (Carlquist, 2001).

As fendas nos carvões podem ser explicadas pelo afinamento das paredes celulares com o aumento da temperatura, e.g. em *Quercus variabilis* BL. elas ocorreram principalmente em raios multisseriados (Kim & Hanna, 2006). Estes resultados não apresentaram diferenças entre os raios unisseriados e multisseriados, as fendas ocorreram em ambos os casos. O estudo das fendas é particularmente importante para a identificação de carvões, pois em muitos casos a amostra pode estar tão danificada que é difícil de analisar.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados aqui obtidos abonam a utilização da metodologia de análise anatômica dos carvões para identificação de suas espécies. Torna-se importante ferramenta na busca da necessária conciliação entre a produção de carvão e a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais bem como na fiscalização da sustentabilidade de sua cadeia produtiva.

5. BIBLIOGRAFIA

ABRAF (Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas). **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2011**. Brasília, DF. 150p. 2012.

ALFONSO, V. A. **Caracterização anatômica do lenho e da casca das principais espécies de *Eucalyptus* L' Herit cultivadas no Brasil**. 1987. 188f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas - Botânica) - Instituto de Biociências /Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

BRASIL. **Ministério de Minas e Energia. Balanço energético nacional 2012: ano base 2011**. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro. 282p. 2012.

Carlquist, S. **Comparative wood anatomy: systematic, ecological and evolutionary aspects of dicotyledon wood**. Ed. 2. Springer-Verlag, Berlin. 2001.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2012. **FAOSTAT: Forestry Data**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html>>. Acesso em: 01 fevereiro 2013.

HOPKINS, M.S.; GRAHAM, A.W.; HEWETT, R., ASH, J.; HEAD, J. Evidence of late Pleistocene fires and eucalypt forest from a North Queensland humid tropical rainforest site. **Australian Journal of Ecology**, v. 15, p. 345-347, 1990.

IAWA Committee. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 2, p. 219-332, 1989.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. Rio de Janeiro, v.25, 50 p. 2010.

GONÇALVES, T.A.P; MARCATI, C.R.; SCHEEL-YBERT, R. The effect of carbonization on wood structure of *Dalbergia violacea*, *Stryphnodendron polyphyllum*, *Tapirira guianensis*, *Vochysia tucanorum*, and *Pouteria torta* from the Brazilian cerrado. **IAWA Journal**, v. 33, p. 73-90, 2012.

KIM, N-H; HANNA, R. B. Morphological characteristics of *Quercus variabilis* charcoal prepared at different temperatures. **Wood Science and Technology**, v. 40, p. 392-401, 2006.

MUÑIZ, G.I.B.; NISGOSKI, S.; FRANÇA, R.; SCHARDOZIN, F. Anatomia comparativa da madeira e carvão de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke e *Enterolobium schomburgkii* Benth. para fins de identificação. **Scientia Forestalis (IPEF)**, v. 40, p. 192-297, 2012.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela bolsa concedida à primeira autora. Prema Tecnologia e Comércio S.A. (Rio Claro, SP) por gentilmente ter cedido às amostras de *Corymbia* spp e *Eucalyptus* spp.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PAINÉIS DE PARTÍCULAS: RESISTÊNCIA E RIGIDEZ NA FLEXÃO ESTÁTICA

Luciano Donizeti Varanda, Amós Magalhães de Souza (*SMM/EESC/USP*); André Luis Christoforo (*DEMEC/UFSJ*); Diogo Aparecido Lopes Silva (*SEP/EESC/USP*); Francisco Antonio Rocco Lahr (*LaMEM/SET/EESC/USP*)
e-mail (lu.varanda@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

Os resíduos lignocelulósicos vêm sendo continuamente empregados como adição em painéis de partículas de madeira, de modo a reduzir a demanda por madeiras de florestas plantadas. Na flexão estática, os módulos de elasticidade (MOE) e de ruptura (MOR) são as principais propriedades dos painéis aglomerados, em especial quando aplicados na construção civil. Também podem ser aplicados em indústrias de móveis, embalagens e pisos (VARANDA et al., 2012). Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo determinar o MOE e MOR dos painéis produzidos e avaliar se os fatores investigados influenciam ou não no desempenho mecânico destes painéis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram produzidos painéis de partículas de *Eucalyptus grandis* e casca de aveia (*Avena sativa*), aderidos sob pressão com resina poliuretana à base de óleo de mamona (bicomponente, na proporção 1:1 entre pré-polímero e polioli). Os percentuais de adesivo utilizados foram 10, 12 e 14% em relação à massa seca total das partículas.

2.1. Produção dos painéis

As partículas foram geradas em moinho de facas tipo Willye da Marconi, modelo MA 680 com peneiras de 2,8 mm de abertura. Os painéis foram produzidos de acordo com a Figura 1.

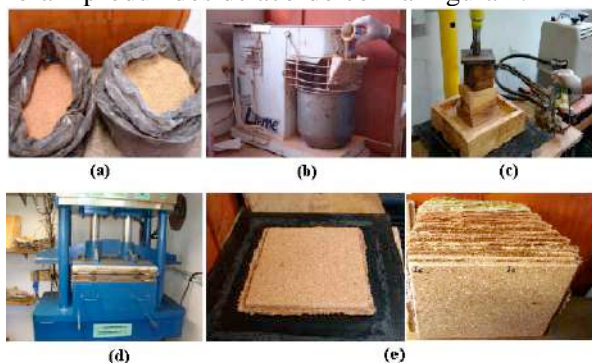


Fig. 1: (a) Partículas de *Eucalyptus grandis* e casca de aveia; (b) Misturador e encoladeira;

(c) Pré-prensa; (d) Prensa hidráulica; (e) Painéis produzidos. (Fonte: Varanda, 2012).

A densidade aparente dos materiais utilizados foi de 0,64 g/cm³ para o *Eucalyptus grandis* e de 0,29 g/cm³ para a casca de aveia. O teor de umidade médio das partículas utilizadas foi de 9%.

As condições de prensagem foram: tempo de 10 minutos, pressão de 3,5 MPa e temperatura de 100°C (condizente com a cura da resina poliuretana à base de óleo de mamona). O delineamento experimental adotado possui doze condições experimentais (CE), como apresenta a Tabela 1.

Tabela 1: Delineamento experimental

CE	Proporções constituintes
1	100% <i>Euc</i> - 10% adesivo
2	100% <i>Euc</i> - 12% adesivo
3	100% <i>Euc</i> - 14% adesivo
4	(85% <i>Euc</i> - 15% CA) - 10% adesivo
5	(85% <i>Euc</i> - 15% CA) - 12% adesivo
6	(85% <i>Euc</i> - 15% CA) - 14% adesivo
7	(70% <i>Euc</i> - 30% CA) - 10% adesivo
8	(70% <i>Euc</i> - 30% CA) - 12% adesivo
9	(70% <i>Euc</i> - 30% CA) - 14% adesivo
10	100% CA - 10% adesivo
11	100% CA - 12% adesivo
12	100% CA - 14% adesivo

Adote: *Euc* = partículas de *Eucalyptus grandis*;
CA = partículas de casca de aveia.

Foram produzidos seis painéis para cada CE, totalizando 72 painéis, com dimensões nominais de 280 x 280 x 10 mm.

2.2. Ensaio de flexão estática

Foi retirado um corpo de prova de cada painel, com dimensões nominais de 250 x 50 mm. Os corpos de prova e os ensaios de flexão estática a três pontos (para determinação do MOE e do MOR) foram realizados em consonância a norma ABNT NBR 14810:2006.

A máquina universal de ensaios utilizada é da AMSLER, com capacidade de 250 kN, como mostra a Figura 2.

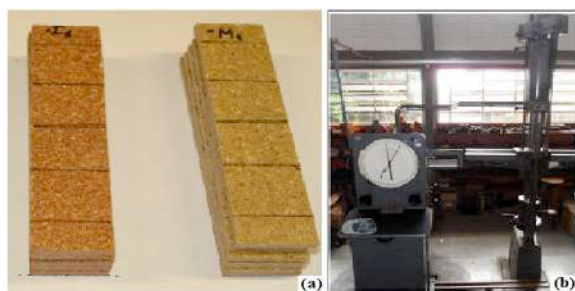


Fig. 2: (a) corpos de prova; (b) Máquina utilizada na determinação do MOE. (Fonte: Varanda, 2012). Todos os dados encontrados de MOE e MOR foram submetidos à análise de variância (ANOVA), a fim de avaliar se os fatores e níveis adotados no delineamento experimental (Tabela 1) apresentam ou não influência no desempenho mecânico (MOE e MOR) dos painéis produzidos, a um nível de confiabilidade de 95% (MONTGOMERY, 2005). A análise estatística foi realizada por meio do software Minitab®, versão 14.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos para o MOE e o MOR dos painéis produzidos.

Tabela 2: Valores médios de MOE e MOR.

CE	MOE (MPa)	CV (%)	MOR (MPa)	CV (%)
1	2349	14,0	18	19,5
2	2581	12,7	19	14,2
3	2982	10,0	24	14,0
4	2366	17,6	18	18,6
5	2364	9,3	18	8,0
6	2916	11,4	24	16,5
7	2342	9,5	20	14,6
8	2389	8,8	20	21,5
9	2560	17,3	21	20,2
10	1942	13,3	24	17,1
11	2078	9,5	25	16,1
12	2171	4,0	27	11,0

Os coeficientes de variação (CV) obtidos, na faixa de 4 a 21,5%, são aceitáveis e semelhantes aos encontrados por Bertolini et al. (2013).

A norma ABNT NBR 14810:2006 não estabelece requisitos para o MOE de painéis de partículas. Todos os valores de MOE obtidos atenderam ao requisito da BS EN 312:2003 (2050 MPa), exceto a condição experimental 10. Melo et al. (2009) obtiveram resultados similares ao deste estudo, onde se observou a redução do MOE à medida que se adicionou outro material ao painel (neste caso, a casca de aveia).

Quanto ao MOR, todos os resultados atenderam aos requisitos das normas ABNT NBR

14810:2006 (18 MPa) e BS EN 312:2003 (15 MPa), como no estudo de Bertolini et al. (2013). A Tabela 3 apresenta a ANOVA realizada.

Tabela 3: Análise de variância (ANOVA)

Fatores investigados	MOE (p-valores)	MOR (p-valores)
PP	0,000	0,000
QA	0,004	0,003

Como apresentado na Tabela 3, tanto o fator proporção de partículas (PP) quanto o fator quantidade de adesivo (QA) foram significativos nos valores de MOE e MOR, por apresentarem p-valores inferiores a 5% (0,05), a um nível de significância de 95%.

4. CONCLUSÕES

Os resultados encontrados para o MOE e MOR dos painéis atenderam a normas nacional e internacional, exceto para uma condição experimental que não atingiu o requisito do MOE.

Os fatores investigados proporção de partículas e quantidade de adesivo foram significativos tanto no MOE quanto no MOR dos painéis produzidos.

5. BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (2006). **NBR14810:** Chapas de madeira aglomerada. Rio de Janeiro.
- BERTOLINI, M. S.; ROCCO LAHR, F. A.; NASCIMENTO, M. F.; AGNELLI, J. A. M. Accelerated Artificial Aging of Particleboards from Residues of CCB Treated Pinus sp. and Castor Oil Resin. **Materials Research**, São Carlos, v.16, n. 2, p.293-303, 2013.
- BRITISH STANDARD (2003). **BS EN 312:** Particleboards – specifications. London.
- MELO, R. R., SANTINI, E. J., HASELEIN, C. R., STANGERLIN, D. M. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.19, n.4, p.449-460, 2009.
- MONTGOMERY, D. C. (2005). **Design and analysis of experiments**. 6. ed. Arizona: John Wiley & Sons Inc.
- VARANDA, L. D.; SILVA, D. A. L.; NASCIMENTO, M. F.; ROCCO LAHR, F. A. *Eucalyptus* particleboards: addition of oat hulls. In: Brazilian Conference on Composite Materials, 1., 2012, Natal. **Annals...** paper-014.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP (processo nº 2010/14407-7) e a CAPES, pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio à pesquisa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MÓDULO DE ELASTICIDADE NA FLEXÃO EM PAINÉIS OSB

Amós Magalhães de Souza, Luciano Donizeti Varanda (*SMM/EESC/USP*); André Luis Christoforo (*DEMEC/UFESJ*); Decio Gonçalves, Francisco Antonio Rocco Lahr (*LaMEM/SET/EESC/USP*)
e-mail (amosmag@gmail.com)

1. INTRODUÇÃO

Os painéis OSB (oriented strand boards) são os sucedâneos das chapas de madeira compensada, usualmente empregadas como elementos estruturais, em especial como parte integrante de fôrmas para vigas e lajes de concreto armado. Neste contexto, as propriedades de rigidez são altamente importantes.

Este trabalho objetivou avaliar, com auxílio do ensaio de flexão estática a três pontos, o módulo de elasticidade (E) de painéis OSB com o uso das premissas de cálculo da norma europeia EN 310:1993 e do emprego conjunto de uma abordagem alternativa de cálculo, fundamentada no método dos mínimos quadrados, levando em consideração a informação de três valores de deslocamentos no cálculo da rigidez, o que permite conferir maior confiabilidade para o E .

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Fabricação dos painéis OSB

Para a produção dos painéis OSB utilizou-se partículas (strands) obtidas a partir de rejeitos de peças de *Pinus* sp., por possuírem densidade aparente próxima da desejável para fabricação dos painéis OSB e umidade de 12%.

Como agente ligante usou-se a resina poliuretana à base de mamona, fornecida pela Indústria Plural Química Ltda. Adotou-se a resina em questão devido ao seu excelente desempenho em painéis (MENDES *et al.*, 2002). O processo de produção seguiu os parâmetros propostos por Mendes *et al.* (2002). Os rejeitos de madeira foram encaminhados a um picador de disco, cujas facas foram ajustadas para gerarem partículas com espessuras entre 0,40 e 0,90mm.

As partículas foram pesadas e contidas em uma encoladeira, na qual se realizou a distribuição do adesivo por pulverização, com o auxílio de um compressor de ar e de duas pistolas. Primeiramente aplicou-se o polioliol e em seguida o pré-polímero, sendo adotada a proporção em

peso entre polioliol e pré-polímero de 1:1. O teor de resina para todos os painéis foi de 12% tendo como base o peso seco das partículas. As partículas encoladas foram posicionadas no separador para orientação e formação do colchão.

Realizou-se uma pré-prensagem, objetivando melhorar a conformação do colchão e evitar a perda de partículas. Em seguida, o colchão foi levado a uma prensa hidráulica e submetido à pressão específica de 4,5MPa, por dez minutos, à temperatura de 100°C, em consonância com as recomendações de Mendes *et al.* (2002).

Após a confecção dos painéis (Figura 1), os mesmos permaneceram por 72 horas no processo de cura para garantia do bom desempenho do adesivo.



Fig. 1: Painel OSB fabricado.

Optou-se pela adoção de três camadas com proporção (face/miolo/face) de 20:60:20, com base na percentagem de peso seco de partículas encoladas.

Foram fabricados quatro painéis e retirou-se seis corpos de prova para flexão estática conforme recomendação da norma EN 310:1993.

2.2. Módulo de elasticidade

A Figura 2 ilustra o modelo estrutural de ensaio utilizado na determinação dos módulos de elasticidade segundo os modelos de cálculo propostos pela norma europeia EN 310:1993 e pela abordagem alternativa de cálculo aqui proposta.

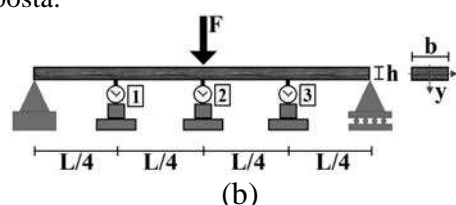


Fig.2: Modelo estrutural de ensaio.

A Equação 1, elaborada do modelo estrutural da Figura 2 com apenas o uso do relógio comparador 2, estabelece o valor do módulo de elasticidade obtido pela norma europeia (E_{st}), sendo $F_{10\%}$ e $F_{40\%}$ e $\delta_{10\%}$ e $\delta_{40\%}$ os valores das forças e deslocamentos obtidos a 10 e a 40% da força máxima obtida da experimentação, sendo L , b e h o comprimento da peça, a largura e a altura da seção transversal, respectivamente.

$$E_{st} = \frac{(F_{40\%} - F_{10\%}) \cdot L^3}{4 \cdot (\delta_{40\%} - \delta_{10\%}) \cdot b \cdot h^3} \quad (1)$$

Da resistência dos materiais, os deslocamentos analíticos (δ_1 , δ_2 , δ_3) na posição dos relógios comparadores da Figura 2 ficam expressos pela Equação 2, ambos escritos em função do módulo de elasticidade das peças.

$$\delta_1 = \delta_3 = \frac{11 \cdot F \cdot L^3}{768 \cdot E \cdot I_Z}, \quad \delta_2 = \frac{F \cdot L^3}{4 \cdot E \cdot b \cdot h^3} \quad (2)$$

Conhecidos os deslocamentos da experimentação e os deslocamentos analíticos (Equação 2), uma função de mínimos quadrados foi elaborada com o objetivo de se determinar o valor do módulo de elasticidade (E_{otm}) para que o resíduo gerado entre os valores dos deslocamentos analíticos ($\delta(E)_i$) e experimentais (δ_i) seja o menor possível. Derivando-se a função de mínimos quadrados obtida e igualando a zero, chega-se ao valor do módulo de elasticidade que minimiza as diferenças entre os deslocamentos analíticos e os obtidos experimentalmente (Equação 3).

$$E_{otm} = \frac{249 \cdot F \cdot L^3}{32 \cdot \gamma \cdot b \cdot h^3}, \quad \gamma = 11 \cdot (\delta_1 + \delta_3) + 16 \cdot \delta_2 \quad (3)$$

Os módulos de elasticidade alternativos foram calculados na condição de linearidade física e geométrica das peças testadas (ensaio não destrutivo), baseado no valor limite de deslocamento ($L/200$) para vigas bi apoiada na verificação de estado limite de utilização pela norma brasileira ABNT NBR 7190:1997.

Com o intuito de verificar as diferenças entre os módulos de elasticidade obtidos de ambas as formas de cálculo (E_{st} ; $E_{L/200}$), foi-se utilizada a análise de variância (ANOVA) com o auxílio do software Minitab® versão 14.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados dos módulos de elasticidade (E_{st} ; $E_{L/200}$) na flexão para os compostos OSB, sendo \bar{x} a média amostral, DP o desvio padrão, CV o coeficiente de variação e $Mín.$ e $Máx.$ os menores e os maiores valores respectivamente, ambos superando o valor limite

(4800MPa) da norma, sendo classificados para uso estrutural e em ambiente externo.

Tabela 1: Módulos de elasticidade.

CP	E_{st} (MPa)	$E_{L/200}$ (MPa)
\bar{x}	8126	7417
DP	844	884
$CV(\%)$	10	12
$Mín.$	5904	5274
$Máx.$	9814	9046

O P-valor encontrado da análise de variância do fator método de cálculo foi inferior a 5% (0,019), implicando ser significativo o uso dos métodos utilizados na determinação do módulo de elasticidade na flexão dos compostos fabricados, apresentando ser o $E_{L/200}$ 7,80% inferior ao E_{st} .

4. CONCLUSÕES

Os resultados revelaram diferenças significativas nos módulos de elasticidade, implicando no emprego da presente abordagem de cálculo em cada estudo desenvolvido por ser mais precisa (mínimos quadrados) que a metodologia de cálculo utilizada pela norma europeia.

5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**. Projetos de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION - EN 310, **Wood-based panels - Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength**. Bruxelas, 1993.

MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; KEINERT Jr., S.; SALDANHA, L. K. *Pinus* spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.2, p. 135-145, 2002.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DA ADEQUAÇÃO A NORMAS NO DIMENSIONAMENTO DA MADEIRA SERRADA NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE MATO GROSSO

Rafael Rodolfo de Melo & Diego Martins Stangerlin

*Universidade Federal de Mato Grosso*e-mail: rrmelo2@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Um dos problemas mais comuns no mercado de madeira serrada é a falta de padronização das peças e a não observância às normas que regulamentam o setor. Aliado a este, a identificação equivocada das espécies botânicas comercializadas é uma limitação usual e, dessa forma, o consumidor pode comprar peças de qualidade inferior a que ele deseja.

Além da correta identificação, a madeira para uso estrutural requer um bom controle de qualidade das peças, pois há necessidade de garantir sua rigidez e resistência mecânica. Esse controle de qualidade pode ser realizado por diferentes métodos, como a utilização de padrões normativos e classificação correta da espécie comercializada – classe de resistência definida de acordo com a NBR 7190 (1997). Definições precisas de termos e de especificações de dimensões e qualidade são reconhecidas como uma das exigências básicas para o desenvolvimento racional do comércio de madeiras.

A ausência de padronização é uma das queixas frequentes do setor, se fazendo necessária a tomada de medidas efetivas para solucionar esse problema. Neste sentido, a revisão das normas e especificações disponíveis, a divulgação destas junto aos setores de produção, comércio e utilização de madeira serrada e, o treinamento de classificadores e de inspetores torna-se essencial. No entanto, as divergências de dimensões e nomenclaturas observadas entre as normas da ABNT – NBR 7203 (1982), 7190 (1997) e 14807 (2002) – vão na contramão do processo de padronização.

No presente estudo foi avaliada a adequabilidade a normas para o dimensionamento da madeira serrada em serrarias na região Norte do Estado de Mato Grosso.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

No estudo foram avaliadas seis diferentes serrarias localizadas na região Norte do Estado de Mato Grosso, mais especificamente na macrorregião do município de Sinop. As seis diferentes serrarias serão denominadas neste trabalho como serraria A, B, C, D, E e F. Para cada uma das empresas visitadas foi realizado um levantamento de quais espécies eram serradas (nomes vulgar; nome científico) e os produtos obtidos destas (pranchão; prancha; viga; vigota; caibro; tábuas; sarrafo; ripa; e/ou outros).

Foram realizadas ainda entrevistas com os proprietários, baseadas em um questionário específico, com perguntas relativas à utilização de normas, padronização do dimensionamento dos produtos. Após a entrevista, foram realizadas medições em diferentes amostras de madeira para averiguar se estas estavam em conformidade com a norma mais recente que estabelece um padrão de dimensões para peças de madeira serrada (NBR 14807, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as serrarias avaliadas observou-se o uso de nove diferentes espécies para produção de madeira serrada (Tabela 1). A espécie mais comumente utilizada foi o credinho, utilizada por cinco das seis serrarias visitadas. Amescla e cambará também figuraram entre as espécies mais utilizadas, sendo observado o seu uso em quatro serrarias. Angelim pedra, cumaru, faveira e garepeira apresentaram uso por apenas uma empresa cada. Cabe ressaltar, que o emprego de espécies florestal para produção de madeira serrada está relacionado principalmente a disponibilidade regional de matéria-prima. Logo, as espécies mais utilizadas, não são necessariamente as que apresentam a melhor qualidade para produção de serrados.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



Tabela 1. Espécies serradas na região Norte do Estado de Mata Grosso pelas diferentes serrarias avaliadas.

Nome comum/ Nome científico/ Serraria

Amescla/ *Trattinnickia burserifolia*/ A, D, E, F

Angelim pedra/ *Hymenolobium petraum* / A

Cambará/ *Qualea* sp./ A, B, D, E

Cedrinho/ *Erisma uncinatum*/ A, B, C, D, E

Cedro amazonense/ *Cedrela* sp./ A, F

Cumaru/ *Dipteryx odorata*/ C

Faveira/ *Parkia* sp. / A

Garapeira/ *Apuleia leiocarpa*/ C

Peroba/ *Aspidosperma* sp. / A, B

Empresas avaliadas – A = Pérola; B = Brighenti & Cia.; C = Copayba; D = R. Megier; E = Portela; F = Laminados e Serrados Kosmann.

Dentre as espécies utilizadas serradas na região, o cambará, a faveira e a peroba foram as que apresentaram a maior versatilidade para produção de peças serradas de madeira. O cambará foi a única espécie, entre as avaliadas, a ser utilizadas na produção de todas as peças prevista na norma (Tabela 2). Já a menor diversidade de peças foi observada para o angelim pedra, cedro amazonense e amescla, sendo as duas primeiras utilizadas para produção de pranchas e tábuas, e a última para produção de caibros, tábuas e ripas. Para as peças com nomenclatura não prevista na norma (NBR 14807, 2002), foram verificadas as seguintes nomenclaturas – quadrado, ripão e a régua.

Tabela 2. Peças de madeira para cada uma das espécies serradas.

Nome vulgar	Po	Pa	Vi	Va	Ca	Ta	Sa	Ri	Np
Amescla					X	X		X	X
Angelim pedra		X				X			
Cambará	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cedrinho		X	X		X	X		X	X
Cedro Amazonense		X				X			
Cumaru	X	X	X	X	X	X			
Faveira	X	X	X	X	X	X		X	X
Garapeira	X	X	X	X	X	X			
Peroba	X	X	X	X	X	X		X	X

Peças de madeira serrada – Po = pranchão; Pa = prancha; Vi = Viga; Va = Vigota; Ca = caibro; Ta = Tábua; As = sarrafo; Ri = ripa; Np = nomenclatura não prevista na norma NBR 14807 (2002).

Com relação ao emprego de normas pelas empresas avaliadas, três das seis empresas afirmaram utilizar algum tipo de norma para o

dimensionamento das peças serradas de madeira. Entretanto, dessas três, apenas duas informaram qual a norma que é utilizada pela empresa – uma empresa, apesar de informar o uso de alguma normativa, não soube informar qual norma é utilizada. Das duas que identificaram a norma, as normas apresentadas foram a NBR 7203 (1982) e a portaria 106/2012 – SEFAZ, que estabelece especificações de bitolas para cobrança de impostos.

Todas as empresas visitadas (mesmo aqueles que alegaram o uso de normas) admitiram trabalharem no sistema de “bica corrida”, com o dimensionamento de peças de acordo com o pedido do comprador. Os proprietários informaram ainda que a produção de peças exclusivamente com as dimensões prevista nas normas, acarretaria a perda de concorrência no setor, devido a grande quantidade de empresas que não seguem as normativas e produzem peças de acordo com o pedido do cliente. Mas, caso o setor produtivo e os consumidores se conscientizassem a respeito do uso destas normas, a produção seria facilitada e os preços mais competitivos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A maioria das empresas da região não segue nenhuma normativa a respeito do dimensionamento e nomenclatura de peças de madeira. Apesar disso, há interesse dos produtores por uma padronização do setor, desde que haja uma fiscalização para que os padrões sejam adotados por todas as serrarias. A maior divulgação das normas para o conhecimento dos consumidores também é essencial nesse processo.

5. BIBLIOGRAFIA

Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 7203/1982: **Madeira serrada e beneficiada**. Rio de Janeiro, 1982.

_____. NBR 7190/1997: **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

_____. NBR 14807/2002: **Peças de madeira serrada: dimensões**. Rio de Janeiro, 2002.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CORRELAÇÃO ENTRE AS PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE LÂMINAS DA MADEIRA DE PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke)

Rafael Rodolfo de Melo¹, Cláudio Henrique Soares Del Menezzi²

¹Universidade Federal de Mato Grosso, ²Universidade de Brasília

e-mail: rrmelo2@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A qualidade das lâminas é fundamental tanto para sua performance como no desempenho de painéis a base de madeira que a utilizem, como é o caso do compensado, LVL e demais painéis laminados (Ross et al., 1999). A estabilidade dimensional das lâminas também deve ser considerada no momento de manufatura dos painéis. Lâminas obtidas de lenhos de tração, compressão ou da região próxima à medula podem apresentar contrações e inchamentos elevados, comportamento que podem ser repassados para os painéis.

Por outro lado, lâminas de espécie diferentes podem ser utilizadas de forma conjunta na manufatura de painéis, desde que apresentem, dentre outras características, inchamento e contrações semelhantes (Almeida et al., 2004; Bortoletto Jr., 2000). O conhecimento da resistência mecânicas das lâminas também é fundamental na manufatura de painéis laminados. Essas características são repassadas diretamente para resistência dos painéis. No presente estudo foram avaliadas as correlações existentes entre as propriedades físicas e mecânicas de lâminas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realização dos estudos foram utilizadas lâminas de paricá (*Schizolobium amazonicum*) cedidas pela empresa Rio Concrem Industrial Limitada®, localizada no município de Dom Eliseu, no estado do Pará. O material selecionado foi levado à câmara climática (65% de umidade relativa e temperatura de 20°C) onde permaneceram até atingirem o equilíbrio. A partir destas foram retiradas aleatoriamente amostras isentas defeitos que foram utilizadas para determinação das propriedades físicas e mecânicas das lâminas.

Os dados obtidos foram analisados por meio da correlação linear simples (Pearson).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros massa específica, porosidade e o teor de umidade de equilíbrio observados para as lâminas de paricá não influenciaram os índices (retratibilidade longitudinal, radial, tangencial e volumétrica) utilizados para quantificar a estabilidade dimensional (Tabela 1). O maior número de correlações significativas foi observado para retratibilidade volumétrica (R_v), que obteve 4 correlações de 8 possíveis, com destaque para correlações de 0,90 com a retratibilidade radial (R_d) e de 0,80 com o coeficiente anisotrópico (T/R). No geral, os valores de retratibilidade lineares, volumétrica e o coeficiente anisotrópico apresentaram correlação significativa apenas entre os mesmos.

Ainda na Tabela 1, é visto que o teor de umidade saturado obteve correlação significativa negativa com a massa específica. Segundo Isso se explica por ser a massa específica uma medida de quantidade de parede celular presente em uma determinada espécie de madeira. O mesmo autor esclarece ainda que sendo a massa específica da parede celular aproximadamente constante, independente da espécie florestal, a porosidade da madeira que será o principal determinante desta variável. Isso significa que quanto maior o volume de espaços vazios (poros) menor será a massa específica e vice-versa, o que conseqüentemente promoveu maiores teores de umidade nas amostras de massa específicas menos elevadas.

Dentre os parâmetros avaliados, o E_{md} (módulo de elasticidade dinâmico) foi o único que obteve correlação significativa com todas as variáveis analisadas influenciando diretamente os parâmetros avaliados (Tabela 2). No geral, o aumento da resistência das amostras foi



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



diretamente proporcional ao aumento do E_{md} e da ρ (massa específica).

A velocidade de propagação das ondas pelo Stress Wave apresentou correlação significativa apenas com o E_{md} . Os maiores coeficientes de correlação foram observados para correlações entre E_{md} x massa específica (ρ) (0,92), módulo de elasticidade (E_m) x módulo de ruptura (f_m) (0,64), E_{md} x f_m (0,63) e ρ x tração paralela as fibras ($f_{t,0}$) (0,57). Também foi observada correlação significativa entre a resistência em f_m x $f_{t,0}$ (0,38).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Dentre as propriedades físicas verificou-se um baixo número de correlações entre as propriedades avaliadas. A massa específica das lâminas pouco se correlacionou entre as propriedades avaliadas.

Para as propriedades mecânicas, o módulo de elasticidade dinâmico e massa específica apresentaram o maior número de correlação.

Tais características possibilitam a utilização dessas variáveis como indicativo de qualidade das lâminas e, conseqüentemente, o seu uso para seleção e posicionamento das lâminas no processo de manufatura de painéis laminados.

5. BIBLIOGRAFIA

Almeida, R.R. et al. Produção de lâminas a partir de clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, v.32, n.65, p.49-58. 2004.

Bortoletto Jr., G. et al. Shrinkage in veneer sheets of *Eucalyptus* wood. In: Reunión sobre investigación y desarrollo de productos forestales, 9, Concepción, 2000. **Anais...** Concepción, 2000, p.95-97.

Ross, R.J. et al. A stress wave based approach to nde of logs for assessing potential veneer quality. Part 1. Small-diameter ponderosa pine. **Forest Products Journal**, v.49, n.11/12, p.60-62, 1999.

Tabela 1. Matriz de correlações entre as propriedades físicas das lâminas de paricá.

	Tg	Rd	Rv	TUs	TUeq	ρ	ϕ	T/R	nc
Lg	0,338 ^{NS}	0,173 ^{NS}	0,356*	0,455**	0,180 ^{NS}	0,060 ^{NS}	-0,048 ^{NS}	-0,254 ^{NS}	2
Tg		0,258 ^{NS}	0,654**	0,248 ^{NS}	0,110 ^{NS}	-0,051 ^{NS}	0,047 ^{NS}	-0,047 ^{NS}	1
Rd			0,901**	0,119 ^{NS}	-0,141 ^{NS}	-0,024 ^{NS}	0,036 ^{NS}	-0,911**	2
Rv				0,231 ^{NS}	-0,050 ^{NS}	-0,034 ^{NS}	0,042 ^{NS}	-0,800**	4
TUs					0,134 ^{NS}	-0,602**	0,617**	-0,057 ^{NS}	3
TUeq						0,033 ^{NS}	-0,060 ^{NS}	0,078 ^{NS}	0
ρ							-0,998**	-0,217 ^{NS}	2
ϕ								<0,204 ^{NS}	2
T/R									2

Lg, Rd, Tg e Rv = retratibilidade linear longitudinal, radial e tangencial e retratibilidade volumétrica; TUu = teor de umidade saturado; TUeq = teor de umidade de equilíbrio; ρ = massa específica básica; ϕ = porosidade; T/R = coeficiente anisotrópico; nc = número total de correlações; ^{NS} = não significativo; ** e * = significativo ao nível de 1 e 5%.

Tabela 2. Matriz de correlações entre as propriedades mecânicas das lâminas de paricá.

	V_0	E_{md}	E_m	f_m	$f_{t,0}$	nc
ρ	0,158 ^{NS}	0,916**	0,478**	0,621**	0,573**	4
V_0		0,533**	0,044 ^{NS}	0,239 ^{NS}	0,167 ^{NS}	1
E_{md}			0,418*	0,634**	0,538**	5
E_m				0,640**	0,291 ^{NS}	3
f_m					0,379*	4
$f_{t,0}$						3

ρ = massa específica; V_0 = velocidade de propagação das ondas; E_{md} = módulo de elasticidade dinâmico; E_m e f_m = módulos de elasticidade e ruptura em flexão estática; $f_{t,0}$ = tração paralela as fibras; nc, ^{NS}, ** e * = idem Tabela 1.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DO POSICIONAMENTO DO CORPO DE PROVA PARA DETERMINAÇÃO DA RIGIDEZ NA FLEXÃO ESTÁTICA DA MADEIRA

Felipe Hideyoshi Icimoto, Fabiane Salles Ferro, Diego Henrique de Almeida, André Luis Christoforo, Francisco Antonio Rocco Lahr

Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeira (LaMEM/SET/EESC/USP), Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

icimoto@usp.br

1. INTRODUÇÃO

Material de origem biológica, a madeira apresenta variabilidade em função dos tipos de conformação de suas células, influenciando suas propriedades físicas e mecânicas.

As variações da madeira, em uma mesma árvore, podem ser expressas por diferenças entre o lenho inicial e lenho tardio; entre o cerne e o albúrnio; entre as diferentes regiões da árvore (tronco, raízes, galhos); na direção medula casca e na direção base-topo (FERRO et al., 2013; NASSUR, 2010).

O conhecimento da variabilidade da madeira é fundamental para definir adequadamente as aplicações a que será destinada e dimensionar, com segurança, as partes componentes de uma estrutura (ARAÚJO, 2007).

De acordo com a ABNT NBR 7190:1997, para determinação do módulo de elasticidade na flexão estática, deve ser medida o deslocamento vertical da face oposta à aplicação de uma força concentrada no ponto médio do corpo-de-prova. Este deve estar bi-apoiado e apresentar $l/h \geq 21$ (relação entre o vão livre e a altura). Entretanto, a norma brasileira não estabelece a face de referência do corpo-de-prova para realização deste ensaio.

Ao se determinar o módulo de elasticidade na flexão com o valor do deslocamento citado, não necessariamente a variabilidade da madeira do corpo de prova é representada.

O objetivo deste trabalho foi verificar a influência do posicionamento do corpo-de-prova para determinação da propriedade de rigidez da madeira na flexão estática.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste estudo foram utilizadas 2 espécies de madeira: Cupiúba (*Goupia glabra*) e Angico Rosa (*Anadenanthera falcata*), que pertencem às classe de resistência C40 e C60,

respectivamente. Para cada espécie, utilizaram-se 8 corpos-de-prova, isentos de defeitos e com 12% de umidade. Os ensaios foram procedidos de acordo com norma ABNT NBR 7190:1997.

Foram determinados os módulos de elasticidade das peças de madeira nas quatro faces dos corpos-de-prova de flexão estática (faces A, B, C e D, sendo a face com menor e maior módulo de elasticidade denominadas face A e face D, respectivamente). De acordo com a ABNT NBR 7190:1997, a relação $L/200$ (L é o vão livre entre os apoios) estabelece o máximo deslocamento que o corpo de prova pode sofrer ainda no regime elástico. Sendo utilizado vão livre entre os apoios igual a 1,05 m, o deslocamento máximo utilizado para realização dos ensaios foi 5 mm.

Para a análise da influência das posições das faces das peças na determinação do módulo de elasticidade na flexão estática, utilizou-se uma abordagem de cálculo que consistiu em dividir o menor valor do módulo de elasticidade (dentre os quatro obtidos por corpo-de-prova) pelo maior, em seguida, para a verificação da influência, foi aplicado o teste de hipótese. Ressalta-se que as premissas para o emprego da ANOVA e do teste de hipótese foram verificadas, ambas com o auxílio do software Minitab® versão 14.

Constatada a não equivalência estatística entre os módulos de elasticidade, utilizou-se o método dos mínimos quadrados (eq.(1)), possibilitando determinar o coeficiente ótimo (α) baseado na ideia de menor resíduo (CHRISTOFORO et al., 2012). Depois determinou-se o vetor Razão constituído de valores inferiores a 1 (razão entre os módulos de elasticidade do corpo-de-prova pelo maior valor encontrado no corpo-de-prova) e Unidade o vetor de componentes iguais a 1 (razão entre o maior módulo de elasticidade por ele mesmo).

$$f(\alpha) = \frac{1}{2} \cdot \sum (Razão - \alpha \cdot Unidade)^2 \quad (1)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados das razões entre os módulos de elasticidade referentes à análise, envolvendo apenas os menores e os maiores valores dos módulos de elasticidade obtidos em cada corpo-de-prova.

Tabela 1: Razão entre os módulos de elasticidade.

CP	A/D	D/D (Referência)
Cupiúba		
1	0,962	1
2	0,979	1
3	0,977	1
4	0,938	1
5	0,976	1
6	0,926	1
7	0,939	1
8	0,891	1
Angico Rosa		
9	0,971	1
10	0,953	1
11	0,978	1
12	0,982	1
13	0,992	1
14	0,931	1
15	0,959	1
16	0,910	1

A fig.1 apresenta o gráfico de normalidade de Anderson-Darling para a razão entre os módulos de elasticidade das posições A (menor módulo) e D (maior módulo de elasticidade).

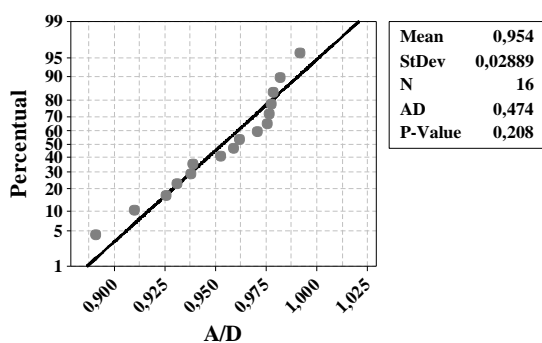


Fig. 1: Gráfico de normalidade de Anderson-Darling para a razão entre os menores e maiores módulos de elasticidade (A/D).

Comprovando ser normal a distribuição para a razão entre os módulos de elasticidade, na sequência foi-se utilizado um teste de hipótese (teste T) para equivalência entre médias, com nível de significância de 5%, adotando-se média 1 como hipótese nula e média inferior a 1 para a

hipótese alternativa. O p-valor encontrado para o referido teste foi igual a 0,000, refutando desta forma a hipótese nula e aceitando a hipótese alternativa, implicando serem as médias inferiores a 1 e ser significativa a posição da face da peça no cálculo do módulo de elasticidade.

O coeficiente de mínimos quadrados oriundo da análise é igual a 0,954, implicando na redução de 4,6% do módulo de elasticidade obtido no ensaio de flexão estática segundo a norma Brasileira ABNT NBR 7190:1997.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados de cálculos obtidos para a propriedade módulo de elasticidade indicaram ser significativa a mudança de posição das peças nos ensaios de flexão estática. Portanto, esses valores devem ser corrigidos (minorados em 4,6%) para que seja considerada toda a variabilidade da madeira que não é representada em apenas um ensaio. As diferenças encontradas entre os coeficientes obtidos pelo método dos mínimos podem ser justificadas pela quantidade de corpos-de-prova utilizados neste trabalho.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Florestas**, Curitiba, v. 37, n. 3, p.399-416, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projetos de estruturas de madeiras. Rio de Janeiro, 2007.

CHRISTOFORO, A. L.; ROCCO, F. A. L.; MORALES, E. A. M.; PANZERA, T. H.; BORGES, P. H. Numerical evaluation of longitudinal modulus of elasticity of *Eucalyptus grandis* timber beams. **International Journal of Agriculture and Forestry**, on-line, v. 2, p. 166-170, 2012.

FERRO F. S., ICIMOTO F. H., ALMEIDA D. H., CHRISTOFORO A. L., LAHR F. A. R. Verification of Test Conditions to Determine the Compression Modulus of Elasticity of Wood. **International Journal of Agriculture and Forestry**, on-line, v.3, n.2, p. 66-70, 2013.

NASSUR, O. A. C. **Variabilidade das propriedades tecnológicas da madeira *Toona ciliata* M. Roem com dezoito anos de idade**. 2010. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e

Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal
de Lavras, Lavras, 2010.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MADEIRA DE ÁRVORES MATRIZES DE EUCALYPTUS SPP.

TRUGILHO, P.F.¹COUTO, A.M.¹ASSIS, C.O.¹GOULART, S.L.¹PROTÁSIO, T.P.¹¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais

trugilho@dcf.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material que apresenta variação em suas propriedades. As causas dessa variabilidade são decorrentes das diferenças entre espécies, procedências, local de plantio, idade, além da interação genótipo x ambiente. A variabilidade é também a responsável pelas possibilidades de usos da madeira. Assim, para que se definir a melhor forma de utilização da madeira deve-se fazer uma caracterização criteriosa em relação às propriedades relacionadas ao uso. Do ponto de vista químico, é importante determinar os teores de minerais, extrativos, lignina e carboidratos (holocelulose). Os teores de extrativos e lignina na madeira são importantes características para a produção de carvão vegetal e celulose e papel. Estes componentes químicos afetam positiva e negativamente o rendimento da carbonização e em celulose, respectivamente. Trugilho et al. (2005), estudando a qualidade da madeira de 15 clones de híbridos de *Eucalyptus*, verificaram que madeiras com maiores quantidades de extrativos necessitaram de maiores cargas de álcali ativo no cozimento. Trugilho et al. (2007), avaliando a madeira de clones de *Eucalyptus*, observaram que os materiais genéticos de maiores teores de lignina são mais indicados para a produção de bioenergia, enquanto que os de maiores teores de celulose e menores de lignina foram os mais indicados para a produção de celulose e papel. O objetivo do presente trabalho foi determinar a variação nos teores de lignina (solúvel e insolúvel) em ácido sulfúrico, além do teor de extrativos totais, na madeira em árvores matrizes de *Eucalyptus* spp.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras de madeira das árvores matrizes de

Eucalyptus sp., provenientes da empresa Plantar, foram encaminhadas, na forma de cavacos, para o Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFLA. Todo o material foi devidamente moído, em moinho de facas, e a serragem classificada nas peneiras de 40 e 60 mesh para as análises químicas. Foram avaliadas 45 árvores matrizes de aproximadamente 13 anos de idade.

O teor de lignina insolúvel (Klason) foi obtido de acordo com a metodologia proposta por Gomide e Demuner (1986). O teor de lignina solúvel (Klason) em ácido sulfúrico foi determinado de acordo com a metodologia proposta por Goldschimid (1971). O teor de lignina total foi obtido pela soma dos teores de lignina solúvel e insolúvel.

O teor de extrativos totais da madeira foi determinado de acordo com a norma da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel-ABTCP (1974) (norma M 3/89).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios, mínimos, máximos e o coeficiente de variação (CV) para o teor de extrativos totais (TET), lignina insolúvel (TLins), solúvel (TLsol) e total (TLtot) na madeira das árvores matrizes avaliadas.

Tabela 1: Valores médios, mínimos e máximos

Teor de (%)	Média	Mínimo	Máximo	CV (%)
TET	4,86	3,05	7,38	26,21
TLins	26,02	23,11	28,04	4,69
TLsol	3,80	3,28	4,46	7,90
TLtot	29,82	27,41	31,92	4,01

Pela Tabela 1 pode-se verificar que o teor de extrativos totais apresentou elevada variação entre os materiais genéticos (CV = 26,21%),

enquanto que os teores de lignina não apresentaram grande variabilidade.

Também pode-se verificar que os valores médios estão em conformidade com o normalmente encontrados na literatura para espécies e clones de eucaliptos em relação aos teores de extrativos totais e lignina na madeira, estando em conformidade com os observados por Trugilho (1995) e Botrel (2006).

Entre as árvores matrizes avaliadas 55,56% ficaram acima da média geral para o teor de extrativos totais e 46,67% para o teor de lignina total na madeira.

As Tabelas 2 e 3 apresentam uma classificação das árvores matrizes em relação ao teor de extrativos totais e lignina total na madeira, respectivamente.

Tabela 2: Classificação das árvores matrizes em relação ao teor de extrativos totais (TET)

Classe TET	Freq	TET	TLins	TLsol	TLtot
3,01 - 4,00	12	3,34	25,79	3,84	29,62
4,01 - 5,00	15	4,51	25,91	3,85	29,76
5,01 - 6,00	7	5,37	26,35	3,74	30,10
6,01 - 7,00	9	6,55	26,27	3,70	29,97
7,01 - 8,00	2	7,33	25,95	3,83	29,79

Freq = frequência

Tabela 3: Classificação das árvores matrizes em relação ao teor de lignina total (TLtot)

Classe TLtot	Freq	TET	TLins	TLsol	TLtot
27,01 - 28,00	3	3,58	23,45	4,14	27,60
28,01 - 29,00	8	5,60	24,84	3,72	28,56
29,01 - 30,00	14	4,65	25,76	3,68	29,45
30,01 - 31,00	11	4,92	26,67	3,77	30,44
31,01 - 32,00	9	4,90	27,54	3,96	31,50

Freq = frequência

Pela Tabela 2 verifica-se que a terceira classe de TET, com 7 árvores, foi a que apresentou o maior teor de lignina total na madeira e, portanto, estas devem ser as mais indicadas para produção de bioenergia. Entretanto, pela Tabela 3 verifica-se que existem 20 materiais genéticos com elevado teor de lignina total na madeira e que estas devem ser mais potenciais para a produção de energia, além de três matrizes, na primeira classe, que apresentaram baixo teor de extrativos e lignina na madeira, sendo interessantes para produção de celulose e papel.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As árvores matrizes apresentaram elevada variabilidade em relação ao teor de extrativos totais.

Foi possível classificar os materiais genéticos em relação ao teor de extrativos e lignina total. Na classificação pelo teor de extrativos totais pode-se separar 7 matrizes com potencial para bioenergia, enquanto que a classificação pelo teor de lignina total identificou 20 materiais com elevado teor e potenciais para produção de energia, além de três com baixo teor e mais interessantes para produção de celulose e papel. Deve-se levar em consideração outras características da madeira como, por exemplo, a densidade básica, as características de crescimento da árvore e outras, para se ter uma maior certeza da potencialidade de uso.

5. BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL-ABTCP. **Normas técnicas ABCP**. São Paulo, ABTCP, 1974. n.p.
- BOTREL, M. C. G. **Melhoramento genético do Eucalyptus para biomassa florestal e qualidade do carvão vegetal**. 2006. 68 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2006.
- GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K.V.; LUDWIG, C.H. **Lignins: occurrence, formation, structure and reactions**. New York: John Wiley & Sons, 1971. p.241-266.
- GOMIDE, J.L. & DEMUNER, B.J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v.47, n.8, p.36-38, 1986.
- TRUGILHO, P.F. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas na avaliação da qualidade da madeira e do carvão vegetal de Eucalyptus**. 1995. 160p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1995.
- TRUGILHO, P.F.; BIANCHI, M.L.; GOMIDE, J.L.; LIMA, J.T.; MENDES, L.M.; MORI, F.A.; GOMES, D.F.F. Clones de *Eucalyptus* versus a produção de polpa celulósica. **Ciência Florestal**, Santa Maria/RS, v.15, n.2, p.145-155, 2005.
- TRUGILHO, P.F.; BIANCHI, M.L.; ROSADO, S.C.S.; LIMA, J.T. Qualidade da madeira de clones de espécies e híbridos naturais de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.73, p.55-62, 2007.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG, CNPq e a empresa Plantar pelo apoio financeiro e toda a logística na realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DAS POSIÇÕES DOS RELÓGIOS COMPARADORES PARA DETERMINAÇÃO DA RIGIDEZ NA COMPRESSÃO PARALELA ÀS FIBRAS DA MADEIRA

Fabiane Salles Ferro, Felipe Hideyoshi Icimoto, Diego Henrique de Almeida, André Luis Christoforo, Francisco Antonio Rocco Lahr

Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeira (LaMEM/SET/EESC/USP), Departamento de Engenharia Mecânica (DEMEC) da Universidade Federal de São João del-Rei (UFSJ)

fsferro@usp.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material com grande variabilidade natural. Dentro de uma mesma espécie, e mesmo dentro de uma árvore, ocorrem variações significativas nas suas propriedades, em função da altura no tronco e no sentido medula-casca. Além disso, há diferenças de suas características entre o cerne e o alborno, madeira de início e fim de estação de crescimento, lenho juvenil e adulto, e em escala microscópica, entre células individuais (FERREIRA et al., 2006; FERRO et al., 2013).

Essa heterogeneidade influi nas propriedades físicas e mecânicas, sendo seu conhecimento fundamental para adequadamente definir as aplicações a que serão destinadas e dimensionar, com segurança, as partes componentes de uma estrutura com esse material (ARAÚJO, 2007).

No Brasil, as condições de ensaios para determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira para fins estruturais constam no Anexo B da ABNT NBR 7190:1997 “Projeto de estrutura de madeira”. A referida norma utiliza como principal referência para as propriedades mecânicas o ensaio de compressão paralela às fibras, a partir do qual se determinam a resistência e a rigidez da madeira.

O Anexo B (Determinação das propriedades das madeiras para projeto de estruturas), da ABNT NBR 7190:1997, assume que, para determinar o módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras (E_c), devem ser efetuadas medidas de deformações em pelo menos duas faces opostas dos corpos-de-prova. Dessa forma se obtém a média representativa da deformação ocorrida no ensaio. Contudo, nestas circunstâncias, o valor determinado de E_c pode não representar a real condição da madeira, pois as faces escolhidas podem não abranger totalmente a variabilidade natural presente no volume do corpo-de-prova.

Este trabalho teve como principal objetivo verificar a influência das posições dos relógios

comparadores para determinação do módulo de elasticidade na compressão paralela às fibras conforme os requisitos da ABNT NBR 7190:1997.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Na realização deste estudo foram utilizadas as espécies Cambará Rosa (*Erismia* sp) e Jatobá (*Hymenaea stilbocarpa*), pertencentes, respectivamente, às classes resistência C20 e C60. Para cada espécie, foram utilizados 8 corpos-de-prova isentos de defeitos e com 12% de umidade. Os ensaios foram procedidos de acordo com ABNT NBR 7190:1997.

De início foi determinado E_c referente a duas faces opostas do corpo-de-prova e, depois, E_c referente às faces complementares. Os ensaios foram procedidos até 50% da força estimada de ruptura, não sendo, assim, ultrapassado o limite de proporcionalidade (regime elástico). As faces com menores e maiores valores de E_c foram denominadas A e B, respectivamente.

Para a verificação da influência das posições (A e B) dos relógios comparadores no corpo-de-prova para determinação dos valores de E_c , utilizou-se abordagem de cálculo que consistiu em dividir o menor valor de E_c (obtido nos ensaios) pelo maior valor (A/B). Com isto, se viabiliza a análise dos dados independente da espécie e da sua classe de resistência. Em seguida, foi aplicado o teste de hipótese.

Constatada a não equivalência estatística entre os módulos de elasticidade, foi-se utilizado o método dos mínimos quadrados (eq.(1)), para determinar o coeficiente ótimo (α) baseado na ideia de menor resíduo (CHRISTOFORO et al., 2012), sendo Razão o vetor constituído de valores inferiores a 1 (razão entre o menor e o maior valor do módulo de elasticidade encontrado no corpo-de-prova) e Unidade o vetor de componentes iguais a 1 (razão entre o maior módulo de elasticidade por ele mesmo).

$$f(\alpha) = \frac{1}{2} \cdot \sum (Razão - \alpha \cdot Unidade)^2 \quad (1)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados das razões entre os módulos de elasticidade para os corpos-de-prova.

Tabela 1: Razão entre os módulos de elasticidade.

CP	A/B	B/B (Referência)
Jatobá		
1	0,945	1
2	0,894	1
3	0,982	1
4	0,904	1
5	0,956	1
6	0,978	1
7	0,865	1
8	0,864	1
Cambará Rosa		
9	0,982	1
10	0,872	1
11	0,994	1
12	0,962	1
13	0,832	1
14	0,932	1
15	0,876	1
16	0,805	1
\bar{x}	0,915	1
DP	0,059	0
CV(%)	6	0

A fig.1 ilustra o gráfico de normalidade de Anderson-Darling para a razão entre E_c , considerando normalidade dos dados como hipótese nula, a um nível de significância de 5%.

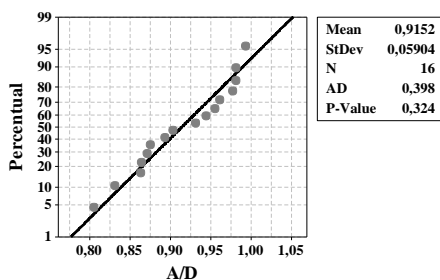


Fig. 1: Gráfico de normalidade de Anderson-Darling para a razão entre os módulos de elasticidade.

Comprovando ser normal a distribuição para a razão entre os E_c (P -valor > 0,05), na sequência foi empregado o teste de hipótese (t) para verificar a equivalência entre médias, com nível de significância de 5%, assumindo média 1

como hipótese nula e média inferior a 1 para a hipótese alternativa. O p -valor encontrado para o referido teste foi igual a 0,000, refutando desta forma a hipótese nula, implicando ser significativa a escolha da posição do relógio comparador no cálculo do módulo de elasticidade. O coeficiente de mínimos quadrados para a relação entre os E_c foi igual a 0,92, implicando em uma redução de 8% no módulo de elasticidade obtido no ensaio de compressão em relação aos maiores valores.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados indicaram ser significativa a escolha da posição dos relógios comparadores na determinação do E_c .

Fica, por intermédio, deste trabalho, constatado que os valores dos módulos de elasticidade obtidos segundo a norma brasileira ABNT NBR 7190:1997 devem ser corrigidos, minorados a favor da segurança nos cálculos estruturais.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, Curitiba, v.37, n. 3, p.399-416, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7190**: Projetos de estruturas de madeiras. Rio de Janeiro, 2007.

CHRISTOFORO, A. L.; ROCCO, F. A. L.; MORALES, E. A. M.; PANZERA, T. H.; BORGES, P. H. Numerical evaluation of longitudinal modulus of elasticity of *Eucalyptus grandis* timber beams. **International Journal of Agriculture and Forestry**, on-line, v. 2, p. 166-170, 2012.

FERREIRA, S.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; SILVA, J. R. M.; LEITE, F. P.; ALTOÉ, T. F. Comparação entre lenho de tração e lenho oposto em *Eucalyptus* cultivados em diferentes topografias. In: Encontro Brasileiro de Madeiras E de Estruturas de Madeira, 10, São Pedro, 2006. **Anais**. São Pedro: IBRAMEM, 2006. p. 1 – 9.

FERRO F. S., ICIMOTO F. H., ALMEIDA D. H., CHRISTOFORO A. L., LAHR F. A. R. Verification of test conditions to determine the compression modulus of elasticity of wood. **International Journal of Agriculture and Forestry**, on-line, v.3, n.2, p. 66-70, 2013.



Relação entre cerne, alburno, casca e densidade básica da madeira de *Eucalyptus globulus* x *Eucalyptus urophylla* aos 3 anos de idade

Frederico José Nistal França, Henrique de Almeida Vaccari, Brunela Pollastrelli Rodrigues
Fabrício Gomes Gonçalves, Graziela Baptista Vidaurre *Universidade Federal do Espírito Santo*
frederico_franca@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento brasileiro nas áreas de silvicultura de florestas plantadas e de produção de pasta celulósica permitiu que o país se transformasse em um grande exportador mundial de celulose de fibra curta, sendo as principais espécies utilizadas o *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. urophylla* e *E. globulus*.

Este trabalho teve o objetivo de avaliar a relação cerne alburno e densidade básica de nove tratamentos de um híbrido proposto ao mercado, *Eucalyptus globulus* x *Eucalyptus urophylla*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram retirados discos na região do DAP (Diâmetro à Altura do Peito) de 9 diferentes famílias com 5 repetições do híbrido *Eucalyptus globulus* x *Eucalyptus urophylla*, com 3 anos de idade, totalizando 45 árvores procedentes do município de Guanhões, MG.

A região de coleta está localizada na latitude 18°46'30"S e longitude 42°55'58"W a 778 m de altitude. O clima é tropical chuvoso de savana, ou seja, inverno seco e chuvas máximas no verão. A precipitação anual é de 1212 mm e a temperatura média de 22,2°C. O relevo é suave a forte ondulado, com solos profundos, argilosos e pouco férteis.

Foram realizadas medições nos discos, no maior e menor sentido do diâmetro, passando pela medula, em dois sentidos opostos, com e sem casca e, da mesma maneira, no cerne. A partir das diferenças entre os diâmetros com e sem casca pode-se obter a espessura da casca.

A espessura do alburno foi obtida através da diferença entre o diâmetro sem casca e o diâmetro do cerne, de forma análoga à obtenção da espessura da casca.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios obtidos para a porcentagem de casca, alburno e cerne e densidade básica das 9 famílias.

Tabela 1: Valores médios da porcentagem de casca, alburno e cerne e densidade básica ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$) das 9 famílias do híbrido *E. globulus* x *E. urophylla*:

Família	Casca (%)	Alburno (%)	Cerne (%)	Densidade básica ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)
1	12,93 ^a (9,12) ¹	39,24 ^{ab} (22,74)	47,83 ^{bc} (17,15)	547,4 ^a (7,19)
2	11,32 ^{ab} (21,84)	27,16 ^c (6,44)	61,53 ^a (2,92)	577,2 ^a (6,72)
3	11,59 ^{ab} (11,85)	41,78 ^a (15,11)	46,63 ^c (16,34)	548,0 ^a (3,48)
4	7,05 ^c (27,37)	38,41 ^{ab} (10,76)	54,54 ^{abc} (5,65)	552,4 ^a (4,27)
5	11,69 ^{ab} (14,19)	35,79 ^{abc} (13,93)	52,52 ^{abc} (8,98)	571,4 ^a (3,71)
6	11,13 ^{ab} (8,24)	41,19 ^a (15,54)	47,68 ^{bc} (13,19)	573,4 ^a (3,71)
7	8,91 ^{bc} (22,15)	32,79 ^{abc} (11,38)	58,30 ^{ab} (8,30)	527,4 ^a (12,20)
8	9,32 ^{abc} (18,07)	37,54 ^{abc} (13,78)	53,13 ^{abc} (10,18)	542,0 ^a (11,74)
9	9,78 ^{abc} (23,80)	29,08 ^{bc} (10,58)	61,14 ^a (8,73)	557,0 ^a (4,24)

¹ – valores de coeficiente de variação (%); as médias seguidas de uma mesma letra na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Houve diferença significativa entre as médias para porcentagem de casca, alburno e cerne, porém as famílias não variaram significativamente nos valores obtidos para densidade básica. As famílias 4, 7, 8 e 9 apresentaram os menores valores para a porcentagem de casca entre os indivíduos e as

demais famílias não diferiram significativamente ao nível de 5%. A família 4 apresentou o maior coeficiente de variação, caracterizando falta de homogeneidade no teor de casca obtido nas amostras.

A família 2 apresentou a menor percentagem média de alburno, seguida da família 9. As demais famílias apresentaram valores superiores não diferindo significativamente. A família 3 apresentou a menor percentagem média de cerne, seguida da família 1. As demais famílias apresentaram valores superiores não diferindo significativamente.

Oliveira et al. (1999) encontraram teores de alburno variando entre 38,22% e 58,02% e sua percentagem de casca variando entre 11,59% e 21,59% para a espécie *E. urophylla* com 18 anos de idade. A espécie estudada apresentou valores para alburno entre 5,12% e 14,11% .

Tomazello Filho (1987), estudando as variações radiais da densidade básica em espécies diferentes de eucalipto relatou que para o *E. globulus* a densidade básica média foi de 522 kg.m⁻³, enquanto Andrade et al. (2009) obtiveram para a espécie *E. urophylla* aproximadamente 630 kg.m⁻³.

Tabela 2: Correlação entre porcentagem de casca, porcentagem de alburno, porcentagem de cerne e densidade básica (kg.m⁻³):

	Casca	alburno	cerne	densidade
casca	1	-0,0202 (0,9055) ¹	-0,3011 (0,0702)	0,0365 (0,8300)
alburno		1	-0,9473 (<0,0001)	0,3165 (0,0564)
cerne			1	-0,3135 (0,0588)
densidade				1

¹ - VALOR P.

Apenas a correlação entre porcentagem de alburno e porcentagem de cerne foi significativa (P<0,01).

Segundo Haselein et al. (2004), em seu estudo com árvores de *E. grandis*, espécie muito utilizada para produção de celulose, a proporção de casca foi de 3,47% e no presente estudo, em intervalo de 7,05% a 12,93%, apresentando o híbrido, portanto, valor mais insatisfatório uma vez que na produção de celulose um menor teor de casca é mais desejado. Ainda segundo o autor, a porcentagem de alburno e cerne do *E. grandis* representa, respectivamente, a 24,34% e

75,66% enquanto o híbrido *E. globulus* x *urophylla*, objetivo deste estudo, 21,17% e 73,56%.

O valor encontrado para a densidade básica do híbrido *E. globulus* x *E. urophylla* está dentro do previsto para a produção de celulose, pois uma alta densidade proporciona um maior rendimento em celulose enquanto uma menor densidade, uma melhor impregnação de solventes (Foelkel et al., 1992).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As famílias apresentaram variação na relação alburno cerne, porém não apresentaram essa diferença na densidade básica. Foi evidente que quanto maior o teor de alburno, menor a quantidade de cerne. A relação entre teor de alburno e densidade básica pode ser justificada pelo possível lenho adulto nas camadas de alburno das amostras.

5. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, M.C.N.; MINHONI, M.T.A.; SANSIGOLO, C.A.; ZIED, D.C. Densidade básica da madeira de sete espécies e três clones de eucalipto antes e durante o cultivo de shiitake. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringá, v.31, n.2, p.235-240, 2009.

FOELKEL, C.; MORA, E.; MENOCELLI, S. Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose. *O Papel, Guaíba*, p.35-40, 1992

HASELEIN, C.R.; LOPES, M.C.; SANTINI, E.J.; LONGHI, S.J.; ROSSO, S.; FERNANDES, D.L.G.; MENEZES, L.F. Características tecnológicas da madeira de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.14, n.2, p.145-155, 2004.

OLIVEIRA, J.T.S.; HELLMEISTER, J.C.; SIMÕES, J.W.; TOMAZELLO FILHO, M. Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1- avaliações dendrométricas das árvores. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.56, p.113-124, 1999.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica em estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus globulus*, *E.pellita*, e *E. acmenoides*. *IPEF*, Piracicaba, n.36, p.35-42, 1987.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



WEATHERING EM DUAS ESPÉCIES DE MADEIRAS DA AMAZÔNIA

Álefe Lopes Viana, Marcele de Freitas Lopes, Fernando Cardoso Lucas Filho, Nabor da Silveira Pio, Nelson Felipe de Albuquerque Lins Neto
Universidade Federal do Amazonas
 alefe.viana@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material de origem biológica, que pode ser degradada por microorganismos, fungos e xilófagos diversos, mas também por outros fatores não biológicos. Quando exposta às intempéries, é normal que ocorram danos, alterando as propriedades normais da madeira. Todos esses efeitos podem ser resumidos numa só palavra, o "Weathering".

Os danos sofridos pela madeira são inicialmente detectados pela variação de cor, porém podem chegar a comprometer as propriedades químicas, físicas e mecânicas. De todos os danos o mais prejudicial é devido à radiação ultravioleta (UV) presente na luz do sol, pois dá início a modificações químicas dos principais polímeros que constituem a madeira. A ação da água também causa a lixiviação tanto de extrativos como dos produtos fotodegradados (FEIST & HON, 1984).

Ambos, a degradação da madeira sob intemperismo e a durabilidade dos produtos para acabamento são de interesse imediato dos consumidores (SILVA & PASTORE, 2004). O presente trabalho visou utilizar dois tipos de preservantes comumente encontrados no mercado, proporcionando proteção e acabamento em peças de madeira: o selador e o verniz.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a pesquisa, foram utilizadas as espécies de Jacareúba (*Calophyllum brasiliense* Cambess.) e Anani (*Symphonia globulifera* L.), ambas pertencentes à família Clusiaceae, devidamente identificadas e fornecidas pelo laboratório de física da madeira da Universidade federal do Amazonas.

Para tanto, foram lixadas as superfícies que ficariam expostas (lixa gramatura 120). Posteriormente foram numeradas e identificadas as amostras. Os tratamentos aplicados foram: verniz (V), selador (S), verniz + selador (V+S) e

testemunha (T). A aplicação foi feita por pincel, onde somente as amostras testemunhas não receberam aplicação. Um grupo de cada espécie foi deixado em ambiente externo (ações do intemperismo) e um grupo foi deixado em ambiente interno (longe de raios UV), para fins de comparação, como explica o esquema a seguir:

Tabela 1. Esquema metodológico do experimento.

<i>Anani</i>	<i>Jacareúba</i>
V	V
S	S
V + S	V + S
T	T

Onde V = Verniz; S = Selador; V+S = Verniz + selador; T = Tratamento.

Foram utilizadas 16 amostras no total, com tamanho de 2x4x7 cm. Observou-se e fotografaram-se as amostras em 30 e 60 dias; compararam-se as amostras deixadas em ambiente externo com as amostras deixadas em ambiente interno, a fim de avaliar o grau de degradação.



Fig. 1. Disposição das amostras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mudanças nas características físicas da madeira puderam ser observadas a olho nu. Entretanto, mudanças mecânicas e químicas, segundo a literatura, ocorreram também.

O fato das amostras estarem expostas à ação de chuvas, de raios ultravioletas e mudanças de temperatura causou danos como:

(I) Variação de cor: pôde ser observada em ambas as espécies e em todas as amostras, com ou sem tratamento, a fotodegradação da lignina e dos extrativos;

(II) Modificações químicas dos principais polímeros: a madeira entrou em processo de decomposição devido à ação dos raios ultravioletas que modificaram a celulose, a hemicelulose e a lignina;

(III) Lixiviação de extrativos e de produtos fotodegradados: ocasionado pela ação da água da chuva que expôs uma nova camada da madeira à intempéries.

(IV) Superfície áspera: a erosão causada pela água da chuva e por partículas sólidas carregadas pelo vento oñixaramö a camada superior das amostras.

(V) Fissuras: retratilidade.

Nas amostras sem tratamento pôde-se observar maior ocorrência dos danos citados anteriormente, pois não foram recobertas por nenhum preservante.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De modo geral, pode-se concluir que:

A aplicação apenas do selador nas amostras não foi o suficiente para a sua preservação, pois apresenta uma fina película;

Observou-se que as amostras que receberam aplicação de selador e verniz mostraram maior resistência às variações climáticas, pois o selador prepara a madeira para melhor aderência do verniz e este por sua vez, protege-a amplamente.

No entanto, para verificação de melhores resultados, recomenda-se que o experimento seja realizado em mais tempo (abrangendo as estações de verão e inverno), acrescer o número amostral, e realizar o monitoramento via espectroscopia de infravermelho.

5. BIBLIOGRAFIA

FEIST, W. C. & HON, D. N. S. Chemistry of weathering and protection. In Chemistry of solid Wood. R. M. Rowell, Ed. Washington, DC: **American Chemistry Society**, pp 401-454, 1984.

SILVA, J. O.; PASTORE, T. C. M. Fotodecomposição e proteção de madeiras tropicais. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 2, p. 7-13, 2004.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESÍDUOS PRODUZIDOS NO BENEFICIAMENTO DA MADEIRA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Álefe Lopes Viana, Marcele de Freitas Lopes, Nabor da Silveira Pio, Fernando Cardoso Lucas Filho, Nelson Felipe de Albuquerque Lins Neto
Universidade Federal do Amazonas
 alefe.viana@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As indústrias madeireiras geram grande quantidade de resíduos, apresentando um baixo rendimento, que dispersos ao meio ambiente podem trazer sérios problemas de poluição, especialmente, em sua incineração sem um prévio controle ambiental.

Resíduos industriais florestais são definidos como os subprodutos decorrentes do desdobro primário e secundário como também da utilização da madeira. Desta forma, são considerados resíduos a casca, a costaneira, as pontas, as aparas, as lascas, os nós, o pó-de-serra e as maravalhas (ARAUJO, 2003).

De modo geral, grande parte das serrarias possui baixo nível tecnológico, em que a ineficiência do processo produtivo acarreta grandes desperdícios de madeira, resultando em elevado volume de resíduos.

Quando aproveitado pelas empresas, os resíduos podem apresentar importantes vantagens, como redução dos custos de produção, redução dos impactos ambientais provocados pela queima e pelo descarte, geração de postos de trabalho, além da possibilidade de expansão da capacidade produtiva pelo aumento da oferta de energia.

No presente trabalho é mostrada a classificação destes resíduos, bem como propondo alternativas para uso e controle dos mesmos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho é de caráter bibliográfico, elaborado através de informações coletadas a partir de artigos publicados em revistas científicas indexadas, pesquisas de institutos, livros e dissertações de pós-graduação.

Como critérios de inclusão foram analisados os artigos com base na: qualidade da descrição do desfecho a ser estudado; caracterização da amostragem incluída;

qualidade da descrição e discussão dos principais fatores relacionados ao gerenciamento de resíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A geração de resíduos industriais florestais no Brasil tem mostrado valores expressivos o que leva a considerar seriamente a sua utilização na cadeia produtiva, pois não representa só um problema econômico, por meio do desperdício, como também um sério problema de caráter ambiental (ARAUJO, 2003).

A notória falta de eficiência da indústria madeireira brasileira, especialmente das empresas localizadas na Região Amazônica, em boa parte ocorre porque não se sabe o que fazer com o grande volume de resíduos. Tal ineficiência diminui a competitividade da indústria tanto no mercado nacional, como internacional, os quais se mostram em constante crescimento (ARAUJO, 2003).

O processo de produção da madeira serrada gera um volume significativo de resíduos e sobras oriundas da transformação das toras pelas serras de desdobro que, somado aos galhos, troncos e raízes que ficam na floresta, indica um volume significativamente superior ao produto madeireiro obtido. Do ponto de vista econômico e ambiental, se justificariam programas envolvendo incentivos e facilidades para a instalação de linhas de aproveitamento dessas sobras e resíduos, desde a geração de energia a partir dessa biomassa até à obtenção de produtos com maior agregação de valor (JARA, 1987).



Fig. 1. Resíduos do desdobro de toras. Fonte: O autor.

De acordo com Dobrovolski (1999), os resíduos de madeira podem ser classificados em três tipos: serragem, cepilho e lenha.

1) Serragem – a serragem é um resíduo encontrado na maioria das indústrias de madeira e é gerado principalmente pelo processo de usinagem com serras.

2) Cepilho – o cepilho é um resíduo encontrado geralmente em indústrias beneficiadoras da madeira como por exemplo, a indústria de móveis, gerado pelo processamento em plainas.

3) Lenha - a lenha engloba os resíduos maiores como aparas, refilos, casca, roletes entre outros e também pode ser encontrada em todas as indústrias de madeira.

Coutinho et al. (1999) afirmam que o aproveitamento da madeira está ligado ao manejo, ao sistema de corte e extração, à tecnologia do processamento primário e à capacitação e treinamento de mão-de-obra, sendo que na Amazônia, o desperdício é considerado elevado, causando impactos decorrentes dos resíduos gerados, pelo baixo rendimento da matéria-prima.

Os resíduos florestais ou madeiráveis podem ser utilizados para a geração de energia, fabricação de pequenos objetos, produção de chapas de partículas, cama para aviários, currais e estábulos, compostagem, isolamento termo-acústico, papel, papelão, obtenção de matéria-prima para a indústria de tintas, vernizes, corantes, adesivos, indústria alimentícia e solvente através da extração de voláteis, etc (SOUZA, 1997).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

É notório que é muito baixo o rendimento de madeira e logo isso causa uma porcentagem maior na produção de resíduos.

Considerando a importância do setor moveleiro no cenário econômico brasileiro, os aspectos e impactos ambientais, os custos na recuperação dos ambientes degradados e os benefícios às organizações, a gestão ambiental emerge na indústria de madeireira como forma

de redução de custos no processo produtivo, destinação de seus resíduos e, ainda, como ferramenta de competitividade de mercado.

É necessário também, o investimento em estudos e pesquisas mais avançadas para se obter cada vez mais meios de aproveitamento desse material, assim como faz-se necessário investimento em novas tecnologias para desenvolver máquinas capazes de gerar um volume menor de resíduos.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAUJO, H. J. B. *Aproveitamento de resíduos das indústrias de serrarias do Acre para fins energéticos*. Rio Branco : Embrapa Acre, 2003. 38 p.

JARA, E. R. P. *A geração de resíduos pelas serrarias*. São Paulo: IPT, 1987.

COUTINHO, L.; SILVA, A. L. G. DA; SANTOS, R. M. DOS; PAMPLONA, T.; FERREIRA, M. J. B. Design como fator de competitividade na indústria moveleira. Campinas:SEBRAE/FINEP/ABIMÓVEL/FECAMP/UNICAMP/IE/NEIT, 1999.

DOBROVOLSKI, E. G. **Problemas, destinação e volume dos resíduos da madeira na indústria de serrarias e laminadoras da região de Irati-PR**. Ponta Grossa, 1999. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, 1999.

FERREIRA, C. E. M.; CARRASCO, E. V. M.; HELMEISTER, J. C. Tecnologia de adesivos poliuretanos: propriedades e aplicações em madeiras. In: EBRAMEM, 3., São Carlos. *Anais*, LaMEM /EESC-USP. 1989, P. 39-74.

SOUZA, M. R. 1997. Tecnologias para usos alternativos de resíduos florestais: experiência do LPF - IBAMA na área de utilização de resíduos florestais e agrícolas. In: Workshop Sulamericano sobre usos alternativos de resíduos de origem florestal e urbana, Curitiba. *Anais*. Curitiba. 1997, p. 49-70.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



O SETOR MOVELEIRO NA REGIÃO AMAZÔNICA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Marcele de Freitas Lopes, Álefe Lopes Viana, Nabor da Silveira Pio

Universidade Federal do Amazonas

mar.florestal@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica ocupa grande parte da América do Sul e, no Brasil, a área ocupada pela Amazônia Legal é de 4.988.939 km² (Higuchi & Higuchi, 2004). Além de abrigar vastos recursos hídricos, florestais e minerais, a floresta tem importantes funções ecológicas, como conservação de recursos genéticos em sua rica biodiversidade; controle do regime de chuvas; regulação do aquecimento global por meio de seu enorme estoque de carbono; controle da erosão dos solos, entre outros (Meireles, 2004).

Segundo Gorini (2000) apesar de todas as restrições ao uso de madeiras maciças para a fabricação de produtos de maior valor agregado, os móveis continuam sendo um dos melhores produtos da madeira, seja ela de florestas nativas ou de florestas plantadas.

Apesar do Brasil apresentar uma área florestal bem superior a área urbana, este panorama vem sofrendo profundas mudanças com o passar dos anos. Existe uma inversão dos fatores, começa haver aumento da área urbana, em detrimento da área verde. O Governo Federal, por meio de vários instrumentos, tanto normativos como de investimentos, tenta racionalizar o uso das áreas florestais em todo o país em bases sustentáveis, proporcionando desenvolvimento econômico e social sem agredir o meio ambiente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho é de caráter bibliográfico, elaborado através de informações coletadas a partir de artigos publicados em revistas científicas indexadas, pesquisas de institutos, livros e dissertações de pós-graduação.

Como critérios de inclusão foram analisados os artigos com base em: panorama da indústria moveleira na região amazônica; características gerais do setor moveleiro e madeireiro e as características do setor moveleiro no Estado do Amazonas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indústria de base florestal apresenta uma das mais promissoras perspectivas de expansão do mundo, quer pelas condições de clima e solo favoráveis para o plantio, como pelos crescentes investimentos em ampliação e modernização de seu parque fabril.

O setor moveleiro caracteriza-se pelo agrupamento de diversos processos de produção, envolvendo diferentes matérias-primas e uma diversidade de produtos finais, e pode ser segmentada principalmente em função dos materiais com que os móveis são confeccionados (madeira, metal e outros), assim como de acordo com os usos a que são destinados (em especial móveis para residência e para escritório). Além disso, devido a aspectos técnicos e mercadológicos, as empresas, em geral, são especializadas em um ou dois tipos de móveis, como, por exemplo, de cozinha e banheiro, estofados, entre outros.

O arranjo produtivo local de madeira-móveis da Região Norte tem significativa importância socioeconômica para a região, principalmente considerando a capacidade de gerar empregos diretos e indiretos.

A realidade do setor moveleiro do Estado do Amazonas, de acordo com estudo de Silva (2002) demonstra que a maioria das movelarias são de micro porte, possuem dificuldades de equipamentos, infraestrutura, logística e carência de mão-de-obra especializada.

O setor moveleiro encontra-se em um estágio que pode ser considerado atrasado, pois as empresas apresentam um layout inadequado, equipamentos obsoletos e mão-de-obra com baixo nível de qualificação. Além disso, os empreendimentos trabalham em sistema de produção sob encomenda e alguns produzem em série.

Os principais fatores limitantes ao desenvolvimento do setor são, sobretudo, o acesso a novos mercados, leis ambientais que

dificultam o acesso à matéria prima, a falta de investimento em design e a falta de capital de giro.

Por ser um ofício bastante antigo, a fabricação de móveis ainda é feita de maneira artesanal, por empresas de caráter familiar e com conhecimentos que são passados de geração em geração.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De modo geral, pode-se concluir que apesar de sua participação restrita no cenário nacional, o setor moveleiro da Região Amazônica tem potencial para crescer nos próximos anos. Ela conta com extensas florestas nativas, grande estoque de madeira de valor comercial e localização estratégica em relação aos mercados nacional e internacional.

A instalação e o desenvolvimento de uma indústria moveleira dinâmica, sustentável e competitiva são essenciais para o estabelecimento de uma economia de base florestal na Região Amazônica. Porém, há grandes desafios para que o setor moveleiro atenda às exigências de qualidade, legalidade e sustentabilidade ambiental e socioeconômica requeridas para cadeias produtivas de base florestal.

Os principais entraves para o desenvolvimento de um setor moveleiro lucrativo e competitivo no cenário amazônico têm sido seu elevado grau de informalidade e desorganização, escasso emprego de madeira nativa legalizada, pouca agregação de valor ao produto final e mercado restrito.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GORINI, A. P. F. **Panorama do Setor moveleiro no Brasil**. BNDES, 2000. 50p.

Higuchi, M.I.G. & Higuchi, N. **A Floresta Amazônica e suas múltiplas dimensões uma proposta de educação ambiental**. Manaus: INPA, Brasília, 2004 - CNPq. 146p.

MEIRELES, J.F. **Livro de Ouro da Amazônia: Mitos e verdades sobre a região mais cobiçada do planeta**. Rio de Janeiro: Ediouro, 2004 - 397 p.

SILVA, M. N. P. **Diagnóstico do Setor Madeireiro do Médio Amazonas**. Manaus: SEBRAE/ AM, 2002.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).



Determinação do módulo de elasticidade dinâmico em três espécies amazônicas pelo método de propagação de ondas

Marcele de Freitas Lopes¹, Álefe Lopes Viana¹, José Cordeiro Neto¹, Claudete Catanhede Nascimento²

¹Universidade Federal do Amazonas; ²Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
mar.florestal@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Amazônia contém um dos maiores estoques de madeira do mundo (SILVA, 2012). Além de seu valor estético e recreacional, a floresta serve como fonte de matéria-prima para uma lista sempre crescente de produtos utilizados pela sociedade (PUEHRINGER, 1999).

As avaliações não-destrutivas permitem medir um maior número de amostras, em função da rapidez dos testes (STANGERLIN et al., 2008). As técnicas NDT são aquelas que identificam propriedades físicas e mecânicas de materiais sem alterar sua capacidade de uso final, para em seguida usar essa informação na tomada de decisão com relação a uma aplicação apropriada (PELLERIN; ROSS, 2002).

Poucos são os estudos relacionados ao uso de mensurar a qualidade da madeira nativa da região amazônica pelos métodos NDT. Contudo, tais métodos vêm sendo muito empregados atualmente por causa das suas vantagens, como apresentado anteriormente.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo determinar o módulo de elasticidade dinâmico por meio de ensaios não destrutivos das madeiras de cumaru - *Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd., jatobá - *Hymenaea courbaril* L. e ipê - *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nich.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras de madeira foram coletadas de uma indústria da cidade de Manaus/AM e foram identificadas no Laboratório de Anatomia da Madeira do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). As amostras tiveram as dimensões determinadas com paquímetro digital e a massa aferida em balança de precisão, para o cálculo da densidade aparente. O aparelho utilizado para medir a propagação das ondas de tensão foi o "Stress Wave Timer", modelo 239 -

A (marca Metriguard), conforme mostrado na fig. 1. Os ensaios foram realizados medindo-se o tempo de propagação da onda e calculando-se a velocidade de propagação para cada corpo-de-prova.



Fig 1: Aparelho Stress wave timer (SWT).

Foram estabelecidas regressões lineares entre os módulos de elasticidade dinâmicos e outras variáveis como tempo e velocidade de propagação. Foi encaminhada análise qualitativa das regressões obtidas, para avaliação da sensibilidade do método NDT.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatisticamente houve diferenças significativas entre as espécies apenas para a propriedade de densidade; as propriedades de velocidade e módulo de elasticidade não diferiram estatisticamente entre si como pode verificar na fig. 2.

A diferença entre as espécies quanto à densidade pode ser explicada, pois mesmo as espécies estando na mesma classe de densidade possuem valores de peso específico diferentes; tais valores de densidade são corroborados por outros autores, como FUNTAC (1987), que classifica a densidade do cumaru entre 0,89 e 1,18 g/cm³, 0,89 e 1,00 g/cm³ para o ipê e 0,71 e 1,01 g/cm³ para o jatobá; INPA/CPPF (1991) também encontrou resultados similares para o cumaru (0,97 g/cm³), 0,87 g/cm³ para o ipê e 0,71 g/cm³ para o jatobá. Devido às espécies pertencerem à mesma classe de densidade (pesadas), os resultados para velocidade e

módulo de elasticidade não tiveram diferenças significativas. Mesmo sendo equivalentes, para o cálculo do módulo de elasticidade a velocidade de propagação exerceu influência, pois em cada espécie esta se propaga diferente, devido aos fatores inerentes à madeira, como por exemplo, caracteres anatômicos.

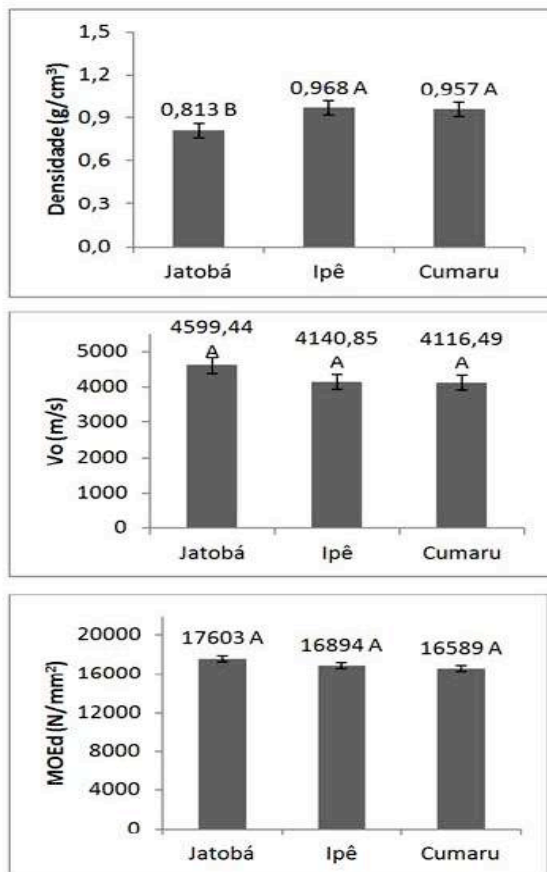


Fig. 2: Propriedades não destrutivas, densidade, velocidade e módulo de elasticidade para as três espécies estudadas.

Dessa forma, os valores encontrados nessa pesquisa são corroborados por outros autores que fizeram, para as mesmas espécies, o teste destrutivo, como os resultados encontrados por FUNTAC (1987), que encontrou para o cumaru um MOE de 175,4 Kgf/cm², 177,5 kgf/cm² para o ipê e 150 kgf/cm² para o jatobá e INPA/CPFF (1991) que encontrou 161 kgf/cm² para o cumaru, 169 Kgf/cm² para o ipê e 151 kgf/cm² para o jatobá. Tais resultados validam o método não destrutivo, pois a variação entre os valores de cada método é mínima, sendo que no método não destrutivo, temos a vantagem de realizarmos os ensaios em um curto período de tempo e ainda não danificar as amostras, reduzindo-se custos ao passo que o método destrutivo requer mais tempo, perde-se as amostras e ainda requer certo grau de domínio para operar a máquina de ensaio.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A única propriedade que apresentou diferença significativa estatisticamente foi a densidade básica do Jatobá, as demais espécies não apresentaram diferenças estatísticas com relação à velocidade da onda e no módulo de elasticidade dinâmico.

As avaliações da qualidade da madeira através de métodos não destrutivos permitem a obtenção de informações precisas e mais amplas, em função da rapidez dos testes e pelo fato de não ter que destruir a peça para poder avaliá-la, tornando o processo menos oneroso.

5. BIBLIOGRAFIA

FUNTAC. **Caracterização e índices qualificativos de 20 espécies florestais do Acre.** Rio Branco, 124 p. 1987

INPA. **Catálogo de Madeiras da Amazônia: Características tecnológicas das madeiras da Área da Hidrelétrica de Balbina.** Manaus, 1991.

PELLERIN, R.F.; Ross, J.R. **Nondestructive evaluation of wood.** FPS. Madison. P.210. 2002.

PUEHRINGER, C. A. Caracterização de propriedades de madeira pelo uso de emissão de ondas acústicas. In: **EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - UFPR, 7., 1999, Curitiba. Anais...**, Curitiba: UFPR, p. 579.

SILVA, F. **Métodos não destrutivos como ferramenta de apoio aos planos de manejo florestal sustentado na Amazônia.** Manaus, 2012. 169p. Dissertação (Ciências de Florestas Tropicais), Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas.

STANGERLIN, D.M. et al. Determinação do módulo de elasticidade em madeiras por meio de métodos destrutivo e não-destrutivo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.2, p.145-150, 2008.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas (FAPEAM).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERÍSTICAS E CARBONIZAÇÃO DA MADEIRA DA CANDEIA (*EREMANTHUS ERYTHROPAPPUS* (DC.) MCLEISCH)

TRUGILHO, P.F.¹
 PAULA, L.E.R.¹
 MELO, I.C.N.A.¹
 PROTÁSIO, T.P.¹
 NAPOLI, A.²

¹Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, ²CIRAD-Forêt
 trugilho@dcf.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

Candeia é uma espécie florestal considerada de múltiplos usos, porém sua madeira é mais utilizada como moirão de cerca, devido a sua durabilidade natural, e para a produção de óleo essencial. É uma espécie pioneira, precursora da invasão de campos. Existem várias espécies de candeias, sendo a *Eremanthus erythropappus* e *E. incanus* as de maior importância econômica e de maior ocorrência em Minas Gerais. Segundo Carvalho (1994) a candeia (*Eremanthus erythropappus*) é da família Asteraceae, pertence ao grupo ecológico das ecótonas. Desenvolve-se rapidamente em sítios com solos pouco férteis, predominantemente rasos, em áreas de campos de altitude abertos, variando de 900 e 1.700 m, formando povoamentos mais ou menos puros. A altura da árvore varia de 2 a 10 m e o diâmetro atingi até 35 cm. A madeira é branca ou acinzentada e seu peso específico pode atingir 0,912 g/cm³. Esta elevada densidade é indicativo para produção de energia, entretanto outras características devem ser avaliadas conjuntamente. O objetivo do presente estudo foi determinar algumas características tecnológicas da madeira candeia, além da carbonização, visando o seu aproveitamento como fonte de energia.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram selecionadas aleatoriamente nove árvores da espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) McLeisch procedentes do sul de Minas Gerais. As árvores foram derrubadas e retirados discos na base, 25%, 50% e 75% da altura total das mesmas. Os discos foram subdivididos em cunhas, passando pela medula, em que duas

opostas foram destinadas a determinação da densidade básica, de acordo com a norma NBR 11941 (ABNT, 2003), e as outras duas para as demais análises e carbonização em escala de laboratório. As amostras para as análises químicas e poder calorífico superior foram devidamente moídas, em moinho de facas, e a serragem classificada nas peneiras de 40 e 60 mesh. O teor de lignina insolúvel (Klason) foi obtido de acordo com a norma M 10/71 da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel-ABTCP (1974), o teor de extrativos totais da madeira pela norma M 3/89 da ABTCP (1974) e o poder calorífico superior da madeira conforme a norma NBR 8633 da ABNT (1983). A análise química elementar foi obtida no analisador Vario Micro Cube com 2,0 mg de serragem classificada entre 200 e 270 mesh. As carbonizações foram realizadas em forno elétrico, conforme o procedimento adotado por Trugilho (1995). Determinou-se os rendimentos gravimétricos da carbonização e a densidade relativa aparente do carvão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1 e 2 encontram-se a estatística descritiva para as características avaliadas na madeira, enquanto que na Tabela 3 o rendimentos da carbonização e a densidade relativa aparente do carvão. Verifica-se que o teor de extrativos totais (TET) e nitrogênio elementar apresentaram elevado coeficiente de variação, indicando que estas características sofreram muita influência da árvore matriz. O resultado médio de densidade básica foi de 0,661 g/cm³ indicando ser uma madeira de densidade moderadamente alta. O teor de extrativos totais médio foi de 9,88% e de lignina de 29,55%. Elevado teores de extrativos,

dependendo do tipo, e de lignina favorecem ao poder calorífico da madeira, que foi de 4898 cal/g. Os valores médios de carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio foram, respectivamente, de 51,32%, 6,54%, 0,07% e oxigênio de 42,06%. Estes resultados atestam o potencial da madeira dessa espécie para produção de bioenergia.

Tabela 1: Estatística descritiva para as características da madeira

Valor	DB	TET	LIG	PCS	DE
Médio	0,661	9,88	29,38	4898	3241
Mínimo	0,559	7,23	27,65	4666	2649
Máximo	0,743	14,75	31,32	5391	3649
CV (%)	9,77	20,97	4,59	4,53	11,70

DB = densidade básica (g/cm^3), TET = teor de extrativos totais (%), LIG = teor de lignina (%), PCS = poder calorífico superior (cal/g), DE = densidade energética (Mcal/m^3)

Tabela 2: Análise elementar da madeira

Valor	N	C	H	O
Médio	0,07	51,32	6,54	42,06
Mínimo	0,04	50,36	6,37	40,17
Máximo	0,09	53,14	6,70	43,13
CV (%)	28,65	1,77	1,64	2,37

N, C, H e O = teores elementares de nitrogênio, carbono, hidrogênio e oxigênio (%)

Tabela 3: Rendimentos da carbonização e densidade relativa aparente do carvão

Valor	RGC	RLP	RGNC	DRA
Médio	32,43	53,82	14,71	0,458
Mínimo	29,89	51,51	11,99	0,364
Máximo	40,09	56,35	16,92	0,557
CV (%)	9,41	2,98	13,32	13,42

RGC, RLP e RGNC = rendimento gravimétrico em carvão, líquido pirolenhoso e gás não condensável (%), DRA = densidade relativa aparente (g/cm^3)

Os valores dos elementos químicos elementares (Tabela 2) estão de acordo com o esperado para as madeiras de modo geral e em conformidade com Tsoumis (1991). Entretanto, o poder calorífico superior (Tabela 1) apresentou valores mais elevados quando comparado com a madeira dos eucaliptos (Trugilho et al. 2001, Protásio et al., 2013, Neves et al., 2011). Esse maior valor calórico deve estar relacionado à presença de óleo essencial, que é comum na sua madeira. A faixa de variação do rendimento em carvão (Tabela 3) está dentro do normalmente observado para as espécies e clones de eucaliptos (Trugilho, 1995, Trugilho et al., 2001, Neves et al., 2011), entretanto o rendimento em líquido e gás não condensável foram maiores e menores, respectivamente. A densidade relativa aparente foi elevada estando relacionada com a densidade básica da madeira de origem.

4. CONCLUSÕES

Os teores de extrativos totais e nitrogênio elementar apresentaram as maiores variações entre árvores. A madeira apresentou densidade moderadamente elevada, alto teor de extrativos e lignina o que a qualifica para o uso energético. O rendimento gravimétrico e a densidade relativa aparente do carvão confirmam a aptidão para o uso como fonte de bioenergia.

5. BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.
- _____. **NBR 8633**: carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL-ABTCP. **Normas técnicas ABCP**. São Paulo, ABTCP, 1974. n.p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Brasília. EMBRAPA-CNPQ, 1994. 640 p.
- NEVES, T.A.; PROTÁSIO, T.P.; COUTO, A.M.; TRUGILHO, P.F.; SILVA, V.O.; VIEIRA, C.M.M. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v.31, n.68, p.319–330, 2011.
- PROTÁSIO, T.P.; COUTO, A.M.; REIS, A.A.; TRUGILHO, P.F. Seleção de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio de técnicas univariadas e multivariadas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.41, p.15-28, 2013.
- TRUGILHO, P.F. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas na avaliação da qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus***. 1995. 160p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1995.
- TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; MORI, F.A.; LINO, A.L. Avaliação de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v.7, n.2, p.104–114, 2001.
- TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York, Van Nostrand Reinold, 1991. 494p.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG e CNPq pelo apoio a realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DO COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR NA INDÚSTRIA MOVELEIRA DA REGIÃO SUDESTE DO PARÁ

Tâmara Suely Filgueira Amorim¹, Frederico José Nistal França¹, Nelivelton Gomes dos Santos²,
Marcio Frank Figueiredo²

¹Universidade Federal do Espírito Santo, ²Universidade do Estado do Pará
tamy.amorim@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A escolha de uma loja de móveis ou de qualquer outra loja é opção direta do consumidor. Com o avanço da indústria e o aumento da competitividade, torna-se cada vez maior a necessidade de melhorar o produto e o serviço prestado aos clientes.

Os clientes do setor moveleiro têm as mesmas características de qualquer outro segmento ou setor. Buscam produtos muitas vezes exclusivos e de boa qualidade, onde há motivação para compra de peças de mobiliário, sendo muitas vezes necessários para o seu bem estar (BOCHINI, 2009).

O conhecimento das variáveis que influenciam no comportamento de compra do consumidor é de extrema importância para que os empresários qualifiquem seus produtos e serviços, considerando efetivamente os desejos e as necessidades do consumidor e orientando suas ofertas para o mercado.

Na região sudeste do estado do Pará a indústria moveleira possui participação expressiva no mercado consumidor. No entanto, vem passando por dificuldades, em função da diminuição da matéria prima, aumento do valor do produto final, falta de avanço tecnológico e aumento da concorrência com outras lojas que possui um maior mix de móveis no mercado.

Para Kotler e Keller (2006), o campo comportamento do consumidor estuda como as pessoas, grupos e organizações selecionam, compram, usam e descartam artigos, serviços, ideias ou experiências para satisfazer suas necessidades e desejos.

O comportamento do consumidor se baseia na motivação de adquirir determinado bem ou serviço, estabelecido por meio de um processo de troca, onde valores percebidos são transferidos entre os integrantes do processo. Segundo Mowen e Minor (2003), o comportamento do consumidor é definido como o estudo das unidades compradoras e dos

processos de troca envolvidos na aquisição, no consumo e na disposição de mercadorias, serviços, experiências e ideias.

O presente trabalho tem como objetivo identificar o perfil dos consumidores da indústria moveleira do município de Marabá-PA e quais os principais fatores que influenciam e determinam a compra neste setor.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Quanto ao tipo de pesquisa, foi desenvolvido um estudo de caráter exploratório-descritivo, no intuito de observar e descrever as características dos consumidores. Os dados foram obtidos por uma análise quantitativa, onde foi aplicado um questionário com oito perguntas.

O universo da pesquisa de campo, deste estudo constitui-se por todos os compradores de móveis de decoração do município de Marabá-PA. Por conseguinte, extraiu-se deste universo, uma unidade amostral da pesquisa, composta por 120 consumidores, de ambos os sexos e estado civil, com idade entre 18 e 60 anos, que efetuaram compra de móveis em movelarias e lojas de Marabá.

Dessa forma, o problema de pesquisa teve foco na análise da opinião dos consumidores de móveis, visando saber quais os fatores que influenciam o cliente na aquisição de um móvel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 1 demonstra a idade dos entrevistados que frequentam uma loja de móveis. A grande maioria dos entrevistados, cerca de 37%, se preocupam com móveis a partir dos 31 anos de idade. Essa informação é bastante coerente, pois mostra uma realidade da população. Ou seja, a preocupação em comprar móveis vem junto com o casamento, compra de uma casa ou em um momento da vida em que se preocupa mais com

a estabilidade. E este momento ocorre, na maioria dos casos, a partir dos 30 anos de idade.

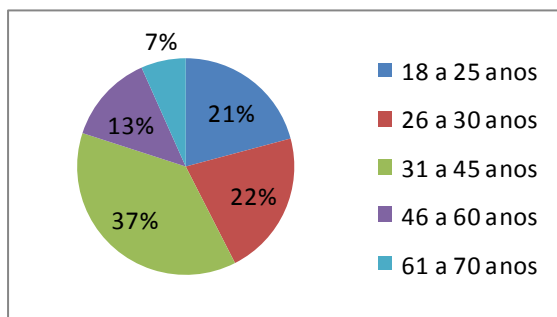


Figura 1. Idade dos entrevistados.

Cerca de 85% das pessoas que compram móveis são mulheres, isto pode estar relacionado ao fato de que na maioria das vezes o papel de cuidar da casa é feito pela mulher.

Em relação a renda dos entrevistados, 78% ganha entre 4 e 8 salários mínimos evidenciando que a maioria da população entrevistada pertence a classe média.

A análise dos questionários mostrou que 40% das pessoas vão a uma loja de móveis uma vez por ano. Dessa forma, as pessoas frequentam muito pouco uma loja de móveis devido ao fato, de que os móveis, em geral, são bens duráveis. Não havendo a necessidade de troca com muita frequência.

A Tabela 1 apresenta as principais razões que levam um consumidor a escolher uma determinada loja. Dentre os consumidores de móveis entrevistados, observa-se que 100% deles consideram importantes os fatores de variedade dos produtos, preço, serviço de montagem, atendimento ao cliente e ainda a qualidade e a durabilidade dos produtos. Portanto estes fatores devem ser trabalhados pela empresa, pois são importantes para os consumidores no momento da escolha de uma loja de móveis.

Fatores	Nº de entrevistados	%
Acessibilidade/ Localização	37	30,82
Variedade dos produtos	29	24,16
Tradição	80	66,66
Preços	120	100
Condições de pagamento	120	100
Indicação	55	45,83
Entrega rápida	118	98,3
Serviços de montagem	120	100
Atendimento	120	100
Qualidade e	120	100

durabilidade dos produtos		
---------------------------	--	--

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados indicaram que a maioria dos consumidores pertencem a uma faixa etária entre 26 a 31 anos, classe média baixa, frequentam pouco lojas de móveis e compram por necessidade. Muitos preferem reformar o móvel antigo à comprar um novo e os fatores que mais os influenciam no momento da compra são os preços baixos, durabilidade do produto, serviço de montagem e atendimento.

O crescimento notório da região e a expansão imobiliária sinalizam para uma demanda futura, como observado em outras regiões do país, na utilização de painéis, em especial o MDF, para a confecção de móveis tradicionais e planejados.

Apesar dos indicadores mostrarem um tradicionalismo na utilização de madeira maciça para a confecção de móveis, a escassez e o alto custo praticado hoje pela madeira de origem legal, inviabilizará, a médio prazo, a utilização da mesma para a confecção de móveis, fazendo com que o MDF, agora também produzido na região, comece a ganhar espaço e confiança por parte dos consumidores locais.

5. BIBLIOGRAFIA

BOCHINI, M. C. **Perfil dos clientes da marcenaria Santa Cruz**. 2009, 21p. Trabalho de Conclusão de Curso - Pós-graduação Lato senso. Faculdade Prudente de Moraes, Itu, 2009.

KOTLER, Philip; KELLER, Kevin Lane. **Administração de marketing**. 12. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2006.

MOWEN, John C.; MINOR, Michael. **Comportamento do consumidor**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTÊNCIA NATURAL DA MADEIRA DE *Melia azedarach* SOB À AÇÃO DE FUNGOS APODRECEDORES

Sabrina Finatto Machado¹, Amanda Nunes¹, Daniela Silva Lilge², Igor Poletto²

Universidade Federal do Pampa

Sabrina_finatto@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Como material orgânico a madeira pode ser deteriorada por agentes biológicos, químicos, entre outros agentes que causam prejuízos econômicos e por vezes irreversíveis na qualidade do produto final. Entre os agentes de origem biológica encontram-se fungos, que necessitam de fontes de alimentos para sobreviver. Na madeira estes organismos encontram fontes de compostos orgânicos que utilizam como suprimento.

A espécie *Melia azedarach*, conhecida como cinamomo-gigante pertencente a família Meliaceae tem sua origem na Ásia, também ocorre na Índia, Nova Guiné, Austrália e Indonésia (SHUMACHER ET ALL 2005).

Uma das consequências da podridão branca, causada por fungos é a perda total ou parcial da resistência, pois estes agentes biológicos consomem a lignina, que promove a rigidez da parede celular, ocorrendo maior perda de holocelulose na madeira atacada, esta adquire uma coloração esbranquiçada além de perder peso e propriedades mecânicas. Enquanto que na madeira com podridão parda a perda de resistência mecânica é provocada pela destruição dos elementos estruturais da parede celular (MENDES, 1988).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência natural da madeira de *Melia azedarach* submetida à ação dos fungos *Pycnoporus sanguineus*, causador de podridão branca e *Gloeophyllum trabeum*, causador da podridão parda.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As peças avaliadas de *Melia azedarach* foram fornecidas pelo Centro Tecnológico do Mobiliário, na cidade de Bento Gonçalves-RS.

Os fungos utilizados neste estudo foram fornecidos pelo Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro.

O material foi levado até o laboratório de Biologia pertencente à Universidade Federal do Pampa. Para a montagem do ensaio foram utilizados 16 frascos de vidro preenchidos com 100 g de solo, 43 gramas de água destilada e uma placa de alburno de *Pinus elliottii* de dimensões 3,0 x 29,0 x 35,0 mm. Após, os frascos foram autoclavados e acondicionados em sala de incubação até o recebimento da colônia de fungos. O meio de cultura utilizado para a repicagem dos fungos foi AEM (agar e extrato de malte) na proporção de 20 g de agar, 20 g de extrato de malte e 1000 ml de água destilada. A inoculação dos fungos foi realizada em câmara de fluxo laminar. Logo os frascos de vidro retornaram para a sala de incubação, onde permaneceram durante 30 dias até que a placa de *Pinus* fosse completamente colonizada. Os corpos de prova foram secos em estufa a 63°C para a obtenção da massa inicial, identificados e postos em contato com a placa de *Pinus* completamente colonizada, onde permaneceram por um período de 16 semanas.

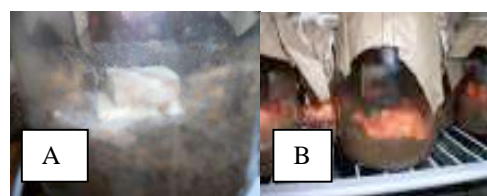


Fig. 1: (A) frascos contendo os corpos de prova totalmente colonizados por *Gloeophyllum trabeum*. (B) frascos contendo os corpos de prova totalmente colonizados por *Pycnoporus sanguineus*.

Após a retirada dos frascos da sala de incubação, os corpos de prova foram novamente secos em estufa a 63° C até atingirem peso constante para a obtenção da massa final. A resistência natural da madeira foi avaliada em função da perda de massa e a classificação quanto ao nível de resistência natural da madeira foi de acordo com

a norma ASTM D 2017 (1994), conforme o quadro 1.

Quadro 1: Classes de resistência da madeira a fungos xilófagos ASTM D 2017 (1994).

RESISTÊNCIA	PM (%)	MR (%)
Resistência alta	0-10	90-100
Resistente	11-24	76-89
Resistência leve	25-44	56-75
Não Resistente	> 45	< 55

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sabendo o peso inicial e final de cada amostra foi calculada a perda de massa pelas médias dos pesos e a massa específica, de acordo com o quadro 2 abaixo.

Quadro 2: Massa específica e Perda de massa em (%) dos corpos de prova de *Melia azedarach* quando submetidos à ação dos fungos causadores de Podridão branca e parda. Onde 1= De acordo ASTM D 2017 (1994).

Espécie	Massa Específica (g/cm ³)	Massa perdida (%)	Classificação da Resistência ¹
<i>M. azedarach</i>	0,44	41,02	RM (Podridão Branca)
<i>M. azedarach</i>	0,46	30,93	RM (Podridão Parda)

A madeira de *Melia azedarach* submetida à ação do *Pycnopus sanguineus*, causador da podridão branca teve 41,02% de perda de massa após o período de dezesseis semanas de contato. Já quanto à ação do *Gloeophyllum trabeum*, causador da podridão parda a perda de massa obtida após o período de dezesseis semanas foi menor (30,93 %). E as massas específicas básicas que antecedem o ataque eram de 0,44 e 0,46 g/cm³. De acordo com a norma americana ASTM D 2017, a espécie *Melia azedarach* apresentou uma resistência moderada quanto ao ataque dos dois fungos como é observado no quadro 1.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A madeira da espécie *Melia azedarach* é moderadamente resistente à ação do *P. sanguineus* e do *G. trabeum*. A madeira de *Melia azedarach* apresenta em sua composição muitas substâncias bioativas em função dos limonóides e isto pode ter sido uma provável

causa da baixa porcentagem de massa perdida após o contato com os dois fungos. Existem poucos trabalhos sobre a *Melia azedarach*. Ainda há necessidades de realizar mais estudos com esta espécie principalmente no que se refere às características tecnológicas da madeira e sua relação com fungos apodrecedores. É uma espécie que pode ter ampla utilização, pois de acordo com Backes e Irgang (2004), cinamomo é uma planta rústica de rápido crescimento e fácil cultivo, a madeira de *Melia azedarach* é de boa qualidade podendo ser utilizada na fabricação de móveis finos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D. 2017: Standard method for accelerated laboratory test of natural decay resistance for woods. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, v. 410, p. 313 – 317,1994.

BACKES, P & IRGANG, B. Árvores Cultivadas no Sul do Brasil. 1º edição. Porto Alegre, 2004. 204 p.

MENDES, A; ALVES, M. V. S. **A degradação da madeira e sua preservação**, Brasília, IBDF/DPq-LPF, 5-53 p, 1988.

SHUMACHER, M. V; *et all.* **Silvicultura Aplicada**. UFSM. Santa Maria, 1-120 p, 2005. (APOSTILA).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DESCRIÇÃO DENDROLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA DA MADEIRA DE GARAPA, *Apuleia molaris* Spruce et Benth.

Juliana Dalila Amorim Pereira Leite, Zenesio Finger, Norman Barros Logsdon
 Universidade Federal de Mato Grosso
 julianadalila@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O projeto de estruturas de madeira pode ser realizado utilizando-se classes de resistência, definidas em norma, ou os resultados de ensaios específicos para a espécie utilizada. O cálculo utilizando classes de resistência é geralmente superestimado, pois utiliza a menor resistência e a maior densidade aparente da classe de resistência a que pertence à espécie utilizada. O cálculo utilizando os resultados de ensaios é mais racional, pois utiliza a resistência e a densidade aparente da espécie utilizada (LOGSDON *et al.*, 2008).

A atual norma brasileira para o “Projeto de Estruturas de Madeira”, NBR 7190 (ABNT, 1997), adota a umidade de referência de 12%, postura não alterada em seu projeto de revisão da ABNT (2011). Com isto os resultados dos ensaios devem ser reportados a 12% de umidade. O foco de sua antecessora era a madeira verde, cujos resultados não podem ser reportados à umidade de 12%, uma vez que a umidade inicial é desconhecida.

Desta forma, os resultados obtidos no passado foram perdidos, tornando necessária a recuperação de praticamente todos os dados sobre as espécies arbóreas florestais brasileiras.

Para reportar os resultados de ensaio ao teor de umidade de referência de 12%, a NBR 7190 (ABNT, 1997), recomenda:

Resistências:

$$f_{12} = f_{U\%} \cdot \left[1 + \frac{3 \cdot (U\% - 12)}{100} \right] \quad (1)$$

Rigidez:

$$E_{12} = E_{U\%} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot (U\% - 12)}{100} \right] \quad (2)$$

A NBR 7190 (ABNT, 1997) é omissa sobre essa correção para a densidade aparente, Logsdon (1998) propõe:

$$\rho_{12} = \rho_{U\%} + \rho_{U\%} \cdot \left[(1 - \delta_V) \cdot \frac{(12 - U\%)}{100} \right] \quad (3)$$

Na qual: $\delta_V = \frac{\Delta V}{U\%}$ e $\Delta V = \frac{V_{U\%} - V_{seca}}{V_{seca}} \cdot 100\%$.

A NBR 7190 (ABNT, 1997) define três caracterizações para resistência: Completa, que prevê todos os ensaios nas duas direções; Mínima, que prevê os ensaios de compressão (f_{c0}), tração (f_{t0}) e cisalhamento (f_{v0}), todos paralelamente às fibras; Simplificada, que prevê apenas o ensaio de compressão paralela às fibras (f_{c0}). Já para rigidez define duas: Completa, que prevê os ensaios de compressão paralela e normal às fibras (E_{c0} e E_{c90}); Simplificada, que prevê apenas o ensaio de compressão paralela às fibras (E_{c0}). Postura não alterada no seu projeto de revisão da referida norma (ABNT, 2011).

O objetivo deste trabalho é recuperar as características físicas e as principais características mecânicas, fornecendo os valores necessários ao cálculo de estruturas, com a madeira de Garapa, *Apuleia molaris* Spruce et Benth.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram utilizadas as caracterizações mínimas de resistência e simplificada de rigidez, previstas na NBR 7190 da ABNT (1997). O material composto de três árvores de Garapa, *Apuleia molaris* Spruce et Benth. foi coletado no município de Cotriguaçu – MT.

Para os ensaios físicos e mecânicos foi coletado de cada árvore um torete para a retirada dos corpos-de-prova, como se apresenta na Figura 1.

De cada torete foram retirados 4 corpos-de-prova, para cada tipo de ensaio, totalizando 12 corpos-de-prova para cada tipo de ensaio, que corresponde à amostragem mínima prevista na NBR 7190 (ABNT, 1997).

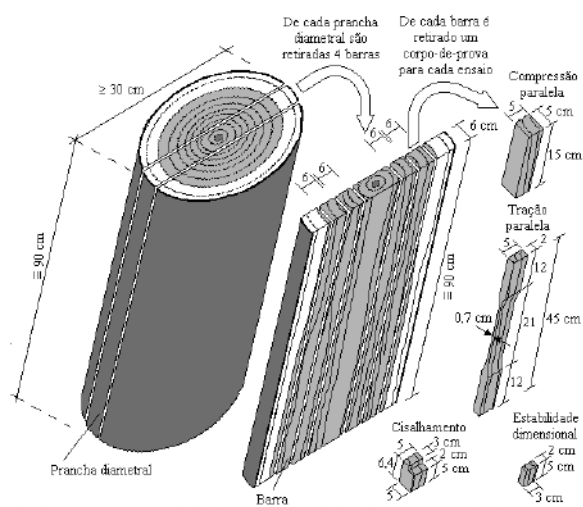


Fig. 1: Esquema de retirada e dimensões dos corpos-de-prova

Para obtenção das características físicas foi utilizado o ensaio de estabilidade dimensional proposto por Logsdon (2002). Já para obtenção das características mecânicas foram utilizados os métodos descritos na NBR 7190 (ABNT, 1997).

Foi feita uma secagem prévia, em sala climatizada (temperatura de 20°C e 65% de umidade relativa do ar), a fim de realizar os ensaios com teor de umidade perto de 12%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie, *Apuleia molaris* Spruce et Benth., distribui-se naturalmente nos cerrados, nas florestas latifoliadas semidecíduas, nas florestas ombrófilas abertas e densas, nos estados do Amazonas, Mato Grosso, Rondônia, Pará, Goiás, Mato Grosso do sul e Paraná, preferindo geralmente os solos mais argilosos e frescos, alcançando altura de até 30 m e diâmetro de até 1 m. Nesta espécie o fuste é geralmente cilíndrico e irregular, a ramificação é cimosa e a copa, em árvores adultas, adquire a forma corimbiforme. Suas folhas são compostas penadas imparipenadas com até 11 folíolos alternos, glabros e coriáceos. Sua casca é rugosa e cancerosa, ferrugíneo-alaranjado-pardacenta, com ritidoma de deiscência em placas arredondadas.

Foram obtidas características físicas de: densidade aparente de $\rho_{ap,12\%} = 0,8290 \text{ g/cm}^3$;

densidade básica de $\rho_{bas} = 0,6991 \text{ g/cm}^3$; coeficiente de anisotropia dimensional, no inchamento, de $A_i = 2,0644$, e na retração, de $A_r = 1,9918$. E as seguintes características mecânicas: módulo de elasticidade longitudinal $E_{c0,m} = 16139 \text{ Mpa}$, resistência a compressão paralela às fibras $f_{c0,m} = 57,38 \text{ Mpa}$, resistência a tração paralela às fibras $f_{t0,k} = 74,31 \text{ Mpa}$ e resistência característica ao cisalhamento $f_{v0,k} = 11,62 \text{ Mpa}$.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A madeira de Garapa apresentará muitos defeitos oriundos do processo de secagem, não sendo recomendável sua utilização em móveis sem algum tratamento tecnológico, como o condicionamento prévio do material ao teor de umidade de utilização, por exemplo. Essa madeira possui elevada resistência mecânica, posiciona-se na classe de resistência D50, e pode ser utilizada em estruturas de madeira de médio a grande porte.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de revisão da NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro. 2011.

LOGSDON, N. B. Estabilidade dimensional: Propostas para revisão da NBR 7190/97. In.: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeiras, VIII. (CD-ROM). FECIV-UFU, Uberlândia, MG. 2002. **Anais...** Uberlândia, MG. 2002.

LOGSDON, N. B. **Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira**. São Carlos, 1998. 174p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo financiamento do projeto que deu origem a este trabalho, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos da estudante envolvida neste trabalho.



ESTUDO DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE ANGICO-VERMELHO, *Anadenanthera peregrina* (L.) SPEG.

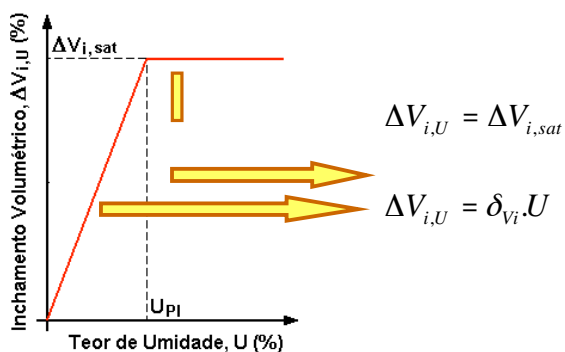
Leonardo Antônio Moraes Zaque, Norman Barros Logsdon, Zenesio Finger
 Universidade Federal de Mato Grosso
 leonardo_zaque@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

As dimensões de uma peça de madeira variam à medida que se altera seu teor de umidade. Variações no teor de umidade, dentro do intervalo higroscópico acarretam variações dimensionais na peça de madeira: ao aumentar o teor de umidade as dimensões aumentam causando inchamento; ao diminuir o teor de umidade as dimensões diminuem causando retração. Assertivas como essa são encontradas com frequência na bibliografia e são responsáveis pela propagação de um erro durante décadas, pois está incompleta e deixa transparecer a hipótese errônea de que a dimensão está diretamente associada ao teor de umidade, quando está associada apenas ao teor de água de impregnação.

O objetivo deste trabalho foi obter as principais características do ensaio de estabilidade dimensional, incluindo os diagramas de inchamentos e de retrações, de angico-vermelho, *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg. A variação da densidade aparente com o teor de umidade também foi avaliada, tanto no umedecimento quanto na secagem.

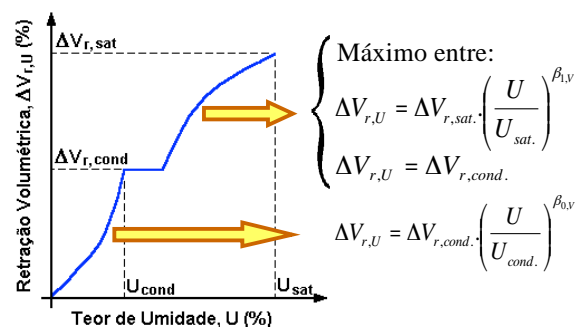
Kollmann, segundo Kollmann e Côté Jr. (1984). Especificou o diagrama de inchamentos, como se apresenta na Figura 1.



*Nota: Vale para inchamentos lineares

Fig. 1: Diagrama de inchamentos (modelo)

Logsdon e Finger (2000) especificaram o diagrama de Retrações, como se apresenta na Figura 2.



*Nota vale para Retrações lineares

Fig. 2: Diagrama de retrações (modelo)

Também se deve a Kollmann, segundo Kollmann e Côté Jr. (1984), a definição da variação da densidade aparente com teor de umidade no umedecimento da madeira, dada pelas Expressões (1) e (2).

$$\text{Para } 0\% \leq U < U_{pl} \rightarrow \rho_u = \rho_0 \cdot \frac{\left(1 + \frac{U}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\delta_{Vi} \cdot U}{100}\right)} \quad (1)$$

$$\text{Para } U \geq U_{pl} \rightarrow \rho_u = \rho_0 \cdot \frac{\left(1 + \frac{U}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\Delta V_{i,sat}}{100}\right)} \quad (2)$$

Já a variação da densidade aparente com o teor de umidade durante a secagem da madeira foi especificada por Logsdon (2002), como se apresenta nas Expressões (3) e (4).

$$\text{Para } 0\% \leq U \leq U_{cond} \rightarrow \rho_u = \rho_0 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right) \cdot \left[1 - \frac{\Delta V_{r,cond}}{100} \cdot \left(\frac{U}{U_{cond}}\right)^{\beta_{0,v}}\right] \quad (3)$$

$$\text{Para } U_{cond} \leq U \leq U_{sat} \rightarrow \text{O mínimo entre:} \\ \rho_u = \rho_0 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{\Delta V_{r,cond}}{100}\right) \text{ e} \\ \rho_u = \rho_0 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right) \cdot \left[1 - \frac{\Delta V_{r,sat}}{100} \cdot \left(\frac{U}{U_{sat}}\right)^{\beta_{1,v}}\right] \quad (4)$$

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material foi coletado no município de Santo Antônio do Leverger em Mato Grosso. Para o estudo da estabilidade dimensional, tomou-se um lote formado por três árvores, de cada árvore foi retirado um disco na altura do DAP (1,30 m do solo), dos quais foram extraídos 4 corpos-de-prova de dimensões 2 cm x 3 cm x 5 cm respectivamente nas direções tangencial, radial e axial. Três corpos-de-prova, um de cada árvore, foram utilizados como amostra de controle. Utilizou-se o ensaio de estabilidade dimensional, proposto por Logsdon (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificado o ajuste dos dados obtidos da amostra controle (várias leituras), aos modelos adotados através de análise de regressão, foram obtidos as médias, e os correspondentes intervalos de confiança, das principais características físicas e com elas construídas as “curvas médias” apresentadas nas Figuras (3) a (4). Observa-se nestas figuras, que os pontos experimentais estão ajustados às curvas médias, considerando a variabilidade intrínseca do material.

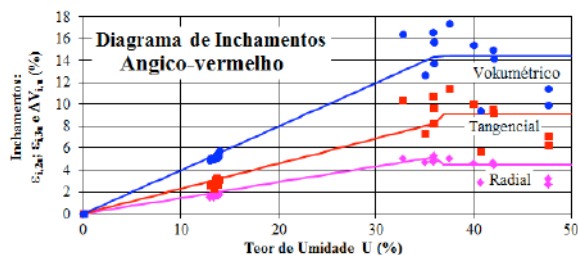


Fig. 3: Diagrama inchamentos

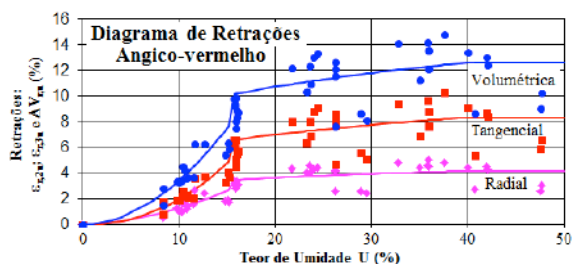


Fig. 4: Diagrama retrações

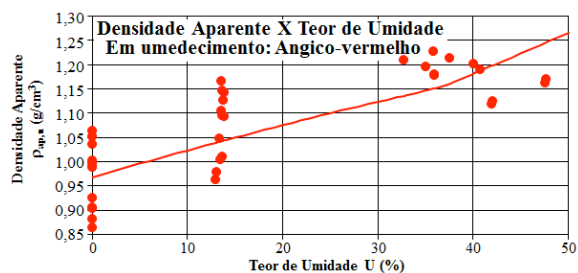


Fig. 5: Variação da densidade aparente com o teor de umidade durante o umedecimento

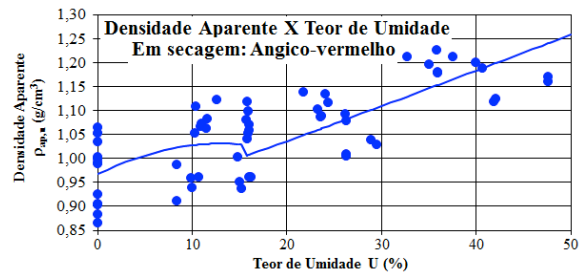


Fig. 6: Variação da densidade aparente com o teor de umidade durante a secagem

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados médios de densidade aparente ($\rho_{ap,12\%} = 1,0306 \text{ g/cm}^3$) e de densidade básica ($\rho_{bas} = 0,8481 \text{ g}$) sugerem que a madeira de angico-vermelho possua elevada resistência mecânica (deve situar-se na classe de resistência D60) e pode ser utilizada em estruturas de madeira de grande porte. Quanto aos defeitos oriundos da secagem, os coeficientes de anisotropia dimensional, $A_t = 2,0413$ e $A_r = 1,9543$, sugerem que a madeira de angico-vermelho seja considerada ruim e apresentará muitos defeitos, o que exigirá tratamento tecnológico para sua aplicação em móveis. Assim, não se recomenda a utilização dessa espécie para a fabricação de móveis.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de revisão da **NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro. 2011.

KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JR., W. A. **Principles of wood science and technology**. Vol. I. Solid Wood. New York, Tokyo: Springer-Verlag. 1984. 592 p.

LOGSDON, N. B. Estabilidade dimensional: Propostas para revisão da NBR 7190/97. In.: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeiras, VIII. (CD-ROM). **Anais...** Uberlândia, MG. 2002.

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z. (2000). *Modelos para especificação das curvas dos diagramas de retrações e inchamentos*. Madeira: Arquitetura e Engenharia, ano 1, n. 3. CD-ROM. EESC/USP. São Carlos, SP. Set/Dez. 2000.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MODELOS MATEMÁTICOS PARA DETERMINAÇÃO DO COEFICIENTE DE CONDUTIVIDADE TÉRMICA DA MADEIRA

Artur Queiroz Lana, Bruno Geike de Andrade, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Ramon Ubirajara Teixeira, Thiago Taglialegna Salles
Universidade Federal de Viçosa – Laboratório de Painéis e Energia da Madeira
 arturop00@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Como consequência da sua origem biológica, a madeira apresenta em geral grande variabilidade, sobretudo entre material proveniente de diferentes espécies, mas também dentro da mesma espécie. Além disso, é um material que exibe uma heterogeneidade significativa e uma anisotropia acentuada. Por essas razões, assume especial importância a identificação e o conhecimento das características anatômicas das espécies de madeira, assim como a avaliação da qualidade das peças usadas em aplicações estruturais (Garrido, 2004).

A qualidade da madeira está intrinsecamente ligada à finalidade ou produto a qual ela é destinada, portanto diferentes usos demandam diferentes características da matéria prima, tendo aplicação prática direta na produção de painéis de madeira, isolamento térmico, tempo de vaporização de toras, secagem da madeira, briquetagem, carbonização da madeira, resistência ao fogo dentre outros.

Dentre estas características destaca-se a capacidade da madeira em conduzir energia térmica, determinada pelo seu coeficiente de condutividade térmica. A madeira, em comparação a outros materiais, é considerada um bom isolante térmico, ou seja, apresenta baixa condutividade térmica, o que favorece maior resistência à passagem de energia térmica. Isto se deve principalmente a disposição anatômica e estrutural de seus elementos, acarretando em massas de ar aprisionadas no seu interior.

Segundo Kollmann e Cotê (1968), por ser um material poroso e pobre em elétrons livres (responsáveis pela rápida transmissão de energia), a madeira apresenta a propriedade de ser má condutora de calor. Desta forma, a

madeira e seus derivados possuem baixa condutividade térmica, podendo atuar como isolantes térmicos. Ressalta que a umidade tem um efeito direto na condutividade térmica da madeira.

De acordo com Uchôa (1989), as madeiras menos densas, mais porosas, apresentam coeficientes de condutividade térmica baixos, aumentando conforme a densidade.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente foram selecionados dois corpos sólidos retangulares de dimensões 125x65x30 mm de madeira de Cedro e Quaresminha (*Cedrela fissilis* e *Tibouchina granulosa*, respectivamente). Foram realizados nove perfurações até o centro de cada peça para introdução dos termopares, tipo K (cromo-alumel), revestidos e isolados com fibra de vidro, com espessura de 200 micrômetros, conforme a Figura 1.

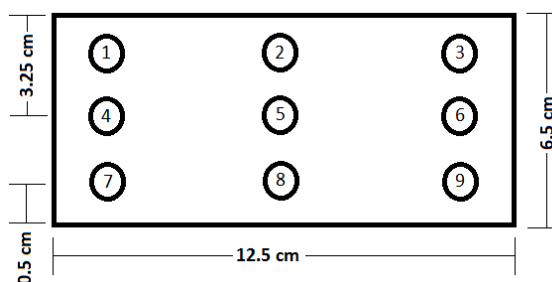


Fig. 1: Posicionamento dos termopares na madeira

Para a condução do calor utilizou-se um prensa hidráulica com aquecimento de ambos os lados, temperatura de 200°C. Aferiu-se as temperaturas nos termopares de 5 em 5 minutos até que os três termopares centrais da peça de madeira (miolo) atingissem 100°C.

As densidades dos materiais e seus respectivos teores de umidade foram determinados em

ensaios laboratoriais seguindo as orientações da NBR 7190.

Os modelos matemáticos utilizados para cálculo do coeficiente de condutividade térmica foram o de Kollmann e Côté Junior (1968), a partir das seguintes equações:

$$K_1 = 1.68 \times 10^{-4} \times \rho_u + 0,022$$

$$K_u = K_1 \times [1 - 0,0125(10 - T_{ui})]$$

$$K_{mad} = 1.163 \times K_u \{1 - [(1,1 - 9,8 \times 10^{-4} \rho_0) \times (27 - T/100)]\}$$

em que:

K_{mad} = condutividade térmica da madeira (J/m.s°C);

K_1 = valor referenciada 10% de teor de umidade;

ρ_u = densidade aparente (Kg/m³) a 10% de umidade;

K_u = valor referencial ao teor de umidade inicial (T_{ui});

T_{ui} = teor de umidade da madeira;

T = temperatura do ambiente (°C) e;

ρ_0 = densidade básica da madeira (Kg/m³).

E o modelo de MacLean (1941):

$$K_T = [D(5,18 + 0,096 U) + 0,57 V_a] \times 10^{-4}$$

onde:

K_T = Condutividade térmica, transversal; Cal / (Cm °C S);

D = Densidade básica da madeira; g/cm³;

U = Umidade; (%/100);

V_a = Volume de poros; (%/100);

$V_a = [1 - D(0,667 + 0,01 U)] * 100$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica e teor de umidade da Quaresminha foram respectivamente 514,9 Kg/m³ e 18,2%; e os valores médios para o Cedro foram 616,1 Kg/m³ e 17,8%.

O tempo gasto para a temperatura no interior da peça de madeira atingisse 100°C foi de aproximadamente 40 minutos, tanto para a Quaresminha quanto para o Cedro.

Pelos modelos de Kollmann e Côté e de MacLean se obteve os seguintes resultados:

Tabela 1: coeficientes de condutividade térmica (K) pelos modelos de Kollmann e Côté:

K	Cedro	Quaresminha
k1 =	0,129548	0,114557
ku =	0,142047	0,126298
kmadeira	0,1632	0,1454

* (J/m.s°C)=W/m.K

Tabela 2: coeficientes de condutividade térmica pelo modelo de MacLean:

K	Cedro	Quaresminha
Cal/cm°C S	0,0003537	0,00030501
W/m.K	0,1481	0,1277

Os resultados apresentados pelos modelos de Kollmann e Côté foram superiores aos encontrados pelo modelo de MacLean. Isto pode ser devido ao primeiro modelo levar em consideração a densidade aparente dos materiais, além da densidade básica, visto que o segundo modelo (MacLean) considera apenas a densidade básica.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos ficaram dentro do esperado para madeira, material que possui baixa condutividade térmica. A diferença entre os valores obtidos, para mesma espécie, é advinda principalmente pela metodologia utilizada para os cálculos de cada modelo. Conclui-se que o modelo proposto por Kollmann e Côté, por considerar a densidade aparente da madeira, é mais adequado para estimar a condutividade térmica da madeira. É importante ressaltar que ambos levam em consideração a quantidade de água presente na madeira, fator que afeta significativamente a condutividade térmica das madeiras, parâmetro relevante para o cálculo do coeficiente de condutividade térmica do material.

5. BIBLIOGRAFIA

BRASIL. ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de Estruturas da madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.107p.

GARRIDO, N. M. B. **Identificação do comportamento ao corte da madeira, através do ensaio de tracção fora dos eixos de simetria material.** 2004. Tese mestrado. Tecnologias das Engenharias, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro, 2004 Vila real, 2004.

KOLLMANN, F.E.P.; COTÊ, W.A.Jr. **Principles of Wood Science and Technology.** Vol.I. Solid Wood. Nova York: Springer-Verlag, 1968.

MACLEAN JD (1941) **Thermal conductivity of wood.** Heat Piping Air Cond 13:380–391

UCHÔA, S.B.B. **Condutividade Térmica da Madeira.** 1989. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG e CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ADESIVO TÂNICO DAS CASCAS E FOLHAS DO BARBATIMÃO EM AGLOMERADO

Amélia Guimarães Carvalho¹, Fábio Akira Mori², Antonio José Vinha Zanuncio¹, Rafael Farinassi Mendes², Lourival Marin Mendes².

¹Universidade Federal de Viçosa, ²Universidade Federal de Lavras
 ameliagcarvalho@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Fontes naturais de adesivos alternativos vêm sendo estudadas, com destaque para adesivos a base de taninos, o objetivo é obter um adesivo de fonte renovável, com um possível menor custo e com menor emissão de formaldeído.

Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville é uma espécie nativa do bioma Cerrado conhecida popularmente como barbatimão, que tem grande potencial tanífero tanto em suas cascas quanto em suas folhas.

O objetivo deste trabalho foi testar as propriedades mecânicas de painéis aglomerados produzidos com adesivo tânico de barbatimão.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As folhas e cascas do barbatimão foram coletadas em Lavras - MG. Para a coleta das folhas foi utilizado um podão e das cascas uma machadinha. O material foi seco, ao ar livre e então processado em moinho martelo empregando-se uma peneira de 1 mm² de abertura.

Para a extração foi utilizado 3% sulfito de sódio em relação à massa seca do material (folha ou casca), a uma temperatura de 70°C por um período de três horas, empregando-se uma relação licor/casca de 15/1.

Uma vez encerrada a extração, o material foi filtrado empregando-se um coador de pano e posteriormente a solução obtida foi filtrada com o auxílio de uma bomba de vácuo, utilizando cadinhos de vidro sinterizado de porosidade dois. Os extratos foram distribuídos em bandejas de vidro e levados à estufa a 40°C até secagem total.

Os adesivos termofixos à base de taninos foram sintetizados misturando-se os taninos em pó com água, em um agitador, numa concentração de aproximadamente 50% de sólidos totais, com hidratação do tanino com água por um período de 24 horas.

Após esse tempo, foi adicionado 8% do paraformaldeído em pó (agente ligante) em relação à massa seca do tanino.

Para a produção dos painéis foram considerados três tratamentos. Painéis produzidos com o adesivo comercial uréia-formaldeído (T1), com o adesivo tânico das cascas (T2) e folhas (T3) do barbatimão.

Os painéis foram produzidos com densidade nominal de 0,65 g.cm⁻³. Foi aplicado às partículas o adesivo no teor de 8% (base massa seca das partículas), por aspersão, em uma encoladeira do tipo tambor giratório. Uma vez impregnadas, as partículas foram levadas para uma caixa formadora de colchão, com dimensões de 48 cm x 48 cm.

Posteriormente, o colchão formado foi submetido a uma pré-prensagem, realizada em uma prensa manual, utilizando a pressão de 4 kgf.cm⁻², sendo então levado para a prensa quente com separadores de 15 mm de espessura, onde passaram por um ciclo de prensagem de 8 minutos, temperatura de 160°C e pressão de 40 kgf.cm⁻².

As dimensões dos corpos-de-prova e os procedimentos de ensaio empregados na avaliação das propriedades MOR e MOE à flexão estática, foram baseados na norma DIN 52362 (1982) e para as propriedades de densidade e a ligação interna na norma ASTM D 1037/2006.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, foi feita a análise de variância. Havendo rejeição da hipótese da nulidade, foi aplicado o teste Scott Knott a 5% de significância para comparação entre as médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade encontrados estão na Tabela 1.

Tabela 1: Densidade aparente dos painéis

Tratamento	Densidade
T1*	0,597
T2	0,588
T3	0,563

*Painéis produzidos com o adesivo UF (T1); com o adesivo tânico obtido das cascas (T2) e folhas (T3) do barbatimão

A densidade aparente encontrada para os três tratamentos não diferiram entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de significância. De acordo com a norma comercial americana CS 236-66, (1968), todos os painéis aglomerados são classificados em densidade C (abaixo de 0,600 g.cm⁻³). As propriedades mecânicas dos painéis aglomerados estão na Tabela 2.

Tabela 2: Propriedades mecânicas dos painéis

Tratamento	LI (MPa)	MOR (MPa)	MOE (MPa)
T1	0,93 a	16,3 a	2018,9 a
T2	0,23 b	4,9 b	840,4 b
T3	0,20 b	5,3 b	840,9 b

Médias seguidas mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott ($\alpha=0,05$)

Para as três propriedades, a ligação interna (LI), o módulo de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE), os painéis produzidos com o adesivo comercial se mostraram superiores aos painéis produzidos com os adesivos tânicos.

Vital et al (2004) produziram painéis aglomerados com a madeira de *Pinus* utilizando os adesivos tânicos de *E. grandis* e *E. pellita* assim como o adesivo UF, a um teor de 8%. Para a ligação interna dos painéis os autores encontraram valores de 0,69; 0,32 e 0,90 MPa para os adesivos a partir de *E. grandis*, *E. pellita* e o adesivo UF, respectivamente.

Os adesivos tânicos de Eucalipto se mostraram com uma resistência à tração elevada quando comparado com os valores do adesivo tânico de barbatimão.

Contudo, a norma comercial americana CS 236-66 (1968) estipula o valor mínimo de ligação interna, para painéis com adesivo ureia-formaldeído e de baixa de densidade, de 0,14 MPa. Sendo assim todos os tratamentos atenderam o mínimo requerido pela norma para ligação interna.

Carneiro et al. (2009) produziram painéis aglomerados com partículas de *Pinus elliotti*, densidade aparente média de 0,67 g.cm⁻³, e com adesivo UF na substituição de 25 e 100% pelo adesivo tânico de angico-vermelho. Os autores encontraram valores médios para o MOR

variando de 19,96; 18,25 e 17,11 MPa e para o MOE de 2329; 1659 e 1924 MPa, para os adesivos UF e 25 e 100% de substituição pelo adesivo de angico, respectivamente.

Os autores encontraram valores superiores tanto para MOE quanto para o MOR utilizando o adesivo tânico de angico vermelho. A norma comercial americana CS 236-66, (1968), estipula o mínimo de 5,49 MPa para o MOR e de 1029,7 MPa para o MOE, sendo assim apenas os painéis produzidos com UF atenderam o mínimo estipulado.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Em relação às propriedades mecânicas dos painéis aglomerados produzidos com adesivo tânico das cascas e folhas de barbatimão, apenas a ligação interna atendeu o mínimo requerido pela norma comercial americana.

Sendo assim não é recomendado o uso destes adesivos puros onde se exija resistência mecânica.

5. BIBLIOGRAFIA

COMMERCIAL STANDARD. **Mat formed wood particleboard**: CS 236-66. [S. l.: s. n.], 1968.

CARNEIRO, A. C. O. et al. Properties of particleboards glued with adhesives of "angico-vermelho" tannin (*Anadenanthera peregrina*) and urea-formaldehyde. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 33, n. 3, p. 521-531, 2009.

VITAL, B. R. et al. Adesivos à base de taninos das cascas de duas espécies de eucalipto para produção de chapas de flocos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 28, n. 4, p. 571-582, 2004.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ENERGÉTICAS DAS DIFERENTES PARTES DO FRUTO DA MACABÚBA

Danilo Barros Donato, Bárbara Luisa Corradi Pereira, Aylson Costa Oliveira, Carlos Miguel Simões da Silva, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro
Laboratório de Painéis e Energia da Madeira/Universidade Federal de Viçosa
 danilobarros20@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A macaúba, espécie *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Martius, é uma palmeira arborecente, espinhosa, que pode ultrapassar os 16 m de altura está presente ao longo de toda a América tropical e subtropical, do sul do México ao sul do Brasil, não ocorrendo apenas no Equador e Peru (HENDERSON et al., 1995; SCARIOT et al., 1991, 1995). Possui um grande potencial para produção de óleos que pode ser aplicado nos setores industriais e energéticos (ROLIM, 1981). O fruto da macaúba é do tipo drupa, possui um peso médio de 66 g sendo constituído pelo epicarpo (casca) (23% b.s.); mesocarpo (polpa) (46,7% b.s.), endocarpo (23,8% b.s.) e amêndoa (6,3% b.s.) com teor de óleo de 59% e 58% na polpa e amêndoa respectivamente nos maciços naturais encontrados no estado de Minas Gerais (CETEC, 1983).

Devido a grande procura por fontes alternativas para a substituição dos combustíveis fósseis, a macaúba tem destacado por ter o potencial de produção de diversos bicompostíveis (líquidos e/ou sólidos). Para atender esta demanda, este trabalho objetivou a caracterização dos co-produtos do fruto da macaúba com a finalidade de avaliar sua utilização na geração de energia.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Após a coleta estes frutos foram selecionados e efetuou o processamento para separação de suas partes (epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa). Em uma prensa hidráulica manual foram extraídos os óleos do mesocarpo e amêndoa e coletou as suas respectivas tortas que apresentavam 22% e 28% de óleo respectivamente.

Para as tortas sem óleo tanto da amêndoa quanto do mesocarpo, foi extraído o óleo residual no

aparelho extrator de óleos e graxas com solvente Hexano P.A.

A composição química imediata das amostras foi realizada em amostras trituradas no moinho de facas. Foram passadas em peneira de 0,42 mm (40 mesh) e retidas em peneira de 0,25 mm (60 mesh). As percentagens de materiais voláteis, de cinzas e de carbono fixo foram determinados de acordo a norma NBR 8112 (ABNT, 1986).

Para a análise química imediata utilizou-se 1,0 g (a.s.) da amostra em cápsula de porcelana com tampa, durante 11 minutos, em mufla a 950 ± 10 °C. O material restante na cápsula, após a determinação do percentual de materiais voláteis, foi utilizado para determinar o percentual de cinzas a uma temperatura de 600 ± 10 °C durante 6 horas. O percentual de carbono fixo foi determinado por diferença entre a soma do percentual de materiais voláteis, cinzas e 100. Na determinação do Poder Calorífico Superior (PCS) das amostras, utilizou-se o método da Bomba Calorimétrica Adiabática de acordo com a norma ASTM D2015 (ASTM, 1982).

O experimento foi instalado no delineamento inteiramente casualizados (DIC) com seis tratamentos (epicarpo, endocarpo, torta da amêndoa com óleo residual e sem óleo residual, torta do mesocarpo com óleo residual e sem óleo residual). Para as análises de química imediata utilizou três repetições e para o poder calorífico superior utilizou duas repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, sendo as médias dos tratamentos comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise imediata de um combustível fornece a percentagem do material que se queima no estado gasoso (material volátil) e no estado sólido (carbono fixo), bem como dá uma indicação do material residual (cinzas). Observa-se também na tabela 1 que as percentagens das concentrações de matérias voláteis para todos os coprodutos da macaúba se assemelha aos da madeira do gênero *Eucalyptus sp*, onde sua concentração encontra-se entre 75 a 80% (AROLA,1976). Todos os coprodutos apresentam potencial para sua utilização na queima direta apesar de apresentarem altos teores de cinzas.

Tabela 1. Análise química imediata dos coprodutos do processamento dos frutos da macaúba.

Coprodutos	Voláteis (%)	Cinzas (%)	CF (%)
Epicarpo	78,22C*	5,66A	16,12A
Torta mesocarpo com óleo	87,97A	3,30C	8,73C
Torta mesocarpo sem óleo	79,60C	6,19A	14,20B
Endocarpo	76,37C	2,04D	21,33A
Torta amêndoa com óleo	85,28B	4,59B	10,12C
Torta amêndoa sem óleo	78,90C	6,20A	14,9B

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey 5%.

Na tabela 2 é apresentado os valores do Poder calorífico superior (PCS) dos coprodutos do processamento dos frutos da macaúba.

Tabela 2. Poder calorífico superior (PCS) dos coprodutos do processamento dos frutos da macaúba.

Coprodutos	PCS (Kcal/kg)
Epicarpo	4898C
Torta mesocarpo com óleo	5165B
Torta mesocarpo sem óleo	3834E
Endocarpo	5011C
Torta amêndoa com óleo	5363A
Torta amêndoa sem óleo	4376D

*Médias seguidas pela mesma letra na linha não diferem entre si, a 5 % de probabilidade pelo teste Tukey 5%.

O PCS da torta com amêndoa com óleo, provavelmente, foi maior devido a maior concentração de material rico em carbono, e

também pela presença de óleo. Já o elevado poder calorífico superior do endocarpo, conforme citado por Tenório (1982), deve ao fato que o endocarpo é um tecido lignificado Vale *et al.* (2001) encontraram valor médio para o poder calorífico superior da madeira de *Eucalyptus grandis* igual a 4.641 kcal/kg, já para Brito (1993) valor para folhosas tropicais está entre 3.500 a 5.000 kcal/kg.

O poder calorífico é de grande importância na utilização do produto como fonte de energia. Vilas Boas *et al.* (2010) encontrou próximos de poder calorífico para endocarpo e Caroço (amêndoa + endocarpo), respectivamente, 5152,36 kcal/kg e 4840,01 kcal/kg.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os coprodutos possuem grande potencial para geração de energia tanto na queima direta quanto para a produção de biocombustíveis; Todos os coprodutos se destacam por possuírem alto poder calorífico superior.

5. BIBLIOGRAFIA

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; COSTA, J. T. M.; CERQUEIRA, L. S. C.; FERREIRA, E. 2004. **Palmeiras Brasileiras e Exóticas Cultivadas**. Nova Odessa, São Paulo: Instituto Platarum.

MIRANDA, I.P.A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. Frutos de Palmeiras da Amazônia. Manaus: MCT INPA, 2001.

VILAS BOAS, A.M.; – **Efeito da temperatura de carbonização e dos resíduos de macaúba na produção de carvão vegetal**. Piracicaba: v. 38, n. 87, p. 481-490, set. 2010.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, SECTES, CNPq, LAPEM, LPM, UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUANTIFICAÇÃO DE RESÍDUOS DA COLHEITA FLORESTAL E RESÍDUOS DA CARBONIZAÇÃO

Ana Flávia Neves Mendes Castro¹, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro², Renato Vinícius Oliveira Castro³, Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho⁴, Benedito Rocha Vital⁵
^{1,2,4,5} Universidade Federal de Viçosa, ³ Universidade de Brasília
 mendesafn@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Resíduos florestais são as folhas, os galhos, a casca e parte da árvore que não é aproveitada, como as ponteiros e os tocos que permanecem no campo após a colheita (CORTEZ et al., 2008). Outros resíduos são gerados nas etapas seguintes durante o processamento da madeira e não são incorporadas ao produto final (BELLOTE et al., 1998).

Nas florestas de *Eucalyptus* destinadas à produção de carvão vegetal não é comum descascar a madeira porque a casca também utilizada como matéria prima do processo de carbonização. Entretanto, a casca frequentemente se desprende da madeira durante a movimentação das toras e acaba se tornando um resíduo. Não se sabe corretamente qual a quantidade de casca que se transforma em resíduo, nem em qual etapa do processo esse resíduo é gerado, pois ainda não existem estudos que realizaram essa quantificação.

Atualmente, no Brasil, os resíduos da colheita florestal são deixados no campo, onde ocorre a ciclagem dos nutrientes. Entretanto, é importante ressaltar que o resíduo florestal apresenta um grande potencial para a geração de energia térmica, elétricas ou ambas (cogeração) através de sua combustão direta ou incineração, além da produção de briquetes ou pellets para posterior combustão (WIECHETECK, 2009). Portanto, o resíduo florestal pode ser considerado como matéria prima para geração de energia com potencial para a renda dos produtores.

Assim, este trabalho teve como objetivo quantificar o estoque de biomassa total da parte aérea de uma floresta de *Eucalyptus* em idade de corte e quantificar a perda de biomassa durante o corte, extração, secagem, transporte e transformação da madeira em carvão vegetal.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo foi realizado na empresa ArcelorMittal Florestas na cidade de Martinho Campos – MG, e no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira, da Universidade Federal de Viçosa - UFV. O material genético utilizado foi um híbrido de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, com espaçamento inicial de 3,0 x 2,5m, aos 80 meses.

Foram cubadas 60 árvores-amostra para a determinação do estoque de biomassa. Logo após corte das árvores, de modo a evitar a perda de umidade, foram retiradas cerca de 300 g galhos e casca que foram depositadas separadamente em lonas para pesagem. Da madeira foram obtidos cinco discos equidistantes, a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial de cada árvore amostra, além do disco na altura do peito. Todos os discos também foram pesados logo após o processamento das árvores. Foram selecionadas 15 árvores, sendo 3 em cada classe de diâmetro para determinação da densidade básica da madeira e da casca.

O volume de ponteiros foi calculado com base no diâmetro mínimo comercial adotado pela empresa (toras com diâmetro < 3,0 cm).

A biomassa dos galhos e das folhas das 60 árvores amostradas foi determinada a partir da equação 1, da madeira, da casca, carvão, atíço e finos a partir da equação 2 (SOARES, 2011):

$$PS(c) = \frac{PU(c).PS(a)}{PU(a)} \text{ eq.1}$$

$$PS(c) = V.(DBMT, DBC, DGCV, DGA, DGF) \text{ eq. 2}$$

PS(c) = biomassa, em kg;

PU(c) = peso de matéria úmida de folhas ou galhos, em kg;

$PU(a)$ = peso de matéria úmida da amostra levada ao laboratório, em kg; e

$PS(a)$ = peso de matéria seca de amostra, em kg.

V = volume de madeira, da casca, do carvão, atíços e finos, em m^3 ;

$DBMT$ (DBC, DGCV, DGA, DGF) = densidade básica da madeira e da casca, e densidade à granel de carvão atíço e finos, em $kg.m^{-3}$;

Para a quantificação da perda de casca durante a extração, secagem e transporte da madeira, foram realizadas amostragens em toras dispostas nas pilhas de madeira em três etapas: a primeira na beira da área de produção (talhão), a segunda em toras dispostas nas pilhas de madeira no pátio da UPC; e a terceira dentro forno. Para isso, foram selecionadas 100 toras, com 3m de comprimento, em cada uma dessas etapas. Cada tora foi então descascada, e em seguida procedeu-se a sua cubagem e a pesagem das toras sem casca, bem como a pesagem das cascas de cada tora separadamente. Foram retiradas amostras de casca, e dois discos de cada tora (na metade e na extremidade de maior diâmetro), para determinação do teor de umidade e cálculo da massa seca.

A madeira e parte da casca de todo o povoamento monitorado foram carbonizadas conforme os procedimentos da empresa, em fornos retangulares de aproximadamente $150 m^3$ (240 st), sendo realizadas três repetições. Foram determinados os rendimentos gravimétricos em carvão e a massa de atíços e finos (0-2 mm e 2-9mm) gerados no processo de conversão de madeira e casca em carvão vegetal. Foram determinadas a densidade relativa aparente do carvão vegetal e atíços e densidade a granel dos três materiais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estoque de biomassa total acima do solo para esse povoamento foi de $145,99 t.ha^{-1}$, sendo que $6,34 t.ha^{-1}$ dessa biomassa foram deixados no campo, considerando as folhas, os galhos e a ponteira, que representam 4,34% da biomassa estimada por hectare, como resíduo de colheita. Já a estimativa da biomassa potencial para ser enfiada para a carbonização foi de $136,89 t.ha^{-1}$, considerando-se que toda a madeira e toda a casca podem ser utilizadas. A perda de casca total foi de 25,7% ($2,75 t.ha^{-1}$) e a etapa em que ocorreu a maior perda de casca foi a primeira, correspondente à maior movimentação da madeira, devido às várias operações. Estima-se que aproximadamente 74% da casca é enfiada para a conversão em carvão vegetal.

Obteve-se um rendimento gravimétrico em carvão vegetal de 38% com uma produção de $53,29 t.ha^{-1}$ de carvão vegetal, $7,21 t.ha^{-1}$ de atíços e $12,61 t.ha^{-1}$ de finos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Verificou-se a geração de grande quantidade de resíduos durante o processamento da madeira produção e madeira e na sua conversão em carvão vegetal indicando bom potencial para a geração de energia. Pretende-se posteriormente determinar as propriedades do resíduo e a sua densidade energética, bem como realizar análise econômica para verificar a viabilidade de aproveitamento dos resíduos para a geração de energia elétrica.

5. BIBLIOGRAFIA

BELLOTE, A. F. J.; SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A.; ANDRADE, G. C. Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 37, p. 99-106, 1998.

CORTEZ, L. A. B.; LORA, E. E. S.; GÓMEZ, E. O. **Biomassa para energia**. Campinas, SP: Editora da UNICAMP, 2008.

SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV. 2011. 272 p.

WIECHETECK, M. **Aproveitamento de resíduos e subprodutos florestais, alternativas tecnológicas e propostas de políticas ao uso de resíduos florestais para fins energéticos**. Boletim técnico, Curitiba, 40 p. 2009.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, à FAPEMIG, à SECTES, CNPq e à Embrapa Florestas.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus urophylla* NOS SENTIDOS BASE-TOPO E MEDULA-CASCA

Dalila Batista Albertassi, Isadora Silva Corradi, Nivea Soares Amoroso Lima, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Aylson Costa Oliveira
Universidade Federal de Viçosa
 (dalila.albertassi@ufv.br)

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal do mundo e as principais espécies utilizadas para a produção pertencem ao gênero *Eucalyptus*. Em 2011, este gênero abrangia aproximadamente 4,9 milhões de hectares de florestas plantadas (ABRAF, 2012).

Os principais consumidores de carvão vegetal no Brasil são as empresas siderúrgicas, que o utilizam como termo redutor para produzir ferro-gusa, aço e ferro-liga. Justificando seu interesse pelo aumento da qualidade deste produto.

Neste contexto, torna-se importante avaliar a madeira para a produção de carvão vegetal, uma vez que a qualidade do carvão depende da tecnologia empregada na conversão da madeira e também de suas características como matéria prima.

Uma dessas propriedades importantes é a densidade da madeira. De acordo com Brito (1993), quanto maior a densidade da madeira, maior será a produção em massa em carvão vegetal, para um determinado volume de madeira enfiada. Além disso, maior densidade da madeira resultará em carvão vegetal com maior densidade e maior resistência mecânica, propriedades estas almejadas na maioria dos usos aos quais se prestam esse insumo.

De acordo com Pinheiro (2013), durante o desenvolvimento da árvore, fatores ambientais e genéticos determinam o grau de variação da densidade no sentido longitudinal (base-topo) e radial (medula-casca).

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* nos sentidos base-topo e medula-casca.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realização deste trabalho foram selecionadas duas árvores de *Eucalyptus urophylla*, aos seis anos de idade, pertencente a um plantio localizado na cidade de Viçosa - MG.

De cada árvore foram retirados discos em diferentes alturas (0%, 25%, 50%, 75% da altura comercial do fuste), sendo que a altura de 100% não foi considerada. Identificou-se, em cada disco, região de transição entre cerne e alburno, com o auxílio de uma lupa com aumento de dez vezes, observando a alteração na cor e ocorrência de poros obstruídos por tilos no cerne.

Após esta etapa, foram seccionadas amostras das regiões do cerne, alburno e cerne periférico de cada um dos discos, para análise de densidade básica da madeira. Esta foi determinada pelo método de imersão em água, de acordo com a norma ABNT NBR 11941 (ABNT, 2003).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, avaliando-se a densidade em três regiões da seção radial da madeira (cerne, alburno e região de transição entre as anteriores) e em quatro alturas diferentes (0, 25, 50 e 75% da altura comercial do fuste), com duas repetições (árvores). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou que não houve interações significativas entre os sentidos base-topo e medula-casca, ocorrendo efeito isolado de cada um sobre a densidade básica da madeira.

Observa-se na Tabela 1 que os valores médios encontrados para a densidade básica da madeira

de *E. urophylla* aos 6 anos de idade diminuíram no sentido base-topo.

Tabela 1: Valores médios da densidade básica da madeira em função do sentido base-topo

Altura (%)	Densidade Madeira (g/cm ³)
0	0,638 a
25	0,586 ab
50	0,581 ab
75	0,561 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de significância, pelo teste Tukey.

Para Oliveira e Silva (2003), as variações da densidade básica no sentido base-topo dependem principalmente das mudanças na proporção dos vasos e da espessura da parede das fibras. Pinheiro (2013) avaliando *E. urophylla* aos 6 anos de idade observou variações de densidade básica no sentido base-topo semelhantes ao deste trabalho.

Na análise da Tabela 2, os valores médios evidenciaram um aumento de densidade no sentido medula-casca.

Tabela 2: Valores médios da densidade básica da madeira em função do sentido medula-casca

Região	Densidade Madeira (g/cm ³)
Cerne	0,556 b
Transição entre cerne e alburno	0,602 ab
Alburno	0,616 a

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de significância, pelo teste Tukey.

Segundo Pinheiro (2013), a densidade da madeira de *E. urophylla* apresenta menores valores de densidade na região do cerne com aumento gradativo em direção à casca, alcançando valores máximos na região do alburno. Este aumento pode ser influenciado pela chamada fração parede das fibras, o autor supracitado também obteve resultados crescentes de densidade no sentido medula-casca, assim como para a fração parede das fibras.

O material genético estudado apresentou densidade básica superior a 0,500g/cm³, valor recomendado por Trugilho *et al.* (2001) e Santos *et al.* (2011) quando a madeira for destinada à produção de carvão vegetal.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

No presente estudo conclui-se que para a madeira de *Eucalyptus urophylla* avaliada, a densidade básica apresentou uma tendência decrescente no sentido base-topo e uma tendência crescente no sentido medula-casca.

Considerando-se apenas a densidade básica da madeira, o material genético avaliado é adequado para produção de carvão vegetal. No entanto, para obter uma recomendação correta sobre a utilização deste material, serão realizadas análises de outros índices de qualidade da madeira, bem como a carbonização da madeira e determinação das propriedades do carvão vegetal.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941: Madeira: determinação da densidade básica.** Rio de Janeiro, 2003. 6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF 2012. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2011.** Brasília, 2012. 150p.

BRITO, J. O. Reflexões sobre a qualidade do carvão vegetal para uso siderúrgico. **IPEF**, Piracicaba, Circular Técnica, n. 181, 1993.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, v 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

PINHEIRO, M. A. **Influência das dimensões da madeira na secagem e nas propriedades do carvão vegetal.** 2013. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

SANTOS, R.C. et al. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.39, n.90, p.221-230, 2011.

TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. A. da. Influência da temperatura final de carbonização nas características físicas e químicas do carvão vegetal de Jatobá (*Himenea courbaril* L.). **Scientia Agraria**, Piracicaba, v.2, n.1/2, p.45-53, 2001.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, a SECTES, a EMBRAPA, ao CNPq e ao LAPEM/LPM.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES DA MADEIRA E RENDIMENTO EM CARVÃO VEGETAL DE OITO CLONES DE EUCALIPTO

Clarissa Gusmão Figueiró, Lucas de Freitas Fialho, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Benedito Rocha Vital, Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho
Laboratório de Painéis e Energia da Madeira, Universidade Federal de Viçosa.
 clarissa.figueiro@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

Em 2011, da área plantada com *Eucalyptus* no Brasil (4.873.952 ha), 18,4% pertencem ao setor da siderurgia a carvão vegetal (ABRAF, 2012), dado que confirma a importância do carvão vegetal para o país. De acordo com o mesmo estudo, o consumo brasileiro de toras de madeira proveniente de plantios florestais de *Eucalyptus* para produção de carvão vegetal foi de 16.987.058 m³, o que representa 10,0% do consumo total de toras do referido gênero.

No setor siderúrgico o carvão vegetal é largamente empregado, e é utilizado como redutor do minério de ferro, para a produção de ferro gusa e aço. Mais de 70% do carvão produzido e consumido no país destina-se a este segmento (EPE, 2011). O carvão vegetal apresenta menos impurezas do que o coque, o que resulta num ferro gusa menos quebradiço mais resistente e maleável para o forjamento (FREDERICO, 2009).

Deste modo, é importante conhecer as propriedades da madeira para subsidiar a escolha do material genético para produção de carvão vegetal. Isto porque o rendimento, qualidade e desempenho do carvão vegetal são influenciados diretamente pelas propriedades da madeira.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo analisar as propriedades da madeira de diferentes clones de eucalipto e seus rendimentos em carvão vegetal.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram utilizados oito clones de *Eucalyptus* spp. aos 7 anos de idade, provenientes de um plantio pertencente à empresa Plantar Energética. Foram selecionadas seis árvores para cada clone.

De cada árvore foram retirados cinco discos correspondentes a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura

comercial do tronco. De cada disco foram retiradas duas cunhas opostas para determinação da densidade básica da madeira. O restante de cada disco foi seccionado, sendo uma parte destinada à carbonização. Outra parte foi transformada em serragem e destinada às demais análises, utilizando-se um moinho de laboratório tipo Wiley, de acordo com a norma TAPPI 257 om-52 (TAPPI, 1998).

Tabela 1. *Procedimentos utilizados na determinação das propriedades da madeira*

Propriedade da madeira	Procedimento/ Norma
Densidade básica	Vital (1984) e ABNT NBR 11941 (2003)
Poder calorífico superior	ABNT NBR 8633 (ABNT, 1984)
Lignina insolúvel	Método Klason, modificado por Gomide e Demuner (1986)
Lignina solúvel	Goldschimid (1971), por espectrometria
Lignina Total	Soma dos valores de lignina solúvel e insolúvel

As carbonizações foram realizadas em mufla de laboratório com aquecimento elétrico, sendo que as amostras foram inseridas em um container metálico. O tempo total de carbonização da madeira foi de cinco horas, com taxa de aquecimento média de 1,56°C/minuto, sendo que a temperatura inicial foi de 30°C e a temperatura final foi de 450°C, estabilizada por um período de 30 minutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 2 que o percentual de lignina total dos clones I, II, III, IV, V e VIII não apresentaram, entre si, diferenças significativas, com valores médios entre 29,85 % a 31,92%. Estes valores são considerados satisfatórios para a produção de carvão vegetal, e estão próximos

dos encontrados por Santos et al. (2011), que estudou clones de *Eucalyptus* com a mesma finalidade. Maiores teores de lignina contribuem para um maior rendimento gravimétrico em carvão vegetal.

Tabela 2. Valores médios de lignina total, em porcentagem, poder calorífico de madeira, densidade básica da madeira e rendimento gravimétrico do carvão vegetal de diferentes clones de eucalipto.

Clones	Lignina Total (%)	PCS (kcal/kg)	Densidade básica (g/cm ³)	RGCV (%)
I	31,01 A	4614 A	0,53 A	34,78 AB
II	30,67 AB	4540 ABC	0,45 D	34,62 B
III	31,92 A	4484 C	0,53 A	35,84 AB
IV	31,64 A	4559 AB	0,53 A	36,33 A
V	30,82 AB	4578 AB	0,50 B	36,11 AB
VI	28,31 BC	4516 BC	0,47 CD	36,24 AB
VII	27,32 C	4503 BC	0,52 AB	35,40 AB
VIII	29,85 AB	4490 C	0,48 C	35,35 AB

Médias, na coluna, seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Verifica-se que a variação do poder calorífico superior da madeira entre os diferentes clones de eucalipto foi pequena, variando de 4614 kcal/kg à 4484 kcal/kg.

Analisando a Tabela 1, observa-se que os clones I, III, IV, V e VII são potências para a produção de carvão vegetal, pois apresentam densidade básica igual ou superior as médias sugeridas por Santos *et al.* (2011). De acordo com estes autores, a densidade básica da madeira para produção de carvão vegetal deve ser superior a 0,50 g.cm⁻³.

Os rendimentos gravimétricos médios em carvão vegetal (RGCV) obtidos para os diferentes clones são considerados satisfatórios e apresentaram pouca variação entre si. O maior valor médio de RGCV foi encontrado no clone VI e menor para o clone II.

As propriedades químicas da madeira influenciam de maneira significativa no RGCV, atribuindo aos clones um conjunto de características que proporcionou desempenho satisfatório quanto a conversão da madeira em carvão vegetal.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Todos os clones analisados apresentaram propriedades da madeira satisfatórias para a produção de carvão vegetal. Contudo, o clone IV destacou-se em relação aos demais, por apresentar maior densidade básica, maior teor de lignina e maior rendimento em carvão vegetal.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8633: Carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico: ano base 2011. Brasília, 2012. 145p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas>>. Acesso em: 15 maio 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL. Relatório final: ano base 2010. Brasília, 2011. 267p. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 15 maio 2013

FREDERICO, P. G. U. Influência da densidade e composição química da madeira sobre a qualidade do carvão de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake. 2009. 75f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2009.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWING, C. H. (Eds) Lignins. New York: Wiley Interscience, 1971. p. 241-266.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. O Papel, v. 47, n. 8, p. 36-38, 1986.

SANTOS, R.C.; CARNEIRO, A.C.O.; CASTRO, A.F.M.; CASTRO, R.V.O.; BIANCHE, J.J.; CARDOSO, M.T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. Scientia Forestalis, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 221-230, jun. 2011.

TAPPI TECHNICAL DIVISIONS AND COMMITTEES. TAPPI test methods. Atlanta, 1998. 46p.

VITAL, B. R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1984. 21 p.

AGRADECIMENTOS

Empresa Plantar, FAPEMIG, CNPq, Embrapa Florestas e Grupo Temático em Carvão G6.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DA TEMPERATURA FINAL DE CARBONIZAÇÃO NA EMISSÃO EM MASSA DE GASES DE EFEITO ESTUFA

Hector Jesus Pegoretti Leite de Souza, Wagner Davel Canal, Júlia Melo Franco Neves Costa,
Larissa Carvalho dos Santos, Welliton Lelis Cândido
Universidade Federal de Viçosa / LPM / LAPEM
jesushpr@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Após a Revolução Industrial o uso intensivo de combustíveis fósseis para produção e consumo energético influenciou no aumento da concentração atmosférica dos gases dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), ozônio (O₃) e hidrofluorcarbonos (CFCs). Eles têm poder de retenção de calor e interferem no equilíbrio climático da Terra (CEBDS, 2002).

Diversas pesquisas apontam para a correlação entre o aumento da temperatura global e a emissão desses gases. No fim da década de 1990, foi firmado o Protocolo de Kyoto, estabelecendo que os 34 países industrializados que o assinaram deveriam reduzir suas emissões de gases de efeito estufa em pelo menos 5,2% dos índices de 1990 no período de 2008 a 2012. Ele propôs a utilização de mecanismos de flexibilização, derivando-se, a partir daí, algumas normas como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, no qual se insere as tecnologias de produção de carvão vegetal com baixa emissão de gases poluentes em desenvolvimento no Brasil.

Os produtores nacionais de carvão vegetal, visando a redução da emissão de gases não condensáveis, como o CO₂, CO, H₂ e CH₄, estão adaptando fornalhas à saída de gases dos fornos, para realizar a combustão destes. De acordo com Magalhães (2007), elas são projetadas para assegurar a queima completa do combustível de modo eficiente e contínuo, visando o aproveitamento da energia liberada, com o maior rendimento térmico possível. E segundo Cardoso *et al.* (2010), a queima desses gases reduz a emissão de CH₄ e de CO para a atmosfera em 94 e 97%, respectivamente.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura final de

carbonização na emissão em massa de gases de efeito estufa.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizadas carbonizações de madeira de *Eucalyptus*. spp a 0% de umidade em forno elétrico tipo mufla, analisando-se o conteúdo do gás liberado durante todo o processo até as temperaturas finais de 400, 550 e 700°C. Para essas temperaturas, foram aplicadas três repetições, totalizando nove carbonizações, utilizando-se em cada uma 250g de madeira na forma de cavacos e taxa média de aquecimento igual a 1,67°C min⁻¹, representando os incrementos de 50°C a cada 30 min.

Na saída da mufla, foi conectado um sistema de recuperação dos gases condensáveis, utilizando um condensador tubular resfriado à água, acoplado a um recipiente de coleta (quitasato).

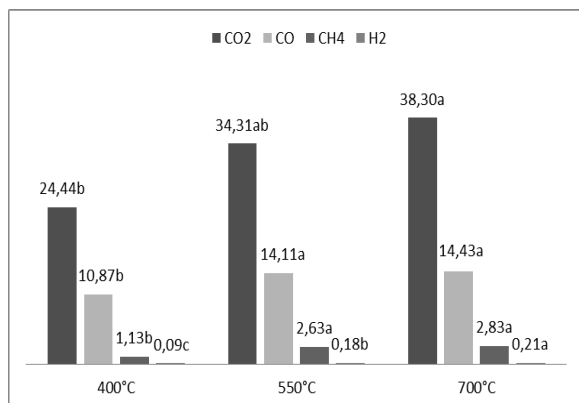
Antes de chegarem ao equipamento de leitura posterior ao quitasato, os gases não condensáveis passaram por um processo de pré-lavagem, utilizando recipientes contendo álcool e algodão, sendo envolvidos por gelo armazenado em isopor, evitando a saturação por gotículas de alcatrão da tubulação do aparelho de medição, chamado *gasboard* 9030 *Wuhan CUBIC Optoelectronics Co., LTDA*. Depois do tratamento, uma amostra dos gases não condensáveis foi admitida a cada 50°C, correspondendo a intervalos de 30min., com vazão de 1L/min até o sistema *online* de análise de gás *gasboard*, que forneceu leituras da composição percentual base/volume de CH₄, CO₂, CO, H₂, O₂ e hidrocarbonetos de cadeia pequena (C_nH_n), perfazendo um total de 7, 10 e 13 registros para tais temperaturas.

A média dos dados de concentração obtidos para as três repetições foi utilizada para se

confeccionar a média mássica da emissão de cada gás não condensável.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de médias de emissão total em massa (g) de cada gás não condensável para as três temperaturas finais estudadas estão apresentados na figura 1.



Médias seguidas da mesma letra entre as temperaturas finais não diferem entre si a 10% de significância pelo teste Tukey.

Figura 1 - Composição mássica dos gases não condensáveis da carbonização para três temperaturas finais, em porcentagem.

Observa-se através da figura 1 que o CO e CO₂ são os principais gases não condensáveis produzidos durante a carbonização da madeira, não importando a temperatura final utilizada. O CH₄ é o terceiro maior componente dos gases não condensáveis, seguido pelo H₂.

A emissão de CO e CO₂ eleva-se com o incremento da temperatura final de carbonização de 400 para 550°C. À 700°C, a emissão desses dois gases mantém-se constante. Isso ocorre porque a formação deles acontece principalmente pela degradação das cadeias de celulose e hemiceluloses a temperaturas baixas, mantendo níveis constantes a temperaturas mais elevadas. Conforme YANG *et al.* (2007), o craqueamento e reforma das ligações da celulose e hemiceluloses, promovem a formação de CO e CO₂.

Para os gases CH₄ e H₂, que apresentam níveis menores, a emissão é crescente com o aumento da temperatura de carbonização. Segundo Yang *et al.* (2007), a ruptura de anéis aromáticos da lignina resulta na formação dos gases CH₄ e H₂.

A lignina, por ser um composto altamente aromático e de grande resistência térmica, apresenta baixa degradação durante a

carbonização e suas reações ocorrem lentamente.

O aumento da emissão de gases em função do aumento da temperatura reflete o fato de que a formação deles é favorecida por reações térmicas dependentes da temperatura do processo (TACCINI, 2011). Ou seja, os constituintes químicos da madeira possuem seus níveis de degradação aumentados com o decorrer da carbonização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Portanto, com o acréscimo na temperatura de carbonização, os constituintes químicos da madeira são degradados e originam os principais gases não condensáveis responsáveis pelo aumento do efeito estufa.

5. BIBLIOGRAFIA

CARDOSO, M. T. et al. Construção de um sistema de queima de gases da carbonização para redução da emissão de poluentes. 2010. **Cerne**, Lavras, v. 16, Suplemento, p. 115-124, 2010.

CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL - CEBDS. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. Rio de Janeiro, 2002. 35p. Disponível em: <<http://www.cebds.com/mudancasclimaticas/roteiro-mdl.pdf>>. Acesso em: 2 de maio de 2010.

MAGALHÃES, E. A. **Desenvolvimento e análise de uma fornalha para aquecimento direto e indireto de ar utilizando biomassa polidispersa**. 2007. 213f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

TACCINI, M. M. **Estudo das metodologias da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, referentes à avaliação de emissões de gases de efeito estufa na produção de carvão vegetal**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Produtos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2011.

YANG, H. et al. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis, **Fuel**, Amsterdam, n. 86, p. 1781–1788, 2007.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, ao CNPq e ao LAPEM.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO NA UMIDADE DE EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO DE PARTÍCULAS DE EUCALIPTO PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

Carlos Miguel Simões da Silva, Breno Cunha, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro,
Aylson Costa Oliveira, Mateus Alves de Magalhães
Universidade Federal de Viçosa
cassiacarneiro1@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

No contexto energético, a biomassa é uma fonte primária e renovável de energia química resultante do processo de fotossíntese, apta a ser transformada em outras formas de energia (RODRIGUES, 2009). Trata-se de todo recurso renovável oriundo de material orgânico obtido através de culturas energéticas ou através de resíduos lignocelulósicos provenientes de atividades agrícolas e florestais que pode ser utilizado na produção de energia (VIEIRA, 2005).

A utilização e a competitividade da biomassa no mercado energético podem ser consideradas baixas quando comparadas a outras fontes. As causas são a heterogeneidade e a baixa qualidade desse recurso quando usado na sua forma direta, com o alto teor de umidade, o baixo poder calorífico, a granulometria irregular e o baixo teor de carbono fixo associado ao alto teor de matérias voláteis (GONÇALVES, 2010).

A umidade da madeira deve ser a menor possível para obter um melhor aproveitamento energético da mesma, pois a presença de água diminui o poder calorífico do material em virtude da energia necessária para evaporá-la. Além disso, se o teor de umidade da madeira for muito variável, a eficiência do processo de combustão diminui, devido a necessidade de constantes reajustes no sistema para que ocorra uma produção eficiente de energia, bem como na velocidade queima e energia fornecida.

Além disso, a biomassa lignocelulósica é higroscópica, ou seja, é capaz de absorver ou perder água para o ambiente dependendo das condições de temperatura e umidade relativa. Logo, mesmo após o processo de secagem pode vir a aumentar o seu teor de umidade, principalmente se for armazenada em ambiente aberto.

Desde modo, segundo Barreto (2008), o tratamento térmico da biomassa, por meio do processo de torrefação, surge como uma alternativa para reduzir a higroscopicidade da madeira, minimizando os aspectos negativos da mesma para geração de energia. Na torrefação, as hemiceluloses são parcialmente degradadas, acarretando redução do percentual de oxigênio e concentração de carbono, tendo como consequência redução da umidade de equilíbrio higroscópico e aumento do poder calorífico. O resultado é um material intermediário entre a biomassa e o carvão, com altos rendimentos energéticos.

O processo de torrefação apesar de está amplamente difundido no Europa, ainda pouco se sabe a respeito do efeito das temperaturas finais de torrefação nas propriedades da biomassa.

Logo, o objetivo do presente estudo foi analisar a variação na umidade de equilíbrio higroscópico (UEH) de partículas da madeira de *Eucalyptus* submetidas a diferentes temperaturas no processo de tratamento térmico por meio da torrefação.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o estudo foram utilizadas madeiras de *Eucalyptus urophylla* com 5,5 anos de idade. As toras, previamente descascadas, foram cavaqueadas e posteriormente reduzidas a partículas em um moinho martelo, utilizando peneiras com malhas de quatro mm de diâmetro. As partículas foram secas em estufa com circulação de ar constante a uma temperatura de 100 °C até alcançar massa constante. Posteriormente, o material foi torreficado durante 15 minutos, utilizando-se as seguintes temperaturas finais: 180, 220 e 260°C. Para realização do tratamento térmico utilizou-se um torrefador rotatório metálico com aquecimento a gás (GLP). Foram realizadas três repetições para

cada tratamento, totalizando nove unidades amostrais.

Para a determinação da umidade de equilíbrio higroscópico, amostras do material torreficado e de madeira sem torreficar (testemunha) foram colocadas em uma câmara climática a 20 °C e 65 % de umidade relativa até atingirem massa constante. A umidade das amostras foi posteriormente calculada seguindo as normas da ABNT NBR 9484 (1986). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando estabelecidas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste de Tukey, a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de umidade de equilíbrio higroscópico (UEH) da madeira em função da temperatura de torrefação.

Tabela 1: Umidade de Equilíbrio Higroscópico da madeira em função da temperatura

Tratamento	UEH (%)
Testemunha	12,3 a
180° C	9,2 b
220° C	6,5 c
260° C	5,6 d

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de significância, pelo teste Tukey.

Verifica-se que houve uma redução significativa da UEH das partículas de *E. urophylla* com o aumento da temperatura de torrefação. Essa redução se deve principalmente ao rearranjo das cadeias de celulose e pela degradação parcial das hemiceluloses.

A redução da UEH com o aumento da temperatura de torrefação também foram observadas por Rodrigues (2009) e Vilas Boas (2011) que afirmam que a madeira tratada termicamente apresenta alterações nas suas propriedades de acordo com o aumento da temperatura, entre elas, a redução da higroscopicidade.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVA

Conclui-se que a torrefação reduz a higroscopicidade das partículas de *E. urophylla*, e quanto maior a temperatura do tratamento, menor a umidade de equilíbrio higroscópico. Conclui-se, também, que temperaturas superiores a 260°C devem ser evitadas para não ter perdas de massas excessivas, tornando o balanço de massa e energia negativo. Salienta

que a utilização de madeira torreficada promove melhor desempenho na geração de energia térmica, pois reduz os gastos energéticos para evaporação da água, além da inexpressiva absorção de umidade do ambiente, o que permite o seu armazenamento por períodos maiores.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 9484:** Compensado – Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro. 1986.

BARRETO, E.J.F. **Tecnologias de energias renováveis: sistemas híbridos, pequenos aproveitamentos hidroelétricos, combustão e gasificação de biomassa sólida, biodiesel e óleo vegetal in natura.** Brasília: Ministério de Minas e Energia, 2008, 156 f.

GONÇALVES, J.E. **Avaliação energética e ambiental de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*.** 2010. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia – Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP. 2010.

RODRIGUES, T.O. **Efeitos da torrefação no condicionamento de biomassa para fins energéticos.** 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

VIEIRA, A.C. **Gaseificação de briquetes de casca de eucalipto.** 2005. 83 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2005.

VILAS BOAS, M.A. **Efeito do tratamento térmico da madeira para produção de briquetes.** 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, SECTES, EMBRAPA FLORESTA, CNPq, LAPEM.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DE DIFERENTES TIPOS DE CHAPAS

Danila Morais de Carvalho, Bárbara Luísa Corradi Pereira, Aylson Costa Oliveira,
Carla Priscilla Távora Cabral, Benedito Rocha Vital
Universidade Federal de Viçosa
e-mail (carvalho.danila@gmail.com)

1. INTRODUÇÃO

Chapas de aglomerados são formadas partículas de madeira e adesivo sintéticos, que sob o efeito de pressão, temperatura e tempo promovem a plasticização da lignina, adensamento do colchão e polimerização do adesivo (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

No Brasil, o aglomerado sempre enfrentou limitações tecnológicas e em 2005-2006 iniciou-se o processo de substituição dos aglomerados por MDP (*medium density particleboard*), ou painel de partículas de média densidade (MENDOZA, 2010). O MDP é formado por três camadas: uma camada interna formada com partículas mais grossas e as camadas externas com partículas mais finas. Esta diferente dimensão das partículas contribui para o incremento de propriedades e um melhor acabamento do painel (BRUNO, 2007).

Outra inovação ocorrida no sentido de aumentar a resistência dos painéis e diversificar seu uso foi a inclusão de lâminas em sua na face e contra face (MENDOZA, 2010).

A produção de painéis deve aumentar nos próximos anos e a perspectiva é que em 2014 a produção anual de MDP deva alcançar a faixa de 5,7 milhões de m³ (ABIPA, 2012),

O presente trabalho objetivou avaliar as propriedades físicas de chapas do tipo aglomerado convencional, aglomerado com inclusão laminar e MDP, produzidos com partículas de *Acacia mangium* Willd e lâminas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Hurber).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a produção das chapas foram utilizadas partículas de *Acacia mangium* de dimensão de 1,0 x 1,0 mm e lâminas de paricá com

dimensões de 3 mm de espessura, largura de 40 cm e comprimento de 40 cm.

As partículas e as lâminas foram secas até 3% de umidade em estufa (65°C). *Acacia mangium* e lâminas de paricá apresentavam densidade média de 0,386 e 0,324 g/cm³, respectivamente.

Utilizou-se o adesivo uréia-formaldeído, com as seguintes propriedades: massa específica – 1,31 g/cm³; teor de sólidos - 62,67%; pH – 1,96; viscosidade – 1077cP; e tempo de gelatinização – 167s. Para cada chapa foi aplicado adesivo na proporção de 8% sobre a massa seca de partículas. A inclusão lâmina foi feita na face e contra face do colchão, sem aplicação de adesivo nas lâminas e prensagem simultânea.

A prensagem foi realizada numa prensa hidráulica, com pressão de 32 kgf/cm², temperatura dos pratos metálicos de 170°C e tempo de prensagem de 8 minutos. As chapas foram fabricadas com dimensões nominais de 40 x 40 x 1 cm. A taxa de compactação foi igual a 1,8.

As MDP foram feitas com distribuição das partículas de acordo com sua dimensão, formando 3 camadas: miolo - partículas de maiores dimensões; e camada superior e inferior ao miolo - partículas de menores dimensões.

Após a prensagem, as chapas foram aclimatadas. Posteriormente, foram feitos os corpos de prova para os ensaios físicos. Os testes foram realizados após a climatização dos corpos-de-prova a 65 ± 5% de umidade relativa (UR) e temperatura de 20 ± 3°C, segundo as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 14810-3 (ABNT, 2002).

O experimento foi instalado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos (aglomerado convencional, MDP e aglomerado com inclusão laminar) e 3

repetições (chapas) por tratamento, totalizando 9 chapas. Os testes físicos foram realizados em triplicatas. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando se estabeleceram diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para tais análises foi utilizado o *software* SAEG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados.

Tabela 1: Valores médios de umidade, absorção de água e inchamento de espessura, em função do tipo de chapa:

Chapa	Umidade (%)	Absorção de água – 2h (%)	Inchamento em espessura (%)
Aglomerado convencional	9,58 a	14,31 b	6,43 b
Aglomerado com inclusão laminar	9,40 a	27,84 a	11,10 a
MDP	8,13 b	11,04 b	7,28 ab

Médias seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

Verificou-se que o MDP apresentou umidade estatisticamente inferior à das demais chapas produzidas. De acordo com a ABNT NBR 14810-2 (ABNT, 2002), teores de umidade entre 5 e 11% são aceitáveis para a comercialização.

O aglomerado com inclusão laminar absorveu maior quantidade de água que as demais chapas produzidas, o que pode ser explicado pela presença das lâminas na face e contra face desta chapa. Para este parâmetro, todos os valores obtidos foram superiores aos regulamentados pela norma DIN 68761 (1)-1961 (3) (German Standards Committee, 1971), que é de 10%. Para a norma ABNT, entretanto, não existem limites máximos ou mínimos.

O inchamento em espessura foi maior para o aglomerado com inclusão laminar e menor para o aglomerado convencional. O MDP apresentou um inchamento intermediário, não diferindo estatisticamente dos outros dois tipos de chapas. De acordo com a norma ABNT NBR 14810-2 (ABNT, 2002), o inchamento em espessura deve ser inferior a 8% para duas horas de imersão em água, parâmetro que não foi atendido pela chapa com inclusão laminar.

O tipo de chapa não teve efeito significativo sobre a massa específica ($p < 0,05$), obtendo-se uma média geral de 680 kg/m^3 . De acordo com a

norma ABNT NBR 14810-2 (ABNT, 2002), são classificados como painéis de média massa específica.

4. CONCLUSÕES

A utilização de partículas mais finas nas faces, como foi feito no MDP melhorou as propriedades físicas (umidade, absorção de água e inchamento em espessura – 2 horas de imersão), em relação ao aglomerado convencional.

5. BIBLIOGRAFIA

ABIPA – Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira. Disponível no site: <http://www.abipa.org.br/numeros.php>, Consultado em setembro/2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Chapas de madeira aglomerada**. ABNT. NBR 14810-1,2,3. Março, 2002.

BRUNO, E.G. Painéis facilitam usinagem na fabricação moveleira. **Revista da Madeira – REMADE**, Curitiba, ano 18, n.109, p.48-50, 2007.

GERMAN STANDARDS COMMITTEE. **DIN 68761 (1)-1961 (3)**. Deutschen Normenausschuss. Specifications for particleboards. Holtz, 1971.

MENDOZA, Z. M. S. H. **Efeito da inclusão laminar nas propriedades de painéis aglomerados fabricados com resíduos da indústria laminadora**. Viçosa-MG, 2010. 128p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

OLIVEIRA, F. V.; VITAL, B. R.; SILVA, J. C.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTA, A. S. Efeito da acetilação das partículas de madeira de *Eucalyptus grandis* e da inclusão de partículas de polietileno e de embalagens cartonadas nas propriedades de chapas de aglomerado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.937-946, 2010.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos a CAPES, FAPEMIG e CNPq pelo auxílio fornecido a este estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES MECÂNICAS DE DIFERENTES TIPOS DE CHAPAS

Bárbara Luísa Corradi Pereira, Danila Moraes de Carvalho, Aylson Costa Oliveira, Carla Priscilla Távora Cabral, Benedito Rocha Vital
Universidade Federal de Viçosa
 babcicorradi@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Chapas de aglomerados são formadas partículas de madeira e adesivo sintéticos, que sob o efeito de pressão, temperatura e tempo promovem a plasticização da lignina, adensamento do colchão e polimerização do adesivo (OLIVEIRA *et al.*, 2010).

No Brasil, o aglomerado sempre enfrentou limitações tecnológicas e em 2005-2006 iniciou-se o processo de substituição dos aglomerados por MDP (*medium density particleboard*), ou painel de partículas de média densidade (MENDOZA, 2010). O MDP é formado por três camadas: uma camada interna formada com partículas mais grossas e as camadas externas com partículas mais finas. Esta diferente dimensão das partículas contribui para o incremento de propriedades e um melhor acabamento do painel (BRUNO, 2007).

Outra inovação ocorrida no sentido de aumentar a resistência dos painéis e diversificar seu uso foi a inclusão de lâminas em sua na face e contra face (MENDOZA, 2010).

A produção de painéis deve aumentar nos próximos anos e a perspectiva é que em 2014 a produção anual de MDP deva alcançar a faixa de 5,7 milhões de m³ (ABIPA, 2012),

O presente trabalho objetivou avaliar as propriedades mecânicas de chapas do tipo aglomerado convencional, aglomerado com inclusão laminar e MDP, produzidos com partículas de *Acacia mangium* Willd e lâminas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Hurber).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a produção das chapas foram utilizadas partículas de *Acacia mangium* de dimensão de 1,0 x 1,0 mm e lâminas de paricá com

dimensões de 3 mm de espessura, largura de 40 cm e comprimento de 40 cm.

As partículas e as lâminas foram secas até 3% de umidade em estufa (65°C). *Acacia mangium* e lâminas de paricá apresentavam densidade média de 0,386 e 0,324 g/cm³, respectivamente.

Utilizou-se o adesivo uréia-formaldeído, com as seguintes propriedades: massa específica – 1,31 g/cm³; teor de sólidos - 62,67%; pH – 1,96; viscosidade – 1077cP; e tempo de gelatinização – 167s. Para cada chapa foi aplicado adesivo na proporção de 8% sobre a massa seca de partículas. A inclusão lâmina foi feita na face e contra face do colchão, sem aplicação de adesivo nas lâminas e prensagem simultânea.

A prensagem foi realizada numa prensa hidráulica, com pressão de 32 kgf/cm², temperatura dos pratos metálicos de 170°C e tempo de prensagem de 8 minutos. As chapas foram fabricadas com dimensões nominais de 40 x 40 x 1 cm. A taxa de compactação foi igual a 1,8.

As MDP foram feitas com distribuição das partículas de acordo com sua dimensão, formando 3 camadas: miolo - partículas de maiores dimensões; e camada superior e inferior ao miolo - partículas de menores dimensões.

Após a prensagem, as chapas foram aclimatadas. Posteriormente, foram feitos os corpos de prova para os ensaios mecânicos. Os testes foram realizados após a climatização dos corpos-de-prova a 65 ± 5% de umidade relativa (UR) e temperatura de 20 ± 3°C, segundo as Normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT NBR 14810-3 (ABNT, 2002).

O experimento foi instalado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com 3 tratamentos (aglomerado convencional, MDP e aglomerado com inclusão laminar) e 3

repetições (chapas) por tratamento, totalizando 9 chapas. Os testes mecânicos foram realizados em triplicatas. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando se estabeleceram diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para tais análises foi utilizado o *software* SAEG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os resultados.

Tabela 1: Valores médios de tração perpendicular, módulo de ruptura (MOR) em flexão estática e arrancamento de parafuso, em função do tipo de chapa:

Chapa	Tração perpendicular (MPa)	Flexão estática MOR (MPa)	Arrancamento de parafuso (MPa)
Aglomerado convencional	0,86 ab	11,59 b	7,88 ab
Aglomerado com inclusão laminar	0,19 b	22,72 a	10,69 a
MDP	1,21 a	14,89 ab	6,29 b

Médias seguidas por letras iguais nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).

As chapas de MDP apresentaram os maiores valores de resistência à tração perpendicular. As chapas de aglomerado com inclusão laminar apresentaram baixa resistência à tração perpendicular. A aplicação de adesivo nas lâminas pode aumentar a tração perpendicular neste tipo de painel, como o verificado por Mendoza (2010) em seu estudo. De acordo com a norma ABNT NBR 14810-2 (ABNT, 2002), para painéis com espessura entre 8 e 14 mm, a tração perpendicular deve ser superior a 0,40 MPa.

A inclusão laminar e a utilização de partículas menores favorecem o incremento do módulo de ruptura em flexão estática. O aglomerado com inclusão laminar obteve os maiores resultados para módulo de ruptura, atendendo o valor mínimo estipulado pela norma ABNT NBR 14810-2 (ABNT, 2002) que é de 16 MPa.

O MDP apresentou o menor valor médio para o arrancamento de parafuso e o aglomerado com inclusão laminar apresentou o maior valor médio para a mesma propriedade. O aglomerado convencional apresentou valor médio intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais.

Dentre as propriedades mecânicas avaliadas, não houve efeito significativo entre tipo de painel ($p < 0,05$) para a dureza Janka, resistência à compressão longitudinal e módulo de elasticidade em flexão. O valor médio de dureza Janka e resistência à compressão longitudinal foram de 33,05 e 10,35 MPa, respectivamente. Os módulos de elasticidade em flexão estática médios foram de 1193,29, 2370,53 e 1412,47 MPa, para aglomerado convencional, aglomerado com inclusão laminar e MDP, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

A inclusão laminar na composição estrutural dos painéis aglomerados melhorou o módulo de ruptura (MOR) e arrancamento de parafuso. A utilização de partículas mais finas nas faces (MDP) favoreceu a tração perpendicular.

5. BIBLIOGRAFIA

ABIPA – Associação Brasileira da Indústria de Painéis de Madeira. Disponível no site: <http://www.abipa.org.br/numeros.php>, Consultado em setembro/2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Chapas de madeira aglomerada**. ABNT. NBR 14810-1,2,3. Março, 2002.

BRUNO, E.G. Painéis facilitam usinagem na fabricação moveleira. **Revista da Madeira – REMADE**, Curitiba, ano 18, n.109, p.48-50, 2007.

MENDOZA, Z. M. S. H. **Efeito da inclusão laminar nas propriedades de painéis aglomerados fabricados com resíduos da indústria laminadora**. Viçosa-MG, 2010. 128p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

OLIVEIRA, F. V.; VITAL, B. R.; SILVA, J. C.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTA, A. S. Efeito da acetilação das partículas de madeira de *Eucalyptus grandis* e da inclusão de partículas de polietileno e de embalagens cartonadas nas propriedades de chapas de aglomerado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.937-946, 2010.

AGRADECIMENTOS

Os autores são gratos a CAPES, FAPEMIG e CNPq pelo auxílio fornecido a este estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DE CHAPAS AGLOMERADAS DE PARTÍCULAS DE *Eucalyptus grandis* TRATADAS COM CCB E ADESIVO DE SILICATO DE SÓDIO

Maria Tereza Angeletti Nunes, Carla Priscilla Távora Cabral, Luiz Eduardo Sapori Gonçalves,
Lucas Vaz de Oliveira, Benedito Rocha Vital
Universidade Federal de Viçosa
e-mail: carla.cabral@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A utilização de resíduos como fonte de matéria-prima é importante para reduzir o impacto ambiental gerado pelo seu acúmulo e incorporar valor ao produto principal. Assim, visando atender as novas exigências de mercado e mitigar os riscos ambientais, a indústria de painéis de madeira vem pesquisando materiais alternativos, que sirvam como fonte de matéria-prima. Entre estes materiais podemos citar os resíduos de madeira de outras indústrias do setor madeireiro e adesivo, que sejam isentos ou com pouca quantidade de formaldeído em sua composição. Um exemplo de adesivo sem formaldeído, é o silicato de sódio, que apresenta além dessa vantagem um preço aos tradicionais adesivos à base de ureia ou fenol.

Com base neste princípio, o presente trabalho teve com objetivo produzir e determinar as propriedades de chapas de madeira aglomerada utilizando madeira tratada com CCB (borato de cobre cromatado) e adesivo de silicato de sódio. Para comparação foram fabricadas chapas tendo como agente de adesão o adesivo de uréia-formaldeído.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas partículas de madeira de *Eucalyptus grandis*, oriunda de plantios experimentais no campus da Universidade Federal de Viçosa, no estado de Minas Gerais. As árvores foram colhidas e as toras desdobradas em tabuas com 25 mm de espessura que foram reduzidas a baguetas que foram saturadas em água. Após a saturação das baguetas elas foram processadas em moinho de facas originando os flocos que foram adicionalmente processados em um moinho de martelo para a produção das partículas. As

partículas destinadas ao tratamento preservativo foram colocadas em tambores hermeticamente fechados, contendo solução de borato de cobre cromatado (CCB) com 3% de concentração. O período de imersão na solução foi de 2 semanas, para haver a penetração e a difusão dos íons da solução para a madeira. Após este período, as partículas foram retiradas dos tambores e deixadas para secar em temperatura ambiente, sendo em seguida secas em uma estufa com as demais partículas sem tratamento até atingirem 3% de umidade. O experimento foi instalado seguindo-se um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e 4 tratamentos, totalizando 12 chapas, variando o tipo de partícula (com preservativo e sem preservativo), tipo de adesivo e proporções de partículas tratadas na chapa (0 e 50%). Conforme segue abaixo:

T1 – Partículas sem CCB + adesivo de uréia-formaldeído

T2 – 50 % de partículas com CCB + 50 % de partículas sem CCB + adesivo de uréia-formaldeído

T3 – Partículas sem CCB + adesivo de silicato de sódio

T4 – 50 % de partículas com CCB + 50 % de partículas sem CCB + adesivo de silicato de sódio

As partículas foram encoladas em tambor rotatório empregando adesivo de silicato de sódio e uréia-formaldeído contendo 46,48% e 62,7%, de sólidos respectivamente. Foram aplicados 8 e 10% de adesivos em relação a massa seca de partículas. A prensagem foi realizada a quente, sob uma pressão de 32 kgf/cm². As chapas com adesivo de silicato de sódio foram prensadas à 120°C durante 12 minutos, enquanto que as fabricadas com uréia-formaldeído, foram prensadas durante 8 minutos e temperatura de 170°C. As chapas foram

esquadrejadas e recortadas para retirada dos corpos-de-prova que foram acondicionados em câmara climática (20 ± 3 °C e 65 ± 5 %UR) e ensaiados segundo a norma da ABNT NBR14810 (2002) e norma ASTM-D 1037 (1991). Foram determinadas a densidade, teor de umidade, inchamento em espessura e absorção de água durante 2 horas. A interpretação dos resultados foi realizada com auxílio do software SAEG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio da massa específica aparente das chapas foi de, aproximadamente, $0,612$ g/cm³ que segundo a norma NBR14810/2002 são classificadas como de média densidade.

As chapas fabricadas com uréia-formaldeído apresentaram um valor menor para o teor de umidade, após a climatização, em relação àquelas fabricadas com adesivo de silicato de sódio.

No ensaio de absorção de água, após 2 horas de imersão, as médias dos painéis confeccionados com partículas tratadas com CCB, foram menores do que aquelas dos painéis confeccionados com partículas não tratadas, conforme é mostrado na fig. 1.



Fig. 1: Médias da absorção em água(%) após 2 horas de imersão em função dos tratamentos.

Os painéis fabricados com o adesivo de uréia-formaldeído apresentaram as menores médias, em relação aos demais painéis, nos quais foi utilizado o adesivo de silicato de sódio. Este resultado pode estar associado, ao fato, de que os cristais do preservativo CCB, que ocupam o lume das células e também estão fixados na parede celular, podem ter formado uma barreira que reduziu a penetração da água nas células.

Mendoza (2010), trabalhando com silicato de sódio à 8% e partículas de paricá, encontrou valores que variaram de 137,70 a 312,77%, para imersão em água durante 2 horas. Os valores médios encontrados neste trabalho para os painéis com silicato de sódio, variaram entre 126,89 e 161,06%.

Os painéis que apresentaram as maiores médias foram os que tiveram na sua constituição o adesivo de silicato de sódio. Além disso, as chapas onde foi utilizada a combinação silicato de sódio com partículas sem tratamento, foram as que apresentaram os maiores valores médios de inchamento em espessura.

4. CONCLUSÕES

O tipo de adesivo influenciou as propriedades das chapas. As chapas fabricadas com o com o adesivo à base de silicato de sódio absorveram mais água e tiveram maior inchamento em espessura do que aquelas que foram fabricadas com adesivo de uréia-formaldeído. Por outro lado as chapas fabricadas com partículas tratadas com CCB absorveram menos água e foram mais estáveis independentemente do tipo de adesivo.

Portanto, há indicação que é viável o uso de resíduos de madeira tratada para a fabricação de chapas aglomeradas.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS-ASTM. **Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panels:** ASTM D 1037-91. Philadelphia: ASTM, v.04.09, 1991. (Annual Book of ASTM Standards).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Chapas de madeira aglomerada.** ABNT. NBR 14810-1,2,3. Março, 2002.

MENDOZA, Z. M. S. H. **Efeito da inclusão laminar nas propriedades de painéis aglomerados fabricados com resíduos da indústria laminadora.** Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa–MG, 128p., 2010.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira.
A Universidade Federal de Viçosa
Ao CNPq e a FAPEMIG



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



FORNALHA PARA COMBUSTÃO DOS GASES DA CARBONIZAÇÃO

Aylson Costa Oliveira, Renato Augusto Pereira Damásio, Bárbara Luísa Corradi Pereira, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Matheus Perdigão de Castro Freitas Pereira
Universidade Federal de Viçosa
 aylsoncosta@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os gases gerados durante a carbonização da madeira são substâncias combustíveis, ricas em carbono e hidrogênio, que sob condições adequadas de temperatura e pressão são capazes de sofrer reações químicas na presença de oxigênio, liberando energia sob a forma de luz e calor. Na carbonização da madeira são gerados gases não condensáveis, principalmente: CO, CO₂, H₂ e CH₄ (YANG *et al.*, 2007). No caso de queima completa desses gases, as emissões seriam constituídas por calor, CO₂ e vapor de água.

Visando diminuir as emissões de gases durante a carbonização, tem sido realizada a combustão desses em queimadores ou fornalhas. De acordo com Magalhães (2007), fornalhas são dispositivos projetados visando à maior eficiência da combustão e possibilidade de aproveitamento da energia térmica liberada durante a combustão.

As fornalhas acopladas aos fornos de carbonização têm o objetivo de incinerar os gases gerados durante o processo, transformando a poluição em energia, na forma de calor. Estes dispositivos conferem às unidades de produção de carvão vegetal um aspecto limpo (sem fumaça).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o funcionamento de uma fornalha, acoplada a um forno circular de alvenaria.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira – LAPEM/DEF/UFV.

Os ductos para condução dos gases da carbonização até a fornalha foram acoplados em um forno circular de superfície de alvenaria,

dotado de seis controladores de ar na sua base. O forno possui diâmetro interno de 3m e altura central de 2,2 m, com capacidade de enformamento de 12 estéreos (st) de madeira.

A fornalha adaptada ao forno é de formato cilíndrico, com diâmetro interno de 1,6m e altura de 1,1m, sendo composta por um sistema de alimentação dos gases, câmara de combustão, sistema de admissão de ar primário e chaminé. Nesta configuração de sistema, a chaminé foi construída sobre a fornalha, com diâmetro interno inferior de 1,6m, superior de 0,40m e altura de 2,9m.

A parede da fornalha foi construída com camada dupla de tijolos maciços cerâmicos e seu interior foi revestido com manta cerâmica para maior durabilidade e manutenção do calor interno durante o processo de combustão dos gases.

Para avaliar o funcionamento da fornalha foram realizadas quatro carbonizações com madeira de *Eucalyptus* spp., com umidade média (base seca) de 42,50%. O controle da carbonização baseou-se em quatro faixas teóricas de temperatura (Tabela 1). Estas temperaturas foram obtidas na cúpula do forno.

Tabela 1: Faixas teóricas de temperatura para controle da carbonização

Fase	I	II	III	IV
Temperatura	100 - 150°C	150 - 275°C	275 - 400°C	400 - 470°C

Determinou-se o consumo de combustível (resíduo lignocelulósico) na fornalha e a temperatura de saída de gases na chaminé.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Taccini (2011), do início da carbonização até o forno atingir temperatura média de 280°C na cúpula do forno (Fases I e II da carbonização), o processo é endotérmico,

ocorrendo liberação de vapor de água e CO₂. Portanto, até a 28ª hora de carbonização foi necessária a queima de grande quantidade de resíduos lignocelulósicos na fornalha, totalizando 800 kg para fornecimento de energia para combustão dos gases de baixo poder calorífico e alta umidade.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros de funcionamento da fornalha em cada faixa de carbonização.

Parâmetro	Faixa de carbonização			
	I	II	III	IV
Temperatura da cúpula do forno	145°C	260°C	375°C	430°C
Temperatura dos gases do forno	30°C	55°C	160°C	250°C
Temperatura dos gases na chaminé	260°C	300°C	400°C	440°C
Consumo de resíduo	500 kg	300 kg	100 kg	200 kg

Durante a Fase III de carbonização, a temperatura média da cúpula do forno atingiu 375°C e os gases de saída do forno estavam na temperatura de 160°C. Segundo Taccini (2011), nessas condições ocorre emissão mínima de vapor de água e elevam-se as concentrações de CO e CH₄. Portanto, o abastecimento da fornalha com resíduos foi suspenso pois os gases gerados eram inflamáveis e de elevado poder calorífico, passando a exercer a função de combustível para a combustão no interior da fornalha.

Durante a fase III, os gases emitidos durante a carbonização da madeira são de alto elevado poder calorífico, passando a exercer a função de combustível na fornalha. A queima destes gases teve duração de 36 horas, sendo consumido uma maior quantidade de resíduos (Tabela 2).

A queima de gases da carbonização ocorreu durante 24 horas, sem a necessidade de abastecimento, ou seja, durante 34% do tempo total de carbonização.

Durante a queima dos gases no interior da fornalha foram obtidas temperaturas variando de 650 a 1150°C, sendo essa faixa de temperatura suficiente para promover a combustão completa do alcatrão, do licor pirolenhoso, dos fenóis e dos gases CO e CH₄, transformando-os em CO₂ e H₂O, conforme atestado por Cardoso *et al.* (2010).

Verificou-se ao final da carbonização, Fase IV, que o volume de gases foi reduzido, sendo

necessários novos abastecimentos para manutenção da chama e combustão dos gases, além de criar um gradiente de temperatura e pressão entre a fornalha e o forno para realizar a tiragem final dos gases de dentro do forno até cessar a carbonização, resultando no gasto de 200 kg de resíduo.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A fornalha funcionou adequadamente na combustão dos gases da carbonização, reduzindo a emissão de gases poluentes. Durante um terço da carbonização não foi necessário o abastecimento com resíduos lignocelulósicos.

Quando a fornalha estiver acoplada a um maior número de fornos, a queima de resíduos para manter o funcionamento da fornalha não será necessária.

5. BIBLIOGRAFIA

CARDOSO, M. T.; DAMÁSIO, R. A. P.; CARNEIRO, A. C. O.; JACOVINE, L. A. G.; VITAL, B. R.; BARCELLOS, D. C. Construção de um sistema de queima de gases da carbonização para redução da emissão de poluentes. 2010. **Cerne**, Lavras, v. 16, Suplemento, p. 115-124, 2010.

MAGALHÃES, E. A. **Desenvolvimento e análise de uma fornalha para aquecimento direto e indireto de ar utilizando biomassa polidispersa**. 2007. 213f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

TACCINI, M. M. **Estudo das metodologias da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, referentes à avaliação de emissões de gases de efeito estufa na produção de carvão vegetal**. 2011. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Produtos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 2011.

YANG, H.; YAN, R.; CHEN, H.; LEE, D. H. ; ZHENG, C. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. 2007. **Fuel**, v. 86, p. 1781-1788, 2007.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, à CAPES, ao CNPq, SECTES, Pólo de Excelência em Florestas, ASIFLOR, Grupo Temático em Carvão Vegetal – G6.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE PAINÉIS TIPO OSB, FABRICADOS COM FLOCOS TRATADOS TERMICAMENTE

Juliana Marangon Jardim¹, Emylle Veloso Costa¹, Flávia Alves Pereira²,
Benedito Rocha Vital¹, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro¹

¹Laboratório de Painéis e Energia da Madeira/Universidade Federal de Viçosa, ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná
mjardim.juliana@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo Araújo (2012) o tratamento térmico objetiva reduzir a higroscopicidade e aumentar a estabilidade dimensional e a resistência à biodeterioração da madeira, principalmente em relação à ação de fungos, através de modificações químicas em seus constituintes.

Os efeitos conferidos pelo tratamento contribuem para agregar valor ao produto, amplia as finalidades de uso de painéis, sendo possível a exposição destes a ambientes abertos, além de proporcionar uma maior utilização da madeira.

Oriented Strand Board (OSB) é um painel reconstituído de flocos de madeira, parcialmente orientados, com a incorporação de adesivo à prova d'água e consolidados por meio de prensagem a quente. As dimensões dos flocos podem variar de 25 mm de largura por 80 a 150 mm de comprimento, podendo estar dispostos na camada interna, perpendicularmente, às camadas externas, ou de forma aleatória (CLOUTIER, 1998).

As chapas de OSB são produtos utilizados para aplicações estruturais, como suportes de piso e forro, componentes de vigas, estrutura de móveis, embalagens etc., competindo com o compensado. Por ser menos exigente do que o compensado na qualidade da matéria prima, o OSB está substituindo o mesmo em muitas aplicações (CLOUTIER, 1998).

Os painéis OSB podem ser tratados termicamente de duas formas distintas: tratamento prévio dos flocos a serem utilizadas ou tratamento do painel depois de sua confecção.

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização física de painéis tipo OSB, fabricados com flocos tratados termicamente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

A madeira utilizada, *Eucalyptus grandis*, foi doada pela empresa COPENER FLORESTAL, atual Bahia Specialty Cellulose, localizada em Alagoinhas, BA.

As toras foram desdobradas em tábuas e posteriormente foram serradas em baguetas para finalmente serem levadas ao moinho de disco para produção de flocos com dimensões de 90 x 20 x 0,33 mm.

Os flocos foram classificados manualmente em peneiras de formato retangular, com malha quadrangular com dimensão de 1,7 cm², e em seguida foram secos em estufa com circulação e renovação de ar a 103 ± 2 °C.

Os tratamentos térmicos foram conduzidos em autoclave, da marca Marconi, com controle de pressão, temperatura e vácuo. Os flocos receberam os pré-tratamentos a 180, 200 e 220 °C, durante 30, 60, 90 e 120 min, em ambiente a vácuo ou em ambiente com nitrogênio.

Após o preparo e tratamento térmico dos flocos, confeccionaram-se painéis tipo OSB com 8% de adesivo à base de fenol formaldeído e 0,5% de emulsão parafínica, com dimensões finais 40 x 40 x 1cm, tendo como meta uma densidade de 0,70 g/cm³, que foram posteriormente esquadrejados para obtenção dos corpos-de-prova, para serem submetidos a ensaios físicos.

Os corpos de prova foram climatizados em umidade relativa de $65 \pm 5\%$ e temperatura de 20 ± 3 °C e ensaiados conforme a norma da ABNT NBR 14810-3 (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Valores médios, em porcentagem, da absorção de água pelos painéis em 2h e 24h, respectivamente A-2h e A-24h, e inchamento em espessura após 2 e 24h a 90% UR, respectivamente IE-2h e IE-24h, em função da temperatura, comparadas à testemunha

Tratamento	A-2h	A-24h	IE-2h	IE-24h
180°C	19,14*	54,17*	6,68*	22,98*
200°C	17,78*	48,79*	6,09*	20,00*
220°C	13,17*	40,90*	4,50*	12,66*
Testemunha	53,67	75,56	16,96	26,66

Médias assinaladas com * diferem significativamente da testemunha, pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

A análise de variância indicou que a absorção de água pelos painéis OSB após 2 e 24 h de imersão em água foi afetada pelos tratamentos térmicos e pelo tempo adotado. A absorção dos painéis OSB termotratados foi menor em relação aos valores médios da testemunha (Tabela 1), o que já era esperado, devido à redução da higroscopicidade proporcionada pelo tratamento térmico.

A análise de variância também indicou que o inchamento em espessura dos painéis OSB após 2 e 24 h de imersão em água foi afetado pelo tempo e temperatura de tratamento dos flocos.

Tabela 2: Valores médios, expressos em porcentagem, da absorção de água pelos painéis em 2h e 24h, respectivamente A-2h e A-24h, e inchamento em espessura após 2 e 24h a 90% UR, respectivamente IE-2h e IE-24h, em função do tempo

Tratamento	A-2h	A-24h	IE-2h	IE-24h
30 min	20,91*	56,03*	7,98*	23,66*
60 min	15,88*	48,49*	5,48*	19,57*
90 min	14,98*	45,12*	5,36*	16,06*
120 min	15,02*	42,18*	4,22*	14,91*
Testemunha	53,67	75,56	16,96	26,66

Médias assinaladas com * diferem significativamente da testemunha, pelo teste de Dunnett ($\alpha = 0,05$).

Observa-se que os valores médios de inchamento em espessura de todos os painéis OSB tratados termicamente foram significativamente menores em relação à

testemunha (Tabela 2), isso se deve à maior estabilidade dimensional proporcionada pelo tratamento térmico.

A densidade aparente média dos painéis OSB fabricados com flocos sem tratamento (testemunha) e fabricados com flocos termotratados foi igual a $0,70 \text{ g/cm}^3$, conforme estabelecido.

Foi observada perda de massa nos flocos devido, principalmente, à degradação das hemiceluloses e, ou, evaporação de extrativos ocorrida antes da fabricação dos painéis. Logo, na montagem do colchão, a massa de flocos e o volume dos painéis foram os mesmos para qualquer tratamento, o que explica as densidades semelhantes de todos os painéis.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O tratamento térmico melhorou as propriedades físicas de painéis tipo OSB, fabricados com flocos de *Eucalyptus grandis*.

O aumento da temperatura de tratamento e do tempo de aquecimento dos flocos ocasionou redução da absorção de água e do inchamento após 24 h.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, S. O., VITAL, B. R., MENDOZA, Z.M.S.H., VIEIRA, T. A., CARNEIRO, A. C. O. Propriedades de madeiras termoretificadas de *Eucalyptus grandis* e SP. **Scientia Forestalis**, v. 40, n. 95, p. 327-336, set. 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Chapas de Madeira Aglomerada - Métodos de Ensaio**. ABNT NBR 14810-3. Março, 2002.

CLOUTIER, A. Oriented Strand Board (OSB): raw material, manufacturing process, properties, and uses. In: **INTERNATIONAL SEMINAR ON SOLID WOOD PRODUCTS OF HIGH TECHNOLOGY**. Belo Horizonte: 1998. p. 173-185.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, SECTES, CNPq, EMBRAPA, LAPEM, LPM, UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES ENERGÉTICAS DA MADEIRA DE *ILEX PARAGUARIENSIS* ST. HILL

Rômulo de Castro Teixeira, Marcelino Breguez Gonçalves Sobrinho, Delmar Santin,
Eliziane Luiza Benedetti, Renato Augusto Pereira Damásio
Universidade Federal de Viçosa
romolo.teixeira@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira para uso energético, em geral deve apresentar elevada densidade, alto teor de lignina, elevado poder calorífico, baixa umidade e baixo teor de minerais (BARCELLOS et al., 2005).

A cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) que ocorre na região sul do Brasil, tem como produtos da colheita folhas e galhos finos para fins comerciais, e os galhos mais grossos, são considerados como resíduo da colheita, essa biomassa residual pode chegar até 6,13 toneladas em um hectare (SANTIN et al., 2011)

Para a maioria dos produtores o grande volume do resíduo de galhos torna-se um entrave na área, principalmente para as operações de limpeza e controles fitossanitários no erval. Apesar de o próprio produtor aproveitar parte dessa biomassa como fonte de energia na própria propriedade, até o momento, ainda não se conhece o potencial energético do resíduo da colheita da erva-mate.

Portanto, o trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas e químicas dos resíduos provenientes da colheita da erva-mate em diferentes intervalos de colheita.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A densidade básica dos galhos da erva mate provenientes da colheita foi determinada pelo método de imersão em água, utilizando-se uma balança hidrostática, de acordo com a norma ABNT NBR 11941 (ABNT, 2003).

O poder calorífico superior foi determinado segundo a metodologia descrita pela norma da ABNT NBR 8633 (1984), utilizando-se uma bomba calorimétrica adiabática.

O teor de cinzas foi obtido em amostras de madeira moídas e peneiradas a uma granulometria de, aproximadamente, 0,2 mm, seguindo os procedimentos preconizados na norma ABNT NBR 8112, para determinação do teor de matérias voláteis, cinzas e carbono fixo, em base seca.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Valores médios da densidade básica, teor de cinzas e poder calorífico do resíduo da colheita de erva-mate submetida a adubação fosfatada.

Intervalo de colheita (Mês)	Densidade básica (g/cm ³)	Teor de cinzas (%)	Poder calorífico superior (Kcal/Kg)
12	0,39a	3,94a	4.468b
18	0,41a	3,93a	4.558a
24	0,40a	4,30a	4.550a
Média	0,40	4,05	4525

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95 % de probabilidade.

Avaliando o parâmetro densidade básica do resíduo da colheita da erva-mate, observa-se que não houve efeito do intervalo de colheita.

Normalmente madeira com maior idade, tende apresentar maior diâmetro, lignificação e maior densidade básica do que madeira jovem (BARCELLOS et al., 2005). Neste trabalho, não se descarta a hipótese de que a erva-mate colhida com intervalo de 18 meses, colhida em julho (inverno) e, de 24 meses, colhida em janeiro (verão) apresentasse no momento da colheita fases fisiológicas diferentes causadas pela estação do ano. Assim, plantas colhidas no inverno estariam fisiologicamente menos ativas que às colhidas

no verão, podendo ter manifestado alteração na densidade básica do galho.

O teor de cinzas é um parâmetro de suma importância quando da utilização da madeira e seus derivados para energia, pois a mesma afeta negativamente o poder calorífico da biomassa, e aumenta a demanda de limpeza dos cinzeiros das fornalhas, bem como acarreta a corrosão de metais. Segundo Browning (1963) e Barcellos *et al.* (2005), o teor de cinzas na madeira corresponde em geral a menos que 1 % base absolutamente seca. Observou-se um alto teor de cinzas no resíduo da erva-mate, isso pode ser justificado pelos tratamentos com elevadas doses de adubo fosfatado, ocasionando o aumento da quantidade de minerais na planta. Para briquetes produzidos com biomassa florestal, é aceitável um teor de cinzas até 5%.

O poder calorífico pode ser afetado por diversas características do material, como o teor de cinzas, a umidade, a composição elementar, a constituição química molecular entre outras.

O poder calorífico superior foi influenciado significativamente pelo intervalo de colheita da erva-mate. Os valores mínimos e máximos do poder calorífico observados neste trabalho foram de 4550 e 4468 kcal/kg, respectivamente em galhos com 18 e 12 meses de idade. No entanto, Barcellos (2007), cita a madeira com valores de poder calorífico em torno de 4.400 kcal/kg, valor inferior aos obtidos neste trabalho. A diferença nos valores do poder calorífico nos diferentes intervalos de colheita está associada ao teor de cinza do resíduo.

Quanto maior o teor de cinza, menor será o poder calorífico, este é influenciado também pelo teor de umidade e composição química do material. Esses resultados apontam que o resíduo de galho grosso da colheita de erva-mate apresenta potencial de uso para fins energéticos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O intervalo de colheita da erva-mate influenciou apenas no poder calorífico da biomassa residual da erva-mate.

O resíduo gerado na colheita da erva-mate pode ser utilizado como fonte de energia para comercialização.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 8112: **Carvão vegetal – análise imediata**. Rio de Janeiro. 1983.6p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 11941: **Madeira: determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

BARCELLOS, D.C. **Caracterização do carvão vegetal através do uso de espectroscopia no infravermelho** próximo. 2007. 140f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

BARCELLOS, D. C.; COUTO, L. C.; MÜLLER, M. D.; COUTO, L. O estado-da-arte da qualidade da madeira de eucalipto para produção de energia: um enfoque nos tratamentos silviculturais. **Biomassa e Energia**, v. 2, n. 2, p. 141-158, 2005.

BROWNING, B.L. The chemistry of wood. New York: John Wiley e Sons, 1963. 689p.

SANTIN, D.; ALMEIDA, I. C.; BENEDETTI, E. L.; GREICE, L. P.; BARROS, N. F. Adubação fosfatada na disponibilidade de P e produção de erva-mate em plantio comercial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33. Uberlândia, 2011. **Anais...** Uberlândia, UFU, 2011. 4 p. CD-ROM.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão de recursos. A Embrapa Florestas de Colombo – PR. Ao Departamento de Solos e ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal, UFV - MG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PRODUÇÃO DE BRIQUETES COM RESÍDUOS DA ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis* St. Hill.) PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

Marcelino Breguez Gonçalves Sobrinho, Delmar Santin, Eliziane Luiza Benedetti,
Mariana Almeida Vilas Boas, Benedito Rocha Vital
Universidade Federal de Viçosa
marcelinobreguez@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, em maior ou menor intensidade, a maioria dos países, sejam eles desenvolvidos ou não, estão promovendo ações para que as energias alternativas renováveis tenham participações significativas em suas matrizes energéticas.

Sob este enfoque, destaca-se a utilização de madeira e seus derivados para a geração de energia. Neste contexto, a cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) que ocorre na região sul do Brasil, tem como produtos da colheita folhas e galhos finos para fins comerciais, e os galhos mais grossos, são considerados como resíduo da colheita. A produção de massa seca de resíduos de erva-mate é muito variável, sendo desde 0,63 t ha⁻¹, quando o intervalo entre colheitas for de 12 meses (SANTIN et al., 2011) e, até 6,13 t ha⁻¹ com intervalo de 24 meses entre colheitas (CAMPOS, 1991).

A qualidade dos briquetes é influenciada pelas características físicas e químicas da matéria prima, e também pelos parâmetros de produção, principalmente as condições de briquetagem. A produção de briquetes apresenta diversas vantagens, destacando-se a redução do volume dos resíduos associado ao menor custo de transporte e armazenamento (VILAS BOAS, 2011). Ocorre também o aumento da densidade energética devido ao aumento da densidade do briquete em relação a densidade do resíduo.

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas e mecânicas dos briquetes produzidos com resíduo da erva-mate adubada com fósforo e colhido em diferentes intervalos de colheita.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a produção dos briquetes, amostras de galhos da cultura de erva mate, provenientes de cada tratamento, foram transformados em palitos e, posteriormente em partículas para produzir os briquetes.

Os briquetes foram produzidos em briquetadeira de laboratório, Lippel modelo LB-32, utilizando uma temperatura de 120 °C, tempo de prensagem de 5 minutos e tempo de resfriamento de 5 minutos, e pressão igual a 105,4 kgf/cm². A massa utilizada para produção de cada briquete foi de 17 gramas.

A umidade dos briquetes foi determinada de acordo com a norma ABNT NBR 9484 (1986)

A determinação da densidade aparente dos briquetes foi realizada através da pesagem e posterior imersão dos briquetes em mercúrio, obtendo-se o volume deslocado conforme o método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984).

Para determinação da carga máxima de ruptura dos briquetes utilizou-se uma máquina de ensaio universal modelo LOSENHAUSEN. Os briquetes foram submetidos à pressão contínua e progressiva até a carga de tensão de ruptura. O equipamento aplica uma força na lateral do briquete através do pistão com velocidade de ensaio pré-estabelecida de 6,0 mm min⁻¹. Foi utilizada a metodologia adaptada da norma ABNT NBR ISO 11093-9 (2009), uma vez que não existe norma específica para briquetes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Vilas Boas (2011), a densidade aparente dos briquetes é um parâmetro de extrema importância, pois define as condições de estocagem, armazenamento e transporte dos

mesmos. Neste estudo, observa-se que a densidade dos briquetes não foi afetada pelo intervalo de colheita. De modo geral, o valor médio da densidade aparente foi igual a 1,00 g/cm³.

Tabela 1. Valores médios da densidade aparente, umidade e carga máxima dos briquetes produzidos com o resíduo da colheita da erva-mate submetida a adubação fosfatada.

Intervalo de colheita (Mês)	Densidade Aparente (g/cm ³)	Umidade (%)	Carga Máxima (Kgf)
12	0,98a	10,43a	71,76a
18	1,02a	10,03b	71,82a
24	0,99a	9,88b	71,46a
Média	1,00	10,11	71,68

Médias seguidas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

A baixa umidade de equilíbrio higroscópico confere aos briquetes seu formato compactado e, conseqüentemente maior resistência. Reis *et al.* (2002) comenta que os briquetes com valores de umidade acima de 15 % podem comprometer a eficiência da sua combustão devido a relação entre poder calorífico e umidade. Deste modo, observa-se que os briquetes produzidos com resíduo da colheita da erva-mate apresentaram valores de umidade abaixo de 15%, atribuindo características desejáveis para comercialização. Não houve diferença significativa entre a umidade dos briquetes nos intervalos de colheita de 18 e 24 meses, e o maior valor médio de umidade foi encontrado para o intervalo de 12 meses de colheita. Isto pode estar associado ao estado fisiológico da planta no período da poda.

A carga de ruptura é um parâmetro que avalia os briquetes quanto ao seu manuseio, empilhamento, transporte e estocagem. Verificou-se que o parâmetro carga máxima não foi influenciado pelo intervalo de colheita da erva-mate.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Briquetes produzidos com o resíduo da erva-mate apresentam propriedades físicas e mecânicas desejáveis para o uso energético. O intervalo da colheita da erva-mate, de modo geral, não influenciou nas propriedades dos briquetes.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR 9484: **Compensado - Determinação do teor de umidade**. Rio de Janeiro. 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. NBR ISO 11093-9 - **Papel e cartão - Ensaio de tubetes-Determinação da resistência ao esmagamento**. Rio de Janeiro. 2009. 3p.

CAMPOS, M. A. A. **Balanco de biomassa e nutrientes em povoamentos de *Ilex paraguariensis*. Avaliação na safra e na safrinha**. 1991. 107 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

REIS, B. de O., SILVA, I. T. da, SILVA, M. O. da, ROCHA, B. R. P. Produção de briquetes energéticos a partir de caroço de açaí. In: Encontro Energético Meio Rural. Ano 4, Campinas, outubro de 2002. **Anais...** CD AGRENER.

SANTIN, D.; ALMEIDA, I. C.; BENEDETTI, E. L.; GREICE, L. P.; BARROS, N. F. Adubação fosfatada na disponibilidade de P e produção de erva-mate em plantio comercial. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 33. Uberlândia, 2011. **Anais...** Uberlândia, UFU, 2011. 4 p. CD-ROM.

VILAS BOAS, M. A. **Efeito do tratamento térmico da madeira para a produção de briquetes**. 2011. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da Madeira**. Viçosa, MG: SIF, 1984. 21 p. (SIF, Boletim Técnico, 1).

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão de recursos. A Embrapa Florestas de Colombo – PR. Ao Departamento de Solos e ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal, UFV - MG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DA CARBONIZAÇÃO NAS CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS DE CLONES DE *EUCALYPTUS* SP.

Bruno Geike de Andrade, Artur Queiroz Lana, Benedito Rocha Vital, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho
Universidade Federal de Viçosa – Laboratório de Painéis e Energia da Madeira
 br_geike@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Análise da anatomia do carvão vegetal é capaz de prover informações de ordem paleontológica e arqueológica da madeira que foi carbonizada. Contudo, a análise do lenho carbonizado é, também, uma ferramenta adequada para auxiliar a fiscalização da produção, comércio e transporte do carvão vegetal. A análise da estrutura anatômica dos carvões permite, também, distinguir carvões produzidos ilegalmente com madeira de espécies nativas daqueles produzidos com madeira oriunda de plantios florestais que são majoritariamente compostos por espécies do gênero *Eucalyptus*.

A estrutura anatômica do lenho altera-se durante a carbonização. Estas mudanças dependem principalmente das características da madeira, mas também são influenciadas pelo tempo e temperatura de carbonização, pelo teor de umidade inicial da madeira e pela dimensão das peças carbonizadas (PRIOR & ALVIN, 1986).

Para que a anatomia possa ser utilizada como ferramenta para propósitos de identificação do carvão, é necessário que os efeitos da carbonização sobre a estrutura anatômica sejam conhecidos. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi analisar as alterações nas características quantitativas dos vasos em clones de *Eucalyptus* sp. submetidos a carbonização.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Três clones do gênero *Eucalyptus*, com idade de cinco anos, foram analisados. Para cada clone, foi coletada uma seção do tronco, da qual foram extraídas duas amostras quadrangulares, com um cm³, em locais opostos em relação ao disco. A partir dessas amostras, lâminas da seção transversal foram produzidas e fotografadas por meio de uma câmera *Pixelink* acoplada em um microscópio *Zeiss* ajustado para um aumento de

100x. Para cada amostra foram produzidas cinco fotos. Em cada foto foram quantificados, por meio do software *AxioVision*, o número de poros, para cálculo da frequência, e o diâmetro tangencial médio de seis poros escolhidos ao acaso (fig.1).

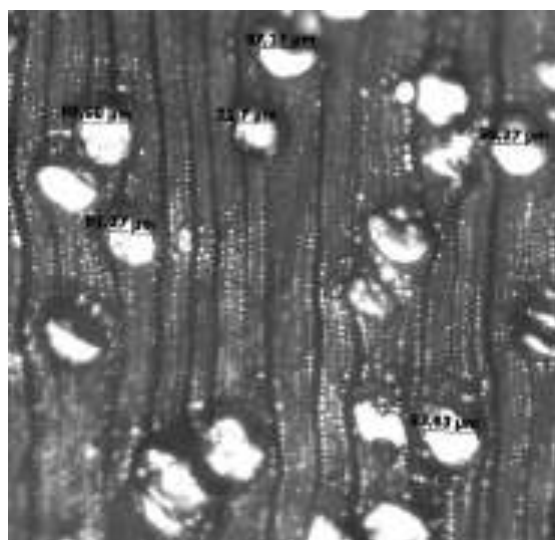


Fig. 1: Medição do diâmetro tangencial em imagem da seção transversal de carvão.

Em seguida, cada amostra foi acondicionada dentro de um cadinho de porcelana, cujo interior foi completado com areia. Os cadinhos foram envolvidos em papel alumínio e acomodados dentro de um cilindro metálico, cujo interior foi completado com madeira particulada. O cilindro foi levado ao interior de um forno elétrico, onde se iniciou a carbonização com uma temperatura de 150°C. Foi empregando um aumento de 50°C na temperatura a cada 30 minutos até atingir a temperatura final de 450°C.

Finalizada a carbonização, as amostras foram lixadas, na seção transversal, usando lixa d'água de granulometria 1200 para preparar a superfície para a aquisição de imagens. A câmera foi

acoplada a uma lupa estereoscópica *Zeiss* ajustada para um aumento de 50x

As mesmas amostras foram utilizadas para a produção das imagens da madeira e do carvão. A significância da influência da carbonização sobre as características estudadas foi interpretada com auxílio de Análise de Variância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para a frequência de poros são mostrados na tabela 1 e, para diâmetro, na tabela 2.

Tabela 1: Frequência média de poros na madeira e no carvão e significância da diferença entre eles

Clone	Madeira (poros/mm ²)	Carvão (poros/mm ²)	F
A	15,9	20,7	13,3*
B	12,3	21,3	60,9*
C	10,8	20,3	78,7*

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2: Diâmetro tangencial médio de poros na madeira e no carvão e significância da diferença entre eles

Clone	Madeira (µm)	Carvão (µm)	F
A	93,8	78,7	26,4*
B	71,6	73,7	0,4 ^{n.s.}
C	108,1	80,6	27,0*

*: significativo ao nível de 5% de probabilidade.

^{n.s.}: não significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os valores de frequência e diâmetro de poros na madeira estão de acordo com a variação encontrada por Tomazello (1985) para oito espécies do gênero *Eucalyptus*. Em geral, as mudanças decorrentes da carbonização já eram esperadas tendo em vista a contração da madeira durante a carbonização.

A frequência dos poros no carvão foi significativamente superior ao observado na madeira, sendo a contração, decorrente da carbonização, a causa provável. Resultado similar foi obtido por Muñiz et al. (2012), que, ao estudar oito espécies florestais, constataram que três apresentaram poros significativamente mais frequentes quando carbonizadas, embora uma espécie tenha apresentado resultado oposto.

Em dois clones, observou-se que o diâmetro médio dos poros foi significativamente inferior no carvão, devido, principalmente, à ocorrência da contração tangencial da amostra durante a carbonização. Contudo, para o clone B, não houve diferença significativa entre os valores encontrados. A redução no diâmetro tangencial devido a carbonização também foi observada por Muñiz et al. (2012) em três das oito espécies estudadas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O processo de carbonização promove significativas alterações na anatomia da madeira. Estas mudanças devem ser bem conhecidas para permitir a identificação de material carbonizado por meio de sua anatomia.

5. BIBLIOGRAFIA

MUÑIZ, G. I. B. de; NISGOSKI, S.; HARDOSIN, F. Z. S.; FRANÇA, R. F. Anatomia do carvão de espécies florestais. *Cerne*, Lavras, v.18, n.3, p. 471-477. 2012.

PRIOR, J.; ALVIN, K. L. Structural changes on charring woods of *Dichrostachys* and *Salix* from southern Africa: the effect of moisture content. *IAWA Bulletin*, Leuven, v.7, n.3, p. 243-250, 1986.

TOMAZELLO FILHO, M. Estrutura anatômica da madeira de oito espécies de eucalipto cultivadas no Brasil. *IPEF*, Piracicaba, n.29, p.25-36. 1985.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, à FAPEMIG, à SECTES e à Embrapa Florestas.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DO CLONE E DA REGIÃO NAS PROPRIEDADES DA MADEIRA E NO RENDIMENTO EM CARVÃO VEGETAL

Lucas de Freitas Fialho, Clarissa Gusmão Figueiró, Pedro Gustavo Ulisses Frederico,
 Angélica de Cássia Carneiro Oliveira, Benedito Rocha Vital
Universidade Federal de Viçosa / Laboratório de Painéis e Energia da Madeira
 lucas.f.fialho@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A viabilidade de qualquer empreendimento florestal depende fundamentalmente de vários fatores, como disponibilidade de terras aptas na região de plantio, condições climáticas, distância até o local de consumo, características do solo e disponibilidade de material genético adaptado e adequado ao produto final, além de boa infraestrutura (FERNANDES et al., 2011).

A avaliação da relação entre as condições edáficas e as propriedades da madeira tem se tornado cada vez mais importante.

Esse trabalho tem como objetivo foi avaliar o efeito de clones e regiões na qualidade da madeira e rendimento em carvão, visando indicar do melhor clone de *Eucalyptus* dentre os estudados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados, neste trabalho, cinco clones de *Eucalyptus* o Clone 57 (*Eucalyptus grandis*) e os Clones 1046, 1213, 1215, 1274 (ambos Híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*), provenientes dos municípios de Santa Bárbara e Ipaba, MG.

Foram coletadas cinco árvores-amostra, por clone e local, em plantios comerciais com espaçamento de 3,0 x 3,3m, aos 3 anos de idade. Na região de Ipaba os solos apresentam profundidade média a alta, textura argilo-arenosa, alta fertilidade, baixa acidez, alta compactação e erosão. Os solos na região de Santa Bárbara possuem profundidade baixa a alta, textura argilo-arenosa, baixa fertilidade, alta acidez, alta presença de cascalho, média compactação e erosão.

Foram retiradas das árvores coletadas, toretes de 1 m na base (0%), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do tronco.

Os cavacos foram transformados em serragem em moinho tipo Wiley, conforme a norma

(TAPPI, 1992). As análises foram efetuadas na fração de serragem, classificadas em peneiras de 40/60 mesh (ASTM).

A carbonização foi realizada em forno mufla de laboratório com aquecimento elétrico.

Tabela 1: Procedimentos utilizados na determinação das propriedades da madeira

Propriedades da madeira	Procedimento/ Norma
Lignina insolúvel	Método Klason, modificado por Gomide e Demuner (1986)
Lignina solúvel	Goldschimid (1971), por espectrometria
Lignina Total	Soma dos valores de lignina solúvel e insolúvel
Secagem da Madeira	Secas em estufa a 103±2°C, até massa constante
Carbonização	Temperatura inicial: 30°C Marcha: 1,56°C/minuto Temperatura final: 450°C Período de estabilização: 30 minutos

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando estabelecidas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior densidade básica da madeira foi encontrada no clone 1213, em ambas as regiões. A densidade básica da madeira foi pouco afetada entre as regiões analisadas. Santos et al., (2012) não observou alterações na densidade básica para as diferentes regiões.

Tabela 1: Valores médios da densidade básica da madeira (DB), rendimento em carvão vegetal (RGV) e lignina total (LIGTO) em g/cm³ e %, por clone e por região.

Região	Clone	DB	RCV	LIGTO
Santa Bárbara	57	0,438 a	29,78 a	30,55 a
		0,438 a	29,61 a	29,75 b
Santa Bárbara	1046	0,428 a	29,22 a	29,00 b
		0,424 a	29,62 a	30,20 a
Santa Bárbara	1213	0,464 a	29,19 a	29,55 a
		0,469 a	28,68 a	29,25 b
Santa Bárbara	1215	0,447 a	29,65 a	30,35 a
		0,440 a	29,58 a	30,05 a
Santa Bárbara	1274	0,422 b	29,67 a	31,10 a
		0,437 a	29,49 a	30,65 b

Médias seguidas de uma mesma letra dentro da região, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2: Valores médios da densidade básica da madeira (DB), rendimento em carvão vegetal (RGV), lignina total (LIGTO), em g/cm³ e %, por clone e por região.

Região	Clone	DB	RCV	LIGTO
Santa Bárbara	57	0,438 bc	29,78 a	30,55 b
	1046	0,428 cd	29,22 a	29,00 d
	1213	0,464 a	29,19 a	29,55 c
	1215	0,447 b	29,65 a	30,35 b
	1274	0,422 d	29,67 a	31,10 a
Ipaba	57	0,438 b	29,61 ab	29,75 c
	1046	0,424 c	29,62 a	30,20 b
	1213	0,469 a	28,68 b	29,25 d
	1215	0,440 b	29,58 ab	30,05 bc
	1274	0,437 b	29,49 ab	30,65 a

Médias seguidas de uma mesma letra dentro da região, não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O rendimento gravimétrico em carvão vegetal não foi afetado significativamente entre os diferentes clones na região de Santa Bárbara, enquanto que na região de Ipaba, observa-se o maior rendimento em carvão para a madeira do clone 1046.

O rendimento em carvão vegetal da madeira dos clones não apresentaram diferenças significativas entre as diferentes regiões analisadas.

Nas regiões de Santa Bárbara e Ipaba os maiores teores de lignina foram observados para a madeira do clone 1274. Assim como na densidade básica observa-se que os teores de lignina não foram influenciados por fatores edáficos.

4. CONCLUSÕES

A influência das regiões não aparece significativamente nos resultados obtidos nessa pesquisa, embora cada região apresente um clone destacando-se positivamente dos demais, como o clone 57 (*Eucalyptus grandis*) em Santa Bárbara e o clone 1046 (*Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus Urophylla*) em Ipaba. Logo se faz necessário um estudo prévio da região antes da escolha o melhor clone para carvão vegetal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERNANDES et al. Influência da produtividade de clones híbridos de eucalipto na densidade da madeira e na polpação Kraft., **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 143-150, jun. 2011.

FERREIRA, C. A.; FREITAS, M.; FERREIRA, M. A. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus* spp, em função da idade e qualidade do local. **Boletim informativo IPEF**, Piracicaba, v. 6, n. 20, p. b1-b19, nov. 1978.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O PAPEL**, v. 47, n.8, p.36-38, 1986.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra, In: Lignins: occurrence, formation, structure and reactions, K. V. Sarkanen, & C. H. Ludwig. New York, John Wiley & Sons. 1971. p.241-266.

SANTOS, et al. Propriedades da madeira e estimativas de massa, carbono e energia de clones de *Eucalyptus* plantados em diferentes locais. **Revista Árvore**. vol.36 no.5 Viçosa Sept./Oct. 2012

TECHINICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. **Tappi test methods**: 1992-1993. Atlanta, 1992.

VITAL, B. R. **Métodos de determinação de densidade da madeira**. Viçosa: SIF, 1984. 21p. (Boletim técnico, 1).

5. AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq, Embrapa Florestas, Grupo Temático em Carvão G6.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES DE *PELLETS* PRODUZIDOS COM RESÍDUOS DO PROCESSAMENTO PRIMÁRIO DA MADEIRA DE *Pinus sp.*

Matheus Perdigão de Castro Freitas Pereira, Bárbara Luísa Corradi Pereira, Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho, Aylson Costa Oliveira, Danilo Barros Donato
Universidade Federal de Viçosa / Laboratório de Painéis e Energia da Madeira
 matheus.perdigao@live.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente observa-se uma crescente importância do setor florestal para a economia brasileira, além da atividade florestal ter crescido no mundo inteiro nas últimas décadas. Proporcionalmente ao crescimento das atividades florestais está o aparecimento de resíduos oriundos destas atividades. O resíduo é definido como substância, material ou produto que sobra de um processo de produção ou exploração, de transformação ou de utilização (QUIRINO, 2002).

Visando a diminuição de impactos ambientais advindos do aparecimento dos resíduos e um melhor aproveitamento da matéria-prima, a peletização é uma alternativa.

A peletização consiste num processo de trituração e compactação que utiliza pressões para transformar os referidos resíduos em *pellets*, os quais possuem melhor potencial de geração de calor (energia) em relação aos resíduos *in natura* (ALVES JÚNIOR *et al.*, 2003). Além disto, diminui-se gastos com transporte, armazenamento e manuseio.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo produzir e avaliar algumas propriedades de *pellets* de resíduos do processamento da madeira de *Pinus sp.*

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a trituração e homogeneização do resíduo de processamento primário da madeira de *Pinus*, obtido na região de Viçosa, MG, utilizou-se um moinho martelo. Posteriormente, uma peneira com malha de 2,0 mm foi utilizada para seleção do material. Foi avaliada a composição química e composição elementar do material a ser peletizado.

A peletizadora utilizada foi o modelo 14-175 da marca Amandus Kahl, com capacidade para produção de 50 kg.h⁻¹. A temperatura de peletização variou de 90 a 100 °C e velocidade

em torno de 1500 rpm. Avaliaram-se algumas propriedades dos pellets, conforme as normas apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Normas utilizadas para determinação dos parâmetros:

Parâmetro determinado	Norma utilizada
Diâmetro e comprimento	EN 16127 (DIN, 2010)
Umidade da biomassa e dos <i>pellets</i>	EN 14774-2 (DIN, 2010)
Densidade a granel da biomassa e dos <i>pellets</i>	EN 15103 (DIN, 2010)
Porcentagem de finos e durabilidade mecânica	EN 15210-1 (DIN, 2010)
Porcentagem de cinzas	EN 14775 (DIN, 2010)
Poder calorífico	EN 14918 (DIN, 2010)

A verificação da adequação dos parâmetros obtidos foi feita comparando-se com a classe B da norma alemã EN 14961-2 (DIN, 2010) para uso não industrial de pellets, a qual enquadra os resíduos de processamento de madeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química e elementar dos resíduos de madeira de *Pinus* é apresentada na Tabela 2.

Dentre os componentes químicos, a lignina pode aumentar as características de ligação dos *pellets*, durante a densificação do material. Isto porque a lignina apresenta um ponto de fusão em temperatura próxima a 100°C, tornando-se plástica e com propriedades termofixas (VAN DAM *et al.*, 2004).

Considerando-se que os *pellets* são produzidos para fins energéticos, maiores teores de lignina na matéria-prima são desejáveis. Este fato relaciona-se com a maior resistência à degradação térmica das ligninas, liberando-se uma grande quantidade de energia para tal (ROWELL *et al.*, 2005). Em relação à composição elementar da matéria-prima para

produção de *pellets*, maiores teores de carbono e hidrogênio são requeridos já que possuem maior poder calorífico que os outros elementos.

Tabela 2: Composição química e elementar dos resíduos da madeira de *Pinus*

Composição Química	(%)
Extrativos	3,92
Lignina Total	30,35
Holocelulose	69,65
Nitrogênio	0,00
Composição Elementar	(%)
Carbono	52,30
Hidrogênio	6,00
Enxofre	0,10
Oxigênio	34,20

Na tabela 3 são apresentadas as propriedades dos *pellets* de *Pinus* sp. e também a Norma Européia DIN EN 14961-2, para comparação.

Tabela 3: Propriedades dos *pellets* e parâmetros da norma DIN EN 14961-2:

Parâmetro	Unidade	Pinus	Norma DIN EN 14961-2 Classe B
Diâmetro	mm	6,06 (0,07)	D06 6 ± 1
Comprimento	mm	18,37 (0,41)	$3,15 \leq L \leq 40$
Umidade (M)	% base úmida	8,62 (0,08)	$M \leq 10$
Teor de cinzas (A)	% base seca	0,28 (0,09)	$A \leq 3,0$
Durabilidade Mecânica (DU)	%	96,62 (0,95)	$DU \geq 96,5$
Finos (F)	%	0,17 (0,12)	$F \leq 1,0$
Poder Calorífico Líquido (Q)	MJ/kg	16,84 (0,13)	$16,0 \leq Q \leq 19,0$
Densidade a granel (BD)	kg/m ³	590 (0,01)	$BD \geq 600$

Onde: (...) = desvio padrão da média.

Foi observado que os parâmetros diâmetro, comprimento, umidade, teor de cinzas, durabilidade mecânica, finos e poder calorífico líquido obtiveram valores satisfatórios atendendo à classe B da norma EN 14961-2 (DIN, 2010).

Quanto à densidade a granel, os *pellets* não atenderam à norma, ficando abaixo de 600 kg/m³. Tal fato pode ser contornado aumentando-se a força de compressão exercida durante a peletização. Mani *et al.* (2006) estabeleceram que a densidade é uma das melhores características para se indicar a qualidade de um *pellet*, embora os autores também ressaltaram que o aumento da densidade pode acarretar um aumento na friabilidade do material.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A produção de *pellets* com resíduos de processamento da madeira de *Pinus* é viável, uma vez que a maioria dos parâmetros atende à Norma Européia DIN EN 14961-2 e a densidade à granel, que não atendeu à norma, pode ser modificada nas etapas do processo produtivo.

5. BIBLIOGRAFIA

ALVES JUNIOR, F. T. et al. 2003. **Utilização de biomassa para briquetagem como fonte de energia alternativa e a disponibilidade deste recurso na região do Cariri-CE.** XXIII Encontro Nac. de Eng. de Produção - Ouro Preto, MG, Brasil, 2003.

DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG - **Solid biofuels.** Alemanha, 2012.

MANI, S.; TABIL, L.G.; SOKHANSANJ, S. Effects of compressive force, particle size and moisture content on mechanical properties of biomass *pellets* from grasses. **Biomass and Bioenergy**, v.30, p. 648-654, 2006.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais.** Disponível em: <www.funtec.org.br/arquivos/aproveitamento.pdf>. Acesso em 21 de maio de 2013.

ROWELL, R.M.; PETERSEN, R.; HAN, J.S.; ROWELL, J.S.; TSHABALALA, M.A. 2005. **Cell Wall Chemistry.** In: Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites, Rowell, R.M. (Ed.). Boca Raton: CRC Press, p.121-138.

VAN DAM, J.; VAN DEN, O. M.; TEUNISSEN, W.; KEIJERS, E.; PERALTA, A. Process for production of high density/high performance binderless boards from whole coconut husk Part 1: lignin as intrinsic thermosetting binder resin. **Industrial Crops and Products**, v. 19, p. 207-216, 2004.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à FAPEMIG, à SECTES, ao LAPEM.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



SECAGEM AO AR LIVRE DE TORAS DE *Corymbia citriodora*

Antônio José Vinha Zanuncio¹, Thiago Campos Monteiro², Amélia Guimarães Carvalho¹, Elisa Mousinho Gomes Carvalho Silva³, José Tarcísio Lima³

¹Universidade Federal de Viçosa, ²Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, ³ Universidade Federal de Lavras
ajvzanuncio@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O mundo busca formas de substituir o consumo de combustíveis fósseis. Sendo a madeira importante neste papel. Dentre seus produtos derivados para fins energéticos, o carvão vegetal apresenta posição importante na geração de energia, principalmente devido ao caráter renovável dessa matéria-prima.

A umidade da madeira deve ser observada no processo de carbonização. Dentro do forno, a vaporização da água da madeira demanda energia, geralmente fornecida pela queima da própria madeira. Como consequência, a umidade afeta negativamente a produção de carvão vegetal, expressa pelo rendimento gravimétrico (ARRUDA et al., 2011).

No Brasil, a secagem de toras ao ar livre é o método mais empregado devido ao seu baixo custo (BRAND et al., 2011). Tecnicamente, o ideal seria a utilização da madeira na umidade de equilíbrio, entretanto abaixo do ponto de saturação das fibras, a perda de umidade é muito lenta, inviabilizando parte do processo, desse modo, os produtores de carvão visam à obtenção de toras com umidade em torno de 35% (BRAND et al., 2011).

Os estudos de secagem da madeira abordam principalmente a secagem da madeira serrada, trabalhos com secagem da madeira roliça como os de Rezende et al. (2010) são escassos. Os estudos que avaliam a umidade na carbonização utilizam material com umidade homogênea em todo o corpo de prova (ROUSSET et al., 2011), o que não corresponde a situação de campo, onde a umidade possui uma distribuição heterogênea ao longo da tora. O objetivo foi avaliar a umidade de toras de *Corymbia citriodora* secas ao ar livre

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram retiradas toras de 1,1 metro na base, a 50 e a 100% da altura comercial de três indivíduos de *C. citriodora* com sete anos. Logo após, um disco de 5 cm foi retirado de cada extremidade de cada tora para determinação da umidade. A umidade média dos discos retirados de cada tora foi inferida como sua umidade média. A seguir, a tora remanescente foi impermeabilizada na superfície transversal e a secagem avaliada por 90 dias em Lavras-MG.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade inicial média dos indivíduos de *C. citriodora* foi 78,47; 75,43 e 67,72% e a final de 31,13; 20,49 e 17,07% para as toras da base, meio e topo respectivamente (Fig. 1).

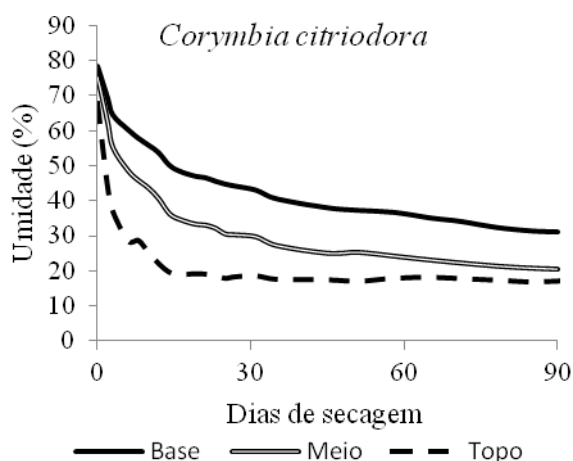


Fig. 1: Curvas de umidade em função dos dias de secagem para *C. citriodora*

Houve maior perda de água por parte das toras nos primeiros 15 dias, neste período, a madeira possui grande quantidade de água livre, que é facilmente removida da madeira, aumentando a taxa de secagem (REZENDE et al., 2010).

Devido impermeabilização da superfície transversal, a perda de água se deu principalmente pelo sentido longitudinal. Desse modo, as toras de menor diâmetro apresentaram maior taxa de secagem e menor umidade final após 90 dias de secagem.

Todas as amostras da base, meio e topo atingiram umidade inferior a 35%, podendo ser utilizada para carbonização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A secagem ao ar livre por 90 dias se mostrou efetiva na secagem de toras de *C. citriodora*, com 31,13; 20,49 e 17,07% de umidade para as toras da base, meio e topo respectivamente, sendo que todas elas alcançaram umidade inferior a 35%, recomendado para carbonização

5. BIBLIOGRAFIA

ARRUDA, T.P.M.; PIMENTA, A.S.; VITAL, B.R.; DELLA LUCIA, R.M.; ACOSTA, F.A. Avaliação de duas rotinas de carbonização em fornos retangulares. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.35, n.4, p.949-955, 2011.

BRAND, M.A.; MUÑIZ, G.I.B.; QUIRINO, W.F.; BRITO, J.O. Storage as a tool to improve wood fuel quality. **Biomass and Bioenergy**, v.35, n.7, p.2581-2588, 2011.

REZENDE, R.N.; LIMA, J.T.; SILVA, J.R.M.; NAPOLI, A.; ANDRADE, H.B.; FARIA, A.L.R. Air drying of logs from *Eucalyptus urophylla* clone for carbonization use. **Cerne**, Lavras, v.16, n.4, p.565-572, 2010.

ROUSSET, P.; FIGUEIREDO, C.; DE SOUZA, M.; QUIRINO, W. Pressure effect on the quality of eucalyptus wood charcoal for the steel industry: A statistical analysis approach. **Fuel Processing Technology**, v.92, n.3, p.1890-1897, 2011.

AGRADECIMENTOS

À Capes, Fapemig e VM florestal, pelo fornecimento do material de trabalho e aporte financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CRITÉRIOS PARA DEFINIÇÃO DA IDADE TÉCNICA DE CORTE EM FLORESTAS DE EUCALIPTO DESTINADAS A ENERGIA

Vagner Luiz Ribeiro, Thiago Taglialegna Salles, Sebastião Renato Valverde,
Artur Queiroz Lana, Maria Fernanda Vieira Rocha
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal
vagner.luiz@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A idade de corte de um talhão representa uma das principais variáveis de decisão em planos de manejo florestal (RODRIGUEZ et al., 1997). No Brasil, a idade técnica de corte (ITC) de povoamentos de Eucalipto tem sido definida como o ponto onde há a maior produtividade média em volume de madeira (RODRIGUEZ et al., 1997; DIAS et al., 2005; MELIDO, 2012).

Este critério sempre foi amplamente aplicado a plantios destinados à produção de celulose. Todavia, quando se pretende destinar a produção florestal para energia, a característica desejada pode não ser o volume de madeira, mas sim a quantidade de massa seca de madeira obtida com o povoamento. Isto porque a energia em potencial é obtida em função da massa e do poder calorífico da biomassa florestal.

Diante disso, este estudo buscou definir, para uma mesma situação, a ITC com base no volume e na massa de madeira, e avaliar qual a melhor opção para “florestas energéticas”.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados para a condução deste estudo foram extraídos a partir dos resultados do trabalho de Rocha et al. (2012). A amostragem no referido trabalho foi feita em um experimento sobre espaçamento contendo um clone híbrido de eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus camaldulensis*). As informações de densidade básica, produtividade de massa seca e produtividade em volume nos espaçamentos 3,0 x 1,5 m, 3,0 x 2,0 m e 3,0 x 3,0 m foram empregadas nas análises.

Inicialmente ajustou-se o modelo de Schumacher (1939), expresso pela eq.(1), aos dados de massa e volume de madeira para gerar as curvas estimadas para os três espaçamentos.

$$Y = \exp(\beta_0 + \beta_1 / I) + \varepsilon \quad (1)$$

em que Y é a massa ou volume de madeira, em t/ha ou m³/ha respectivamente; I é a idade do

povoamento, em anos; β_i são os coeficientes do modelo e ε é o erro aleatório, onde $\varepsilon \sim N(0, \sigma^2)$. Em seguida as estimativas de incremento médio anual em volume (IMAV) e incremento médio anual em massa (IMAM) foram obtidas dividindo-se a equação ajustada pela idade. Por fim, as idades técnicas de corte para as duas situações propostas foram definidas com base nos valores máximos de IMAV e IMAM, e o resultado avaliado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As idades técnicas de corte com critério de máxima produtividade média em volume (ITC [V]) foram maiores do que as obtidas com base no incremento em massa (ITC [M]) (tabela 1). Rezende & Ferraz (1986) obtiveram resultados semelhantes comparando IMAV e IMAM.

Tabela 1: Idades técnicas de corte baseadas em produtividade média em volume (ITC [V]) e massa de madeira (ITC [M]).

Espaçamento (m)	ITC [V] (meses)	ITC [M] (meses)
3,0 x 1,5	39	45
3,0 x 2,0	45	54
3,0 x 3,0	48	60

Percebeu-se que, quanto maior o espaçamento, maior a diferença entre a ITC [V] e a ITC [M].

A fig.1 ilustra o comportamento do IMAV e IMAM para o espaçamento de 3,0 x 3,0 m. Os pontos de máximo das duas variáveis estão destacados, ocorrendo em momentos distintos, como apresentado na tabela 1.

Vê-se na fig.1 que no momento em que ocorre a ITC [V] (aproximadamente aos quatro anos), a produtividade média em massa de madeira ainda está em aceleração, chegando ao máximo próximo aos cinco anos. A tabela 2 mostra as diferenças entre a produtividade de madeira em massa para as duas situações de ITC propostas.

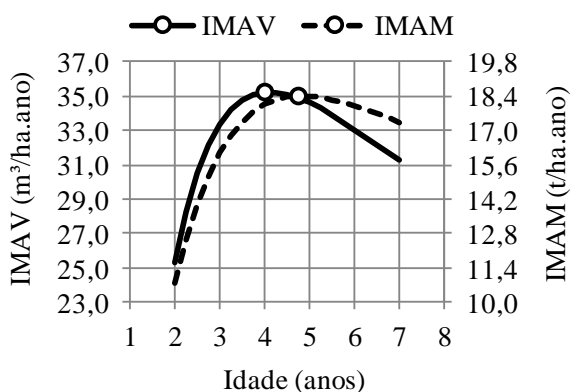


Fig. 1: Incremento médio anual em volume (IMAV) e incremento médio anual em massa (IMAM) para eucalipto plantado em espaçamento 3,0 x 3,0 m.

Tabela 2: Massa de madeira produzida por hectare na ITC [V] e na ITC [M].

Espaçamento (m)	Massa de madeira (t/ha)	
	ITC [V]	ITC [M]
3,0 x 1,5	75,3	87,4
3,0 x 2,0	73,7	89,7
3,0 x 3,0	72,2	92,0

Para o espaçamento de 3,0 x 1,5 m, a diferença da produtividade entre as duas alternativas de ITC foi igual a 16%, para 3,0 x 2,0 m foi igual a 22% e para 3,0 x 3,0 foi igual a 27%. Levando em consideração que, como já mencionado, a energia em potencial é obtida em função da massa e do poder calorífico da biomassa florestal, as diferenças apresentadas fazem crer que a melhor decisão para corte de uma floresta, objetivando produção de energia, deve ser feita com base na produtividade média em massa e não em volume.

Deve-se entender que a escolha pelo corte via idade técnica deve ser feita em projetos onde o objetivo é a máxima produtividade da floresta. Como apontado por Hostad (1987), para projetos onde o foco é a venda da madeira, o objetivo do produtor não é a produção em massa ou volume, mas em valores, medidos em termos de dinheiro. Neste caso faz-se necessária, além da avaliação da produtividade, uma análise das receitas e custos do projeto visando definir uma idade ótima de corte baseada em fatores econômicos. Caso a madeira seja vendida pelo produtor por unidade de massa, as evidências esplanadas no presente estudo são de total relevância. Entretanto, caso a venda seja feita por unidade de volume, os critérios de idade de corte baseados em massa não trazem benefício econômico ao produtor florestal.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para florestas destinadas à produção de energia, onde o objetivo é a máxima produtividade de biomassa, a escolha pela idade de corte deve ser feita baseada na máxima produtividade média em massa.

Potencialmente, um estudo envolvendo os fatores econômicos contidos neste tipo de projeto irá expor as diferenças financeiras entre os critérios de corte baseados em massa ou volume.

5. BIBLIOGRAFIA

DIAS, A. N.; LEITE, H. G.; CAMPOS, J. C. C.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F. de. Emprego de um modelo de crescimento e produção em povoamentos desbastados de eucalipto. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p. 731-739, 2005.

HOSTAD, O. Comentário ao artigo sobre incrementos e idade ideal de corte para *Eucalyptus grandis* de Rezende e Ferraz. **Scientia Forestalis**, n. 37, p. 73-74, 1987.

MELIDO, R. C. N. **Avaliação técnica e econômica de dois projetos florestais com eucalipto para fins energéticos**. 2012. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade de Brasília, Brasília, DF.

REZENDE, M. A.; FERRAZ, E. S. B. Incrementos anuais de volume, massa e idade ideal de corte para *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, n. 32, p. 43-8, 1986.

ROCHA, M. F. V.; VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. de C. O.; CARVALHO, A. M. L.; NOGUEIRA, G. S.; COUTO, L. Efeito da idade e do espaçamento nas propriedades da madeira para energia. **Biomassa & Energia**, v. 5, n. 1, p. 27-35, 2012.

RODRIGUEZ, L. C. E.; BUENO, A. R. S.; RODRIGUES, F. Rotações de eucaliptos mais longas: análise volumétrica e econômica. **Scientia Forestalis**, n. 51, p. 15-28, 1997.

SCHUMACHER, F. X. A new growth curve and its application to timber studies. **Journal of Forestry**, v. 37, p. 819-820, 1939.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.



PRODUÇÃO DE ADESIVO A BASE DE AMIDO DE MILHO (*Zea Mays*)

Lívia Paula Maia, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho,
Benedito Rocha Vital
Universidade Federal de Viçosa
livia.maia@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A fécula de milho contém de 60 a 68% de amido, e é utilizada principalmente na indústria alimentícia, mas ultimamente ela tem se destacado como base na fabricação de adesivos para colagem de papel reciclado na indústria de tubetes.

Na natureza, o amido encontra-se em forma de grânulos ou grãos, estes são relativamente densos ou insolúveis e se hidratam deficientemente em água fria. Para que o amido se dilua com uma maior eficiência em água, ele precisa passar por dois processos: Gelatinização e Sacarificação.

Os grânulos de amidos são estruturas bem organizadas de amilopectina e de moléculas de amilose. Para que a gelatinização aconteça, aumenta-se a temperatura do amido até que estes grânulos comecem a se romper, permitindo que água penetre em sua estrutura. À medida que o aquecimento prossegue, os grânulos incham cada vez mais com a entrada da água e a sua estrutura vai sendo alterada. Com água em quantidade suficiente, a estrutura se rompe, obtendo-se uma dispersão viscosa que pode formar um gel.

Já a sacarificação é um processo de hidrólise, onde o amido é convertido em açúcares fermentáveis. Normalmente é realizada a hidrólise ácida, onde é adicionado um ácido forte que quebra as moléculas de amido, transformando-as em moléculas menores.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da hidrólise ácida sobre a molécula de amido de milho visando sua utilização na produção de adesivos para indústria de tubetes de papelão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se fécula de milho contendo 2% de umidade e granulometria de 200 mesh, proveniente do comércio local.

Para a hidrólise do amido utilizou-se ácido clorídrico na concentração de 10 molar.

O experimento consistiu em adicionar diferentes percentuais de ácido (2, 4 e 6%) sobre a massa de amido (base seca), em três repetições.

Para proceder a hidrólise ácida utilizou-se uma placa aquecedora com aquecimento manual.

Num béquer de 1000ml foi adicionado a mistura do amido de milho e o percentual relativo de ácido clorídrico, conforme cada tratamento.

Depois procedeu-se a mistura manual do amido com ácido utilizando-se um bastão de vidro para quebrar possíveis grânulos formados. Obtendo-se homogeneização, o béquer contendo o material foi levado a uma placa aquecedora na temperatura de 150°C.

Após a produção do amido modificado a partir da hidrólise ácida, o mesmo foi solubilizado numa razão de 50/50 (vv) para determinação das propriedades dos adesivos. Determinou-se o pH, teor de sólidos e viscosidade (brookfield).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de viscosidade, pH e teor de sólidos dos adesivos após hidrólise ácida do amido.



Tabela 1.: Propriedades dos adesivos a base de amido hidrolisado

HCl (%)	pH	Viscosidade kg/(m*s)	Teor de sólidos (%)
2%	2,88	4050	49,33
4%	2,85	2225	43,8
6%	2,71	3025	49,54

A medida que se aumenta a quantidade de ácido adicionado sobre a massa de amido, observa-se uma diminuição da viscosidade, quanto ao pH do adesivo, verifica-se que o mesmo não sofre reduções drásticas como esperado, provavelmente devido à alta capacidade tampão do amido

Observou-se que, para cada experimentação foi necessário diferentes períodos de tempo para atingir a cor amarelada na fécula. O tratamento que continha 2% de ácido clorídrico adicionados à base seca (fécula de amido) precisou de cerca de 90 minutos sob a placa aquecedora até atingir o ponto esperado, já o tratamento de 4% e 6% precisou de 75 e 60 minutos respectivamente, sob as mesmas condições, até atingir o ponto da cor esperada.

A diferença observada no tempo de aquecimento é devido a influência do ácido clorídrico na velocidade da reação de rompimento da molécula de amido. Tendo em vista que a temperatura manteve-se constante nos três tratamentos. Dessa maneira, observa-se que quanto maior é o percentual de ácido clorídrico adicionado à fécula de amido mais rápida é a reação de quebra da molécula polissacarídica.

Utilizou-se de dois fatores para a quebra das cadeias das moléculas de amido, a temperatura e a adição de um ácido forte.

Dessa maneira, além da cor amarelada esperada, as amostras também apresentaram

pontos acinzentados, que ocorreram em maior concentração proporcionalmente à quantidade de ácido adicionado sobre a massa seca. Isso ocorreu provavelmente, devido à ação do ácido, que em maiores quantidades, quebra as grandes cadeias de amido em monômeros. Portanto, quanto maior a quantidade de ácido adicionado à fécula de amido, maior a produção de monômeros e conseqüentemente maior a concentração de pontos acinzentados.

4. CONCLUSÕES

Com esse experimento foi possível concluir que a utilização da concentração de 2% de HCl no preparo do amido é o mais recomendável para a produção de adesivo a base de amido de milho, pois valores de viscosidade muito baixa para utilização como adesivos para tubetes torna-o inadequado em função da baixa gramatura do papel e da pressão exercida sobre a fita do mesmo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, T. D. *Árvore do conhecimento*, Agroenergia. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/agroenergia/arvore/CONT000fbl23vn102wx5eo0sawqe3djg2152.html>>. 09/05/2013

ALMEIDA, V. C., *Efeito da adição de cargas e extensor nas propriedades do adesivo de uréia-formaldeído e dos compensados de pinus e paricá*. Universidade Federal de Viçosa, 2009. Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal. Viçosa, Minas Gerais.

6. AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq, LAPEM, LPM, UFV, TUBOMINAS.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO TÉRMICO NA UMIDADE DE EQUILÍBRIO HIGROSCÓPICO DOS FLOCOS E DOS PAINÉIS OSB DE *Eucalyptus grandis*

Emylle Veloso Santos Costa¹, Juliana Marangon Jardim¹, Flávia Alves Pereira², Benedito Rocha Vital¹, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro¹

¹Universidade Federal de Viçosa, ²Universidade Tecnológica Federal do Paraná
emylleleveloso@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O painel de partículas orientadas (OSB) é de uso estrutural e reconstituído por flocos longos de madeira com formato retangular. Os flocos são incorporados com adesivos à prova d'água, dispostos perpendicularmente à superfície e consolidados através da prensagem à quente. Os painéis OSB exigem menos na qualidade da matéria-prima em relação aos compensados, entretanto, apresentam menor estabilidade dimensional.

O tratamento térmico é um dos métodos utilizados para reduzir a higroscopicidade e melhorar a estabilidade dimensional dos painéis OSB. De acordo com Brito *et al.* (2006), esse procedimento consiste em aquecer os flocos em temperaturas menores do que àquela considerada essencial para transformar os constituintes químicos da madeira, trabalhando-se numa faixa entre 100 e 250° C.

Nesse tratamento, ocorre à degradação térmica dos componentes químicos mais susceptíveis da madeira, como as hemiceluloses, e em consequência, tem-se a higroscopicidade da madeira reduzida e os problemas de contração e inchamento atenuados, melhorando propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB (PAUL *et al.*, 2006).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influencia do tratamento térmico na umidade de equilíbrio higroscópico dos flocos de *Eucalyptus grandis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada madeira de *E. grandis* proveniente da empresa COPENER FLORESTAL, atual Bahia Specialty Cellulose, localizada em Alagoinhas, BA. As toras de *E. grandis* foram serradas em baguetas e imersas em água até a

sua total saturação. Em seguida, as baguetas foram reduzidas a flocos.

O pré-tratamento foi realizado em autoclave a temperaturas de 180, 200 e 220°C, durante 30, 60, 90 e 120 minutos, em ambiente a vácuo ou em ambiente com nitrogênio. Os painéis foram produzidos com 8% de adesivo fenol formaldeído e prensados a 32 kgf/cm² por 8 minutos a 170 °C.

A umidade de equilíbrio higroscópico foi obtida conforme as normas citadas pela ABNT NBR 14810-3 (2002). Para as análises estatísticas, foi empregado o *software* SAEG, realizando-se o teste de Dunnett a 5% de probabilidade para a comparação da testemunha com as médias dos painéis termotratados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores de umidade de equilíbrio higroscópico encontrados para os flocos em cada temperatura de tratamento e na testemunha.

Tabela 1: Valores médios da umidade de equilíbrio higroscópico dos flocos (UEF) de *E. grandis* tratados termicamente em função da temperatura.

Temperatura (°C)	UEF (%)
180	8,19 *
200	5,00 *
220	7,32 *
Testemunha	10,52

Médias assinaladas com * diferem significativamente da testemunha pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Observou-se que a umidade de equilíbrio higroscópico dos flocos que receberam tratamento térmico foi significativamente menor que da testemunha. Possivelmente, ao aquecer

os flocos, ocorreu redução da quantidade de grupos hidroxílicos disponíveis. Segundo Vital e Della Lucia (1982), o efeito da temperatura sobre a umidade de equilíbrio depende do tempo do tratamento térmico, afirmação comprovada com os resultados obtidos para a influência do tempo de tratamento na UEF (tabela 2).

Tabela 2: Valores médios da umidade de equilíbrio higroscópico dos flocos (UEF) e dos painéis OSB (UEP), produzidos com *E. grandis*, em função do tempo submetido ao tratamento térmico

Tempo (min)	UEF (%)	UEP (%)
30	7,82	8,86
60	6,16 *	8,46
90	6,84 *	8,31
120	6,54 *	7,52 *
Testemunha	10,52	8,66

Médias assinaladas com * diferem significativamente da testemunha pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Observou-se que a umidade de equilíbrio dos flocos tratados termicamente reduziu significativamente em relação à testemunha, exceto aqueles tratados durante apenas 30 min.

A umidade de equilíbrio dos painéis OSB, produzidos com flocos tratados durante 120 min foi menor que na testemunha. Provavelmente, esse resultado se deve à maior degradação térmica provocada pelo superior tempo de aquecimento dos flocos, em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). Ressalta-se que a discrepância em relação à umidade de equilíbrio dos flocos em comparação à dos painéis OSB, pode ser devido ao adesivo fenol-formaldeído que, possivelmente, conferiu à testemunha resultados semelhantes aos painéis com flocos tratados a 30, 60 e 90 min.

Na tabela 3 estão apresentados os valores médios da umidade de equilíbrio dos flocos em função do ambiente, comparados à testemunha.

Tabela 3: Umidade de equilíbrio higroscópico dos flocos (UEF) de *E. grandis* tratados termicamente em função do ambiente.

Ambiente	UEF (%)
Vácuo	7,16 *
Nitrogênio	6,52 *
Testemunha	10,52

Médias assinaladas com * diferem significativamente da testemunha pelo teste de Dunnett, a 5% de probabilidade.

Verificou-se que a umidade de equilíbrio dos flocos pré-tratados foi afetada pelos ambientes com nitrogênio e a vácuo, diferindo-se estatisticamente em relação à testemunha.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O tratamento térmico reduz a umidade de equilíbrio higroscópico dos flocos tanto em ambientes com nitrogênio quanto em ambientes a vácuo. A temperatura e o tempo de tratamento que apresentaram os melhores resultados foram 220° C e 120 minutos, respectivamente, não apresentando diferença entre os ambientes na qual os flocos foram tratados.

Os resultados justificam investimentos na utilização do tratamento térmico na fabricação de painéis OSB produzidos com madeira de *Eucalyptus grandis*, visando o aumento da qualidade do produto em virtude da redução da umidade de equilíbrio higroscópico dos flocos.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14810:** Chapas de Madeira Aglomerada -Métodos de Ensaio. Rio de Janeiro. 2002.

BRITO, O. T., GARCIA, J. N., JUNIOR, G. B., PESSOA, A. M. DAS C., SILVA, P. H. M. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, submetida a diferentes temperaturas de termorretificação. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v.12, n.2, p.182-188. 2006.

PAUL, W.; OHLMEYER, M.; LEITHOFF, H.; BOONSTRA, M. J.; PIZZI, A. Optimising the properties of OSB by a one-step heat pre-treatment process. **Holz als Roh-und Werkstoff**, Berlin, v.64, p. 227-234, 2006.

VITAL, B.R.; DELLA LUCIA, R.M. Efeito do aquecimento na estabilidade dimensional e na higroscopicidade da madeira. **Revista Árvore**, Viçosa, v.6, n.2, p.150-161, 1982.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, ao CNPq, à SECTES, à EMBRAPA FLORESTAS e ao LAPEM/UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



USO DO PILODYN COMO ALTERNATIVA PARA ESTIMATIVA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *EUCALYPTUS BENTHAMII* MAIDEN ET CABBAGE

Renato Augusto Pereira Damásio¹, Regiane Abjaud Estopa², Aylson Costa Oliveira¹, Barbára Luísa Corradi Pereira¹, Marcelino Breguez Gonçalves Sobrinho¹.

¹Universidade Federal de Viçosa, ²Universidade Federal do Paraná
damasiorenato@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Embora existam bons métodos para a determinação da densidade básica (Db) da madeira, a avaliação desta característica vem sendo muitas vezes negligenciadas em função dos altos custos e tempo despendido na coleta de amostras de madeira (ZOBEL e VAN BUIJTENEN, 1989).

De acordo com Oliveira e Sales (2002), Oliveira *et al.* (2003), os métodos não destrutivos apresentam vantagens em relação aos métodos convencionais para caracterização da madeira como: maior rapidez para analisar uma grande população e versatilidade para se adequar a uma rotina padronizada numa linha de produção. Entretanto, a avaliação não destrutiva da madeira por qualquer um dos métodos não é totalmente livre de erros.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a correlação entre um método destrutivo e outro não destrutivo na determinação da densidade básica da madeira de diferentes matrizes de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A Db da madeira foi determinada por um método destrutivo e outro método não destrutivo. Foram amostradas 22 árvores de *Eucalyptus sp.* aos 4 anos de idade de uma empresa do setor florestal localizada na região sul do Brasil.

O método destrutivo em que a Db foi determinada é nomeado como medição indireta do volume (balança hidrostática), descrito pela norma TAPPI 258 om-85. A Db determinada no disco de madeira foi obtida pela média de duas cunhas opostas.

A avaliação não destrutiva foi realizada com o equipamento pilodyn, consistindo na medição da resistência mecânica da madeira à penetração de um pino de aço na face exterior do tronco, impulsionada por uma mola com força constante de 6 Joules. Para tal foi necessário descascar previamente uma secção retangular em torno do tronco, de forma que o pino de aço penetre apenas no lenho e não na casca. Depois de encostado ao tronco, dispara-se o aparelho e mede-se a penetração do pino no visor do mesmo. As leituras foram efetuadas a 1,30 m de altura de cada árvore da superfície do solo.

Para a análise estatística dos dados foi utilizada uma regressão linear afim de correlacionar os valores da penetração do pilodyn com valores de densidade básica da madeira. Também foi realizada a análise dos coeficientes de Correlação de Pearson entre os valores afim de verificar a confiabilidade do método.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade básica da madeira determinada pelo método da balança hidrostática apresentaram uma variação de 410,50 a 505,12 kg/m³ para as matrizes estudadas. Pereira *et al.* (2000) encontraram

403 kg/m³ de densidade básica aos quatro anos de idade para mesma espécie estudada na mesma região.

Segundo Rodrigues (2011) as maiores densidades estão associadas aos menores valores de penetração do pilodyn, isso é explicado devido a maior resistência à penetração do aparelho na madeira, o que pode representar a dureza da madeira, no entanto não foi possível observar uma tendência que caracteriza esse comportamento nesse estudo. Isso pode ter ocorrido devido à restrita população amostral. Nos indivíduos avaliados a penetração do pilodyn em milímetros variou de 15 a 21,5.

Na Figura 1, observa-se a distribuição dos valores de densidade básica da madeira utilizando os dois métodos.

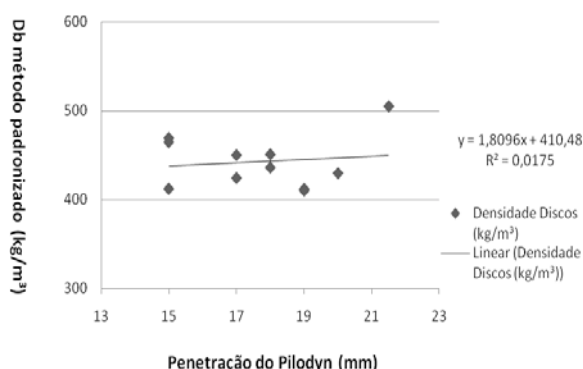


Fig. 1: Distribuição dos valores de densidade básica da madeira (kg/m³).

A penetração do pilodyn e os valores de densidade determinados pelo método convencional não apresentaram um comportamento claro que possa ser caracterizado.

A penetração do pilodyn apresentou baixa correlação com a densidade da madeira, sendo esta igual a 0,13. A possível causa para esta baixa correlação pode ser em função do pino do equipamento penetrar alguns milímetros na zona periférica do tronco, não contabilizando a zona interior do tronco.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A penetração do pino do Pilodyn para estimativa da densidade da madeira de *Eucalyptus benthamii* não foi eficiente. Trabalhos complementares devem ser realizados para avaliar mais detalhadamente esta ferramenta de estimativa de densidade da madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

OLIVEIRA, F. G. R.; FRANCIELI, M. C.; LUCCHETE, F.; CALIL JR., C.; SALES, A. Avaliação de propriedades mecânicas de madeira por meio de ultra-som. In: III Pan-American Conference For Nondestructive Testing. **Anais...** Rio de Janeiro, Brasil. 2003.

OLIVEIRA, F. G. R.; SALES, A. Ultrasonic measurements in Brazilian hardwood. **Materials research**, v. 5, n. 1, p.51 – 55, 2002.

PEREIRA, J.C.D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: **Embrapa Florestas, Documentos**, 38. 2000. 113p.

RODRIGUES, L.F. Eficiência do pilodyn para a seleção de materiais genéticos de eucalipto para fins energéticos. **Monografia**, UFRRJ, Seropédica – RJ, 20p, 2011.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE AMERICAN PULP AND PAPER INDUSTRY – TAPPI. **Test methods**. Atlanta, 1992–1993.

ZOBEL, B.J. & VAN BUIJTENEN, J.P. – **Wood variation: its causes and control**. Berlin, Springer-Verlag, 1989. 418p.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão de recursos. À empresa florestal que forneceu os dados para o estudo e realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES DE PELLETS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum* Schum.)

Mateus Alves de Magalhães, Bárbara Luísa Corradi Pereira, Wagner Davel Canal, Welliton Lelis Cândido, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro
 Universidade Federal de Viçosa / Laboratório de Painéis e Energia da Madeira
 mateusmagalhaes91@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é originário da África. É uma espécie de rápido crescimento e de elevada produção de biomassa. Em comparação com o eucalipto, a produção de matéria seca por hectare/ano da referida espécie é cerca de duas vezes maior (MAZZARELLA, 2013).

Essa biomassa apresenta baixa densidade, o que é um inconveniente durante o transporte e armazenamento, sendo necessária sua previa compactação.

A compactação da biomassa pode ser feita através da peletização. Para tanto, a biomassa deve ser triturada e compactada gerando um material granulado denominado de *pellet*.

De acordo com ABRAF (2012) a produção mundial de *pellets* atingiu 16 milhões de toneladas, sendo que 67% dessa produção esta concentrada na Europa e 30% na América do Norte. A produção brasileira de *pellets* ainda é pequena. Há apenas 20 plantas industriais em funcionamento e vários projetos anunciados. A redução da dependência de combustíveis fósseis, a oferta de biomassa, além do aumento da demanda de *pellets* pode favorecer a consolidação do seu mercado no Brasil.

Os pellets possuem maior densidade energética em relação à biomassa original, possibilitam uma produção mais homogênea de energia e diminuem custos de armazenamento, transporte e manuseio (SOUZA et al., 2012).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi produzir e determinar as propriedades de *pellets* de Capim Elefante com a finalidade de verificar a conformidade com a norma alemã de qualidade e comercialização.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Folhas e caule de Capim Elefante foram triturados em moinho martelo, utilizando-se peneira com orifícios de 2 mm de diâmetro.

Posteriormente, sua umidade foi ajustada para valores entre 10 a 12% em base seca.

Os pellets foram produzidos em uma prensa peletizadora de laboratório da marca Amandus Kahl, modelo 14-175 com capacidade para produção de 50 kg.h⁻¹. A temperatura de peletização variou entre 90 e 100 °C e velocidade de 1500 rpm. Foram produzidos aproximadamente 3,0 kg de pellets.

Tabela 1: Normas utilizadas para determinação das propriedades dos pellets:

Propriedade determinada	Norma utilizada
Diâmetro e comprimento	EN 16127 (DIN, 2010)
Umidade da biomassa e dos pellets	EN 14774-2 (DIN, 2010)
Densidade a granel da biomassa e dos pellets	EN 15103 (DIN, 2010)
Porcentagem de finos e durabilidade mecânica	EN 15210-1 (DIN, 2010)
Porcentagem de cinzas	NBR 8112 (ABNT, 1986)
Poder calorífico superior	NBR 8633 (ABNT, 1981)

A dureza foi obtida com auxílio de um Durômetro para Pellets (marca Amandus Kahl). A verificação da adequação das propriedades foi feita empregando-se a norma alemã EN 14961-1 (DIN, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 são apresentadas as propriedades dos pellets de Capim Elefante e também a Norma Europeia DIN EN 14961-2, para comparação.

O diâmetro, comprimento, umidade, porcentagem de finos e densidade a granel obtiveram valores satisfatórios e assim atendem à norma, podendo ser classificados como pellets de alta qualidade (A1).

A densidade a granel média foi igual a 124,9kg/m³ a um teor de umidade de 9,21% em base úmida. A peletização resultou no aumento da densidade para 610,69Kg/m³ a um teor de umidade de 8,46% em base úmida, havendo uma

taxa de compactação de aproximadamente 5 vezes.

O teor de cinzas do capim e conseqüentemente dos pellets é muito superior ao permitido pela norma.

A durabilidade mecânica e o poder calorífico líquido não se enquadraram em nenhuma das classificações de *pellets* exigidas pela norma. Provavelmente, a durabilidade mecânica pode ser corrigida através de modificações nos parâmetros de processo (temperatura e velocidade de peletização) e da matéria-prima (tamanho e forma das partículas, umidade do material). O poder calorífico é característico de cada espécie, sendo o teor de umidade da biomassa o principal fator que pode ser modificado para que os *pellets* possam atender à norma.

Tabela 2: Propriedades observadas nos pellets e valores exigidos pela norma DIN EN 14961-2:

Propriedade	Unidade	Capim Elefante	Norma DIN EN 14961-2	
			Qualidade	Valor
Diâmetro (D)	mm	6,22 (0,05) [0,79]	A1	D06: 6 ± 1 ;
				$3,15 \leq L \leq 40$
			A2	D08: 8 ± 1 ;
				$3,15 \leq L \leq 40$
Comprimento (L)	mm	20,13 (0,89) [4,41]	B	D06: 6 ± 1 ;
				$3,15 \leq L \leq 40$
			A1	D08: 8 ± 1 ;
				$3,15 \leq L \leq 40$
Umidade (M)	% base úmida	8,46 (0,25) [3,01]	A1	$M \leq 10$
			A2	$M \leq 10$
			B	$M \leq 10$
Teor de cinzas (A)	% base seca	10,63 (0,57) [5,32]	A1	$A \leq 0,7$
			A2	$A \leq 1,5$
			B	$A \leq 3,0$
Durabilidade mecânica (DU)	%	95,31 (0,53) [0,56]	A1	$DU \geq 97,5$
			A2	$DU \geq 97,5$
			B	$DU \geq 96,5$
Finos (F)	%	0,16 (0,03) [19,77]	A1	$F \leq 1,0$
			A2	$F \leq 1,0$
			B	$F \leq 1,0$
Poder Calorífico Líquido (Q)	MJ/kg	14,93 (0,14) [0,91]	A1	$16,5 \leq Q \leq 19$
			A2	$16,3 \leq Q \leq 19$
			B	$16,0 \leq Q \leq 19$
Densidade a granel (BD)	kg/m ³	610,69 (8,03) [1,32]	A1	$BD \geq 600$
			A2	$BD \geq 600$
			B	$BD \geq 600$
Dureza	kg	24,36 (2,93) [12,02]	-	-
			-	-
			-	-

Onde: (...) = desvio padrão da média; [...] = coeficiente de variação (%).

O valor médio de dureza dos *pellets* de Capim Elefante foi de 24,36kg. Tal valor é inferior aos verificados por Souza et al. (2012), que encontrou dureza de 26,67 e 41,0kg para *pellets* produzidos a partir de resíduos de pinus e algodoiro, respectivamente.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A produção de pellets de Capim Elefante mostrou-se viável. São necessários mais estudos para aprimorar o processo produtivo a fim de adequar algumas propriedades à norma.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 8112** - Análise química imediata do carvão vegetal. Rio de Janeiro, 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 8633** - Carvão vegetal - Determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF 2012. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2011**. Brasília, 2012. 150p.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 14774-2** - Solid biofuels - Determination of moisture content - Oven dry method - Part 2: Total moisture - Simplified method. Alemanha, 2009.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 14961-2** - Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 2: Wood pellets for non-industrial use. Alemanha, 2011.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 15103** - Solid biofuels - Determination of bulk density. Alemanha, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 15210-1** - Solid biofuels - Determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 1: Pellets. Alemanha, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 16127** - Solid biofuels - Determination of length and diameter of pellets. Alemanha, 2012.

MAZZARELLA, V. **Capim elefante: a energia renovável moderna**. 2013. Disponível em: <<http://www.capimelefante.org>>. Acesso em: 13 maio 2013.

SOUZA, M. M. et al. PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE PELLETS DE RESÍDUOS DE PINUS E ALGODOIRO. In: Fórum Brasil Sobre Biomassa e Energia, 1., 2012, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2012. p. 1-3.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à FAPEMIG e ao LAPEM/UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DAS PROPRIEDADES DE CARVÃO VEGETAL DE *Eucalyptus pyrocarpa*

Samuel Wilke Monteiro de Souza, Carlos Miguel Simões da Silva, Aylson Costa Oliveira, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Brígida Maria dos Reis Teixeira.
 Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Engenharia Florestal – Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM)
 samuel.wmsouza@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O carvão vegetal tem grande importância para economia brasileira, principalmente em Minas Gerais, o estado que mais produz e consome. Atualmente é um dos principais contribuintes para a produção de ferro-gusa, aço e ferro-liga, ocupando assim posição de destaque no setor siderúrgico. Além da indústria siderúrgica, o carvão vegetal também participa como substituto do óleo combustível e de materiais primários (TRUGILHO et al., 2005).

As propriedades do carvão vegetal estão intimamente ligadas aos parâmetros do processo de produção e da matéria-prima que lhe deu origem (SILVA et al., 2007). Assim, constantemente pesquisas são feitas objetivando uma madeira ideal para a produção do carvão. Mudanças nas características químicas, físicas e anatômicas de diferentes espécies influenciam significativamente na qualidade dos produtos obtidos das mesmas. Nesse sentido, a qualidade e a quantidade do carvão sofrerão significativas modificações em relação à madeira de origem.

A atual produção de carvão vegetal para siderurgia usa principalmente como matéria-prima a madeira do gênero *Eucalyptus*. No entanto para a espécie *Eucalyptus pyrocarpa* há uma carência de estudos.

Segundo FERREIRA et al. (1995), poucas informações existem sobre a densidade da madeira de *Eucalyptus pyrocarpa*. Em princípio, a espécie foi considerada potencial para a siderurgia como carvão vegetal, mais pela sua capacidade de ocupar áreas ecológicas marginais do que pelas qualidades da sua madeira. Trata-se de uma espécie muito próxima do *E. pilularis* e tem madeira com vocação para múltiplos usos.

Considerando estes aspectos, o presente trabalho teve como objetivo geral estudar as

características físicas e químicas do carvão de madeira da espécie *Eucalyptus pyrocarpa*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados carvões advindos de madeira de *Eucalyptus pyrocarpa*, com idade de 31 anos e plantados em espaçamento de 2,00 x 1,00m no município de Alcobaça - BA, pertencente à empresa ArcelorMittal com fins de pesquisa. O material foi carbonizado em fornos retangulares com 32 metros de comprimento, 4 metros de largura e 5,2 metros de altura, sendo 96 horas de carbonização e 192 horas de resfriamento. Amostras de carvão foram coletadas em diversos pontos da pilha.



Figura 1: Carvão de *E. pyrocarpa* usado para os testes. (2013)

A densidade aparente do carvão vegetal foi determinada segundo a norma ABNT NBR 9195 (ABNT, 1985). A análise química imediata foi realizada segundo a ABNT NBR 8112 (ABNT, 1986). O poder calorífico superior foi determinado por meio de um calorímetro conforme o procedimento descrito na ABNT NBR 8633 (ABNT, 1983).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os valores encontrados para as análises do carvão de *E. pyrocarpa*.

Tabela 1: Densidade Aparente, Poder Calorífico Superior e Análise Química Imediata do carvão vegetal de *E. pyrocarpa*.

PROPRIEDADES	Valor médio	Desvio padrão (%)
D.Aparente (kg/m ³)	700	7,4
PCS (Kcal/kg)	6357	0,7
M.Voláteis (%)	30,1	3,8
Cinzas (%)	0,6	10,3
Carbono Fixo (%)	69,4	1,7

Os valores obtidos para a densidade aparente estão em níveis considerados excelentes para uso siderúrgico, que segundo Santos (2008) deve ser acima de 400 kg/m³. Carvão vegetal de densidade elevada acarreta em menor volume ocupado do alto-forno com o redutor, elevando a produtividade da produção de ferro-gusa. A alta densidade aparente do carvão, provavelmente, está relacionada com a alta densidade da madeira, em consequência da idade da espécie avaliada.

O poder calorífico superior e os teores de carbono fixo apresentaram valores inferiores aos encontrados em literatura. Cardoso (2010) obteve como valor médio de 7.929 kcal/kg para o PCS e até 82,56% de carbono fixo para carvão de *Eucalyptus* sp. Os valores inferiores encontrados para o carvão de *E. pyrocarpa* podem ser devido ao tempo ou a temperatura final de carbonização não terem sido adequadas ou pela própria característica da madeira de origem.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O carvão produzido com madeira de *E. pyrocarpa* com 31 anos de idade, nos tempos e temperaturas tradicionais de carbonização, apresentou densidade muito satisfatória, entretanto o PCS e teor de carbono fixo não seguiram a mesma tendência.

O material apresenta potencial para o uso siderúrgico, porém é indicado à realização de pesquisas visando encontrar a faixa ideal de tempo e de temperatura de carbonização para a espécie. Além de testes com materiais mais jovens para se encontrar qual o tempo de corte apresenta maior viabilidade econômica.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 8112:** Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633:** Carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **NBR 9165:** Carvão vegetal: Determinação da densidade relativa aparente, relativa verdadeira e porosidade - Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1985. 8 p.

CARDOSO, M. T. Desempenho de um sistema de forno-fornalha para combustão de gases na carbonização de madeira. 2010. 89 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. 2010.

FERREIRA, M.; SIMÕES, J. W.; JUNIOR, L. S.; SANTOS, P. E. T. - Melhoramento genético de *E. pyrocarpa* Johnson & Blaxell - **IPEF n.48/49, p.98-106, jan./dez.1995.**

SANTOS, M. A. S. Parâmetros de qualidade do carvão vegetal para uso em alto-forno. In: FÓRUM NACIONAL SOBRE CARVÃO VEGETAL, 1., 2008, Belo Horizonte. **Anais... Belo Horizonte: UFMG, 2008.**

SILVA, M. G.; NUMAZAWA, S.; ARAUJO, M. M.; NAGAISHI, T. Y. R.; GALVÃO, G. R. - Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas - **Acta Amazônica, vol. 37(1) p. 61-70, 2007.**

TRUGILHO, P. F.; SILVA, J. R. M.; MORI, F. A.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M.; MENDES, L. F. B. - Rendimentos e características do carvão vegetal em função da posição radial de amostragem em clones de *Eucalyptus* - **Cerne, Lavras - MG, v. 11, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2005.**

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, à ArcelorMittal E ao LAPEM/UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TRANSFERÊNCIA DE CALOR DOS PAINÉIS OSB PRODUZIDOS COM FLOCOS DE MADEIRA TRATADOS TERMICAMENTE

Jéssica Dornelas Soares¹, Emylle Veloso Santos Costa¹, Juliana Marangon Jardim¹,
Flávia Alves Pereira², Benedito Rocha Vital¹.

¹Universidade Federal de Viçosa, ²Universidade Federal Tecnológica do Paraná

jessica.soares@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

O OSB (*Oriented Strand Board*) é um tipo de painel de madeira reconstituída para uso estrutural. É produzido com flocos (partículas) dispostos orientadamente, sendo que a camada interna pode estar disposta de forma aleatória ou perpendicular às camadas externas e é consolidado pelo uso de adesivos, calor e pressão (SANTOS *et al.*, 2009).

A fase de prensagem, etapa da fabricação dos painéis de madeira, destaca-se por promover a transferência de calor que é responsável pela cura do adesivo, auxiliando na consolidação do painel. O calor polimeriza a resina e a pressão exercida pelos pratos da prensa faz a aderência dos flocos (GARCÍA *et al.*, 2001).

Assim, é necessário que a temperatura no interior dos colchões seja monitorada. A transferência de calor ocorre através dos mecanismos de condução, convecção e irradiação, sendo a condução a principal forma de transferir calor e ocorre devido o contato dos pratos da prensa com a superfície do colchão (CALEGARI *et al.*, 2005).

O tratamento térmico prévio das partículas de madeira para se produzir os painéis OSB é uma técnica que visa melhorar a estabilidade dimensional dos painéis. Esse tratamento consiste em aplicar calor às partículas respeitando os limites indicados de tempo e de temperatura.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar a transferência de calor dos painéis OSB, produzidos com flocos de *Eucalyptus grandis* tratados termicamente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados flocos de *Eucalyptus grandis* tratados termicamente a 180, 200 e 220 °C por

uma hora em ambiente com nitrogênio. Os painéis foram prensados a 32 kgf/cm² por oito minutos, a 170 °C.

A fim de avaliar a transferência de calor dos flocos de madeira, os painéis OSB foram produzidos sem adesivo e com teor de umidade de 12%. Três termopares tipo “J” (Ferro-Constantan) foram inseridos na camada central do “colchão”. A temperatura foi monitorada durante 8 minutos, medindo-a a cada 30 segundos. Como testemunha, foram utilizados flocos que não foram pré-tratados para a produção dos painéis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se a elevação da temperatura no centro do painel, aumentando significativamente até o tempo total da prensagem (Fig.1).

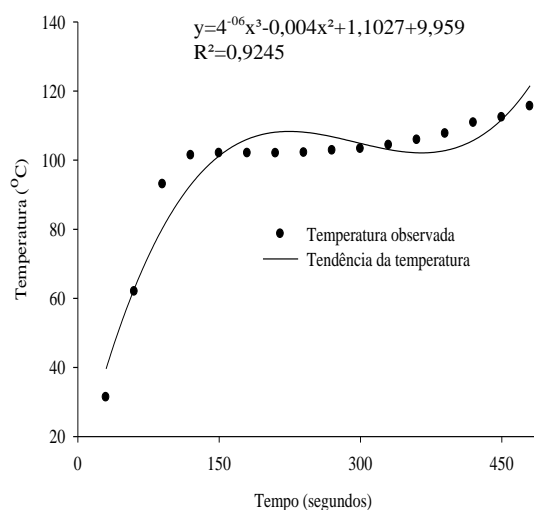


Fig. 1: Transferência de calor até o centro dos painéis OSB, com flocos de *Eucalyptus grandis* tratados termicamente, em função do tempo.

A temperatura no miolo do painel não seguiu tendência constante e não houve alterações significativas na temperatura nos primeiros 30

segundos após o fechamento da prensa. Entre 60 e 110 segundos, a temperatura do “colchão” se elevou continuamente, indicando que o vapor na superfície do painel migrou para o interior devido ao aumento do gradiente de temperatura. Segundo Zombori (2001), nas superfícies dos painéis ocorre um rápido aumento de temperatura ao entrar em contato com os pratos aquecidos. Assim, um gradiente de temperatura se forma na direção vertical, direcionando o calor para o centro por condução.

Verificou-se um *plateau* (fig. 1) entre as temperaturas de 101,35°C e 105,79°C, com duração média de 240 segundos, em que a temperatura permaneceu aproximadamente constante no centro do painel. Esse resultado é devido ao calor latente estar sendo utilizado para vaporizar a água no miolo dos painéis. De acordo com Zombori (2001), a temperatura na superfície do painel aumenta com o tempo de exposição à prensagem, por condução, ocorre migração de calor em direção ao centro.

A temperatura no miolo do painel voltou a se elevar, de maneira gradual, de 107,60 °C até 115,54 °C, quando a prensagem é então encerrada. O aumento da temperatura no interior dos painéis ocorre devido a menor quantidade de vapor e menos energia consumida na forma de calor latente (ZOMBORI, 2001).

A temperatura final no centro dos painéis OSB foi afetada pelos tratamentos térmicos dos flocos (Tabela 1).

Tabela 1: Temperatura final média no centro dos painéis OSB produzidos com flocos de *E.grandis* tratados termicamente por uma hora.

Temperaturas/ Tratamento (°C)	Temperatura no centro dos painéis (°C)
Testemunha	95,65 C
180	96,69 BC
200	97,63 B
220	99,46 A
Média geral	97,36

Coeficiente de variação: 1,67%. Médias seguidas de mesmas letras não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

De modo geral, os painéis com flocos tratados termicamente atingiram as maiores temperaturas no miolo, durante a prensagem. A 220°C, o calor conduzido foi maior e diferiu significativamente

das demais. As temperaturas de 180°C e 200°C foram semelhantes entre si, assim como 180°C e a testemunha. O tempo pode não ter sido suficiente para que os flocos expostos ao calor adsorvessem o vapor de água e atingissem a umidade de 12%. Isso se deve, possivelmente, ao caráter mais hidrofóbico dos constituintes da parede celular, depois de tratados.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A transferência de calor até o centro dos painéis OSB, com flocos tratados termicamente, é mais elevada ao término da prensagem em relação à testemunha.

Essa maior transferência de calor gerada pelo tratamento térmico pode ser utilizada para se obter uma cura mais eficiente e rápida do adesivo, auxiliando na consolidação do painel.

5. BIBLIOGRAFIA

CALEGARI, L.; HASELEIN, C. R.; HACK, C.; GATTO, D. A.; BARROS, M. V.; SANTINI, E. J. Monitoramento da temperatura no interior de chapas aglomeradas durante o processo de prensagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 157-166, 2005.

GARCÍA, P.J.; AVRAMIDIS, S.; LAM, F. Internal temperature and pressure responses to flake alignment during hot-pressing. **Holz als Roh und Werkstoff**, v. 59, n. 4, p.272-275, 2001.

SANTOS, A. M. L.; SOUZA, F.; COSTA, M. A.; TELES, R. F.; PAZETTO, V. M. F.; DEL MENEZZI, C. H. S. Efeito do tratamento térmico sobre a resistência ao cisalhamento da linha de cola em painéis OSB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 31-40, 2009.

ZOMBORI, B. G. **Modeling the transient effects during the hot-pressing of wood-based composites**. 2001. 361p. Tese (Doutorado em Ciência da Madeira e Produtos Florestais) - Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, 2001.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, ao CNPq, à SECTES, à EMBRAPA FLORESTAS e ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM/UFV).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE PAINÉIS TIPO OSB, FABRICADOS COM FLOCOS TRATADOS TERMICAMENTE

João Paulo Silva Ladeira, Juliana Marangon Jardim, Emylle Veloso Costa,
Flávia Alves Pereira, Benedito Rocha Vital

Universidade Federal de Viçosa, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Federal de Viçosa, Universidade Federal de Viçosa
joao.ladeira@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

O OSB (*Oriented Strand Board*) é um painel de uso estrutural, produzido com flocos do tipo *strands*, ou seja, flocos longos de formato retangular, com a incorporação de adesivo fenol-formaldeído e, ou, isocianato (MDI) e emulsão parafínica, orientados perpendicularmente à superfície e consolidados por meio de prensagem a quente (IWAKIRI *et al.*, 2002; RAZERA, 2006).

O tratamento térmico é mais uma das técnicas utilizadas para diminuir a higroscopicidade da madeira e de seus derivados, por meio de modificações químicas nos seus constituintes. Assim, a capacidade de troca de água com o meio é reduzida e os problemas de contração e inchamento são minimizados (PEREIRA 2013).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), na Universidade Federal de Viçosa (UFV).

A madeira utilizada, *Eucalyptus grandis*, foi doada pela empresa COPENER FLORESTAL, atual Bahia Specialty Cellulose, localizada em Alagoinhas, BA.

As toras foram desdobradas em tábuas, posteriormente foram serradas em baguetas para finalmente serem levadas ao moinho de disco para produzir os flocos com dimensões de 90 x 20 x 0,33 mm.

Os flocos foram classificados manualmente em peneiras de formato retangular, com malha quadrangular com dimensão de 1,7 cm², em seguida secos em estufa com circulação e renovação de ar a 103 ± 2 °C.

Os tratamentos térmicos foram realizados em autoclave com controle de pressão, temperatura e vácuo. Os flocos receberam os pré-tratamentos a 180, 200 e 220 °C, durante 30, 60, 90 e 120 min, em ambiente a vácuo ou em ambiente com nitrogênio.

Após o preparo e tratamento térmico do material, confeccionaram-se painéis tipo OSB, com dimensões finais 40 x 40 x 1cm, tendo como meta uma densidade de 0,70 g/cm³, que foram esquadrejados para obtenção dos corpos de prova, para posteriormente serem submetidos a ensaios físicos e mecânicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dureza Janka dos painéis OSB confeccionados com flocos tratados termicamente foi semelhante à dos painéis testemunha, além disso, observou-se que a resistência dos painéis produzidos com flocos termotratados a 180 °C foi maior que a daqueles tratados a 200 e 220 °C, evidenciando perda de resistência do material com o aumento da temperatura.

A análise de variância indicou que a resistência ao arrancamento de parafuso foi afetada significativamente pelos tratamentos térmicos. A força necessária ao arrancamento de parafuso nos painéis tratados a 200 e 220 °C foi inferior à da testemunha e à dos produzidos com flocos tratados a 180 °C. A massa individual dos flocos diminuiu com os tratamentos, sendo assim, foi utilizado um maior número de flocos nos painéis que foram confeccionados com material termotratado. A massa total é a mesma na composição do colchão, porém, com maior superfície específica. A quantidade de adesivo não foi alterada, o que resultou em adesão menos eficiente naqueles painéis tratados em temperaturas mais elevadas.

Observa-se que o módulo de ruptura (MOR) à flexão estática foi afetado significativamente pelas temperaturas de tratamento dos flocos. Ocorreu uma redução no MOR com o aumento da temperatura, tendo os painéis confeccionados com flocos termotratados a 220°C a menor resistência. Seguindo essa tendência, os painéis produzidos com flocos pré-tratados a 180 °C foram os mais resistentes no sentido perpendicular. Observou-se ainda que o MOR, no sentido paralelo, da testemunha foi significativamente maior do que a resistência dos painéis produzidos com flocos tratados termicamente. Possivelmente, este fato é devido à microfissuras ocasionadas nos flocos durante os tratamentos térmicos e a redução da adesão química em virtude da menor quantidade de hidroxilas.

Observou-se que a resistência a deformações elásticas foi afetada pelos tratamentos térmicos em relação à testemunha e também entre si. Na temperatura de 180 °C, o módulo de elasticidade (MOE), no sentido perpendicular, foi significativamente maior que à da testemunha. Os painéis que receberam o pré-tratamento a 200 e 220 °C não diferiram em relação à testemunha. No sentido paralelo, houve perda de resistência à flexão estática dos painéis termotratados em relação à testemunha, principalmente naqueles produzidos com flocos tratados a 200 e 220 °C.

Tabela 1: Valores médios da Dureza Janka (DJ) em kgf, do Arrancamento de Parafuso (AP) em kgf, do Módulo de Ruptura perpendicular e paralelo (respectivamente MOR*1 e MOR*2) em MPa e Módulo de Elasticidade perpendicular e paralela (respectivamente MOE*1 e MOE*2) em MPa dos painéis OSB produzidos com flocos de *Eucalyptus grandis* tratados termicamente em função da temperatura de pré-tratamento

Trat.	DJ	AP	MOR-1	MOR-2	MOE-1	MOE-2
180°C	497,58	162,58	18,29	20,06	2059,71	3073,26
200°C	422,13	133,79	15,15	17,70	1824,76	2846,52
220°C	408,44	130,40	12,63	13,85	1586,98	2279,99
Test.	440,67	152,83	13,91	26,69	1706,28	3547,01

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O aumento na temperatura de tratamento térmico ocasiona redução na dureza superficial, na resistência e na rigidez dos painéis.

A resistência ao arrancamento de parafuso é reduzida nos painéis confeccionados com flocos pré-tratados a 200 e 220 °C.

Os tratamentos térmicos em temperaturas de 220°C são recomendados quando a maior estabilidade dimensional dos painéis é necessária. Entretanto, essas altas temperaturas propiciam maior perda de massa e, conseqüentemente, algumas propriedades mecânicas podem ser prejudicadas e limitar seu uso. Dessa forma, recomenda-se o emprego de temperaturas mais baixas, a 180 °C.

5. BIBLIOGRAFIA

IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; SALDANHA, L. K.; SANTOS, J. C. Produção de chapas de partículas orientadas “OSB” de *Eucalyptus grandis* com diferentes teores de resina, parafina e composição em camadas - OSB. *Cerne*, Lavras, v. 13, n. 1, p. 89-94, 2002.

PEREIRA, F. A. **Propriedades de painéis tipo OSB, fabricados com flocos de *Eucalyptus grandis* tratados termicamente.** 2013. 66 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RAZERA, D. L. **Estudo sobre as interações entre as variáveis do processo de produção de painéis aglomerados e produtos moldados de madeira.** 2006. 157 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM), à EMBRAPA Florestas e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG pela concessão de recursos.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DA TEMPERATURA DE TORREFAÇÃO NAS PROPRIEDADES DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA FINS ENERGÉTICOS

Carlos Miguel Simões da Silva, Breno Cunha, Bárbara Luísa Corradi Pereira,
Danilo Barros Donato, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro.
Universidade Federal de Viçosa
karmiguel@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O interesse em bioenergia aumentou na última década devido as frequentes oscilações no preço do petróleo, as preocupações sobre segurança energética e aos compromissos para reduzir as emissões de carbono. No Brasil, uma das principais fontes dessa biomassa energética é a madeira, que, quando empregada para geração de energia, é utilizada principalmente para a produção de carvão vegetal e o consumo direto (madeira em tora ou cavacos) para a produção de calor e energia.

Entretanto, a madeira tem algumas características que dificultam seu uso direto como combustível, tais como alto teor de umidade, baixo poder calorífico e baixo teor de carbono fixo associado ao alto teor de matérias voláteis. Isto justifica sua baixa utilização e baixa competitividade no mercado energético (GONÇALVES, 2010).

Deste modo, é necessário desenvolver tecnologias e métodos de tratamentos preliminares, capazes de minimizar essas características indesejadas, tornando a madeira um combustível mais eficiente e competitivo. Uma destas técnicas seria a torrefação, processo na qual o material passa por um tratamento térmico em atmosfera controlada (VILAS BOAS, 2011).

A torrefação produz um energético com propriedades intermediárias entre a madeira ao natural e o carvão vegetal. O material sólido resultante poder ser usado diretamente na produção de energia térmica ou indiretamente, como recurso para gaseificação e para produção de pellets e briquetes, dentre outras utilidades (MACÊDO, 2012).

Segundo Vilas Boas (2011), a torrefação é desenvolvida na fase endotérmica da pirólise,

em temperaturas entre 150 e 300°C. Nesta faixa de temperatura ocorre a degradação parcial das hemiceluloses e rearranjo das moléculas de celulose, tendo como consequência a redução da higroscopicidade e concentração de carbono. Deste modo, visando aumentar a concentração de carbono e o poder calorífico da madeira, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura de torrefação nas propriedades da madeira de eucalipto para fins energéticos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o estudo foi utilizada madeira de *Eucalyptus urophylla* com 5,5 anos de idade. As toras, previamente descascadas, foram cavaqueadas e posteriormente reduzidas a partículas em um moinho martelo, utilizando peneiras com malhas de quatro mm de diâmetro. As partículas foram secas em estufa com circulação de ar constante a uma temperatura de 100 °C até alcançar massa constante. Posteriormente, esse material foi torreficado em temperaturas de 170, 220 e 260°C, contando um tempo de 15 minutos (tempo de residência) depois de atingida a temperatura requerida, com três repetições cada. Para realização do tratamento térmico utilizou-se um torrefador rotatório metálico com aquecimento a gás (GLP).

O poder calorífico superior (PCS) do material foi determinado em uma bomba calorimétrica adiabática, seguindo as normativas da ABNT NBR 8633 (1984). A composição química imediata do material foi determinada seguindo os procedimentos citados pela ABNT NBR 8112, em forno mufla, na qual se obteve os teores de materiais voláteis, carbono fixo e cinzas. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando estabelecidas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste de Tukey, a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios da composição química imediata e poder calorífico da madeira em função da temperatura de torrefação. Não foram observadas diferenças significativas em relação ao teor de cinzas, cuja média foi de 0,19%. A análise de variância indicou que o efeito da temperatura de torrefação foi significativo para os teores de materiais voláteis, carbono fixo e poder calorífico superior.

Tabela 1: Valores médios dos teores de materiais voláteis, carbono fixo e poder calorífico superior das partículas de *Eucalyptus urophylla* em função da temperatura de torrefação

Tratamento	MV (%)	CF (%)	PCS (kcal/kg)
Testemunha	86,8 a	13,0 c	4426,7 d
170° C	84,4 ab	15,4 bc	4570,1 c
220° C	80,9 b	18,9 b	4772,7 b
260° C	73,1 c	26,7 a	4968,1 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Observa-se que houve um aumento significativo do teor de carbono fixo e, em consequência, a diminuição do teor de materiais voláteis, além do aumento do poder calórico em decorrência da concentração de carbonização e redução do teor de oxigênio devido a degradação parcial das hemiceluloses. Esta tendência de variação nas propriedades químicas da madeira torrificada está de acordo com Rodrigues (2009), que afirma que a torrefação é uma forma de concentrar a energia da biomassa em um produto intermediário obtido num determinado espaço de tempo curto e em uma faixa de temperatura considerada de baixa a moderada, permitindo reter os voláteis de maior poder calorífico no próprio produto. Felfli (2003) também verificou um aumento nos teores de carbono fixo em decorrência do aumento da temperatura de torrefação.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Conclui-se que a torrefação da madeira aumenta o poder calorífico da mesma tornando-a mais competitiva perante as outras fontes de energia. Conclui-se, também, que o intervalo de

temperatura estudado é adequado para se obter um balanço de massa e energia positivo, tornando viável o processo de torrefação da biomassa.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8112:** Carvão Vegetal – Análise Imediata. Rio de Janeiro. 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8633:** carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984.

FELFLI, F.E.F. **Torrefação de biomassa, viabilidade técnica e potencial de mercado.** 2003. 137 f. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP, 2003.

GONÇALVES, J.E. **Avaliação energética e ambiental de briquetes produzidos com rejeitos de resíduos sólidos urbanos e madeira de *Eucalyptus grandis*.** 2010. 104 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP. 2010.

MACÊDO, L.A. **Influência da composição da biomassa no rendimento em condensáveis do processo de torrefação.** 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Faculdade de Tecnologia da Universidade de Brasília, Brasília -. DF, 2012.

RODRIGUES, T.O. **Efeitos da torrefação no condicionamento de biomassa para fins energéticos.** 2009. 71 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

VILAS BOAS, M.A. **Efeito do tratamento térmico da madeira para produção de briquetes.** 2011. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2011.

AGRADECIMENTOS

Fapemig, Sectes, Embrapa Floresta, CNPq e Lapem.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CERTIFICAÇÃO DA CADEIA DE CUSTÓDIA DE PRODUTOS FLORESTAIS NO BRASIL

Vanessa Maria Basso, Clarissa Gusmão Figueiró, Bruno Geike de Andrade,
Laércio Antônio Gonçalves Jacovine
Universidade Federal de Viçosa – Departamento de Engenharia Florestal
vanessa.basso@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A certificação florestal é um mecanismo de controle, não governamental e voluntário, pelo qual se atestam determinadas características do manejo praticado por uma operação florestal. Ao buscar uma certificação, as empresas estão lançando mão de um instrumento institucionalizado de diferenciação, com o objetivo de informar e garantir ao consumidor que determinados padrões de desempenho de seu manejo estão sendo atingidos e monitorados (NARDELLI e GRIFFITH, 2003). Entende-se que uma organização que passa pelo processo de certificação florestal está incorporando, em seu processo, as questões ambientais e sociais, por meio da minimização de seus impactos negativos e, potencializando os positivos.

Para diferenciar os produtos de origem florestal certificada no mercado usa-se, geralmente, o chamando "selo verde", que vai afixado ao produto, na embalagem ou com a informação na nota fiscal. Estes produtos devem ser rastreados em todo o seu processo produtivo, conforme ilustrado no exemplo da Figura 1. Esse processo visa assegurar que os materiais certificados não se misturaram com os materiais não certificados. A verificação deste rastreamento é realizada de forma independente por uma certificadora e é conhecida como certificação Cadeia de Custódia (CoC).

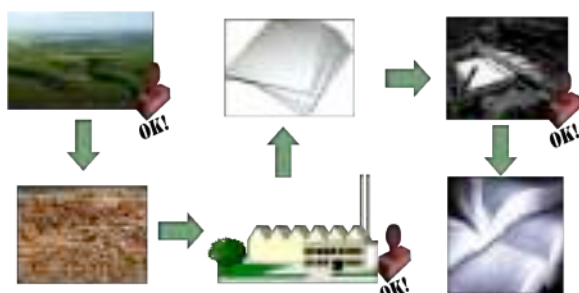


Fig. 1: Exemplo das etapas de certificação Cadeia de Custódia para um livro.

No caso ilustrado na Figura 1, além da floresta estar certificada (certificado manejo florestal), a unidade fabril de processamento da madeira para fabricação da celulose e papel também deverá ser certificada pela modalidade de cadeia de custódia, tal como a gráfica que fará a impressão do livro. Todos os setores de base florestal podem ser certificados pela Cadeia de Custódia caso queiram que seu produto final também receba o selo de certificação florestal, tais como as serrarias, fábricas de painéis, de móveis, de embalagens, lojas de construção civil, carvoarias, siderúrgicas, entre outras.

Os sistemas de certificação com maior atuação no mundo, atualmente, são: FSC (*Forest Stewardship Council*) e o PEFC (*Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes*). Assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o panorama da certificação de Cadeia de Custódia dos produtos florestais no Brasil, nesses dois sistemas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento de dados foi realizado por meio de pesquisa documental. A utilização de documentos, como os relatórios públicos, em pesquisas científicas foi destacada por Gil (2008), como parte da pesquisa social. Além dos relatórios públicos mensais disponibilizados, também foi verificado os certificados por categoria de produtos florestais, conforme dados disponibilizados nos websites oficiais de consulta do FSC e do PEFC.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os números da certificação de Cadeia de Custódia são crescentes em todo o mundo, sendo estes superiores ao de Manejo Florestal, pois muitas vezes uma mesma organização fornecedora de matéria prima (detentora do certificado de manejo florestal) poderá atender a

várias empresas de processamento, garantindo assim, a origem de vários produtos de base florestal. Na tabela 1 são apresentados os números dos certificados nos dois principais sistemas de certificação, no Brasil e no mundo.

Tabela 1: *Números de certificados Cadeia de Custódia, no Brasil e no mundo, nos dois principais sistemas de certificação, FSC e PEFC*

Sistema	Mundo	Brasil	Participação brasileira (%)
FSC	25.940	956	3,7
PEFC	9.816	46	0,5
Total	32.756	1.002	3,1

Fonte: FSC e PEFC (junho/2013)

Verifica-se que o percentual de certificados Cadeia de Custódia no Brasil ainda é pouco expressivo ao se comparar com números mundiais, dos quais a Europa detém o maior número de certificados. Entende-se que o setor ainda precisa avançar para aumentar esses números, no qual a consciência ambiental dos consumidores se torna fundamental para que o selo seja um fator importante na decisão de compra do produto desejado, e, assim, contribua para que as empresas invistam no processo.

Em relação ao setor produtivo florestal no Brasil, de acordo com os dados do FSC, o que mais investe na certificação Cadeia de Custódia é o setor de celulose e papel (Figura 2).

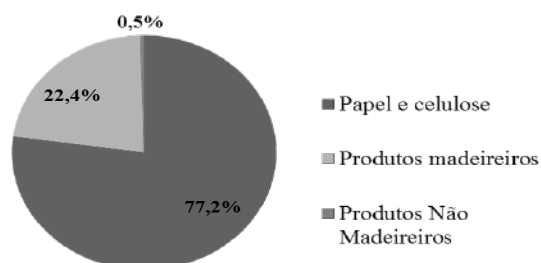


Fig. 2: *Percentual de certificados Cadeia de Custódia pelo sistema FSC, por setor, no Brasil (junho, 2013).*

Entende-se que este fato se deve porque a maior parte indústrias de celulose no Brasil já estão certificadas, nos quais estas são integradas, ou seja, detém as florestas e a fábrica em conjunto. E, neste caso, grande parte de sua produção é destinada à exportação para países, cujo seus compradores e consumidores exigem o selo. Assim, como a celulose é a base para fabricação de outros produtos, torna-se mais fácil a garantia da rastreabilidade nos processos subsequentes de produção de papéis, embalagens e gráficas (que estão somados neste percentual).

No item de produtos madeireiros, estão contidos os certificados referentes à madeira em tora, madeira serrada, cavacos, painéis reconstituídos, mobiliários, peças para construção civil e engenharia, carvão vegetal, dentre outros. Este é um setor que vem avançando em números na certificação de cadeia de custódia, mas ainda é afetado pelo baixo número de matéria prima certificada (certificados de manejo florestal), da qual garante a rastreabilidade do produto final. Como o setor de produtos madeireiros atende, principalmente, o mercado nacional, ainda não se verifica esta tendência de preferência entre os consumidores nacionais, pois, na maioria das vezes o preço ainda é o principal fator para tomada de decisão sobre a compra de um produto.

Já o terceiro setor, o de produtos florestais não madeireiros, contém os certificados de taninos, óleos essenciais, gomas, cortiça, dentre outros. Este setor ainda caminha lentamente, não só no Brasil, como no mundo, estando muito ligado às pequenas comunidades extrativistas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O número de certificados de Cadeia de Custódia no Brasil, ainda é pequeno se comparado aos mundiais. E, dentre os setores florestais, o que mais destaca é o de Celulose e Papel. A certificação dos outros setores e, principalmente, aqueles voltados ao mercado nacional, só vai aumentar caso haja uma maior demanda por este tipo de produto e, isto só vai acontecer quando o consumidor tiver uma maior conscientização da importância da certificação no desenvolvimento social e ambiental.

5. BIBLIOGRAFIA

NARDELLI, A. M. B.; GRIFFITH, J. J. **Modelo teórico para compreensão do ambientalismo empresarial do setor florestal brasileiro.** Revista *Árvore*, v.27, n.6, p. 855-869, 2003.

FSC - Forest Stewardship Council. Disponível em: <http://info.fsc.org/>. Acesso dia 16 jun. 2013

PEFC - Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes. Disponível em: <http://pefc.org/info>. Acesso dia 16 jun. 2013.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à FAPEMIG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE CARBONIZAÇÃO NA LIBERAÇÃO DOS GASES NÃO CONDENSÁVEIS DA MADEIRA

Wagner Davel Canal, Júlia Melo Franco Neves Costa, Ana Paula Mendes Teixeira, Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho, Mateus Alves de Magalhães
 Laboratório de Propriedades da Madeira/Laboratório de Paineis e Energia da Madeira/UFV
 wagner.d.canal@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As vantagens ambientais no processo produtivo do ferro gusa somada a maior qualidade final do produto (aços e ligas metálicas) fazem aumentar o interesse das empresas do setor siderúrgico pelo uso do carvão vegetal, como termorreductor, alternativamente ao uso do carvão mineral. No entanto, observa-se que a produção brasileira de carvão vegetal ainda é feita nos moldes tradicionais, caracterizada por baixa eficiência energética e não recuperação dos gases liberados na carbonização, especialmente a realizada pelos pequenos e médios produtores associados ao mercado guseiro.

De acordo com Klose *et al.* (2000), a composição da porção gasosa não condensável liberada na carbonização da madeira é complexa e variável. Nela, inclui-se principalmente quatro gases (CO_2 , CO , CH_4 , H_2), além de outros compostos aromáticos, que são emitidos em diferentes concentrações de acordo com a evolução da temperatura de carbonização.

Diante do exposto, objetivou-se no presente estudo conhecer a dinâmica da composição dos gases não condensáveis da carbonização em função do aumento da temperatura, através da análise qualitativa e quantitativa dos componentes gasosos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram realizadas carbonizações com madeira de *Eucalyptus* spp a 0% de umidade em forno elétrico tipo mufla até as temperaturas finais de 400° C, 550° C e 700° C, com três repetições aplicadas, totalizando nove carbonizações com 250 g iniciais de cavacos de madeira cada uma. A taxa média de aquecimento foi igual a 1,67° C. min⁻¹, representando os incrementos de 50° C a cada 30 minutos.

Foi analisado o conteúdo do gás liberado durante todo o processo. Na saída da mufla, foi conectado um sistema de recuperação dos gases

condensáveis, utilizando um condensador tubular resfriado à água acoplado a um recipiente de coleta (quitasato). Antes de chegarem ao equipamento de leitura posterior ao quitasato, os gases não condensáveis passaram por um processo de pré-lavagem, que consistiu em um frasco lavador contendo álcool e algodão respectivamente, ambos envolvidos com gelo armazenado em isopor, o que evitaria que possíveis gotículas de alcatrão condensassem na tubulação do aparelho de medição, chamado *gasboard* 9030 Wuhan CUBIC Optoelectronics Co., LTDA., saturando-o.

Após passar pela pré-lavagem, as amostras dos gases não condensáveis foram admitidas a cada 50° C, correspondendo a intervalos de 30 minutos, com vazão de 1L/min até o sistema *online* de análise de gás do *gasboard*. Este forneceu leituras da composição percentual base/volume de CH_4 , CO_2 , CO , H_2 , O_2 e hidrocarbonetos de cadeia pequena (C_nH_n), correspondendo a um total de 7, 10 e 13 registros para tais temperaturas. A média dos dados de concentração obtida para as repetições foi utilizada para a confecção de curvas percentuais de liberação de cada componente gasoso mediante a evolução da temperatura.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão representados os percentuais dos gases não condensáveis emitidos em função da temperatura no processo de carbonização. Observou-se que as liberações de CO_2 e CO tornaram-se significativas a partir dos 200° C, atingindo picos próximos a 22% e 12%, respectivamente, aos 300° C. A partir dessa temperatura, a concentração de ambos os gases passou por nova ascensão, seguindo, no entanto, tendência de decréscimo e posterior estabilização. Tal tendência somada ao fato de o CO_2 e o CO serem os principais produtos gasosos da carbonização são atribuídos por Becidan *et al.* (2007) ao fato de resultarem

principalmente da degradação das hemiceluloses e da celulose. Esses componentes podem representar até 80% da constituição da madeira de folhosas e sua decomposição térmica ocorre na faixa aproximada de 220° C – 315° C para hemiceluloses e de 300° C – 380° C para celulose.

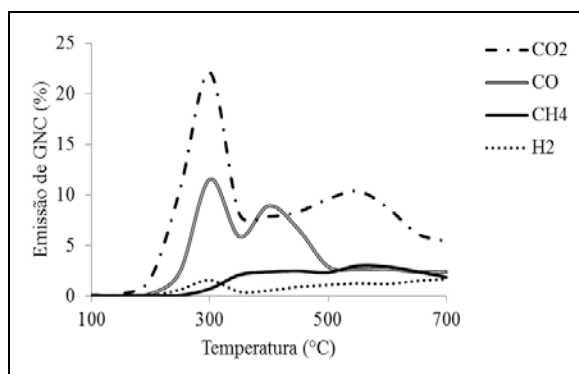


Figura 1: Composição percentual dos gases não condensáveis da carbonização.

Verificou-se também que os gases H₂ e CH₄ têm uma menor contribuição percentual na composição dos gases não condensáveis da carbonização. O H₂ começa a ter uma liberação mais significativa próximo dos 500° C, com alcance de 1,7% aos 700° C, apresentando, também, um pico de concentração isolado em temperatura inferior, aos 300° C, com valor de 1,5%. Já o CH₄ mostrou uma evolução contínua a partir dos 300° C, chegando aos 3% na temperatura de 550° C, estabilizando em valor próximo a essa concentração.

O comportamento de crescimento progressivo da concentração de H₂ e CH₄ entre 400° C e 700° C deve-se ao fato de resultarem de reações secundárias, ou seja, ocorridas entre os produtos voláteis da pirólise e catalisadas pelo leito do carvão vegetal em formação, ou ainda da degradação da lignina, componente de maior estabilidade térmica, que se decompõe a pequenas taxas sob ampla faixa de temperatura (até o final do processo).

O H₂ é formado pelo craqueamento do alcatrão e o CH₄ inicialmente pela quebra dos grupos metoxílicos da lignina e depois pela ruptura dos seus anéis aromáticos (YANG *et al.*, 2007). A partir dos 700°C, o CH₄ também resulta de reações secundárias, notadamente as reações exotérmicas de metanopiranolise entre os componentes gasosos da carbonização (TIHAY e GILLARD, 2010). González *et al.* (2003) descreveram detalhadamente a formação dos produtos da pirólise, destacando duas zonas bem distintas, também observadas neste estudo: uma com liberação de óxidos de carbono e metano a

temperaturas mais baixas (275-425° C) e outra com liberação de metano, hidrogênio e menores concentrações de óxidos de carbono a temperaturas mais elevadas (450° C).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Existe variação no comportamento de liberação de cada gás, sendo que os oxigenados (CO₂ e CO) têm tendência de redução ou estabilização com o aumento da temperatura e o H₂ e o CH₄ apresentam crescimento progressivo. Além disso, cabe ressaltar em estudos posteriores a importância de se mensurar a emissão em massa dos principais gases emitidos na pirólise da madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

BECIDAN, M.; SKREIBERG, O.; HUSTAD, J. Products distribution and gas release in pyrolysis of thermally thick biomass residues samples. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, Amsterdam, v. 78, p. 207–213, 2007.

GONZÁLEZ, J. F.; ENCINAR, J. M.; CANITO, J. L.; SABIO, E.; CHACÓN, M. Pyrolysis of cherry stones: energy uses of the different fractions and kinetic study. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, Amsterdam, v. 67, p. 165-190, 2003.

KLOSE, W.; DAMM, S.; WIEST, W. Pyrolysis and activation of different woods Thermal analysis (TG/EGA) and formal kinetics. **IV International Symposium of Catalytic and Thermochemical Conversions of Natural Organic Polymers**, Krasnoyarsk, 2000.

TIHAY, V.; GILLARD, P. Pyrolysis gases released during the thermal decomposition of three Mediterranean species. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, Amsterdam, n. 88, p. 168–174, 2003.

YANG, H.; YAN, R.; CHEN, H.; LEE, D. H.; ZHENG, C. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis, **Fuel**, Amsterdam, n. 86, p. 1781– 1788, 2007.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, ao CNPq, à EMBRAPA FLORESTAS, à SECTES e aos laboratórios LPM e LAPEM, ambos pertencentes à Universidade Federal de Viçosa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



REAPROVEITAMENTO SIDERÚRGICO DE FINOS DE CARVÃO VEGETAL E DE MINÉRIO DE FERRO ATRAVÉS DA BRIQUETAGEM

Rafael Gomes Gonçalves, Samuel Wilke Monteiro de Souza, Romulo Teixeira, Jéssica Dornelas Soares, Carlos Miguel Simões da Silva
Universidade Federal de Viçosa
 rafael.g.goncalves@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

Ferro gusa é o nome dado ao produto imediato da redução do minério de ferro, utilizando carvão e fundentes, dentro de alto-forno sob alta temperatura e alta pressão. Trata-se do intermediário da qual se produz ligas metálicas. Investimentos visando aumentar a participação brasileira nesse setor estão concentrados no desenvolvimento tecnológico da produção do carvão vegetal para uso como termorreduzidor. Os motivos para isso estão nas vantagens que o seu uso alternativo apresenta em relação ao uso tradicional do carvão mineral, além das vantagens ambientais decorrentes do fato de ser renovável e menos poluente, e as ligas metálicas que utilizam o carvão de origem vegetal no seu processo produtivo são consideradas de alta qualidade, pois apresentam um baixo teor de impurezas (TELLES *et al.*, 2009).

Entretanto, algumas características intrínsecas ao próprio carvão vegetal impedem a sua maior participação no setor siderúrgico, dentre elas, destaca-se a baixa resistência mecânica, apresentando alta friabilidade, ou seja, uma desagregação considerada alta mediante à atritos, impactos ou quaisquer outros estresses mecânicos. A geração de finos na produção de carvão ocorre tanto nas carvoarias, quanto nas etapas de carregamento, transporte, armazenamento e peneiramento do material.

De forma análoga ao carvão vegetal, as etapas envolvidas no processo de extração e beneficiamento do minério de ferro também geram quantidade significativa de finos, cujo aproveitamento, devido à menor granulometria, não é o mesmo e nem tão lucrativo quanto ao minério na granulometria padrão pra uso siderúrgico.

Valendo-se de tanto, o presente do estudo teve como objetivo avaliar o potencial do

reaproveitamento siderúrgico dos finos de carvão vegetal e de minério de ferro através da briquetagem prévia desses resíduos com adição de aglutinantes.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a produção dos briquetes foram utilizados finos de minério de ferro e finos de carvão nas granulometrias de 20 e 35 mesh, respectivamente. Foram acrescentados em todos os tratamentos 2,5 g de cimento, 2 g de cal e 25 g de adesivo a base de silicato de sódio, que atuaram como aglutinantes. Abaixo segue os tratamentos realizados em função das proporções de finos de minério e carvão vegetal.

Tabela 1: Quantidade, em gramas, dos constituintes variáveis de cada tratamento.

Trat.	Minério (g)	Finos Carvão (g)	Água (g)
A	95	5	14
B	90	10	20
C	85	15	26
D	80	20	32

A mistura entre os finos de carvão, o minério e os aglutinantes, foi realizada, manualmente, com auxílio de um misturador, até a homogeneização dos componentes. Foram produzidos briquetes de formato abaulado com 5 cm de diâmetro em uma prensa hidráulica manual, sob pressão constante de 3 toneladas, durante 2 minutos. Após a prensagem, os briquetes foram secos a temperatura ambiente por um período de 7 dias. Determinou-se a friabilidade, poder calorífico superior e composição química imediata dos briquetes, seguindo, respectivamente, a metodologia para carvão sugerida pelo Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC (1982), a norma ABNT NBR 8633 (ABNT, 1983) e a norma ABNT NBR 8112 (ABNT, 1983). Os

resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando estabelecidas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, por meio do teste de Tukey, a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentadas as propriedades dos briquetes em função dos tratamentos.

Tabela 2: Friabilidade, Poder Calorífico Superior e Análise Química Imediata (Materiais Voláteis (MV), Carbono Fixo (CF) e Cinzas (CZ)) dos tratamentos.

Trat.	Friab. %	PCS kcal/kg	MV %	CF %	CZ %
A	3,7c	937,4 b	7,6 d	1,4 c	90,9 a
B	8,3c	959,7 b	16,3 c	1,1 c	82,6 b
C	73,7b	1028,8 b	21,2 b	2,8 b	76,0 c
D	100,0 a	1169,8 a	23,5 a	3,6 a	72,9 d

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

Observa-se que a medida que se adicionou finos de carvão vegetal a composição dos briquetes, a friabilidade dos mesmos aumentaram, tendo os tratamentos “A” e “B” valores estatisticamente iguais, ficando abaixo de 10%, que segundo a classificação do CETEC (1982) para carvão vegetal está em uma faixa considerada muito pouco friável. Entretanto, os outros dois tratamentos apresentaram altíssima friabilidade, sendo descartado o uso de ambos, para as condições citadas, na produção de briquetes. Logo, a adição de carvão não deve ultrapassar 10% para não ter excessivas perdas de resistência.

Nota-se que o poder calorífico e o teor de carbono fixo foram baixo, como esperado, enquanto o teor de cinzas ficou muito acima do praticado pelos produtores de carvão vegetal. Esses resultados são explicados pela grande proporção de finos de minério de ferro adicionada para produzir os briquetes. Os briquetes apresentam baixa quantidade de material orgânica, o que reflete diretamente no poder calorífico e composição química imediata, principalmente, carbono fixo. No entanto, vale ressaltar que esse tipo de briquete proposto não tem como propósito principal levar apenas o carvão vegetal novamente para o alto-forno, mas também levar minério ferro, visto que os preços praticados no mercado para esses materiais

residuais do processo de produção de gusa não contribuem para a competitividade do produto.

Apesar dos resultados obtidos não apresentarem tantas vantagens comparados ao do carvão vegetal, os briquetes foram satisfatórios quando analisados para o reaproveitamento de finos de minério de ferro.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

- Conclui-se que a adição de até 10% de carvão vegetal na composição de briquetes de minério de ferro não interfere na resistência mecânica dos mesmos. A quantidade de carbono e energia presente nos briquetes é proporcional a quantidade de carvão vegetal.

- Esses testes são preliminares, necessitando de mais estudos visando encontrar outras metodologias e tratamentos que possibilitem aumentar a proporção de finos de carvão e a qualidade das propriedades químicas e físicas dos briquetes.

- O cimento e cal utilizados como aglutinantes, a princípio, não traz prejuízos ou danos para o alto forno, pois a composição dos mesmos tem calcário na sua composição, produto este que é o principal fundente utilizado.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8112:** Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 8633:** Carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS - CETEC. Produção e Utilização de Carvão Vegetal. **Séries Técnicas CETEC**, Belo Horizonte, 1982. 393 p.

TELLES, F.F.G; ABREU, E.J.P; HALASZ, M.R.T; ARAÚJO, J.A. Reutilização de resíduos finos oriundos do processo siderúrgico. In: VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica. **Anais**. Uberlândia, M.G. 2009.

AGRADECIMENTOS

Fapemig, ArcelorMittal, SECTES, Embrapa Floresta e ao LAPEM/UFV.



COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS GRAVIMÉTRICOS E MEDIDORES ELÉTRICOS DE DETERMINAÇÃO DE TEORES DE UMIDADE DA MADEIRA

Ramon Ubirajara Teixeira, Artur Queiroz Lana, Angélica de Cassia Oliveira Carneiro
Universidade Federal de Viçosa
 ramon.teixeira@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

Existem vários métodos para verificar o teor de umidade das madeiras, dos quais o mais simples é o método gravimétrico, porém mesmo apresentando uma boa precisão, não é imediato. Outros permitem uma resposta mais imediata, porém, possuem uma precisão contestada. Desta forma faz-se necessário o estudo de métodos que sejam mais rápidos sem que percam a precisão (Calonego et. al., 2006). Segundo Moreschi (2005), os métodos mais utilizados para medição da umidade da madeira são os métodos por pesagem, que são os mais usuais, os métodos químicos (destilação e por titulação) que são os mais precisos e métodos que utilizam medidores elétricos, que são os mais rápidos. Os aparelhos elétricos utilizados para a determinação do teor de umidade da madeira podem ser construídos de duas formas distintas, os baseados na resistência da madeira à passagem de uma corrente contínua, ou na sua capacidade elétrica. O objetivo deste trabalho foi testar três medidores elétricos na medição da umidade de diferentes produtos madeireiros em comparação com o método gravimétrico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram testados três aparelhos para medição da umidade, dois resistivos modelos DL2000 (tratamento 3) e DUL9009 (tratamento 2) e um capacitivo modelo TCS75 (tratamento 4), em comparação com o método gravimétrico (testemunha). Os materiais utilizados neste trabalho foram obtidos no Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM) do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa-MG. Foram 15 materiais diferentes: madeira de roxinho (*Peltogyne paniculata*), aglomerado de 12 mm de espessura sem e com revestimento, MDP (Medium Density Particle) de 12 mm de espessura, MDF (Medium Density Fiber) de 14 mm de espessura com e sem revestimento,

toretos de madeira com 4, 9 e 13 cm de diâmetro, briquete de 10 cm de diâmetro e madeira termorretrificada em 5 temperaturas diferentes. Cada material foi medido com cada um dos aparelhos com 3 repetições e, posteriormente foram retiradas amostras desses para obtenção da umidade pelo método gravimétrico, ou seja, obtenção da massa inicial, em seguida as amostras foram secas em estufa a 103°C por tempo suficiente para que as massas se mantenham constantes e, por final, pesadas novamente obtendo assim, por diferença, a umidade de cada material. Os dados foram tabulados e analisados pelo programa R Development Core Team, utilizando o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Valores de umidade para cada material pelo Teste Tukey, médias seguidas de pelo menos uma mesma letra não diferem entre si:

Material	Tratamento	Umidade (%)
roxinho (<i>Peltogyne paniculata</i>)	TCS75	13,43a
	Testemunha	11,97b
	DUL9009	8,67c
	DL2000	5,87d
aglomerado 12 mm sem revestimento	DL2000	13,50 a
	DUL9009	10,00 b
	TCS75	9,80 b
	Testemunha	9,35 b
aglomerado 12 mm com revestimento	Testemunha	10,84 a
	DUL9009	10,67 a
	DL2000	10,80 a
	TCS75	10,53a
MDP	DL2000	11,77 a
	TCS75	11,03 a
	Testemunha	10,89 a
	DUL9009	5,00 b
MDF de 15 mm sem revestimento	TCS75	10,77 a
	Testemunha	9,7 b
	DL2000	9,10 c

	DUL9009	5,00 d
MDF de 15 mm com revestimento	TCS75	10,93 a
	Testemunha	9,72 b
	DL2000	8,83 c
	DUL9009	5,00 d
torete de madeira de 4 cm	DUL9009	20,00 a
	DL2000	17,8 ab
	Testemunha	15,26 ab
	TCS75	11,40 b
torete de madeira de 9 cm	DL2000	16,00 a
	Testemunha	15,17 a
	DUL9009	15,00 ab
	TCS75	12,87 b
torete de madeira de 13 cm	DL2000	20,17 a
	DUL9009	19,00 a
	Testemunha	16,45 ab
	TCS75	11,93 b
Briquete de 10 cm	TCS75	11,63 a
	Testemunha	10,69 a
	DL2000	9,10 ab
	DUL9009	7,67 b
Madeira termorretificada 1	DL2000	10,97 a
	Testemunha	10,84 a
	TCS75	10,70 a
	DUL9009	10,33 a
Madeira termorretificada 2	TCS75	13,77 a
	Testemunha	13,04 a
	DL2000	11,07 b
	DUL9009	11,00 b
Madeira termorretificada 3	TCS75	10,03 a
	Testemunha	10,09 b
	DL2000	9,60 c
	DUL9009	9,00 d
Madeira termorretificada 4	TCS75	10,90 a
	Testemunha	9,90 b
	DL2000	8,87 c
	DUL9009	6,00 d

Os resultados mostraram que a precisão de cada aparelho variou de acordo com o material em estudo. O capacitivo modelo TCS74 foi o que abrangeu um maior número de mateias quanto à medição da umidade quando comparado com a testemunha. Sendo eficiente para o aglomerado, o MDP, para os toretes com diferentes diâmetros, para o briquete e para madeira termorretificada em menores temperaturas. Dentre os resistores o modelo DL2000 foi um pouco melhor que o DUL9000 abrangendo mais materiais. Vale ressaltar que todos os materiais obtiveram uma umidade na faixa de 6-30% que, segundo James (1988) e Haygreen & Bowyer (1996) os medidores elétricos de resistência são geralmente mais confiáveis para avaliar teores de umidade de 6 a 30%. Com o aumento do teor de umidade, a partir da Umidade de Saturação

das Fibras (USF) até a completa saturação da estrutura da madeira, a diminuição da resistividade elétrica é menor e sua determinação implica em erros (Galina, 1997).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os medidores elétricos podem ser eficientes na determinação imediata da umidade, porém dependerá do material em questão. Para materiais que possuem um elevado gradiente de umidade não se recomenda não se recomenda o uso desses aparelhos. Para uma melhor conclusão é necessário que se faça o estudo de mais materiais a fim de se obter um leque maior de opções para o uso desses aparelhos.

5. BIBLIOGRAFIA

CALONEGO, F. W.; BATISTA, W. R.; SEVERO, E. T. D.; SANTOS, J. E. G.; RIBAS, C. **Avaliação do teor de umidade da madeira de Eucalyptus grandis pos medidores elétricos resistivos.** *Rev. Inst. Flor.*, São Paulo, v. 18, n. único, p. 71-78, dez. 2006.

GALINA, I. C. M. **Variação da resistência elétrica em madeiras visando o grupamento de espécies.** 1997. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciências/ Ciência e Tecnologia de Madeiras) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

HAYGREEN, J. G.; BOWYER, J. L. **Forest products and wood science: an introduction.** Iowa: Iowa State University Press: AMES, 1996. 484 p.

JAMES, W. L. **Electric moisture meters for wood.** Madison: United States Department of Agriculture - USDA, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1988. 17 p. (USDA General Technical Report FPL-GTR, 6).

MORESCHI, J. C. **Propriedades da Madeira.** Universidade Federal do Paraná. 4ª edição – novembro / 2012.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Cnpq pelo apoio financeiro, ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira (LAPEM) da Universidade Federal de Viçosa e a todos que contribuíram para realização desse trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PARÂMETROS ANATÔMICOS DAS FIBRAS DE *Eucalyptus urophylla* NO SENTIDO LONGITUDINAL DO FUSTE

Isadora Silva Corradi, Dalila Batista Albertassi, Nívea Soares Amoroso Lima,
 Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Aylson Costa Oliveira
 Laboratório de Painéis e Energia da Madeira/Universidade Federal de Viçosa
 isadora.corradi@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira das diversas espécies de *Eucalyptus* apresenta algumas características anatômicas semelhantes, como fibras libriformes, vasos solitários de arranjo diagonal, parênquima paratraqueal vasicêntrico e raios unisseriados homocelulares (ALVES *et al.*, 2011). Contudo, é necessário fazer uma avaliação quantitativa de seus constituintes anatômicos, principalmente no que se refere à mensuração das dimensões das fibras e dos vasos, que compõem a maior porcentagem do lenho, como também é preciso avaliar a relação entre esses parâmetros morfológicos e as possíveis utilizações da madeira.

Um dos indicadores empregados para a determinação da qualidade da madeira é a densidade básica, a qual é afetada pelo comprimento, diâmetro do lume e espessura das paredes das fibras (OLIVEIRA, 1988). No estudo realizado por Pereira (2012), a autora verificou que madeiras que apresentam fibras com menor diâmetro de lume e maior espessura da parede tendem a apresentar maior densidade básica. Esta é uma das mais importantes propriedades quando a madeira será destinada para fins energéticos, seja na forma de lenha ou carvão vegetal.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi avaliar os parâmetros anatômicos das fibras no sentido longitudinal do fuste e correlacionar estes parâmetros com a densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla*, destinada à produção de carvão vegetal.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realização desse trabalho foram analisadas duas árvores da espécie *Eucalyptus urophylla*, com seis anos, pertencentes a um plantio localizado na cidade de Viçosa-MG.

As árvores foram cortadas em discos, em seis diferentes alturas, 0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100%, no sentido longitudinal (base-topo). Desses foram retirados pequenos fragmentos ao longo do sentido radial. A individualização das fibras foi realizada segundo o método preconizado por Dadswell (1972). Posteriormente, montaram-se lâminas temporárias e mediram-se a largura, o comprimento e o diâmetro de 30 fibras por disco. As medições foram feitas através do software Axio-Vision. A espessura da parede celular da fibra foi determinada matematicamente pela metade da diferença entre a largura da fibra e o diâmetro do lume. A fração parede (FP) foi estimada conforme Foelkel *et al.* (1975):

$$\text{Fração parede} = \frac{2 * Ep}{L} * 100$$

Sendo, Ep: Espessura de parede, em μm ; e, L: Largura de fibra, em μm .

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (alturas) e duas repetições (árvores). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste Tukey. Para determinar as correlações existentes entre as propriedades avaliadas e a densidade básica da madeira (Tabela 1) foi empregado o coeficiente de correlação de Pearson. Considerou-se o nível 95% de significância para as análises.

Tabela 1: Densidade básica média da madeira de *E. urophylla* no sentido longitudinal do fuste

Altura (%)	0	DAP	25	50	75
DBM (g/cm ³)	0,638	0,551	0,586	0,581	0,561

DBM= densidade básica da madeira

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros anatômicos das fibras de *E. urophylla* no sentido longitudinal do fuste

Altura (%)	Parâmetros anatômicos das fibras				
	L (µm)	EP (µm)	C (mm)	DL (µm)	FP (%)
0	18,20 a	5,38 a	0,99 ab	7,43 a	59,15 a
DAP	16,62 a	4,33 a	1,03 ab	7,96 a	51,91 a
25	17,59 a	5,56 a	1,09 a	6,48 a	63,31 a
50	16,08 a	5,00 a	0,88 ab	6,08 a	62,12 a
75	15,04 a	4,46 a	1,02 ab	6,13 a	59,00 a
100	15,42 a	4,82 a	0,86 b	5,78 a	62,62 a
Média	16,49	4,92	0,98	6,64	59,68

L=largura; EP=espessura da parede; C=comprimento; DL= diâmetro do lume; FP= fração parede. Médias na mesma coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de significância, pelo teste Tukey.

Entre os parâmetros anatômicos quantitativos das fibras, apenas o comprimento de fibras variou significativamente no sentido longitudinal do fuste. Verifica-se, então, que para o material genético avaliado, as dimensões das fibras são similares no sentido base-topo.

Os valores encontrados são próximos aos de Santos *et al.* (2011), que avaliaram quatro clones de *Eucalyptus* spp., aos 7 anos de idade.

De acordo com Paula (2005) madeiras com fração parede superior a 60% são adequadas para a geração de energia, na forma de lenha ou de carvão vegetal. Verifica-se que a fração parede média da madeira de *E. urophylla* avaliada aproximou-se deste valor, indicando que a madeira pode ser utilizada para fins energéticos.

Tabela 3: Correlações entre os parâmetros anatômicos das fibras de *E. urophylla* e densidade básica da madeira

	L	EP	C	DL	FP
DBM	0,63*	0,64*	-0,33	-0,04	0,40

* Correlações significativas, a 5% de probabilidade. L=largura; EP=espessura da parede; C=comprimento; DL= diâmetro do lume; FP= fração parede; DBM= densidade básica da madeira.

Dentre os parâmetros anatômicos avaliados, verificou-se que apenas a largura das fibras e a espessura da parede correlacionaram-se significativa e positivamente com a densidade básica da madeira de *E. urophylla* (Tabela 3).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para a madeira de *E. urophylla* avaliada, pode-se utilizar apenas uma altura para avaliação dos parâmetros anatômicos. Quanto maiores a largura das fibras e a espessura da parede, maior a densidade básica da madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

ALVES, I.C.N.; GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L.; SILVA, H.D. Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptusbenthami* para produção de celulose Kraft. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 1, p. 167-174, jan.-mar., 2011.

DADSWELL, H.E. The anatomy of eucalypt wood. **CSIRO Forest Products Laboratory**, Melbourne, n.66, p.1-28, 1972.

FOELKEL, C.E.B., BARRICHELO, L.E.G., MILANEZ, A.F. Estudo comparativo das madeiras de *E. saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculatae* *E. tereticornis* para produção de celulose sulfato. **IPEF**, Piracicaba, n.10, p.17-37, 1975.

OLIVEIRA, E. **Correlações entre parâmetros de qualidade da madeira e do carvão de *Eucalyptusgrandis* (W. Hill exMaiden)**. 1988. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. **Cerne**, Lavras, v. 11, n.1, p. 90-100, 2005.

SANTOS, R.C.; CARNEIRO, A.C.O.; CASTRO, A.F.M.; CASTRO, R.V.O.; BIANCHE, J.J.; CARDOSO, M.T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 221-230, jun. 2011.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, SECTES, CNPq, EMBRAPA, LAPEM, LPM, UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DE CERNE E ALBURNO NO SENTIDO LONGITUDINAL DO FUSTE DE *Eucalyptus urophylla*

Nívea Soares Amoroso Lima, Dalila Batista Albertassi, Isadora Silva Corradi, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Bárbara Luísa Corradi Pereira
Universidade Federal de Viçosa
 (nívea.lima@ufv.br)

1. INTRODUÇÃO

Para caracterizar a madeira de *Eucalyptus* sp. para as diversas finalidades, é necessário analisá-la anatomicamente (SHIMOYAMA, 1990). A análise anatômica da madeira é fundamental para escolha mais rápida e precisa das possíveis utilidades da madeira de diferentes espécies ou clones.

Uma propriedade anatômica importante é a quantificação das porcentagens de cerne e alborno na madeira, porque existe a conveniência da presença de maior percentual de cerne ou de alborno, dependendo da utilização que se queira dar à madeira.

O alborno é formado por células funcionais, de coloração geralmente mais clara, responsáveis pela condução ascendente de água e solutos nela dissolvidos. Quando se tornam inativas para o transporte de água, as células do alborno passam a constituir o cerne. Silva e Trugilho (2003) ressaltam que o processo de cernificação é caracterizado não só pela morte das células do parênquima radial, mas também pelo consumo de amido e pelo aumento no conteúdo de extrativos e tilos, em determinados gêneros, como o *Eucalyptus* sp.

No que se refere à produção de carvão vegetal, há carência de estudos da influência das proporções de cerne e alborno no rendimento de carvão e em suas propriedades.

Este é um trabalho preliminar, cujo objetivo foi avaliar a variação das porcentagens de cerne e alborno, além da relação entre ambos no sentido longitudinal do fuste da madeira de *Eucalyptus urophylla*, destinada à produção de carvão vegetal.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realização desse trabalho foram selecionadas duas árvores com seis anos de idade, da espécie *Eucalyptus urophylla*, pertencentes a um plantio localizado em Viçosa, MG.

De cada árvore foram retirados discos em 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial do fuste, além do diâmetro à altura do peito (DAP). Identificou-se, em cada disco, a região de transição entre cerne e alborno, com o auxílio de uma lupa com aumento de dez vezes, observando a alteração na cor e ocorrência de poros obstruídos por tilos no cerne. De uma extremidade à outra de cada disco sem casca, traçaram-se duas retas perpendiculares, passando pelo centro da medula. Foram feitas as medições do diâmetro total e do diâmetro do cerne com uma régua de 0,1 cm de precisão.

Os procedimentos utilizados para determinação da porcentagem de cerne e de alborno e as suas relações cerne/ alborno (C/A) estão de acordo com a metodologia descrita por Evangelista (2007).

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos (alturas), com duas repetições (árvores). Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e ao teste Tukey em nível de 95% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de porcentagem de cerne e de alborno e relação C/A da madeira de *Eucalyptus urophylla* no sentido base-topo são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios de porcentagem de cerne e alburno e relação cerne/alburno (C/A) em função do sentido longitudinal do fuste de *Eucalyptus urophylla*

Prop.	Posição no sentido base-topo					
	0%	DAP	25%	50%	75%	100%
Cerne (%)	51,6 a	48,5 ab	44,8 ab	34,5 b	35,9 b	15,8 c
Alburno (%)	48,4 c	51,5 bc	55,2 bc	65,5 b	64,1 b	84,2 a
C/A	1,07 a	0,94 a	0,81 ab	0,53 bc	0,56 bc	0,19 c

Prop.: Propriedade. Médias na mesma linha seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de significância, pelo teste Tukey.

A análise de variância indicou que o efeito da posição no sentido base-topo foi considerável a 95% de significância. Observa-se que houve um decréscimo significativo da porcentagem de cerne, aumento da porcentagem de alburno e conseqüentemente, decréscimo da relação C/A no sentido longitudinal da árvore.

Isso se deve à participação das camadas recém-formadas na proporção total de madeira que vai aumentando gradativamente da base para o topo do fuste (PINHEIRO, 2013). Assim, proporcionalmente, existe mais madeira jovem do que adulta nas posições mais altas. Como o desenvolvimento do cerne acompanha o avanço da idade do lenho, a proporção do mesmo é maior onde o lenho é mais velho, ou seja, a proporção de cerne diminui da base para o topo da árvore (PINHEIRO, 2013). Portanto, maiores diâmetros, presentes nas porções mais próximas à base, apresentam maior área de cerne, e conseqüentemente maiores relações C/A.

Resultados semelhantes de relação C/A no sentido base-topo foram observados por Pereira (2012) e Pinheiro (2013) que estudaram *Eucalyptus urophylla*, destinado à produção de carvão vegetal.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que a porcentagem de cerne diminui no sentido base-topo, enquanto a porcentagem de alburno aumenta.

As próximas etapas previstas para a continuação do trabalho são a carbonização das amostras e determinação das propriedades do carvão vegetal. Assim, será possível determinar a

influência das porcentagens de cerne e alburno no rendimento e propriedades do carvão vegetal.

5. BIBLIOGRAFIA

EVANGELISTA, W.V. **Caracterização da madeira de clones de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake, oriunda de consórcio agrossilvipastoril.** 2007. 120p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PEREIRA, B. L. C. **Qualidade da madeira de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal.** 2012. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PINHEIRO, M. A. **Influência das dimensões da madeira na secagem e nas propriedades do carvão vegetal.** 2013. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2013.

SHIMOYAMA, V.R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* spp.** 1990. 93p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1990.

SILVA, D.A.; TRUGILHO, P.F. Comportamento dimensional da madeira de cerne e alburno utilizando-se metodologia de análises de imagem submetida a diferentes temperaturas. **Revista Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 56-65, 2003.

AGRADECIMENTOS

Aos funcionários do Laboratório de Painéis e Energia da Madeira e Laboratório de Propriedades da Madeira – DEF/ UFV. À FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTIMATIVA DE MASSA DE CARVÃO VEGETAL PARA SEIS CLONES DE EUCALIPTO

Welliton Lelis Cândido, Bárbara Luísa Corradi Pereira, Mateus Alves de Magalhães,
Wagner Davel Canal, Ana Márcia Macedo Ladeira Carvalho
Laboratório de Painéis e Energia da Madeira/Universidade Federal de Viçosa
wellinton.candido@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

Em 2011, a área de plantios de *Eucalyptus* totalizou 4.873.952 ha (ABRAF, 2012). O segmento de lenha e carvão vegetal concentram 35,4% da produção madeireira total do País. Os principais destinos do carvão vegetal são os setores de ferro-gusa e aço, que consomem 72% do carvão vegetal produzido (EPE, 2011).

Durante muitos anos, houve preocupação somente com o aumento da produtividade dos plantios florestais de *Eucalyptus*, não incorporando as características tecnológicas da madeira aos aspectos econômicos e silviculturais, sendo que o rendimento, qualidade e desempenho do carvão vegetal são influenciados diretamente pelas propriedades da madeira.

De acordo com Brito (1993), quanto maior a densidade da madeira, maior será a produção em massa em carvão vegetal, para um determinado volume de madeira enforcada. Além disso, maior densidade da madeira resultará em carvão vegetal com maior densidade e maior resistência mecânica, propriedades estas almejadas na maioria dos usos aos quais se prestam esse insumo.

O trabalho teve como objetivo indicar o(s) clone(s) de *Eucalyptus* com o maior potencial para produção de carvão vegetal, dado seus valores de densidade básica e incremento médio anual volumétrico, dando subsídio para o melhoramento genético.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas três árvores de diâmetro médio para cada um dos seis clones avaliados neste trabalho (Tabela 1). De cada árvore foram retirados seis discos, correspondentes a 0%, DAP (diâmetro à altura do peito), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do tronco.

Para carbonização, foram retiradas amostras de cada disco, obtendo-se uma amostra composta por árvore. As carbonizações foram realizadas em um forno elétrico tipo mufla, utilizando-se um recipiente cilíndrico metálico. O controle de aquecimento foi feito manualmente, com incrementos de 50°C a cada 30 minutos, com temperatura variando de 100°C a 450°C, o que corresponde a uma taxa de aquecimento média de 1,67°C.min⁻¹, totalizando 8 incrementos de temperatura.

Tabela 1: Informações gerais sobre os clones de *Eucalyptus* utilizados no estudo.

Clone	Material Genético	Ht	IMAsc	DB	RGCv
1	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	23,9	32,8	531	34,96
2	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i>	22,9	27,5	545	34,71
3	Híbrido de <i>Eucalyptus grandis</i>	24	35,4	577	34,93
4	Híbrido de <i>Eucalyptus urophylla</i>	23,7	31,9	548	34,33
5	<i>Eucalyptus urophylla</i>	19,9	28,7	585	35,4
6	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	25	34,2	563	35,76

Ht = altura total média (m), IMAsc = incremento médio anual volumétrico sem casca (m³.ha⁻¹.ano⁻¹), DB= Densidade básica (kg.m⁻³) RGCv= Rendimentos gravimétricos em carvão vegetal (%).

A massa de carvão vegetal (t. ha⁻¹.ano⁻¹) foi obtida conforme as equações abaixo:

$$MSM = \frac{IMA * Dbm}{1000}$$

MSM: Massa seca de madeira (t.ha⁻¹.ano⁻¹);
IMA: Incremento médio anual sem casca (m³.ha⁻¹

$^1.\text{ano}^{-1}$); Dbm: Densidade básica da madeira ($\text{kg}.\text{m}^{-3}$)

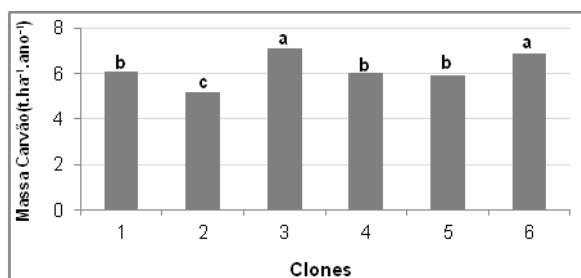
$$\text{MCV} = \text{MSM} * \text{RGCV}$$

MCV: Massa de carbono carvão vegetal ($\text{t}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); MSM: Massa seca da madeira ($\text{t}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); RGCV: Rendimento gravimétrico (M de carvão vegetal / 100).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando apenas a densidade básica da madeira, os clones em estudo são potenciais para produção de carvão vegetal porque todos apresentaram densidade básica superior às médias sugeridas por Trugilho *et al.* (2001) e Santos *et al.* (2011). Segundo esses autores, a densidade básica da madeira para produção de carvão vegetal deve ser superior a $500 \text{ kg}.\text{m}^{-3}$.

A Figura 1 apresenta os valores médios da estimativa de massa de carvão vegetal para cada um dos clones avaliados.



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ($p < 0,05$).

Fig. 1: Estimativa de massa de carvão vegetal dos diferentes clones de *Eucalyptus* spp.

As maiores massas estimadas de carvão para os clones 3 ($7 \text{ t}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) e 6 ($6,5 \text{ t}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) são devido a estes apresentarem maiores valores de Incremento Médio Anual sem casca (IMA s/c), conforme apresentados na Tabela 1. Além disso, o clone 3 apresentou uma das maiores densidades e o clone 6, o maior rendimento em carvão vegetal. Dentre os clones que apresentaram valores de massa de carvão intermediários, destaca-se o clone 5 ($6 \text{ t}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$) que apresentou um baixo IMA s/c, porém apresentou a maior densidade básica da madeira entre os clones avaliados e um rendimento em carvão satisfatório, o que contribuiu para sua elevada massa de carvão por ha.ano. O clone 1 cujo IMA s/c foi de $32,8 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, apresentou a menor densidade da madeira e um rendimento intermediário em carvão. Já o clone 4, apresentou um IMA s/c de $31,9 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, baixa densidade básica da madeira e o menor rendimento em carvão. Por fim, o clone 2, para o

qual se verificou a menor massa estimada de carvão ($5 \text{ t}.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$), apresentou o menor IMA s/c, $27,5 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, além de uma baixa densidade e rendimento intermediário em carvão.

4. CONCLUSÕES

Os resultados da estimativa de massa evidenciam a importância da produtividade volumétrica na seleção de um material genético, mostrando também a contribuição da densidade básica da madeira e do rendimento em carvão.

Considerado a estimativa de massa em carvão vegetal, os clones 3 (Híbrido de *Eucalyptus grandis*) e 6 (*Eucalyptus camaldulensis*) destacaram-se e, em contrapartida, o clone 2 (Híbrido de *Eucalyptus urophylla*) foi inferior aos demais.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. 2012. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2011**. Brasília, 2012. 150p.

BRITO, J. O. Reflexões sobre a qualidade do carvão vegetal para uso siderúrgico. IPEF, Piracicaba, Circular Técnica, n. 181, 1993.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. 2011. **Balço Energético Nacional 2011: Ano Base 2010**. Rio de Janeiro, 2011. 266p.

SANTOS, R.C.; CARNEIRO, A.C.O.; CASTRO, A.F.M.; CASTRO, R.V.O.; BIANCHE, J.J.; CARDOSO, M.T. Correlações entre os parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de clones de eucalipto. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 90, p. 221-230, jun. 2011.

TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. A. da. Influência da temperatura final de carbonização nas características físicas e químicas do carvão vegetal de Jatobá (*Himenea courbaril* L.). **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 2, n. 1/2, p. 45-53, 2001.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, SECTES, CNPq, EMBRAPA, LAPEM, LPM, UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DE PELLETS PRODUZIDOS COM MISTURAS DE RESÍDUOS DE PODA DE ÁRVORES E PAPELÃO ONDULADO

Larissa Carvalho Santos, Marina Moura de Souza, Tatiane da Silveira Silva, Benedito Rocha Vital, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro
Laboratório de Painéis e Energia da Madeira/Universidade Federal de Viçosa
 lari.carvalhoufv@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Pellets são considerados uma forma de combustível densificada que podem oferecer oportunidades interessantes no que tange ao desenvolvimento de energias renováveis.

A peletização é um processo de compactação relativamente mais complexo que a briquetagem, pois sendo o maquinário mais exigente torna o processo mais seletivo com relação à matéria-prima utilizada. Atualmente, a grande maioria dos pellets em escala global, são produzidos com madeira e/ou resíduos de madeira, porém há fortes tendências para a utilização de resíduos de biomassa em geral e principalmente misturas entre resíduos e madeira.

A principal vantagem da compactação da biomassa é o aumento da densidade energética em comparação com o material sem processamento, além disso, os pellets permitem uma homogeneização da produção de energia durante o processo de combustão e a considerável redução de custos com transporte, armazenamento e manuseio (SOUZA et al, 2012).

As novas possibilidades para o uso de diferentes materiais na produção de pellets deverá estar atrelada a algumas propriedades destes como por exemplo, alto poder calorífico, baixo teor de cinzas, baixa geração de finos, além de enquadramento em normas específicas para transporte e consumo (STAHL e BERGHEL, 2011). Sendo assim, a produção e a caracterização de pellets compostos por novos materiais deve ser etapa base no estudo de prospecção para reaproveitamento energético de resíduos.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi produzir pellets compostos por misturas de resíduos de poda de árvores e papelão ondulado e determinar suas propriedades de acordo com normas alemãs de comercialização e utilização de pellets.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Após coleta, os resíduos de poda de árvores e papelão ondulado foram triturados em moinho martelo, posteriormente, classificou-se as partículas utilizando-se peneira de 2 mm de diâmetro e a umidade do material foi ajustada para 10 a 12% em base seca.

Foram produzidos pellets com misturas de 0, 20, 40, 60 e 80% de papelão ondulado e resíduos de poda de árvores. Foi utilizada uma prensa peletizadora laboratorial da marca Amandus Kahl, modelo 14-175 com capacidade de produção igual a 50 kg.h⁻¹. A temperatura de peletização variou entre 90 e 100 °C, a velocidade de rotação dos rolos da prensa foi de aproximadamente 1500 rpm e foram produzidos 3,0 kg de pellets para cada mistura de resíduos.

Foram determinados os seguintes parâmetros: diâmetro e comprimento (EN 16127-DIN, 2010), umidade base úmida (EN 14774-2-DIN, 2010), densidade a granel (EN 15103-DIN, 2010), porcentagem de finos e durabilidade mecânica (EN 15210-1-DIN, 2010), teor de cinzas (NBR 8112), poder calorífico líquido (NBR 8633).

A verificação da adequação dos parâmetros obtidos foi feita comparando-se com a norma alemã EN 14961-1 (DIN, 2010).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao diâmetro, comprimento e umidade, os pellets produzidos em todas as misturas de resíduos de poda de árvores e papelão ondulado enquadraram-se nas exigências normativas para a classificação de pellets de alta qualidade (A1), que são de $6,6 \pm 1$ mm para diâmetro e $3,15 \leq C \leq 40$ mm para comprimento dos pellets e umidade menor que 10% base úmida.

Embora a densidade a granel tenha sido satisfatória para todos os tratamentos, indicando uma boa compactação do material, a

durabilidade mecânica foi inferior a 96,5% para todas as misturas de resíduos. Fato importante a ser observado durante procedimentos de manuseio e transporte.

Tabela 1: Parâmetros dos pellets produzidos com diferentes misturas de resíduos de poda de árvores (p) e papelão ondulado (po)

Parâmetro	100%p	80%p 20%po	60%p 40%po	40%p 60%po	20%p 80%po
D (mm)	5,9	6,1	6,1	6,1	6,0
C (mm)	19,7	19,2	19,2	19,8	17,7
U (%)	4,8	5,6	5,7	7,1	6,3
Cz (%)	3,5*	2,9*	3,6*	3,7*	3,7*
DM (%)	87,7*	90,6*	86,0*	90,5*	72,9*
F (%)	1,4*	0,5	0,9	0,5	12,3*
PCL (MJ/kg)	16,9	16,2	15,7*	15,9*	16,7
DG (kg/cm)	699,5	674,0	649,8	684,5	639,4

D = diâmetro; C= comprimento; U = umidade; Cz= cinzas; DM = durabilidade mecânica; F= finos; PCL = poder calorífico líquido; DG= densidade a granel.

p = poda ; po = papelão ondulado

*parâmetros não conformes com a norma comparada EN 14961-1

Com relação ao poder calorífico líquido, dois tratamentos apresentaram valores abaixo do limite normatizado, porém muito próximo ao desejado que é entre 16 e 19 MJ/Kg. Além de ser influenciado pela umidade, o poder calorífico também relaciona-se inversamente com o teor de cinzas, que para este caso, também foi acima dos limites estabelecidos ($\leq 0,7\%$) para todos os tratamentos. Os teores de cinzas determinados variaram de 2,9 a 3,7%, valores altos quando comparados com pellets produzidos apenas com madeira sem casca e sem contaminantes.

É importante ressaltar que não foi possível a produção de pellets 100% compostos por papelão ondulado devido às características dos materiais e a dificuldade de compactação dentro da prensa peletizadora.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De acordo com os resultados apresentados, pode-se concluir que o processo de peletização para os materiais estudados foi executado adequadamente visto que os parâmetros dimensionais e de umidade foram de acordo com as exigências normativas. Os demais parâmetros são relativos e intrínsecos a natureza do material de origem e por sua vez difíceis de serem controlados a não ser pela troca do material ou por misturas bem elaboradas, que visem a diminuição do teor de cinzas e a melhoria na aglomeração das partículas, que poderia proporcionar maior durabilidade e menor geração de finos.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 8112** - Análise química imediata do carvão vegetal. Rio de Janeiro, 1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT **NBR 8633** - Carvão vegetal - Determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1986.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 14774-2** - Solid biofuels - Determination of moisture content - Oven dry method - Part 2: Total moisture - Simplified method. Alemanha, 2009.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 14961-2** - Solid biofuels - Fuel specifications and classes - Part 2: Wood pellets for non-industrial use. Alemanha, 2011.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 15103** - Solid biofuels - Determination of bulk density. Alemanha, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 15210-1** - Solid biofuels - Determination of mechanical durability of pellets and briquettes - Part 1: Pellets. Alemanha, 2010.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG - DIN **EN 16127** - Solid biofuels - Determination of length and diameter of pellets. Alemanha, 2012.

SOUZA, M. M. et al. Produção e avaliação de pellets de resíduos de Pinus e algodoeiro. In Fórum Brasil sobre biomassa e energia, 1, 2012, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2012, p.1-3.

STAHL, M; BERGHEL, J. **Energy efficient pilot-scale production of wood fuel pellets made from a raw material mix including sawdust rapeseed cake.** Biomass and Bioenergy 35 (2011)4849-54. Elsevier, Oxford, UK.

AGRADECIMENTOS

EMAE, FAPEMIG, SECTES, CNPq, EMBRAPA, LAPEM, LPM, UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE JUNTAS COLADAS COM ADESIVOS DE RESORCINOL-FORMALDEÍDO E BICOMPONENTE DE MAMONA

Juliana Jerásio Bianche, Ana Paula Mendes Teixeira, João Paulo Silva Ladeira, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Ricardo Marius Della Lucia
Universidade Federal de Viçosa
 jubianche@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Um dos adesivos mais resistentes e mais utilizados em condições de temperatura e umidade elevadas é o resorcinol-formaldeído. No entanto, este adesivo é fabricado com derivados de petróleo, cujo preço tem crescido continuamente, sendo o item que mais onera o preço da madeira colada (CARNEIRO et al., 2001). A crescente conscientização ambiental e a conseqüente busca por materiais renováveis fez com que fossem desenvolvidos outros adesivos, como o adesivo poliuretano à base de mamona. O avanço observado em sua tecnologia de produção está relacionado à vantagem de não emanar formaldeído, além de proporcionar um produto com alta resistência à umidade e grande resistência mecânica (DIAS et al., 2006). O objetivo deste trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento de juntas de *Eucalyptus* sp. coladas com adesivos de resorcinol-formaldeído e bicomponente à base de mamona.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no laboratório de Painéis e Energia da Madeira da Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais. Os adesivos de resorcinol-formaldeído e mamona, foram fornecidos respectivamente pelas indústrias Momentive Química do Brasil LTDA e pela KEHL Indústria e Comércio LTDA. A madeira de eucalipto foi obtida em forma de tábuas, que foram transformadas em lâminas de 40 cm de comprimento x 10 cm de largura x 0,6 cm de espessura. Foram utilizadas três gramaturas iguais a 150, 200 e 250 g/m² e três repetições para cada gramatura. O adesivo de resorcinol-formaldeído foi utilizado na proporção 5:1 (resorcinol/endurecedor), e o adesivo de mamona na proporção 1,5:1 (poliol/endurecedor). As lâminas foram coladas em face dupla, prensadas em prensa manual, sendo a pressão aplicada igual a 12 kgf/cm².

Para a determinação da resistência da linha de cola ao cisalhamento e a porcentagem de falha na madeira, as juntas coladas foram seccionadas de acordo com a norma ASTM D -2339/93, para obtenção dos corpos de prova. O experimento foi analisado segundo um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (2 adesivos x 3 gramaturas). Em seguida procedeu-se a análise de variância pelo teste F, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey. Considerou-se sempre o nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores médios de resistência ao cisalhamento seco (kgf/cm²), em função da gramatura e tipo de adesivo.

Tabela 1: Valores médios de resistência ao cisalhamento na condição seca, em kgf/cm², em função da gramatura e adesivo.

Gramatura	Adesivo		Média
	Mamona	Resorcinol	
150 g.m ⁻²	76,64	78,17	77,41 A
200 g.m ⁻²	77,64	70,21	73,93 A
250 g.m ⁻²	82,64	68,65	75,65 A
Média	78,97 a	72,34 a	

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas (adesivos) e maiúsculas entre linhas (gramaturas) não diferem entre si a 95% de probabilidade pelo teste Tukey.

As juntas coladas com adesivo de mamona tiveram aumento da resistência ao cisalhamento seco, com o aumento da gramatura, porém este não foi significativo. PETRAUSKI et.al (2010) avaliando juntas coladas com adesivos poliuretanos, verificaram bom desempenho a resistência ao cisalhamento de juntas coladas com adesivo bicomponente de mamona quando do uso da proporção de mistura 1,5:1, obtendo valor médio de 121,35 kgf/cm². Na Tabela 2,

estão os valores médios para a falha seca (%), em função da gramatura e adesivo.

Tabela 2: Valores médios para falha na madeira (%), condição seca, em função da gramatura e adesivo.

Gramatura	Adesivo		Média
	Mamona	Resorcinol	
150 g.m ⁻²	81,61	28,07	54,84 A
200 g.m ⁻²	40,14	46,81	43,47 A
250 g.m ⁻²	71,10	29,75	50,43 A
Média	64,28 a	34,88 b	

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas entre linhas (gramaturas) não diferem entre si a 95% de probabilidade pelo teste Tukey.

Verifica-se na Tabela 2, que houve efeito significativo para a falha na madeira com adesivos de mamona e resorcinol, porém não houve efeito da gramatura. O percentual médio de falha na madeira para o adesivo de mamona foi maior em relação ao resorcinol-formaldeído. Na Tabela 3 estão os valores médios de resistência ao cisalhamento úmido (kgf/cm²), em função da gramatura e tipo de adesivo.

Tabela 3: Valores médios de resistência ao cisalhamento na condição úmida, em kgf/cm², em função da gramatura e adesivo.

Gramatura	Adesivo		Média
	Mamona	Resorcinol	
150 g.m ⁻²	47,64	65,52	56,58 A
200 g.m ⁻²	57,50	84,36	70,93 A
250 g.m ⁻²	55,12	54,70	54,91 A
Média	53,42 a	68,19 a	

Médias seguidas de mesma letra minúscula entre colunas (adesivos) e maiúsculas entre linhas (gramaturas) não diferem entre si a 95% de probabilidade pelo teste Tukey.

Observa-se que o adesivo de resorcinol-formaldeído apresentou o maior valor médio para a resistência ao cisalhamento na condição úmida (Tabela 3).

Tabela 4: Valores médios para falha na madeira (%), condição úmida, em função da gramatura e adesivo.

Gramatura	Adesivo		Média
	Mamona	Resorcinol	
150 g.m ⁻²	7,56	41,22	24,39 A
200 g.m ⁻²	9,89	53,67	31,78 A
250 g.m ⁻²	6,11	21,89	14,00 A
Média	7,85 b	38,93 a	

Médias seguidas de mesma letra maiúsculas entre linhas (gramaturas) não diferem entre si a 95% de probabilidade pelo teste Tukey. a doação dos adesivos.

Na Tabela 4, estão os valores médios para falha úmida (%), em função da gramatura e adesivo.

Os adesivos de mamona e resorcinol apresentaram valores médios para a falha na madeira na condição úmida, estatisticamente diferentes entre si, sendo o adesivo de resorcinol-formaldeído superior ao adesivo de mamona (Tabela 4).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O adesivo de mamona apresentou desempenho para a colagem da madeira de *Eucalyptus* sp. quando comparado com o adesivo de resorcinol-formaldeído. Necessita-se de estudos mais detalhados para avaliar a interação do adesivo de mamona na madeira, visto que há escassez de trabalhos referentes à interface madeira-adesivo.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS-ASTM. **Annual Book of ASTM Standards**: Philadelphia: ASTM D-2339, V. 4.10, 1993.

CARNEIRO, A.C.O.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; MORI, F. A. Reatividade dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos. **Revista Cerne**, V.7, n.1, p. 001-009, 2001

DIAS, A.A.; AZAMBUJA, M.; JUNIOR, S.F.O. Análise estatística comparativa entre adesivos poliuretanos frente ao resorcinol-formaldeído aplicados em emenda dentada estrutural para espécie *Eucalyptus grandis*. **17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais**, 15 a 19 de Novembro de 2006, Foz do Iguaçu, PR, Brasil.

PETRAUSKI, S.M.F.C.; CARNEIRO, A.C.O.; PETRAUSKI, M.C.; PETRAUSKI, A. Avaliação de juntas coladas com adesivos poliuretanos. **XII Ebramem- Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira**. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Julho de 2010.

AGRADECIMENTOS

À CAPES; à FAPEMIG; às Indústrias Momentive Química do Brasil LTDA e KEHL Indústria e Comércio LTDA, pel



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTUDO DA DEGRADAÇÃO TÉRMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. COMO SUBSÍDIO À PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Lucas Vaz de Oliveira, Mateus Alves de Magalhães, Bárbara Luísa Corradi Pereira,
Carlos Miguel Simões da Silva, Danilo Barros Donato
Universidade Federal de Viçosa / Laboratório de Painéis e Energia da Madeira
lucas.vaz@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

A carbonização da madeira é um processo físico-químico extremamente complexo em que esta é aquecida em atmosfera não oxidante e tem o carvão vegetal como produto principal (ANTAL JR, 2003).

A pirólise de qualquer biomassa, entre elas, a madeira, pode ser considerada como a sobreposição da decomposição dos seus três componentes principais: hemiceluloses, celulose e ligninas, além da perda de água do material. A degradação térmica desses componentes ocorre em faixas de temperatura variáveis, sendo intrínseca de cada espécie florestal.

Uma melhor compreensão do comportamento da madeira durante a pirólise é decisiva para a seleção de espécies e clones de *Eucalyptus*, otimização dos processos e melhoria da qualidade do carvão vegetal.

Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a degradação térmica da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. através da análise termogravimétrica (TG/DTG) estabelecendo relações com a produção de carvão vegetal.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material genético utilizado neste estudo foi um clone de *Eucalyptus camaldulensis*, proveniente de um teste clonal no município de Lassance, Minas Gerais.

A idade das árvores era de 7,5 anos, cultivadas em espaçamento 3,8 x 2,4 metros, apresentando incremento médio anual volumétrico de 39,6m³.ha⁻¹.ano⁻¹.

Foram selecionadas três árvores de diâmetro médio. De cada árvore foram retirados cinco discos de 10 cm de espessura, correspondentes a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do tronco, até o diâmetro mínimo de 7 cm.

As amostras de madeira foram transformadas em serragem. Foram feitas amostras compostas de

cada árvore e foi utilizada a fração de granulometria classificada entre as peneiras de 200 e 270 mesh.

Para análise termogravimétrica da madeira utilizou-se o aparelho DTG-60H, Shimadzu. As análises foram realizadas sob atmosfera de gás nitrogênio, a uma vazão constante de 50 ml.min⁻¹ e taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹.

A curva termogravimétrica (TG) foi obtida a partir de 50°C até temperatura máxima de 450°C. Foi obtida também a curva da derivada primeira da perda de massa (DTG).

A partir da curva TG, procederam-se os cálculos de perda de massa nos seguintes intervalos de temperatura: temperatura 50-100°C, 100-150°C, 150-200°C, 200-250°C, 250-300°C, 300-350°C, 350-400°C, 400-450°C.

A composição química média para a madeira (livre de extrativos) de *E. camaldulensis* avaliada era de 47,6% de celulose, 22,1% de hemiceluloses e 30,3% de lignina.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As curvas TG/DTG apresentadas na Figura 1 mostram três faixas de degradação térmica, sendo a primeira atribuída à secagem da madeira e as outras duas à degradação de hemiceluloses e celulose. Ressalta-se que cada um destes componentes químicos degrada-se de maneira distinta, em diferentes faixas de temperatura. Não foi detectada uma faixa específica de degradação de lignina, devido a esta ocorrer em uma ampla faixa de temperatura (YANG et al., 2007), além de sua temperatura final de degradação ser superior à temperatura final avaliada (450°C), havendo sobreposição das faixas.

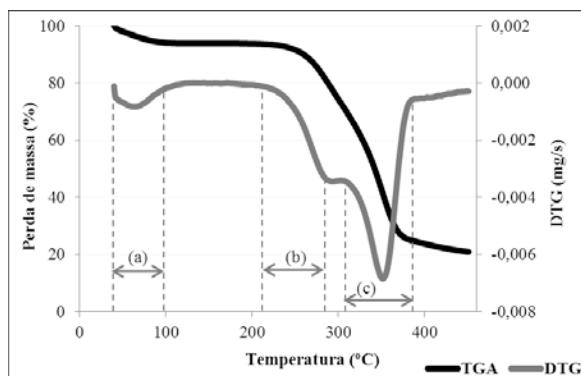


Fig. 1: Curva TG/DTG da madeira de *Eucalyptus camaldulensis*. (a) Secagem da madeira; (b) Degradação térmica de hemiceluloses; (c) Degradação térmica de celulose.

Analisando a Figura 2, na faixa inicial de degradação (fase de secagem da madeira), observa-se perda de massa de 6,22% referente à água de adesão presente na parede celular. Constatou-se que na faixa de temperatura compreendida entre 100 e 200°C a perda de massa foi mínima. De acordo com Randriamantena et al. (2009), essa é a chamada zona de estabilidade térmica da madeira, que é limitada pela temperatura inicial de degradação térmica dos principais componentes da madeira.

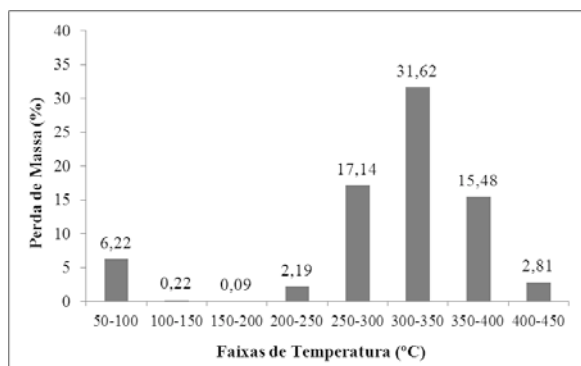


Fig. 2: Porcentagens de perdas em massa para diferentes faixas de temperatura.

De 250 a 300°C verifica-se que a perda de massa média foi de 17,14%, pode-se inferir que a maior parte dessa massa perdida é atribuída à degradação das hemiceluloses. Entre as temperaturas de 200 e 300°C, Santos *et al.* (2012) ao estudar clones de *Eucalyptus* spp. aos 7 anos de idade, observou perdas de massa entre 16 e 19%.

Entre as faixas de temperatura de 300 a 400°C ocorreram grandes perdas de massa, em torno de 47,10%. Liao (2003) sugere que o pico de perda de massa para a celulose é posterior à degradação térmica das hemiceluloses, devido à

maior quantidade de energia necessária para quebra de sua estrutura.

Neste estudo não foi observado um pico de degradação referente à lignina devido à temperatura final utilizada. Portanto, um maior rendimento em carvão vegetal está intimamente relacionado a elevados teores de lignina, aliado às variáveis do processo de produção. Vale salientar que a temperatura de 450°C é a máxima recomendada para a produção de carvão vegetal, sendo que nesta temperatura é possível atrelar maiores rendimentos à qualidade do carvão vegetal requerida para o uso siderúrgico.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Na análise térmica da madeira é possível distinguir duas etapas de degradação, das hemiceluloses e celulose, além da secagem da madeira.

A termogravimetria pode subsidiar o controle do processo de carbonização em fornos através da associação da temperatura interna destes às fases de degradação dos componentes da madeira. Assim, podem-se estabelecer períodos que o forno deve permanecer em cada faixa de temperatura, o que pode contribuir para o aumento do rendimento em carvão vegetal.

5. BIBLIOGRAFIA

ANTAL JR., M. The Art, Science, and Technology of Charcoal Production. **Industrial Engineering Chemistry Research**, n. 42, p. 1619 - 1640, 2003.

LIAO, Y. F. **Mechanism study of cellulose pyrolysis**. Tese de Pós Doutorado, ZheJiang University, HangZhou, China.

RANDRIAMANANTENA, T. et al. Thermal behaviour of three woods of Madagascar by thermogravimetric analysis in inert atmosphere. In: **Anais...** Fourth High-Energy Physics International Conference, 2009, Antananarivo, Madagascar.

SANTOS, R. C. et al. Análise termogravimétrica em clones de eucalipto como subsídio para a produção de carvão vegetal. 2012. **Cerne**, Lavras-MG, v. 18, n. 1, p. 143-151, 2012.

YANG, H. et al. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. **Fuel**, v. 86, p. 1781-1788, 2007.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à FAPEMIG e ao LAPEM/UFV.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PRODUÇÃO DE ADESIVO PARA PAINÉIS AGLOMERADOS A BASE DE TANINO DE ACÁCIA-NEGRA (*Acacia mearnsii* De Wild)

Walmir Marques de Menezes, Elio José Santini, Clovis Roberto Haselein, Joel Telles de Souza, Lenon A.S. Huller

Universidade Federal de Santa Maria - RS
e-mail-walmirmenezessm@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os adesivos mais utilizados e de maior importância na colagem de painéis de madeira são a ureia-formaldeídos e o fenol-formaldeídos. Entretanto, a produção desses adesivos gera a maior parte do custo final dos painéis. Isso ocorre devido à matéria prima ser originária do petróleo. Diante da necessidade econômica e ambiental surgem estudos com adesivos alternativos tal como o tanino. Estes adesivos, em geral, são ricos em fenóis e polifenóis e, por isso, quando misturados ao formaldeído geram adesivo de boa qualidade. Muitos estudos têm sido realizados a fim de descobrir uma aplicação prática de resinas à base de taninos, que são encontrados em diversas espécies florestais de vários países.

Existem dois tipos principais de taninos: condensados e hidrolisáveis (SJÖSTRÖM, 1981). De acordo com Pizzi (1983), 90% da produção mundial de taninos são do tipo condensado, sendo o mais adequado para preparação de adesivos. Este é encontrado na madeira e na casca de várias espécies florestais podendo destacar-se a acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild), quebracho (*Schinopsis* sp), mangue (*Rhizophora* spp) pinus (principalmente *Pinus radiata*), casca de nozes, dentre outras.

Das espécies estudadas, no entanto, as acácias têm-se mostrado mais promissoras e, em especial, a *Acacia mearnsii* De Wild, que, sem dúvida, tem sido a mais empregada.

Pizzi et al. (1981) fizeram uma revisão dos estudos realizados nos 10 anos anteriores, na África do Sul, sobre a produção de adesivos de taninos retirados desta espécie e sua aplicação na produção de chapas aglomeradas, compensados e laminados. Entre estes estudos encontra-se o trabalho de Coppens et al. (1980) que elaboraram adesivo à base de tanino-formaldeído para colagem de painéis aglomerados de uso externo. Pizzi (1982) também desenvolveu um adesivo por meio da

combinação de tanino extraído de *Pinus patula* e di-isocianatos. O autor encontrou excelentes resultados laboratoriais com esse adesivo e o recomendou para aplicação industrial.

A formulação do tanino foi estudada por Santana et al. (1995) onde concluíram ser possível a substituição de 33% do fenol por tanino na produção de resina fenol-formaldeído para colagem de compensado de pinus. Barbosa et al., (2000) modificaram quimicamente taninos condensados de *Acacia mearnsii* De Wild antes da reação com formaldeído. O adesivo de tanino-formaldeído modificado foi utilizado para colagem de compensados que foram testados em condições seca, úmida e após fervura.

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo a produção de adesivo para painéis aglomerados a base de tanino de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild).

2. DESENVOLVIMENTO DO ADESIVO

O tanino da acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild), na forma de pó, foi doado pela empresa SETA, localizada no município de Estância Velha, RS. Para produção do adesivo em laboratório, o tanino foi hidratado 24 horas antes da formulação, através do preparo de uma solução em água com aproximadamente 50% de sólidos (Fig. 1A).

Posteriormente, foi adicionado hidróxido de sódio (NaOH) até que o pH 8 fosse atingido, sendo que, para esta medição, utilizou-se de pHmetro (Fig. 1B). O formaldeído foi adicionado apenas no momento da aplicação do adesivo, sendo utilizado na proporção de 10% (base peso seco do tanino).



Fig. 1: Tanino + água para hidratação em 24 horas (A), pHmetro (B) (Fonte: autor, 2012).

Após estas etapas o adesivo a base de tanino de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) estava pronto para a colagem dos painéis aglomerados.

3. CONCLUSÕES

Conclui-se que a produção de adesivo para painéis aglomerados a base de tanino de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) foi satisfatória, devido a facilidade na sua produção, e ainda por ser um adesivo natural. Para futuros trabalhos recomenda-se testar a resistência mecânica de painéis de madeira colados com o adesivo a base de tanino de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild).

4. BIBLIOGRAFIA

BARBOSA, A. P.; MANO, E.B.; ANDRADE, C.T. Tannin-based resins modified to reduce wood adhesive brittleness. **Forest Products Journal**, v. 50, n.9, p.89-92. 2000.

COPPENS, H. A.; SANTANA, M.A.E.; PASTORE, F.J. Tannin formaldehy de adhesive for exterior-grade plywood and particleboard manufacture. **Forest Products Journal**, v.30, n.4, p.38-42, 1980.

PIZZI, A. Pine tannin adhesives for particleboard. **Holz als Roh und Werkstoff**. v. 40, n.8, p. 293-301, 1982.

PIZZI, A.; SCHARFETTER, H.; KES, E. W. Adhesives and techniques open new possibilities for the wood processing industry. 1. Experience with tannin based adhesives. **National Timber Research Institute**, v.39, n.3, p.85-89, 1981.

PIZZI, A. Tannin-based wood adhesives. **In: Wood Adhesives: Chemistry and Technology**. A.Pizzi, ed. Marcel Dekker, New York. p. 177-241. 1983.

SANTANA, M. A. E.; BAUMANN, M. G. D.; CONNER, A. H. Resol resins prepared with tannin liquefied in phenol. **Holzforschung**, v.49, p.146-152. 1995.

SJÖSTRÖM, E. **Wood chemistry: fundamentals and applications**. Orlando, Florida, Academic Press, Inc, 1981. 223p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA MASSA ESPECÍFICA EM MADEIRA TRATADA TERMICAMENTE

Walmir Marques de Menezes, Elio José Santini, Joel Telles de Souza, Lenon A.S. Huller, Camila Berger

Universidade Federal de Santa Maria - RS

e-mail-walmirmenezessm@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Dentro das propriedades físicas da madeira, a massa específica é uma das propriedades mais estudadas. Diante disso, existe uma relação direta entre a umidade da madeira, variação dimensional, resistência mecânica, propriedades térmicas, elétricas e acústicas, servindo também como indicador da qualidade e uso da madeira (BATISTA, 2012).

A massa específica varia de acordo com a espécie, teor de umidade, estrutura anatômica (cerne e alburno, lenho inicial e tardio, lenho adulto e juvenil), extrativos e composição química (TSOUMIS, 1991). Além das características intrínsecas da madeira, outros fatores relacionados ao meio em que a árvore se desenvolveu, influenciam na massa específica, tais como clima, solo, tratos culturais, silviculturais e manejo.

A massa específica e a variação dimensional da madeira das espécies florestais apresentam correlação positiva, sendo que as de maior massa de madeira/volume apresentam maior variação dimensional (TRUGILHO et al., 2002). Logo, estudos buscam reduzir a massa específica da madeira de algumas espécies florestais para consequentemente diminuir a variação dimensional.

O tratamento térmico surge como uma das alternativas para reduzir a massa específica. Este método que apesar de ser mais antigo, é uma forma simples e mais viável para melhorar as propriedades físicas da madeira (ARAÚJO, 2010).

O tratamento térmico basicamente é um processo pelo qual a madeira é submetida a altas temperaturas, inferiores a sua combustão, que provocam o início da degradação de seus constituintes químicos fundamentais, sobretudo as hemiceluloses que são, dentre eles, os mais sensíveis à ação do calor (BRITO, 2006).

Em vista disso, o presente estudo objetivou avaliar a massa específica das madeiras de

Corymbia citriodora e *Eucalyptus saligna* tratadas termicamente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Nesta pesquisa foram utilizadas as espécies de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus saligna*, pertencentes a FEPAGRO de Santa Maria/RS, das quais se selecionaram 3 árvores de cada espécie, com aproximadamente 40 anos de idade. Estas árvores foram dimensionadas para o tratamento térmico em corpos de prova de 2,0 x 2,0 x 32 cm de espessura, largura e comprimento respectivamente.

O tratamento térmico foi conduzido de acordo com a metodologia de Calonego (2009), aplicando-se temperatura inicial de 100°C por 14 horas. Logo após esse período, os corpos de prova passaram por um aumento de temperatura até as temperaturas finais de 140°C, 160°C e 180°C. Os corpos de prova foram mantidos em cada uma destas temperaturas finais por 2,5 horas. Além destes, alguns corpos de prova não foram tratados (testemunhas) para se comparar com as tratadas. O tratamento térmico foi realizado por uma estufa de circulação de ar forçada.

Para a realização do ensaio da perda de massa específica foi utilizado os procedimentos estabelecidos na norma ASTM D 143-94 (ASTM, 2000) e adaptações nas dimensões dos corpos de prova dos ensaios. Os corpos de prova apresentaram dimensões nominais de 2,0 x 2,0 x 8,0 cm, orientados nas direções radial, tangencial e axial, respectivamente.

A perda de massa específica foi determinada pela massa e volume das amostras após o tratamento térmico na umidade de equilíbrio de 12%, em câmara climatizada (20°C e 65% UR), de acordo com a eq.(1).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Onde:

ρ = massa específica das amostras antes e após o tratamento térmico na umidade de equilíbrio de 12% (20°C e 65% UR) (g/cm^3); M = massa das amostras a 12% de umidade relativa (g); V = volume da amostra a 12% de umidade (cm^3).

Os dados foram avaliados estatisticamente pelo uso do software Statgraphics Centurion XV. II. Quando observando diferença significativa, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de massa específica obtidas no tratamento térmico das madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Corymbia citriodora* são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Médias das massa específicas:

Espécie	Tratamentos	Média (g/cm^3)
<i>Eucalyptus saligna</i>	Testemunha	0,86 ab
	140°C	0,875 a
	160°C	0,88 a
	180°C	0,83 b
<i>Corymbia citriodora</i>	Testemunha	1,06 a
	140°C	1,02 b
	160°C	0,97 c
	180°C	0,94 d

Sendo: médias seguidas pela mesma letra, para a mesma espécie, não diferem estaticamente ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

O efeito do tratamento térmico não interferiu significativamente na massa específica da espécie de *Eucalyptus saligna*, onde variou de 0,86 para testemunha a 0,83 g/cm^3 na temperatura de 180°C. Ao contrário da anterior, as médias da massa específica da espécie *Corymbia citriodora*, obtiveram todas as médias significativamente diferentes entre si, com o menor valor de 0,94 g/cm^3 encontrado na temperatura de 180°C.

4. CONCLUSÕES

A massa específica não é influenciada pelo tratamento térmico em madeira de *Eucalyptus saligna*, mas diminui significativamente com o aumento da temperatura na madeira de *Corymbia citriodora*, onde o menor valor de 0,94 g/cm^3 foi encontrado para a temperatura de 180°C.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, S. de O. **Propriedades de madeiras termorretrificadas**. 2010. 77 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D143 – 94 - Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Philadelphia, 2000. 31p.

BATISTA D. C. **“MODIFICAÇÃO TÉRMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis* EM ESCALA INDUSTRIAL PELO PROCESSO BRASILEIRO VAP HolzSysteme®”**. Pag. 339. Tese. – Universidade Federal do Paraná – UFPR – Curitiba. 2012.

BRITO, J. O.; GARCIA, J.N.; BORTOLETTO JR, G. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* submetida a diferentes temperaturas de termorretrificação. **Cerne**, Lavras, v.12, n.2, p.181-188, 2006.

CALONEGO, F. W. **Efeito da termorretrificação nas propriedades físicas, mecânicas e na resistência a fungos deterioradores da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden**. 149 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2009.

TRUGILHO, P. F. et al. Variação dimensional e densidade da madeira em árvore de *Eucalyptus*. In: ENCONTRO NACIONAL EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., 2002, Uberlândia. **Anais...** São Carlos: IBRAMEM, 2002.

TSOUMIS, G. T. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York: Chapman e Hall, 1991.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DUREZA JANKA DA MADEIRA DE DUAS FOLHOSAS

Rafael de Avila Delucis¹, Diego Martins Stangerlin³, Rômulo Trevisan², Rafael Beltrame¹,
 Matheus Lemos Peres¹
*Universidade Federal de Pelotas¹, Universidade Federal de Santa Maria², Universidade Federal de
 Mato Grosso³*
 r.delucis@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Para a caracterização mecânica de materiais, o ensaio de dureza é o teste mais frequentemente utilizado em empresas, universidades e centros de pesquisa, nesse contexto há mais de uma dezena de métodos (PADILHA, 2000).

Na madeira, em particular, utiliza-se, em geral, a dureza Janka que avalia a resistência oferecida pelo material à penetração superficial de uma esfera de aço, com seção diametral de 1cm², a qual é introduzida até metade de seu diâmetro (COLENCI, 2006).

De acordo com Moreschi (2010) a dureza da madeira é uma propriedade importante para aparelhos de esporte, entalhes, assoalhos, sendo, em geral, indicadora da trabalhabilidade da madeira.

Nesse contexto, o presente estudo objetivou avaliar a Dureza Janka da madeira de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild) e cedro (*Cedrela fissilis* Vellozo).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o estudo foram selecionadas cinco árvores de acácia-negra de sete anos de idade e três árvores de cedro com aproximadamente 100 anos de idade, respectivamente nos municípios de Piratini e Canguçu, ambos no Estado do Rio Grande do Sul.

Após o abate, da tora basal de 1,5m de comprimento foram confeccionadas 60 amostras orientadas em relação aos planos anatômicos de 5,0 x 5,0 x 15,0 cm (maior dimensão para a direção longitudinal) por meio dos desdobros primário e secundários.

As amostras foram acondicionadas em câmara climática (20°C e 65% de UR) até atingirem massa e volume ao teor de umidade de equilíbrio de 12%. A massa e o volume foram avaliados por meio de meio de balança analítica (precisão de 0,01g) e paquímetro digital (precisão de 0,01mm), respectivamente. Em sequência, a

massa específica aparente foi calculada pela razão entre a massa e o volume climatizados.

Os ensaios mecânicos consistiram de testes de Dureza Janka nos três planos anatômicos de acordo com o procedimento D143-94 (ASTM, 2007), dessa forma a resistência da madeira a dureza Janka foi corrigida em função da variabilidade do teor de umidade no momento do ensaio conforme o procedimento NBR 7190 (ABNT, 1997).

Dentro de cada espécie, os valores de resistência ao ensaio de dureza Janka foram submetidos à análise de variância simples ($p < 0,05$) com posterior teste de comparação de médias LSD de Fischer ($p < 0,05$). Adicionalmente, foram desenvolvidos modelos matemáticos por meio de análises de regressão simples para a estimativa da resistência ao ensaio de dureza Janka em função da massa específica aparente a 12%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode-se observar que independente da espécie madeireira, os maiores valores de resistência da madeira ao ensaio de dureza Janka ocorrem na face perpendicular às fibras (direção longitudinal).

Tabela 1: Valores médios de massa específica aparente e Dureza Janka para as madeiras de acácia-negra e cedro:

	$\rho_{12\%}$ (g.cm ⁻³)	R (MPa)	T (MPa)	P (MPa)
acácia-negra				
Média	0,655	39,380 (ab)	37,193 (a)	42,911 (b)
cv	8,33	21,49	34,41	26,04
cedro				
Média	0,540	34,094 (a)	32,948 (a)	37,809 (b)
cv	10,45	23,41	27,66	19,79

Em que: $\rho_{12\%}$ = massa específica aparente a 12%; R= resistência na face radial (direção tangencial); T=

resistência na face tangencial (direção radial); P= resistência na face perpendicular às fibras (direção longitudinal); cv= coeficiente de variação. Numa mesma linha, médias com letras distintas diferem estatisticamente conforme o teste LSD de Fischer.

Conforme Dal Pogetto et al. (2006) e Rocco Lahr et al. (2010), a razão entre a dureza nas faces paralela e perpendicular as fibras é de aproximadamente 1, resultados concordantes com o presente estudo.

Não obstante, Colenci (2006) verificou igualdade estatística para a dureza Janka perpendicular e paralela às fibras nas espécies madeireiras examinadas em seu estudo.

De acordo com Kollmann e Coté (1968) a principal explicação para a mais acentuada resistência na face perpendicular às fibras comparada as faces paralelas às fibras, como verificado no presente estudo, é atribuída à disposição das células estruturais da madeira, que em sua maioria encontram-se na direção axial.

Na tabela 2, verifica-se que a $\rho_{12\%}$ estimou significativamente a resistência da madeira ao ensaio de dureza Janka, independente do plano anatômico e espécie estudada.

Tabela 2: Modelos matemáticos $\rho_{12\%}$ versus Dureza Janka de acácia-negra e cedro.

Equação	R ²	Valor F
Acácia-negra		
$R = -15,7313 + 86,1206 * \rho_{12\%}$	0,35	14,05**
$T = -41,1924 + 119,431 * \rho_{12\%}$	0,39	16,50**
$P = -3,53118 + 74,4797 * \rho_{12\%}$	0,22	7,06*
Cedro		
$R = -37,2844 + 130,915 * \rho_{12\%}$	0,73	108,16**
$T = -32,9585 + 120,711 * \rho_{12\%}$	0,65	73,03**
$P = -25,6692 + 118,103 * \rho_{12\%}$	0,71	99,66**

Em que: $\rho_{12\%}$ = massa específica aparente a 12% (g.cm^{-3}); R= resistência na face radial (MPa); T= resistência na face tangencial (MPa); P= resistência na face perpendicular às fibras (MPa); *= significativo em 5% de probabilidade de erro; **= significativo em 1% de probabilidade de erro.

Os modelos matemáticos estabelecidos para a predição da dureza Janka apresentam-se de modo satisfatório, visto que os mesmos foram significativos em 1% de probabilidade de erro, exceto no caso do ensaio na direção paralela às fibras da madeira de acácia-negra.

Os coeficientes de determinação mais elevados verificados para a madeira de cedro podem ser atribuídos a provável maior proporção de madeira adulta, visto que o cedro amostrado possuía aproximadamente 100 anos e a acácia-negra sete anos.

Analogamente, Kollmann e Coté (1968) verificaram correlação significativa entre a Dureza Janka e a massa específica da madeira. Conforme os mesmos autores, a massa específica é uma função da proporção de parede celular por unidade de volume em uma peça de madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para a madeira de ambas as espécies houve variação significativa dos valores de resistência a Dureza Janka quando comparados entre os direcionamentos dos ensaios. Na face perpendicular às fibras (direção longitudinal), a resistência da madeira de acácia-negra e de cedro à Dureza Janka denotou-se maior.

5. BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM). **Standard Test methods for small clear specimens of timber - ASTM D143-94**. West Conshohocken: 2007, 32p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projetos de estruturas de madeira – NBR 7190**. Rio de Janeiro: 1997. 107p.
- COLENCI, A. R. **Desenvolvimento de equipamento para avaliação em campo da dureza de madeiras para dormente ferroviário**. 2006. 112f. Tese (Doutorado em Agronomia Energia da Agricultura) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo. 2006.
- DAL POGETTO, M. H. F. A. **Ensaio de dureza paralela e normal às fibras da madeira**, Relatório Científico – UNESP – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista Botucatu, Janeiro, 2006.
- KOLLMANN, F.E.P.; CÔTÉ, W.A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer Verlag, 1968. v.1. 592p.
- MORESCHI, J.C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. 3ed. Curitiba: FUPEF, 2010. 177p.
- PADILHA, F. A. **Materiais de Engenharia: Microestrutura e Propriedades**. 1ª ed, Curitiba – PR, Hemus: 2000. 343p.
- ROCCO LAHR, F.A. et al. Influência da densidade na dureza paralela e na dureza normal às fibras para algumas espécies tropicais brasileiras. **Scientia Florestalis (IPEF)**. v. 38, n. 86, p. 153-158, 2010.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RELAÇÕES ENTRE A MASSA ESPECÍFICA APARENTE E A VELOCIDADE ULTRASSONORA PARA A MADEIRA DE *EUCALYPTUS* SPP.

Rafael de Avila Delucis¹, Matheus Lemos Peres¹, Rafael Beltrame¹, Rômulo Trevisan², Diego Martins Stangerlin³
Universidade Federal de Pelotas¹, Universidade Federal de Santa Maria², Universidade Federal de Mato Grosso
 r.delucis@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com base nos princípios da propagação de ondas mecânicas, os ensaios de ultrassom atualmente se destacam na caracterização tecnológica da madeira, em razão da facilidade de operação e custo relativamente baixo na aquisição e operação do equipamento, quando comparado aos ensaios destrutivos (STANGERLIN et al., 2011).

De acordo com Bucur (2006), diversos fatores intrínsecos ao material (teor de umidade, massa específica, tipo de lenho, ângulo fibrilar, dimensão de elementos anatômicos e presença de defeitos naturais) e ao procedimento de ensaio (tipo de transdutor e método de propagação) podem influenciar a propagação de ondas de ultrassom na madeira.

O presente estudo tem vistas de verificar as relações entre a velocidade de propagação de ondas de ultrassom e a massa específica aparente para a madeira de quatro espécies de eucalipto.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Em povoamentos localizados no município de Charqueadas, Rio Grande do Sul, foram selecionadas 20 árvores, cinco de cada espécie, de *Eucalyptus botryoides*, *Eucalyptus paniculata*, *Eucalyptus tereticornis* e *Corymbia citriodora* com aproximadamente 60 anos de idade.

Após a derrubada, selecionou-se a primeira tora de 1,5m de comprimento, da qual foram confeccionadas ao total 600 amostras de 1,0x1,0x20,0cm (dimensão maior para direção longitudinal).

As amostras foram retiradas próximas à medula e à casca de forma a caracterizar a retirada de lenho juvenil e adulto, respectivamente. Em sequência, as amostras foram acondicionadas em câmara climática (20°C e 65% de UR) até

atingirem teor de umidade de equilíbrio de 12%, a partir do qual foram avaliados a massa (m12%; em g) e o volume (V12%; em cm³) por meio de balança analítica com precisão de 0,01g e paquímetro digital com precisão de 0,01mm, respectivamente.

Com o auxílio desses dados foi calculada a massa específica aparente a 12% ($\rho_{12\%}$; em g.cm⁻³) utilizando-se a eq. (1).

$$\rho_{12\%} = m_{12\%} / V_{12\%} \quad (1)$$

Para realização dos ensaios de ultrassom empregou-se aparelho dotado de transdutores piezelétricos do tipo ponto seco de 54 kHz de frequência, a partir do qual se obteve diretamente o tempo de propagação das ondas (t). Dessa forma, foram calculadas a velocidade ultrassonora (V_{som}) e o módulo de elasticidade dinâmico (E_d) para cada amostra eqs. (2 e 3).

$$V_{\text{som}} = 20 / t \quad (2)$$

$$E_d = V_{\text{som}}^2 \cdot \rho_{12\%} \quad (3)$$

Os resultados respectivos a variável E_d foram submetidos à análise de variância fatorial (ANOVA) utilizando-se como fatores a espécie e o tipo de lenho. Após, cada variável foi desdobrada e analisada separadamente por testes de médias HSD de Tukey em 5% de probabilidade de erro.

A fim de realizar a predição da massa específica aparente a 12%, foram gerados modelos matemáticos lineares por meio de análises de regressão simples, utilizando “V_{som}” e “ $\rho_{12\%}$ ” como variáveis independente e dependente, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ANOVA indicou interação significativa dos fatores, espécie (F= 41,52; p< 0,05) e tipo de

lenho ($F= 19,07$; $p < 0,05$) na variabilidade dos valores de Ed, bem como a interação entre esses fatores denotou-se da mesma forma significativa ($F= 15,31$; $p < 0,05$).

Na tabela 1, verifica-se que independente do tipo de lenho, a madeira de *C. citriodora* apresenta os maiores valores de Ed, diferindo estatisticamente das demais espécies.

Tabela 1: Valores médios de Módulo de elasticidade dinâmico:

	EB	EP	ET	CC
Lenho Juvenil				
μ	23771,5 (Ba)	21805,1 (Aa)	24774,4 (BCb)	25509,2 (Ca)
cv	27,78	22,29	12,66	9,09
Lenho Adulto				
μ	22619,1 (Ba)	20673,3 (Aa)	19930,6 (Aa)	26899,7 (Cb)
cv	17,52	14,95	19,06	13,74

Em que: μ = média (MPa); cv= coeficiente de variação (%); EB= *E. botryoides*; EP= *E. paniculata*; ET= *E. tereticornis*; CC= *C. citriodora*. Letras distintas (maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas) diferem em 5% de probabilidade de erro.

Essa diferença pode ser atribuída ao valor médio de $\rho_{12\%}$ que também foi mais elevado para a madeira de *C. citriodora*. Os valores médios de $\rho_{12\%}$ sem distinção entre lenhos foram de $0,869\text{g.cm}^{-3}$ para *E. botryoides*, $0,989\text{g.cm}^{-3}$ para *C. citriodora*, $0,915\text{g.cm}^{-3}$ para *E. paniculata* e $0,953\text{g.cm}^{-3}$ para *E. tereticornis*. Em relação ao tipo de lenho, pode-se constatar que o juvenil proporciona Ed significativamente superior ao adulto para a espécie *E. tereticornis*. Resultado distinto do descrito por Bucur (2006) e Stangerlin et al. (2010).

Em sua totalidade, os modelos matemáticos lineares denotaram-se significativos em 1% de probabilidade de erro ($p < 0,01$) (tabela 2).

Tabela 2: Predição de $\rho_{12\%}$ em função de V_{som} :

Código	Equação	R ²	Valor F
B J	$\rho_{12\%} = -1,6867 + 4,5137E-4 * V_{\text{som}}$	0,58	96,23
B A	$\rho_{12\%} = 0,5153 + 8,2171E-5 * V_{\text{som}}$	0,16	13,15
P J	$\rho_{12\%} = 0,4933 + 7,9774E-5 * V_{\text{som}}$	0,11	7,57
P A	$\rho_{12\%} = 0,7707 + 4,1838E-5 * V_{\text{som}}$	0,21	15,59
T J	$\rho_{12\%} = 0,6783 + 6,9478E-5 * V_{\text{som}}$	0,32	23,60
T A	$\rho_{12\%} = 0,8024 + 4,4887E-5 * V_{\text{som}}$	0,30	27,12
C J	$\rho_{12\%} = 0,0981 + 1,3258E-4 * V_{\text{som}}$	0,44	38,71
C A	$\rho_{12\%} = 1,31685 + 5,2759E-5 * V_{\text{som}}$	0,25	23,14

Em que: J= lenho juvenil; A= lenho adulto; B= *E. botryoides*; P= *E. paniculata*; T= *E. tereticornis*; C= *C. citriodora*; $\rho_{12\%}$ = massa específica aparente a 12% (g.cm^{-3}); V_{som} = velocidade ultrassônica (m.s^{-1}).

Pela tabela 2 pode-se observar uma tendência de aumento da $\rho_{12\%}$ à medida que aumenta a V_{som} . Resultados semelhantes foram publicados em diversos trabalhos científicos (OLIVEIRA et al., 2002; SHIMOYAMA, 2005; PEREIRA et al., 2012).

Shimoyama (2005) explica esse comportamento relatando que quanto maior a massa específica, menor são os espaços vazios no interior de uma peça de madeira, dessa forma mais facilitada é a propagação da onda ultrassônica no material.

Quando analisado o tipo de lenho, as melhores estimativas de $\rho_{12\%}$ foram verificadas para as amostras juvenis, com exceção da madeira de *E. paniculata*.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A massa específica aparente foi estimada satisfatoriamente com base na velocidade ultrassônica para a madeira de todas as espécies estudadas. Verificou-se que o Ed apresentou variabilidade entre espécies, bem como entre lenhos. Para um estudo mais conclusivo, recomenda-se a realização de ensaios mecânicos destrutivos.

5. BIBLIOGRAFIA

BUCUR, V. **Acoustics of wood**. 2ed. Basileia: Birkhäuser, 2006. 393p.

OLIVEIRA, F.G., CAMPOS, J.A.O., SALES, A. Ultrasonic measurements in brazilian hardwood. **Materials Research**, v.5, n.1, p.51-55, 2002.

PEREIRA, R.L., MATTOS, B.D., GATTO, D.A. Resistência à flexão estática da madeira de três angiospermas. In: XXI CIC, 2012, Pelotas. **Anais do XXI CIC**. CDROM.

SHIMOYAMA, V.R.S. **Estimativas de propriedades da madeira de Pinus taeda através do método não-destrutivo emissão de ondas de tensão, visando à geração de produtos de alto valor agregado**. 2005. 151 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2005.

STANGERLIN, D.M. et al. Avaliação de tipos de ondas geradas por dois modelos de transdutores para determinação do módulo de elasticidade dinâmico. **Floresta**, v.40, n.4, p.691-700, 2010.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PERCENTUAL DE TANINOS PRESENTES EM FRUTOS DE CASTANHOLA

Gregório Mateus Santana¹, Juarez Benigno Paes², Djailson Silva da Costa Júnior³, Gírlânio Holanda da Silva³, Francisco Altobelly Viana da Silva¹

Universidade Federal de Lavras¹, Universidade Federal do Espírito Santo², Universidade Federal de Campina Grande³

gregorioengflorestal@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os taninos são substâncias naturais, minerais ou sintéticas, capazes de precipitar as proteínas presentes em peles para transformá-las em couro (PANSHIN et al., 1962; HASLAM, 1966).

Os agentes tânicos minerais são obtidos de sais inorgânicos, à base de cromo ou zircônio. Já os taninos sintéticos são produtos derivados da condensação do fenol, cresol e naftalenos com um aldeído, como o furfural (PANSHIN et al., 1962). Esses produtos químicos, ou a reação deles, podem trazer danos ao homem e ao ambiente. Por isto, vários países têm dado preferência aos artigos provenientes do curtimento com taninos naturais (vegetais).

Os taninos vegetais podem ser encontrados em várias partes do vegetal, como madeira, casca, frutos e sementes. São constituídos por polifenóis e classificados em hidrolisáveis e condensados. Os hidrolisáveis são poliésteres da glicose e são classificados, dependendo do ácido formado de sua hidrólise, em galo ou elágico taninos (PIZZI, 1993). Os taninos condensados são constituídos por monômeros do tipo catequina e são conhecidos por flavonóides (HASLAM, 1966; WENZL, 1970; PIZZI, 1993), estando presentes, basicamente, na casca das árvores.

Os taninos podem representar de 2 a 40% da massa seca da casca de várias espécies florestais. Dentre as espécies tradicionalmente exploradas para a produção, destacam-se o quebracho (*Schinopsis* sp.) de ocorrência natural na Argentina e Paraguai (contém até 25% da massa seca de sua madeira de cerne em taninos) e a acácia-negra (*Acacia mollissima* e *A. mearnsii*) de ocorrência natural na Austrália (PANSHIN et al., 1962; HASLAM, 1966).

No Brasil há várias espécies produtoras de taninos, porém, os curtumes tradicionais da Região Nordeste, que utilizam os taninos vegetais, apesar da diversidade de espécie arbóreas e arbustivas de ocorrência natural ou aclimatadas na região, têm no angico vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Vell.) Brenan) sua única fonte de taninos (DINIZ et al., 2003).

Sendo a atividade exclusivamente extrativista, a falta de práticas adequadas de manejo e com a melhor época para a retirada das cascas, ou de uma política de reflorestamento que visem à reposição das árvores exploradas está colocando em risco o esgotamento dessa espécie florestal (DINIZ et al., 2003).

Em virtude disto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar o Teor em Taninos Condensados (TTC), Teor de Sólidos Totais (TST) e Índice de Stiasny (IS) presente em frutos de castanhola, espécie ocorrente na região Nordeste e de vasta distribuição no mundo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para este estudo foram utilizadas cinco plantas de castanhola (*Terminalia catappa* L.), empregadas na arborização pública na cidade de Patos - PB. Foram coletados 5 kg de frutos, distribuídos aleatoriamente na copa de cada árvore. Após a coleta, os frutos foram quebrados, tendo as amêndoas sido removidas, secos ao ar e moídos em moinho do tipo Willey, para obter um material de menor granulometria.

Para as análises, o material obtido da moagem foi selecionado, sendo utilizada a porção que passou pela peneira de 16 mesh (1,00 mm) e ficou retida na de 60 mesh (0,25 mm). A serragem obtida foi homogeneizada e a umidade determinado, para permitir os cálculos, em base

seca, do teor de taninos condensados presentes em cada amostra.

As substâncias tânicas foram extraídas em água destilada. Sendo após cada extração, o material passado em uma peneira de 150 mesh (0,105 mm), e em um tecido de flanela, para a retenção de partículas menores. O extrato obtido foi homogeneizado e filtrado em funil de vidro sinterizado de porosidade 2, concentrado para 250 ml, e retiradas três alíquotas de 50 ml de cada extrato, sendo duas delas utilizadas para a determinação do teor de taninos condensados (TTC), e a outra evaporada em estufa a 103 ± 2 °C por 48 horas, para a determinação da porcentagem de teor de sólidos totais (TST).

Para a determinação do TTC, presente em cada árvore foi empregado o método de Stiasny, descrito por Guangcheng et al. (1991), com algumas modificações. Para tanto, aos 50 mL do extrato bruto foram adicionados 4,0 mL de formaldeído (37% m/m) e 1,0 mL de HCl concentrado aos extratos obtidos. Cada mistura foi submetida à fervura sob refluxo por 30 minutos. O material foi seco em estufa a 103 ± 2 °C por 24 horas e, por diferença de peso, foi calculado o índice de Stiasny. A quantidade de taninos presente em cada árvore foi obtida ao multiplicar o Índice de Stiasny pelo teor de sólidos totais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores de umidade em base seca (%), TST (%), IS (%) e TTC (%) presentes nos frutos das cinco árvores amostradas.

Tabela 1: Valores de umidade em base seca (%), TST (%), IS (%) e TTC (%) nas árvores estudadas.

Árvores	Umidade (%)	TST (%)	IS (%)	TTC (%)
1	9,70	23,00	22,85	5,25
2	9,70	21,70	24,45	5,25
3	9,36	24,20	20,68	5,00
4	10,42	26,50	20,19	5,30
5	9,94	25,50	21,07	5,34
Média	9,82	24,18	21,85	5,23

Os teores de sólidos totais, que representam as porções de substâncias tânicas e não tânicas do extrato, variaram de 21,70% a 26,50%, tendo estes valores sido encontrados

nos frutos das árvores 2 e 4, respectivamente. O índice de Stiasny, que representa a reatividade dos polifenóis no extrato frente ao formaldeído em meio ácido, variou de 20,19% a 24,45%, respectivamente, para as árvores 4 e 2. Quanto aos valores de teor de taninos condensados, estes variaram de 5,00% a 5,34%, respectivamente, nas árvores 3 e 5. Sendo os valores médios obtidos em percentual de taninos condensados de 5,23%, teor de sólidos totais de 24,18%, e Índice de Stiasny de 21,85%.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A espécie em estudo apresentou baixo teor de taninos condensados (5,23%), e consequentemente baixo teor de sólidos totais e Índice de Stiasny.

5. BIBLIOGRAFIA

DINIZ, C. E. F.; PAES, J. B.; MARINHO, I. V.; LIMA, C. R. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no semi-árido brasileiro. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 8., São Paulo, 2003. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 2003. Cd Rom.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid contents in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 554, n. 2, p. 154-156, 1991.

HASLAM, E. **Chemistry of vegetable tannins**. London: Academic Press, 1966. 170p.

PANSHIN, A.J.; HARRAR, E.S.; BETHEL, J.S.; BAKER, W. J. **Forest products: their sources, production, and utilization**. 2. ed. New York: McGraw-Hill, 1962. 538 p.

PIZZI, A. Tanin-based adhesives. In: PIZZI, A. (Ed.) **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: Marcell Dekker, p.177-246, 1993.

WENZL, H.F.J. The chemical technology of wood. New York: The Academic Press, 1970. 692 p.

AGRADECIMENTOS

A CAPES e a FAPEMIG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA CAUSA E EFEITO DE FALHAS NO PROCESSAMENTO DA MADEIRA

Bruna Martins Garcia, Lidiane Andrighetti Leolatto, Julio Cesar Amancio, Natalie Aparecida Mendes Araujo, Philipe Ricardo Casemiro Soares
 Centro de Ciências Agroveterinárias – Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UDESC
 brugarcia_@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A utilização de ferramentas da qualidade no setor florestal é recente (TRINDADE et al, 2000). As empresas estão buscando a implementação de sistemas de gestão da qualidade nas indústrias e atividades silviculturais. (JACOVINE et al., 2005).

Visando sucesso na implementação de tais sistemas, o uso de ferramentas da qualidade é muito importante, sendo o diagrama de Ishikawa ou de Causa e efeito uma das mais conhecidas. Essa ferramenta é utilizada para o estudo dos sintomas de um problema e determinação de suas prováveis causas (MALDONADO; GRAZIANI, 2007). Para Vieira (1999), o sucesso do controle da qualidade em uma empresa é dependente da correta utilização dos diagramas de causa e efeito.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar as principais falhas observadas durante processamento da madeira para a produção de pisos maciços.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização do presente estudo selecionou-se os departamentos de “processamento secundário” e “acabamento” de uma empresa do segmento de pisos de madeira cujos processos foram considerados críticos por seus colaboradores. Os setores realizam o beneficiamento da madeira em plainas moldureiras, resultando em produtos com as dimensões próximas às desejadas e encaixes prontos, e o acabamento dos pisos (lixa, verniz, tintura etc.), respectivamente.

Foram levantados junto aos funcionários da empresa os principais pontos críticos deste processo, que foram avaliados por diagramas de Ishikawa, utilizando a metodologia “6M”, na qual os efeitos estão relacionados às causas primárias: meio ambiente, método, máquina, medidas, material e mão-de-obra.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre as principais falhas relacionadas ao departamento “processamento secundário” da empresa analisada estão: lotes com mistura de madeira e peças com defeitos naturais da madeira.

As causas das falhas do ponto crítico “lotes com mistura de madeiras” são apresentadas na fig. 1. Essa falha se refere à dimensão e espécie. A causa está relacionada com o treinamento de funcionários para preparação dos lotes e a seleção de peças.

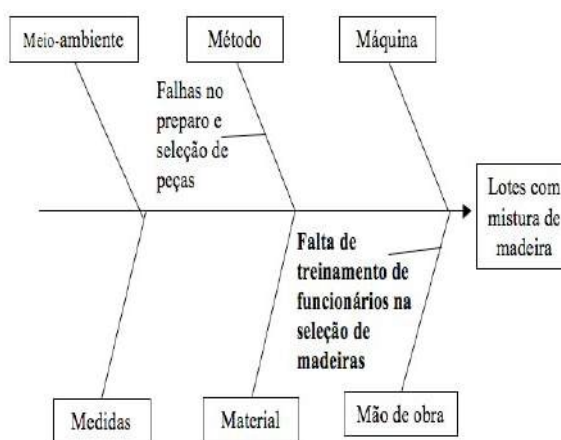


Fig. 1: Diagrama de Ishikawa para lotes com mistura de madeira.

Já na fig. 2 são relacionadas as possíveis causas da falha “peças com defeitos naturais da madeira” que se referem a nós e defeitos resultantes das tensões de secagem e crescimento. Novamente é apontada como causa a falta de treinamento e erros na seleção da madeira. Além disso a qualidades da matéria-prima foi considerada fator importante.

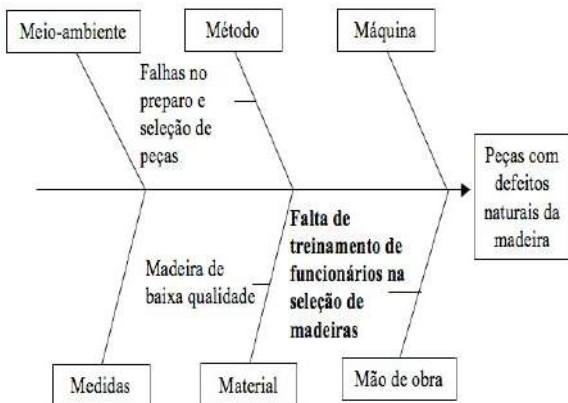


Fig. 2: Diagrama de Ishikawa para peças com defeitos naturais da madeira.

Já para o acabamento dos pisos, destacam-se as falhas: peças que param a linha de produção e peças manchadas.

A fig. 3 apresenta a análise para a falha “peças que param a linha de produção”. As principais causas são relacionada ao material, destacando-se o empenamento da madeira. Além disso, os ajustes dos equipamentos também podem causar este problema.

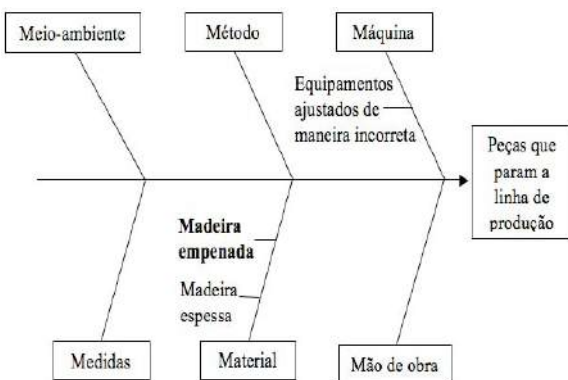


Fig. 3: Diagrama de Ishikawa para peças que param a linha de produção.

Já a falha que se refere ao item “peças manchadas” após o processamento é exclusivamente gerada pela espécie beneficiada, uma vez que o problema só é observado em pisos de ipê (fig. 4). A mancha é resultante dos extrativos existentes na madeira.

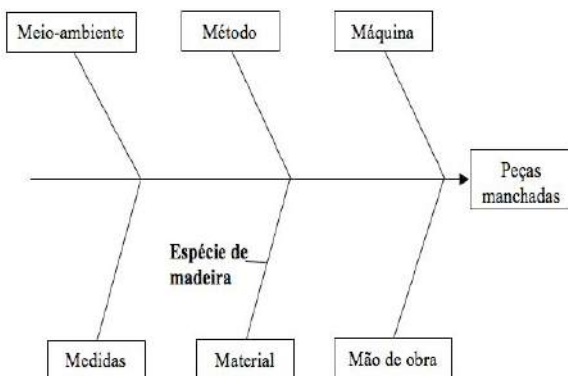


Fig. 4: Diagrama de Ishikawa para peças manchadas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os principais pontos críticos no processamento da madeira pela empresa foram: lotes com mistura de madeira, peças com defeitos naturais da madeira, peças que param a linha de produção e peças manchadas.

Diante desses problemas é importante a empresa minimizar a ocorrência de falhas no processo para melhorar sua produção e, conseqüentemente, a qualidade de seu produto.

É recomendado para a empresa o investimento em treinamento de funcionários visando melhorias na atividade de seleção das peças para formação dos lotes. Além disso, é importante atentar para a qualidade da matéria prima e do processo produtivo.

5. BIBLIOGRAFIA

JACOVINE, L.A.G.; MACHADO, C.C.; SOUZA, A.P. de; LEITE, H.G.; MINETTI, L.J. Avaliação da qualidade operacional em cinco subsistemas de colheita florestal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 391-400, maio/jun. 2005.

MALDONADO, R.; GRAZIANI, L. Herramientas estadísticas de la calidad para la diagnosis: estudio de un caso en la industria de productos cárnicos. **Interciencia**, Caracas, v. 32, n. 10, p. 707-711, oct. 2007.

VIEIRA, S. **Estatística para a qualidade**: como avaliar com precisão a qualidade em produtos e serviços. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 198 p.

TRINDADE, C.; REZENDE, J.L.P.; JACOVINE, L.A.G.; SARTORIO, M.L. **Ferramentas da qualidade**: aplicação na atividade florestal. Viçosa: Editora UFV, 2000. 124 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Pinus* MODIFICADA TERMICAMENTE

Dallyene da Silva Poubel¹, Rosilei A. Garcia², Roberto Carlos Costa Lelis²,
Wanessa Aparecida Santos¹

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, BR 465 km 07, Seropédica-RJ. ¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais da UFRRJ. ²Professor DPF/UFRRJ.

E-mail: dallyenepoubel@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A modificação térmica da madeira é um tratamento em que os polímeros da parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina) são alterados pela ação do calor. Este tratamento tem sido muito estudado nos últimos anos por proporcionar melhorias em algumas propriedades consideradas desvantajosas do ponto de vista comercial, agregando assim maior valor ao produto final. Entre as melhorias proporcionadas por este tratamento estão a maior resistência à absorção de água, maior estabilidade dimensional, menor teor de umidade de equilíbrio e maior durabilidade natural da madeira (GARCIA et al., 2012; KAMDEM et al., 2002). Apesar da modificação térmica ser aplicada à madeira visando, principalmente, a melhoria dessas propriedades, alguns países da Europa e América do Norte tem utilizado o tratamento com o intuito de alterar a cor original da madeira, ou seja, para obter um escurecimento da madeira (AKYILDIZ et al., 2009). As madeiras de coníferas tem sido as mais utilizadas no tratamento, pois algumas espécies apresentam características indesejáveis tais como baixa durabilidade, baixa estabilidade dimensional e cor pálida além de serem facilmente atacadas por fungos manchadores, o que afeta suas características estéticas assim como seu valor comercial.

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da modificação térmica nas propriedades físicas da madeira de *Pinus* sp.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo utilizou-se uma árvore de *Pinus* sp de 25 anos de idade proveniente de um plantio localizado no campus da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), Seropédica-RJ. Um total de 48 amostras de 150 x 75 x 20 mm foram confeccionadas, sendo 12 amostras

para cada tratamento (controle e tratadas à 180, 200 e 220°C).

Os tratamentos de modificação térmica foram realizados em uma mufla elétrica laboratorial, da marca Linn Elektro Therm com dimensões de 600 x 600 x 700 mm. Os tratamentos foram efetuados em quatro etapas, considerando-se três diferentes temperaturas finais: 180, 200 e 220°C. As quatro etapas do tratamento foram: (1) aquecimento do material até 100°C: correspondente à 120 minutos; (2) aumento da temperatura de 100°C até a temperatura final: correspondente à 30 minutos; (3) tratamento na temperatura final selecionada: correspondente à 120 minutos; e (4) resfriamento do material por aproximadamente 24 horas. As propriedades físicas da madeira avaliadas foram: densidade aparente e teor de umidade de equilíbrio antes e após os tratamentos de modificação térmica, variação da densidade (Δ densidade), variação do teor de umidade (Δ umidade) e perda de massa após os tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises estatísticas não indicaram diferenças significativas entre a densidade da madeira antes e após os tratamentos de modificação térmica (Tabela 1). Isso pode ser explicado pelo fato da madeira perder peso na mesma proporção em que seu volume é reduzido durante o tratamento. Quando compara-se as três temperaturas de tratamento, observa-se que os tratamentos a 180 e 200°C não apresentam diferenças entre si com valores de densidade de 0,726 e 0,729 g.cm⁻³, respectivamente, porém ambos diferem do tratamento à 220°C, cuja madeira apresentou uma densidade média de 0,663 g.cm⁻³. O mesmo comportamento foi observado para Δ densidade, onde as amostras tratadas a 220°C apresentaram maior variação média de densidade (0,053 g.cm⁻³) que os demais tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 Valores médios obtidos para as propriedades físicas da madeira de *Pinus sp* antes e após a modificação térmica.

Temperatura (°C)	Densidade (g.cm ⁻³)		Δ densidade (g.cm ⁻³)	Teor de umidade (%)		Δ umidade (%)	Perda de massa (%)
	Antes	Após		Antes	Após		
180°C	0,737 A (0,063)	0,726 Aa (0,063)	0,011 [-2,08] b (0,012)	12,4 A (1,11)	8,0 Ba (0,53)	4,5 (1,23)	6,2 c (1,70)
200°C	0,751 A (0,039)	0,729 Aa (0,042)	0,021 [-1,79] b (0,017)	10,7 A (1,98)	7,1 Ba (0,89)	3,5 (2,18)	8,6 b (1,36)
220°C	0,715 A (0,077)	0,663 Ab (0,079)	0,053 [-1,30] a (0,048)	10,7 A (1,25)	5,6 Bb (1,08)	5,1 (1,65)	12,8 a (2,90)
Teste de Levene	1,74 ^{NS}	1,87 ^{NS}	8,58* [1,31 ^{NS}]	3,33 ^{NS}	2,41 ^{NS}	2,47 ^{NS}	2,60 ^{NS}
ANOVA – Valor F -		4,28*	6,47**	-	15,04**	1,67 ^{NS}	30,53**

Os valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão. Os valores entre colchetes referem-se à transformação logarítmica (log10). Médias com a mesma letra não são estatisticamente diferentes entre si. Letras maiúsculas: comparação entre as médias antes e após a modificação térmica pelo teste de Student (na mesma linha). Letras minúsculas: comparação entre as médias das temperaturas pelo teste de Tukey (na mesma coluna). ** Significativo à 99% de probabilidade. * Significativo à 95% de probabilidade. ^{NS} Não significativo.

Os tratamentos causaram uma redução no teor de umidade de equilíbrio em todas as condições de temperatura. Quando compara-se as três temperaturas, as amostras tratadas a 180 e 200°C não apresentaram diferenças significativas entre si para o teor de umidade, com valores de 8,0 e 7,1%, respectivamente, entretanto, as amostras tratadas a 220°C apresentaram um teor de umidade de equilíbrio menor que as demais temperaturas (Tabela 1). O menor teor de umidade das amostras tratadas está associado às modificações químicas que ocorrem nos principais constituintes da parede celular, principalmente a degradação das hemiceluloses. As amostras tratadas sofreram aumento significativo da perda de massa conforme o aumento da temperatura. A perda de massa das amostras de madeira tratadas a 180, 200 e 220°C foram de 6,2, 8,6 e 12,8 %, respectivamente. A perda de massa está associada à diferentes fatores tais como: (1) saída de água higroscópica, retidas na parede celular pela adsorção junto às hidroxilas das cadeias dos polissacarídeos e da lignina; (2) saída de água de constituição, acompanhada por reações de degradação irreversíveis, principalmente nos grupos hidroxílicos; e (3) volatilização dos extrativos (NUNES, 2012).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVA

A modificação térmica altera algumas propriedades físicas da madeira. A modificação térmica não afeta a densidade aparente da madeira de *Pinus sp* tratada entre 180 e 220°C; reduz o teor de umidade de equilíbrio; e causa uma perda de massa na madeira, a qual é crescente com o aumento da temperatura.

5. BIBLIOGRAFIA

- AKYILDIZ, M. H.; ATES, S.; OZDEMIR, H. Technological and chemical properties of heat-treated Anatolian black pine wood. **Journal of Biotechnology**, v. 8, n. 11, p. 2565-2572, 2009.
- GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F.; MATOS, J. L. M.; SANTOS, W. A.; SILVA, R. F. M. Nondestructive evaluation of heat-treated *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden wood using stress wave method. **Wood Science and Technology**, v. 46, p. 41-52, 2012.
- KAMDEM, D. P.; GRELIER, S. Surface roughness and color change of copper amine and UV absorber-treated red maple (*Acer rubrum*) exposed to artificial ultraviolet light. **Holzforschung**, v. 56, p. 473–478, 2002.
- NUNES, C. S. **Propriedades tecnológicas e qualidade de adesão de madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus pellita* termorretrificadas**. 2012. 56 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelas bolsas de mestrado concedidas à Dallyene da Silva Poubel e Wanessa Aparecida Santos.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES MECÂNICAS DE CHAPAS AGLOMERADAS DE PARTÍCULAS DE *Eucalyptus grandis* TRATADAS COM CCB E ADESIVO DE SILICATO DE SÓDIO

Vinícius Giudice Tavares Ayres, Carla Priscilla Távora Cabral, Lucas Vaz de Oliveira, Maria Tereza Angeletti Nunes, Benedito Rocha Vital

Universidade Federal de Viçosa

e-mail: lcajir@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As chapas de madeira reconstituída apresentam grande versatilidade, suprimindo o uso da madeira sólida para diversos fins. Além de apresentarem a vantagem na redução do custo da matéria prima, elas, também, dependendo da sua finalidade, permitem a utilização de vários tipos de resíduos.

Impulsionada pelo crescimento do mercado moveleiro a indústria de chapas de madeira aglomerada tem aumentado a sua produção expandindo o consumo de adesivos. O principal adesivo empregado na fabricação de chapas de partículas é formulado com uréia-formaldeído. Este adesivo tem o inconveniente de conter formaldeído em sua formulação que é um produto com potencial cancerígeno e irritante as vias respiratórias.

Por outro lado, o adesivo de silicato de sódio apresenta a vantagem de ser isento de formaldeído e ainda apresenta um preço competitivo no mercado, podendo, futuramente, ser um concorrente do adesivo à base de uréia-formaldeído.

Assim, este trabalho teve como objetivo determinar algumas propriedades de chapas de madeira aglomerada, fabricadas com adesivo de silicato de sódio e partículas tratadas com CCB (Borato de cobre cromatado). Foram fabricadas, também, chapas com adesivo de uréia-formaldeído e partículas não tratadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas partículas de madeira *Eucalyptus grandis*, oriunda de plantios experimentais no campus da Universidade Federal de Viçosa, no estado de Minas Gerais. As árvores foram colhidas e as toras desdobradas em tábuas que foram reduzidas a

baguetas e submersas em água para saturar. Após a saturação, as mesmas foram processadas em moinho de facas produzindo flocos posteriormente fragmentados em um moinho de martelo. As partículas destinadas ao tratamento preservativo, foram colocadas em tambores hermeticamente fechados, contendo solução de borato de cobre cromatado (CCB) com 3% de concentração onde permaneceram por 2 semanas. Após este período, todas as partículas foram secas à temperatura ambiente e, posteriormente em estufa até atingirem 3% de umidade. O experimento foi instalado seguindo-se um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e 4 tratamentos, totalizando 12 chapas. Foram fonte de variação o tipo de partícula (com preservativo e sem preservativo), tipo de adesivo e proporções de partículas tratadas na chapa (0 e 50%), conforme segue abaixo:

T1 – Partículas sem CCB + adesivo de uréia-formaldeído

T2 – 50 % de partículas com CCB + 50 % de partículas sem CCB + adesivo de uréia-formaldeído

T3 – Partículas sem CCB + adesivo de silicato de sódio

T4 – 50 % de partículas com CCB + 50 % de partículas sem CCB + adesivo de silicato de sódio

As partículas foram pesadas e colocadas em um encolador sendo em seguida aplicado o adesivo. Os adesivos utilizados foram o silicato de sódio e uréia-formaldeído, cujos respectivos teores de sólidos foram iguais a: 46,48% e 62,7%, Aplicou-se 8 e 10% de adesivo em relação a massa seca de partículas. A prensagem foi realizada a quente, sob uma pressão de 32 kgf/cm², sendo a temperatura e o tempo diferenciados para os tratamentos. As chapas com adesivo de silicato de sódio foram

prensadas à 120°C durante 12 minutos, enquanto que as fabricadas com uréia-formaldeído, foram submetidas ao tempo de 8 minutos e temperatura de 170°C. As chapas foram esquadrejadas e recortadas para retirada dos corpos-de-prova que foram acondicionados em câmara climática (20±3 °C e 65±5 %UR) e ensaiados segundo a norma da ABNT NBR14810 (2002). Foram determinadas a dureza Janka, resistência ao arrancamento de parafuso e à flexão estática (módulo de ruptura e módulo de elasticidade) e a densidade das chapas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio da massa específica aparente das chapas foi de, aproximadamente, 0,612 g/cm³, sendo por isso, consideradas chapas de média densidade.

Observou-se que para dureza Janka houve uma tendência dos painéis fabricados com partículas tratadas com CCB, atingirem valores maiores de resistência do que aqueles fabricados com partículas sem tratamento. Este fato pode ser devido aos cristais do sal (borato de cobre cromatado), fixados nos constituintes químicos da parede celular e depositados no lume das células, fato que proporcionou um aumento da massa específica das partículas tratadas.

A norma ANSI/A1-280/93, estipula um valor mínimo de 222,5 kgf de dureza Janka para atender as especificações de mercado. Pode ser observado na fig. 1, que todas as chapas, apresentaram valores médios superiores ao estipulado pela norma.

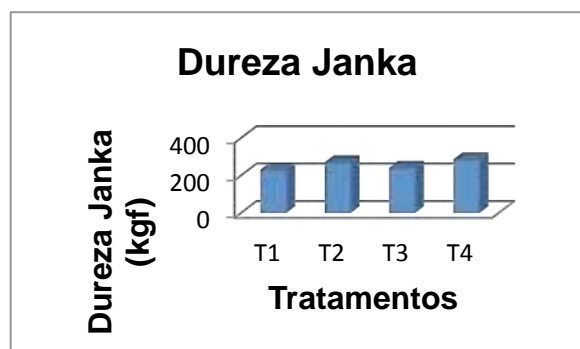


Fig. 1: Médias de dureza Janka (kgf) em função dos tratamentos.

O adesivo de silicato de sódio também influenciou, positivamente, esta propriedade, uma vez que os painéis aderidos com silicato tiveram uma dureza ligeiramente superior do que aqueles fabricados com adesivo de uréia-formaldeído.

A resistência ao arrancamento de parafuso das chapas fabricadas com o adesivo de silicato de

sódio e partículas tratadas com CCB, mostraram uma tendência das médias serem superiores em relação aos tratamentos com uréia-formaldeído e partículas sem tratamento com CCB.

O módulo de elasticidade bem como o módulo ruptura na flexão estática, não foram afetados significativamente pelos tratamentos. Observou-se, contudo, uma tendência das chapas fabricadas com adesivo de uréia-formaldeído apresentarem valores superiores para as propriedades mecânicas em comparação àquelas fabricadas com adesivo de silicato de sódio. Este fato, provavelmente, se deve a maior adesão entre as partículas, proporcionada pelo adesivo de uréia-formaldeído.

4. CONCLUSÕES

Observou-se nas chapas compostas por partículas de madeira tratadas com CCB (borato de cobre cromatado), maiores médias nos resultados de dureza Janka e resistência ao arrancamento de parafuso.

As maiores médias do ponto de vista numérico para dureza Janka e resistência ao arrancamento de parafuso foram das chapas fabricadas com adesivo de silicato de sódio.

Este trabalho indica que o adesivo de silicato de sódio e partículas de madeiras tratadas com CCB apresentam potencial a serem explorados pelas indústrias de chapas aglomeradas.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN NATIONAL STANDARD. **Mat-formed wood particleboard:** specification ANSI/A 208.1.1993. Gaithersburg: National Particleboards Association, 1993. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Chapas de madeira aglomerada.** ABNT. NBR 14810-1,2,3. Março, 2002.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Painéis e Energia da Madeira. A Universidade Federal de Viçosa.

Ao CNPq e a FAPEMIG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DAS MADEIRAS DE *Pinus taeda* E *Hymenaea courbaril* UTILIZADAS EM SERRARIAS DE JATAÍ-GO

Íngrid Luz Guimarães, Luana Silva Ferreira, José Benedito Guimarães Júnior,
Carlos Rogério Andrade, Fernando Jesus Nogara Lisboa
Universidade Federal de Goiás – Campus Jataí
ingridg_2507@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades físicas da madeira é fundamental para definir adequadamente as aplicações a que serão destinadas. Combinados a outros fatores, os parâmetros dessas propriedades permitem que as madeiras sejam classificadas em usos a que se mostram mais apropriadas. As propriedades físicas da madeira podem influenciar significativamente no desempenho e resistência da madeira utilizada estruturalmente. As principais propriedades físicas da madeira são a densidade básica, e a instabilidade dimensional, representada pela variação das dimensões (linear e volumétrica) em função do teor de umidade (ARAÚJO, 2007).

Segundo Rocha (1983), a densidade possui elevada importância na determinação das propriedades físico-mecânicas que caracterizam diferentes espécies de madeira, diferentes árvores de determinada procedência e diferentes procedências de uma mesma espécie.

Devido à característica anisotrópica, as mudanças dimensionais observadas na madeira são diferentes ao longo das três direções estruturais. Em geral, a contração na direção tangencial é, aproximadamente, duas vezes maior do que na direção radial; a razão entre a contração tangencial (T) e radial (R), comumente chamada de fator de anisotropia, geralmente varia de 1,5 a 2,5, e tornou-se um índice muito importante nos estudos de contração de madeira; quanto maior essa relação, maior será a tendência ao fendilhamento e empenamento da madeira. Para usos que envolverem estabilidade dimensional da madeira, a mais recomendada é aquela que apresentar a menor taxa T/R (OLIVEIRA, 2003).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas de *Pinus taeda* e *Hymenaea courbaril*, de madeiras utilizadas em serrarias de Jataí - GO.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram coletadas madeiras de *Pinus taeda* e *Hymenaea courbaril* em serrarias de Jataí - GO, e as amostras foram selecionadas aleatoriamente. Os procedimentos realizados para a determinação da retratibilidade foram aqueles expressos na norma ABNT-NBR 7190:1997. As variáveis analisadas foram absorção de água, variação dimensional no eixo radial e tangencial, variação volumétrica e coeficiente de anisotropia. Na determinação da densidade utilizou-se a norma ABNT-NBR 7190.

O delineamento utilizado foi o DIC arranjado de forma fatorial, onde os fatores são as espécies estudadas e os níveis cada um dos seus tratamentos. As médias foram comparadas por teste de Scott Knott com 5% de significância. Para determinação de possíveis comparações entre densidade e retratibilidade utilizou-se de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores médios de densidade básica (Dens), retratibilidade linear radial (Rd) e tangencial (Tg), retratibilidade volumétrica e o coeficiente de anisotropia (CA) das madeiras de pinus e jatobá.

Tabela 1: Valores médios da variação dimensional das madeiras de Pinus taeda e Hymenaea courbaril.

Espécie	Dens(g/cm ³)	Rd(%)	Tg(%)	CA
<i>P. taeda</i>	0,40A	3,63A	5,28A	1,52A
<i>H.courbaril</i>	0,90B	3,93A	6,17B	1,76A
CV(%)	0,54	0,06	0,11	0,1

De acordo com a classificação do IPT (1985) as madeiras são classificadas em três: de baixa densidade, com valor menor ou igual a $0,50 \text{ g/cm}^3$, de densidade média, entre $0,50 \text{ g/cm}^3$ e $0,72 \text{ g/cm}^3$ e madeiras densas acima de $0,72 \text{ g/cm}^3$. Segundo essa classificação, a madeira de *Pinus taeda* é considerada de baixa densidade ($0,40 \text{ g/cm}^3$) e a de *Hymenaea courbaril* como madeira densa ($0,90 \text{ g/cm}^3$), confirmando a diferença estatística entre os valores de densidade apresentados pelas duas espécies.

A retratibilidade no eixo radial não apresentou diferença estatística para as espécies estudadas. Já para aquela no eixo tangencial, nota-se que *Hymenaea courbaril* apresentou valor estatisticamente superior ao Pinus. Este fator se deve provavelmente a densidade básica do Jatobá ser superior. Isto implicaria em maior quantidade de massa em um mesmo volume quando comparado ao pinus, ou seja, maior quantidade de sítios higroscópicos potenciais para o inchamento do mesmo.

O coeficiente de anisotropia não diferiu estatisticamente para as espécies, sendo que os valores foram de 1,52 e 1,76 para o Pinus e o Jatobá, respectivamente. Segundo Marchiori (1992) citado por Oliveira (1997), a classificação da madeira quanto ao fator anisotrópico é a seguinte: 1,2 – 1,5 considerado excelente; 1,5 – 2,0 normal e; acima de 2,0 como ruim. Sendo assim, as madeiras estudadas podem ser consideradas como normais em relação ao coeficiente de anisotropia.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De acordo com os resultados observados, podem-se fazer as seguintes conclusões:

- ✓ Ambas as madeiras apresentam potencial de serem utilizadas como madeira serrada.
- ✓ A madeira de pinus é considerada de baixa densidade, enquanto a de jatobá como madeira de alta densidade.
- ✓ As madeiras estudadas podem ser consideradas como normais em relação ao coeficiente de anisotropia.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre as propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, Curitiba-PR, v. 37, n. 3, 2007.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. SIF. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.381-385, 2003.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil**. 1997. 429f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES QUÍMICAS DE EXTRATOS TÂNICOS DA CASCA DE *Pinus caribaea* var. *bahamensis* E AVALIAÇÃO DE SEU EMPREGO COMO ADESIVO

Michel Cardoso Vieira, Gisely de Lima Oliveira, Bruno Couto da Silva, Roberto Carlos Costa
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
mceflorestal@ig.com.br

1. INTRODUÇÃO

Taninos são compostos polifenólicos de alto peso molecular, utilizados para diferentes finalidades, como por exemplo, para curtimento de couro e produção de adesivos (Mori et al., 2000). Os taninos são obtidos geralmente da madeira e da casca de certas folhosas, já que as coníferas, com exceção de suas cascas, apresentam pequena quantidade de tanino. A rapidez com que os polifenóis se ligam ao formaldeído, possibilita a sua utilização na indústria de painéis de madeira sob condições normais de colagem e prensagem. Esse trabalho teve por objetivo avaliar as propriedades químicas de extratos tânicos obtidos da casca de *Pinus caribaea* Var. *bahamensis* sob adição de sulfito de sódio em diferentes concentrações, bem como a viabilidade de emprego dos taninos da casca como adesivos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As cascas foram coletadas na Fazenda Nova Monte Carmelo, localizada em Estrela do Sul, MG, da empresa Duratex. O material foi encaminhado ao Laboratório de Química da Madeira, Departamento de Produtos Florestais, Instituto de Florestas para a realização da pesquisa. Os seguintes tratamentos foram empregados na extração de taninos: T1: extração com água + P.C.B., T2: Água + 1% Na₂SO₃ + P.C.B., T3: extração com água + 5% Na₂SO₃ + P.C.B., T4: Água + 8% Na₂SO₃ + P.C.B., T5: Água + 10% Na₂SO₃ + P.C.B., com cinco repetições para cada tratamento. Para avaliação dos tratamentos, procederam-se as seguintes análises: Número de Stiasny, rendimento em extrato, em tanino e não tanino.

Na determinação das propriedades dos extratos foi confeccionada uma solução de extrato tânico a 45%. As seguintes propriedades foram avaliadas: viscosidade, tempo de formação de gel e pH. Para cada análise foram realizadas cinco repetições.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios do número de Stiasny (NS), rendimento em extrato (RE), em tanino (RT) e não-taninos (RNT) dos extratos aquosos para os diferentes tratamentos estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios do número de Stiasny (NS), rendimento em extrato (RE), em tanino (RT) e não-tanino (RNT) dos extratos aquosos da casca de *Pinus caribaea* Var. *bahamensis* para os diferentes tratamentos.

Trat	NS	RE (%)	RT (%)	RNT(%)
T1	36,00 c	2,46 e	0,88 d	1,57 e
T2	44,00 b	3,95 d	1,74 c	2,21 d
T3	52,00 a	8,97 c	4,66 a	4,30 c
T4	28,00 d	12,57 b	3,51 b	9,05 b
T5	32,80 c	14,41 a	4,72 a	9,68 a

Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Os resultados mostraram que a adição de sulfito de sódio acarretou um aumento do Número de Stiasny nos tratamentos T2 e T3. Em relação ao tratamento 4 houve uma diminuição significativa ao se adicionar 8% de sulfito de sódio. Tostes (2003) trabalhando com extratos de *Eucalyptus pellitta* encontrou valores de polifenóis (NS) abaixo dos encontrados neste trabalho.

O rendimento em extrativos teve um aumento significativo ao se adicionar sulfito de sódio em diferentes concentrações, sendo significativo para todos os tratamentos. O rendimento em taninos apresentou um aumento significativo para todos os tratamentos, considerando-se a extração somente com água destilada (T1). Entre os tratamentos T3 e T5 não houve diferença significativa. Ferreira (2004) encontrou valores médios de rendimentos em taninos para *Pinus oocarpa* de 24,76%, sendo bem mais elevados que os encontrados para *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

Em relação aos não taninos, os resultados mostraram que houve um aumento significativo, à medida que maiores concentrações de sulfito de sódio foram empregadas. Ferreira (2004) encontrou valores de rendimentos de não-taninos para *Pinus caribaea* var. *bahamensis* de 3,63%, com 5% de sulfito de sódio, valores menores que os encontrados nesse trabalho.

Os valores médios da viscosidade, teor de sólidos, tempo de formação de gel e pH para a solução de extrato tânico a 45% da casca de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios da Viscosidade (V), Teor de sólidos (TS), Tempo de formação de gel (TFG) e pH da solução de extratos tânicos a 45% da casca de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* para os diferentes tratamentos.

Trat	V (cP)	TFG(min)	pH
T1	386,81 c	1,47 a	2,94 e
T2	313,62 d	1,71 a	4,41 d
T3	491,13 a	1,18 b	5,98 c
T4	210,82 e	1,69 a	6,60 b
T5	432,81 b	0,86 c	6,96 a

Médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (5% de probabilidade).

Com relação a viscosidade, houve diferença significativa ao se adicionar diferentes quantidades de sulfito de sódio. Nota-se que nos tratamentos T3 e T5 houve um aumento significativo da viscosidade em relação ao tratamento T1. Já nos tratamentos T2 e T4 ocorreu o contrário, a adição de sulfito à extração favoreceu positivamente para a diminuição da viscosidade dos extratos. Goulart et al. (2012) encontraram valores de viscosidade de 1487,7 cP na casca de barbatimão, sendo bem superiores aos encontrados neste estudo.

No tempo de gel, nota-se que a adição de sulfito de sódio ocasionou uma diminuição do tempo de gel nos tratamentos T3 e T5. Nos tratamentos T2 e T4 houve um pequeno aumento do tempo de gel, quando comparado ao tratamento sem adição de sulfito (T1), mas a diferença não foi significativa. Carneiro et al. (2009), avaliando as propriedades do tanino de angico vermelho, encontrou valores de tempo de gel de 2,13 minutos, sendo maiores que os encontrados neste trabalho.

Os extratos da casca de *Pinus caribaea* var. *bahamensis* apresentaram caráter ácido. A

adição de sulfito de sódio acarretou em um aumento do pH.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A adição de sulfito de sódio aumentou o rendimento em tanino, mas também a partir da concentração de 8% de sulfito de sódio houve aumento considerável no rendimento em não-taninos. Desta forma, visando-se obter ganhos em taninos, deve-se empregar somente extrações com adição de 5% de sulfito de sódio para ambas as espécies;

A casca apresentou potencial para serem aproveitadas como matéria-prima para obtenção de taninos, uma vez que os extratos apresentaram propriedades satisfatórias para o processo de colagem.

5. BIBLIOGRAFIA

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; FREDERICO, P. G. U.; CARVALHO, A. M. M. L.; VIDAURRE G. B. Propriedades de chapas de aglomerado fabricadas com adesivo tânico de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina*) e uréia-formaldeído. *Árvore*, Viçosa-MG, v.33, n.3, p.521-531, 2009.

FERREIRA, E.S. **Utilização dos Polifenóis da Casca de Pinus para Produção de Adesivos para Compensados**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2004.

GOULART, S.L., MORI, F.A, ALMEIDA, N.F., MENDES, R.F., MENDES, L.M.; Resistência ao Cisalhamento de Painéis Compensados Produzidos com Adesivo à Base de Taninos de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão), *Floresta e Ambiente*; v.19, n.3, p. 308-315, 2012.

MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A.; PIMENTA, A. S.; MELO, V.M. Influência da temperatura, tipos e concentrações de sais inorgânicos no rendimento em taninos das cascas de *Eucalyptus*. *Anais... VI Congresso e Exposição Internacional Sobre Florestas*. Forest 2000. p. 408, 2000

TOSTES, A. S. **Tanino da casca de Eucalyptus pellita F. Muel como fonte de adesivos para colagem de chapas de madeira aglomeradas**. 2003. 85f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE PRELIMINAR DO LENHO DE *Sebastiania schottiana* (MÜLL. ARG.) MÜLL. ARG

Talita Baldin, Luciano Denardi, José Newton Cardoso Marchiori, Rômulo Trevisan
Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, CCR, CESNORS
talita.baldin@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A família Euphorbiaceae, uma das maiores em número de espécies, das Angiospermas Dicotiledôneas, compreende ervas, arbustos, árvores e lianas, por vezes semelhante as cactáceas e espinescentes, geralmente providas de látex.

Distribuídas em todas as partes do mundo – mas sobretudo em regiões tropicais –, os maiores centros de dispersão das Euforbiáceas situam-se nas Américas e na África (RECORD e HESS, 1942). No Brasil, são cerca de 70 gêneros e 1.000 espécies, representando uma das principais famílias da flora brasileira e uma das mais complexas do ponto de vista taxonômico (SOUZA e LORENZI, 2005).

Conforme Souza e Lorenzi, 2005 as Euforbiáceas incluem diversas espécies de interesse econômico, caso da seringueira (*Hevea brasiliensis*), da mandioca (*Manihot esculenta*) e da mamona (*Ricinus communis*).

Sebastiania schottiana é arbusto glabro, de longos ramos escuros, espinescentes e flexíveis. Conhecida, vulgarmente, no Rio Grande do Sul pelos nomes de amarelo, sarandi ou sarandi-de-espinho, trata-se de espécie heliófila e seletiva higrófila até xerófila (SMITH *et al.*, 1988).

As folhas são simples, alternas e de pecíolo curto (MARCHIORI, 2000). Cabrera *et al.* (1965) comentam que as flores, pequenas e amarelas, são unissexuais. O fruto, uma cápsula globosa, mede aproximadamente 5 mm de diâmetro.

Sobre a mesma, cabe destacar que não foram encontrados registros a respeito da sua estrutura na literatura anatômica. Para o gênero *Sebastiania*, Record e Hess (1942) informam que algumas espécies apresentam pequenos tubos laticíferos, além de vasos de pequeno diâmetro (< 50 µm), pontoações raio-vasculares e parênquima-vasculares arredondadas, seme-

lhantes às intervasculares, bem como raios unisseriados, com raros bisseriados.

Levando em consideração a ausência de descrição anatômica do lenho de *S. schottiana*, o presente estudo objetiva preencher esta lacuna bibliográfica, bem como investigar os aspectos anatômicos qualitativos que conferem maior flexibilidade a seus caules.

1. MATERIAL E MÉTODOS

Os exemplares de *Sebastiania schottiana* selecionados para o presente estudo, são procedentes do município de Santa Maria, RS.

As exsicatas, juntamente com amostras de caule foram incorporadas ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (HDCF), sob o registro 5591 e 5592.

Das amostras de madeira, provenientes do caule de um indivíduo com 7 cm de DAP (diâmetro a altura do peito) foram confeccionados 3 corpos-de-prova, orientados para obtenção dos cortes nos planos anatômicos da madeira. A microtomia, realizada no Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade Federal do Paraná, seguiu a técnica padrão: após fervura em água, os corpos-de-prova foram seccionados em micrótomo de deslize, coloridos com acridina-vermelha, crisoidina e azul-de-astra, desidratados em série alcoólica ascendente (30%, 50%, 70%, 90%), submetidos a dois banhos com álcool absoluto e diafanizados com xilol. Em seguida, foram montadas lâminas permanentes, usando-se “Entellan” como meio de montagem.

A descrição qualitativa do lenho foi baseada nas recomendações do IAWA Committee (1989).

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O exame microscópico do xilema secundário de *S. schottiana* permitiu a visualização dos seguintes aspectos anatômicos:

Aspectos gerais: Anéis de crescimento fracamente demarcados por estreito lenho tardio, com fibras achatadas radialmente. **Vasos:** em distribuição difusa, dispostos em múltiplos radiais e de seção circular. Elementos vasculares com apêndices ocasionalmente presentes e placas de perfuração simples, oblíquas. Espessamentos helicoidais, tiloses e depósitos, ausentes. Pontoações intervasculares alternas, poligonais, com abertura em fenda inclusa. Pontoações raio-vasculares com bordas distintas, semelhantes às intervasculares quanto ao tamanho, porém arredondadas. **Parênquima axial:** apotraqueal difuso, disposto em séries de 4 a 8 células. Inclusões minerais, ausentes no material observado. **Raios:** Tecido radial heterogêneo, reunindo células eretas e quadradas. Células perfuradas de raio ocasionais, maiores do que as adjacentes e providas de 1 – 2 perfurações simples. Canais intercelulares, tubos laticíferos e inclusões minerais, ausentes. **Fibras:** libriiformes, não-septadas, com paredes muito estreitas, providas de pontoações areoladas diminutas, com abertura em fenda exclusiva, geralmente cruzadas em “x” no par. Fibras gelatinosas abundantes, reconhecidas pela coloração distinta das demais e pela espessura anormal de suas paredes. Traqueídeos vasculares, traqueídeos vasicêntricos e espessamentos helicoidais, ausentes.

O conjunto de caracteres, verificado no lenho de *S. schottiana*, concorda com o padrão estabelecido por Record e Hess (1942) para este gênero. Cabe ressaltar que a presença de células perfuradas de raio, com duas perfurações simples, constitui novidade para o gênero. Destaca-se, todavia, a ausência de tubos lactíferos em sua madeira, aspecto constante em algumas espécies de *Sebastiania*.

A presença de fibras gelatinosas na madeira em questão merece destaque, sendo que tal característica está intimamente relacionada com a resistência à flexibilidade, propriedade mecânica testada e comprovada por Denardi (2007). Tal característica é particularmente importante para obras de bioengenharia em margens de cursos d’água, pois a capacidade de caules e ramos em curvar-se sobre os taludes fluviais, em virtude da força da correnteza durante as cheias, confere maior proteção contra corrosões.

4. CONCLUSÕES

A estrutura anatômica do lenho de *S. schottiana*, concorda, em linhas gerais, com o referido na literatura para o gênero em questão. A diferenciação entre *S. schottiana* e outras espécies do gênero pode ser feita, com base na ausência de tubos lactíferos e na presença de células perfuradas de raio.

Com base em evidências anatômicas, pode-se inferir, ainda que subjetivamente, que se está diante de uma espécie com elevada flexibilidade e resistência do caule, evidenciando-se nesse sentido, um uso potencial em bioengenharia.

5. BIBLIOGRAFIA

CABRERA, A.L.; *et al.* **Flora de la Provincia de Buenos Aires:** Oxalidáceas a Umbelíferas. Parte IV. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária, 1965.

DENARDI, L. **Anatomia e flexibilidade do caule de quatro espécies lenhosas para o manejo biotécnico de cursos de água.** 2007. 113 f. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria

IAWA COMMITTEE. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bull.**, v. 10, n. 3. 1989. 218-359 p.

MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das angiospermas:** das bixáceas às rosáceas. Santa Maria: Ed. UFSM, 2000. 240 p.

RECORD, S.J.; HESS, R. W. **Timbers of the new world.** New Haven: Yale University Press, 1942. 640 p.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J.; KLEIN, R.M. Euphorbiáceas. In: REITZ, P. R. **Flora ilustrada catarinense.** Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1988. 408 p.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática:** guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas dicotiledôneas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005. 640 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE COMPARATIVA DO RENDIMENTO DE MADEIRA SERRADA POR MEIO DO DESDOBRAMENTO RADIAL ENTRE DUAS ESPÉCIES DO GÊNERO *Eucalyptus*

Luciane Gorski, Alexsandro Bayestorff da Cunha,
Morgana Cristina França, Caio Cesar Faedo de Almeida
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
lu_gorski@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Relatório Anual da ABRAF (2012) afirma que em 2011 a área de plantios de *Eucalyptus* totalizou 4.873.952 ha. O grande número de reflorestamentos de espécies de rápido crescimento aponta a necessidade crescente de matéria-prima para suprir o mercado de madeira maciça, painéis reconstituídos, celulose e papel, energia entre outras tantas aplicabilidades da madeira.

Para as regiões com clima subtropical, como no sul do Brasil, onde as baixas temperaturas e a ocorrência de geadas exigem espécies adaptadas ao frio, o *E. dunnii* e *E. benthamii* são alternativas para plantios nessas áreas.

Com relação aos métodos de desdobro, Rocha (2006) diz que diversos sistemas têm sido utilizados para madeira de eucalipto, com vantagens e desvantagens. O ideal é que se estabeleça uma combinação entre as espécies, as idades, os diâmetros e as origens das espécies e árvores para uma comparação satisfatória.

O objetivo do presente estudo foi determinar um comparativo entre as espécies *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii*, com 13 anos de idade, no que tange ao processo de rendimento de matéria-prima através do desdobro radial para duas classes diamétricas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As toras das espécies utilizadas no estudo, *Eucalyptus benthamii* e *Eucalyptus dunnii*, foram provenientes de reflorestamentos localizados na cidade de Palmeira (SC), com 13 anos de idade. As dimensões da matéria-prima foram 2,45 m de comprimento e diâmetro variando de 20 a 30 cm. Foram estabelecidas duas classes diamétricas para fins de comparação, 20 a 25 cm e 25,1 a 30 cm, sendo que cada classe foi composta por 30 toras, as quais foram separadas em três repetições de 10, totalizando 120 para as duas espécies.

O desdobro (fig.1) iniciou com a passagem das toras por uma serra fita simples, onde foram retiradas duas costaneiras de pequena espessura através do corte alternado. O semi-bloco resultante dos dois primeiros cortes foi aberto ao meio, sendo que as duas partes foram passadas em uma serra circular múltipla de dois eixos. As costaneiras resultantes da resserragem foram reaproveitadas em uma sequência de serras fita horizontais e uma refiladeira para ajuste das bordas, da mesma forma que as peças centrais do semi-bloco.

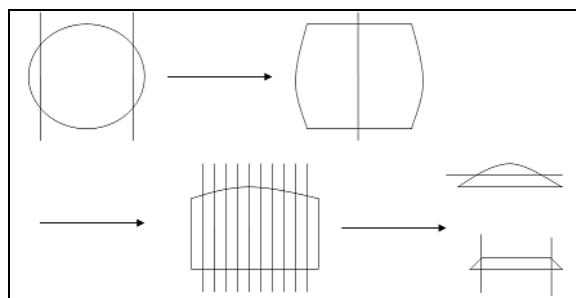


Fig. 1: Representação do desdobro radial utilizado no estudo.

O rendimento da matéria-prima na serraria foi realizado por meio da relação entre o volume de toras de cada amostra e o volume de madeira serrada gerado no processo, expresso em porcentagem. O volume das toras foi calculado pelo método de Smalian e o de madeira serrada pela medição das peças, sendo a espessura em cinco pontos, a largura em dois e o comprimento na parte central.

A análise estatística foi realizada por meio da Análise da Variância e Teste Tukey a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 podem-se observar os resultados obtidos através do desdobro radial de ambas as espécies para as duas classes diamétricas. Consideraram-se os defeitos nas tábuas com a

finalidade de conhecer a variação entre a porcentagem do rendimento bruto (com defeitos) e o rendimento líquido (descontando rachaduras e destopos).

Pode-se observar que a classe diamétrica 25,1 a 30 cm do *Eucalyptus dunnii* foi a que apresentou os melhores rendimentos (54,4%) para as quatro variáveis analisadas, porém no rendimento bruto as duas espécies foram equivalentes estatisticamente para a classe supracitada, assim como, o rendimento sem as partes rachadas das peças.

Tabela 1: Rendimento do processo de desdobro.

Rendimento (%)	Classe Diamétrica (cm)			
	20-25	25,1-30	20-25	25,1-30
	<i>Eucalyptus benthamii</i>		<i>Eucalyptus dunnii</i>	
Rendimento Bruto do Processo	47,0 c	48,8 bc	44,2 c	54,4 ab
Sem as Partes Rachadas das Peças	41,4 b	43,2 a	39,9 c	50,2 a
Sem as Partes Destopadas das Peças	41,4 b	43,6 b	39,6 c	49,8 a
Rendimento Líquido do Processo	36,8 c	39,0 b	36,1 c	46,2 a

* Valores seguidos pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si.

Outro ponto que pode ser abordado é a perda de rendimento quando se desconta as partes rachadas e as partes a serem destopadas, em função da presença do esmoado e do desbitolamento. Em ambos os casos, observou-se que a espécie que mais perdeu matéria-prima foi o *E. benthamii* (5,5%), já o *E. dunnii* teve uma perda média de 4,4%.

Acredita-se que os fatores que podem ter influenciado na redução do rendimento estão relacionados, principalmente, com a espécie, tensões de crescimento, idade dos reflorestamentos e o tempo de armazenamento das toras, tanto na floresta quanto no pátio da empresa.

O rendimento líquido (sem defeitos) variou entre 36,1% e 46,2%, sendo que o maior valor encontrado foi para a classe diamétrica de 25,1 a 30 cm do *E. dunnii*. O *E. benthamii* mostrou pouco acréscimo do rendimento quando houve o aumento do diâmetro das toras (2,2%), porém para a outra espécie do estudo, este valor foi de 10,1%.

Valores semelhantes de rendimento foram encontrados por Marchesan et. al (2011), que avaliando o rendimento de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* obtiveram rendimento líquido médio de 53,25%, para madeira serrada verde, e 48,48% sem as rachaduras. Rocha (2000) encontrou 42,07% de rendimento médio para a mesma espécie.

4. CONCLUSÕES

O rendimento médio bruto do processo de desdobro radial foi de 47,9% para o *Eucalyptus benthamii* e 49,3% para o *Eucalyptus dunnii*.

O rendimento de madeira serrada em razão da ocorrência de rachaduras e de destopo foi em torno de 5% menor que o bruto, sendo que para o *E. benthamii* houve maior perda.

Em relação às classes diamétricas, o *E. dunnii* apresentou maior rendimento à medida que houve aumento do diâmetro da tora, podendo atingir ganho de mais de 10%.

Recomenda-se que outras comparações entre sistemas de desdobro, classes diamétricas e diferentes idades sejam analisadas para as espécies do gênero *Eucalyptus*, buscando assim, a adequação de uso para o melhor aproveitamento da madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011**. Brasília: 2012.

MARCHESAN, R.; SILVA, J. B. da; MATTOS, P. P. de; ROCHA, M. P.; SANTOS, P. E. T. dos. Matéria-prima sustentável: estudo da qualidade e rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus dunnii*. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA E SOCIEDADE, 4., 2011, Curitiba: UTFPR, 2011. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54419/1/2011-PatriciaP-TecSoc-Materia-prima.pdf>. Acesso em: maio de 2013.

ROCHA, M. P. da; *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria Prima para Serrarias. 2000. 186p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

ROCHA, M. P.; TRUGILHO, P. F. Qualidade de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* em função do método de desdobro e condição de umidade. **Cerne**, Lavras, v.12, n.4, p.314-321, 2006.

AGRADECIMENTOS

Empresa Klabin – Unidade Otacílio Costa pelo fornecimento do material e à Madepar Indústria e Comércio de Madeiras LTDA pelo apoio no processo de desdobro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DESENVOLVIMENTO DE DEFEITOS DURANTE O PROCESSO DE SECAGEM PARA MADEIRAS DE *Eucalyptus saligna* E *Eucalyptus robusta*

Bibiana Regina Argenta Vidrano, Elio José Santini, Clóvis Roberto Haselein.

Universidade Federal de Santa Maria

e-mail: bibianaargenta@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* apresenta um comportamento muito difícil para a secagem da madeira com a obtenção de um produto final de ótima qualidade, conforme Trugilho et al. (2005), a madeira de eucalipto apresenta alguns inconvenientes as quais dão origem a defeitos que minimizam ou inviabilizam o uso da madeira.

Para diminuir os defeitos resultantes da secagem e obter uma madeira de melhor qualidade é importante o estudo da temperatura ideal. As condições mais agressivas de secagem, como altas temperaturas, irão certamente causar defeitos e perda de madeira.

Segundo Santos (2002) os defeitos da madeira podem ser em consequência do processo de secagem ou decorrentes das características da madeira.

O processo de secagem típico para a madeira de Eucalipto emprega baixas temperaturas, o que implica em longos tempos de secagem (NEUMANN, 1990).

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Produtos de Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (LPF-UFSM), na linha de secagem de madeiras, tendo como objetivo avaliar o efeito da temperatura no desenvolvimento de defeitos e tensões durante o processo de secagem das madeiras de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus robusta*, orientadas radial e tangencialmente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As avaliações foram feitas em duas etapas, antes do processo de secagem e a ao fim do mesmo. Foram avaliadas todas as amostras, correspondendo a 120 peças.

Os defeitos avaliados compreenderam rachaduras e colapsos, por serem peças de dimensões pequenas não foram levados em consideração empenamentos e outros defeitos

que frequentemente ocorrem na secagem de tábuas.

Os resultados dos defeitos (quantitativos) foram transformados em escores (qualitativos), esta metodologia de transformação do escore de defeitos foi adaptada por Klitzke e Batista (2010) de Brandão (1989).

As rachaduras de superfície presentes nas amostras foram avaliadas visualmente quanto ao comprimento (sentido das fibras) e largura e quanto à presença ou ausência e seu comprimento na seção longitudinal.

Para as rachaduras de topo foi levando em conta a maior magnitude, com a utilização de um paquímetro digital as rachaduras de topo avaliadas quanto à altura (direção radial) e largura (direção tangencial).

Para a avaliação das rachaduras internas foi feito um corte transversal nos corpos-de-prova, gerando duas faces para avaliação conforme apresentado na fig. 1.

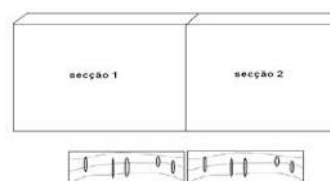


Fig. 1: Corte transversal para avaliação das rachaduras internas (Fonte: Klitzke e Batista, 2010).

O sistema de escores dos autores Klitzke e Batista (2010), apresenta a sua escala começando o escore em 1 para ausência de rachaduras e aumentando o escore conforme o aumento do tamanho e intensidade das rachaduras.

Para determinar o colapso foi medido o ponto de maior espessura da peça, ponto A e o ponto de menor espessura, ou seja, onde ocorreu a maior severidade do colapso, ponto B conforme mostra a fig. 2.

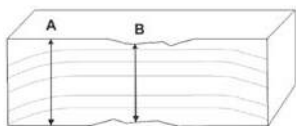


Fig. 2: Representação do grau de deformação do colapso (Fonte: Klitzke e Batista, 2010).

A avaliação consistiu na determinação da maior e da menor espessura no topo de maior grau de colapso, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. O grau de deformação do colapso foi calculado de acordo com a eq.(1):

$$G = A - B \quad (1)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fig. 3 podemos observar que no geral a espécie que mais apresentou defeitos foi o *E. saligna*, porém para as amostras orientadas tangencialmente este comportamento foi inverso nas temperaturas de 60 e 45°C, como apresenta o gráfico na fig. 3. Nesta espécie o tratamento formado pela temperatura de 75°C e orientadas tangencialmente apresentou o maior escore e o que se apresentou com menos defeitos foi o com temperatura a 45°C e orientação radial. Já a incidência de defeitos em *E. robusta*, se mostrou bem menor na amostra de sentido radial com secagem a temperatura mais baixa.

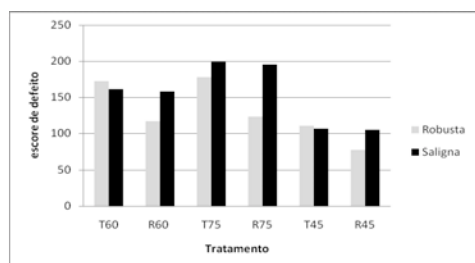


Fig. 1: Gráfico para o escore de defeitos das duas espécies.

Os defeitos de secagem nas diferentes temperaturas se comportaram de tal forma que, com o aumento da temperatura de secagem, aumentou também o escore de defeitos. Estes defeitos variaram nos sentidos radial e tangencial de orientação. O sentido tangencial apresentou maior incidência de defeitos, conforme demonstrado pela fig. 4a. Já nas amostras orientadas radialmente (fig. 4b) houve menor ocorrência de defeitos. Este comportamento já havia sido registrado por Simpson (1991), onde ele afirma que as rachaduras de superfície ocorrem com maior frequência em tábuas orientadas tangencialmente.

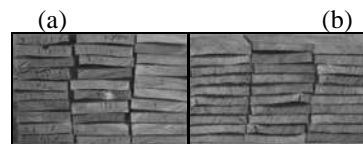


Fig. 2: Amostras após o processo de secagem.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para as duas espécies estudadas o escore de defeitos aumentou com o aumento da temperatura de secagem.

Nas duas espécies estudadas a maior ocorrência de defeitos foi visto nas amostras com orientação tangenciais

5. BIBLIOGRAFIA

BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J. Ensaio de taxa de secagem e escore de defeitos para a predição da qualidade de secagem convencional da madeira de *Eucalyptus*. **Scientia Florestalis**. Piracicaba, v. 38, n. 85, p. 97-105, mar. 2010.

BRANDÃO, A. T. O. **Determinação de metodologia para a indicação de programas de secagem de madeiras**. Piracicaba 1989. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

NEWMANN, R. J. **Hacia un secado de madera mas eficiente**. In: IUFRO XIX World Congress, Division 5 Proceedings. Montreal, 1990. p. 191-203.

SANTOS, G. R. V. dos; **Otimização da secagem da madeira de *Eucalyptus grandis*** [Hill ex Maiden] 2002. 70f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ – USP, Piracicaba, SP, 2002.

SIMPSON, W. T. **Dry kiln operator's manual**. Madison: U.S. Department of Agriculture, 1991. 274 p.

TRUGILHO, P. F.; BIANCHI, M. L.; GOMIDE, J. L.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M.; MORI, F. A.; GOMES, D. F. F. **Clones de *Eucalyptus* versus a produção de polpa celulósica**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 145 - 155, 2005.

AGRADECIMENTOS





I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TEOR DE UMIDADE E MASSA ESPECÍFICA DA MADEIRA DE *Cecropia glaziovii* SNETH. DESTINADA A PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL EM BIGUAÇU, SC.

Adriel Furtado de Carvalho¹, Martha Andreia Brand², Daniela Letícia Nones¹, Larissa Cardoso Kuster³, Gustavo Friederichs³

¹Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC; ²Prof^a do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC,

³Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC.
adrielfurtado@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em algumas propriedades de Biguaçu, litoral de Santa Catarina, a agricultura familiar se faz presente através de um sistema de corte e queima conhecido como “roça de toco ou coivara”; a madeira retirada destas áreas para o plantio de mandioca é transformada em carvão nos fornos de alvenaria. Neste contexto, a produção de carvão vegetal, surge como uma alternativa rentável para estes agricultores, de grande importância econômica na região de Biguaçu, apesar de ser desconhecido da população em geral (ULLER-GÓMEZ E GARTNER, 2008). Os mesmos estudos revelam que 30% das famílias inseridas nas áreas de estudo em Biguaçu tem a produção de carvão vegetal como principal fonte de renda; apesar de estes dados serem expressivos o IBGE desconsidera a atividade carvoeira na região (FANTINI, 2009; ULLER-GÓMEZ & GARTNER, 2008).

A variabilidade de espécies componentes do carvão vegetal é grande e equivalente a da vegetação utilizada para tal fim. Na região de Biguaçu, a vegetação predominante é a de Florestal Ombrófila Densa (Florestal Pluvial Tropical), ecossistema associado ao Bioma Mata Atlântica (SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS, 2012). A *Cecropia glaziovii* (Embaúva), aparece entre as madeiras moles mais citadas pelos agricultores utilizadas para a produção de carvão vegetal. Os dados do Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (IFFSC, 2013), mostram que a *Cecropia glaziovii*, pertence às 30 espécies nativas de maior valor de importância neste componente da Mata Atlântica. A análise fitossociológica demonstra a importância da *Cecropia glaziovii* para a Floresta Ombrófila Densa Submontana, dada pela elevada

dominância relativa, a mesma esteve entre as mais representativas por unidade amostral, com uma frequência em torno de 73 %; algumas destas unidades amostrais localizam-se no município de Biguaçu S. C.

Segundo PIMENTA et. al (2008), a densidade, o teor de umidade, o tamanho das peças e a composição química, são os parâmetros da madeira mais importantes a serem observados para a produção de carvão. O objetivo deste trabalho foi avaliar dois destes parâmetros (densidade e teor de umidade) da madeira de *Cecropia glaziovii* a qual é uma das espécies florestais mais usadas como matéria prima na produção de carvão vegetal pelos agricultores do município de Biguaçu S.C.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Três indivíduos da espécie *Cecropia glaziovii* foram cortados para a realização da coleta da madeira, juntamente com exsiccatas para a confirmação e identificação da espécie. Destes foram retirados três discos na altura do peito (DAP) para a confecção dos corpos de prova. O teor de umidade na base úmida foi determinada conforme NBR 14929, e a massa específica básica, conforme NBR 11491. Foi aplicado a ANOVA e teste de Tukey para comparação das médias entre os resultados de TU e MEB com um nível de significância de 95%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação do teor de umidade e da massa específica básica da madeira da espécie *Cecropia glaziovii* encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Teor de umidade e massa específica básica da madeira de *Cecropia glaziovii*.

<i>Cecropia glaziovii</i>	TU	MEB
---------------------------	----	-----

	(%)	(g/cm ³)
Árvore 1	65 a	0,190 a
Árvore 2	68 a	0,210 a
Árvore 3	60 b	0,243 a
Média	64	0,214
Desvio Padrão	4,04	0,03

Nota: Médias seguidas da mesma letra não apresentam variação estatística significativa para o Teste de Tukey ($P > 0,05$).

Para o parâmetro teor de umidade (TU), houve diferença significativa entre as árvores de *Cecropia glaziovii*, esta diferença não foi observada para a massa específica básica (MEB). Em relação à média do teor de umidade (TU – 64%), é um valor elevado para carbonização, o ideal representado em base úmida corresponde a 25 % (BRAND, 2010). O processo de secagem consome muita energia dentro dos fornos (PIMENTA et. al, 2008). A média encontrada para a massa específica básica (MEB – 0,214 Kcal/Kg) classifica a madeira da *Cecropia glaziovii* como excessivamente leve (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1974). A densidade da madeira está diretamente relacionada à densidade do carvão produzido. Madeira com densidade elevada, produz carvão com maior densidade (BRITO, 1993).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Apesar do conhecimento empírico do processo produtivo do carvão, os agricultores de Biguaçu estão corretos quanto à baixa qualidade da madeira de *Cecropia glaziovii* para a produção de carvão vegetal. As análises revelaram uma qualidade inferior da madeira de *Cecropia glaziovii*, onde os parâmetros básicos para a produção de carvão não são atendidos. A umidade elevada interfere diretamente na carbonização aumentando o tempo de queima da madeira nos fornos de alvenaria, aumentando o gasto de energia e por fim gerando um carvão de baixa qualidade. A densidade básica identificada produzirá um carvão com densidade menor, no qual implicará em uma renda menor para o agricultor, já que o carvão é comercializado por peso do produto. Os resultados indicam que a qualidade da madeira da *Cecropia glaziovii* é inferior, mas recomenda-se a produção de carvão, devido à abundância da espécie nesta região.

5. BIBLIOGRAFIA

Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. Determinação da Densidade Básica. **NBR 11491**. mar, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14929**: Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. Rio de Janeiro, 2003.

BRAND, M. A., **Energia de biomassa florestal**. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131 p.

FANTINI, A.C. **Projeto “Rede Sul Florestal”**. Edital MCT/CNPq/MDA/SAF/Dater N° 033/2009.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook: Wood as an engineering material**. Washington, Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, 1974. 521p. (Agriculture Handbook, 72).

Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. IV, **Floresta Ombrófila Densa**. Blumenau. Edifurb. 2013.

PIMENTA, A. S.; BARCELLOS, D. C.; OLIVEIRA, E. **Carbonização**. Viçosa: UFV, 2008. 94 p. (Apostila).

SISTEMA FLORESTAL DE INFORMAÇÕES FLORESTAIS. Disponível em: <http://www.florestal.gov.br/snif/recursos_florestais/os-biomas-e-suas-florestas>. Acesso em: 12 jun. 2012.

ULLER-GÓMEZ, C.; GARTNER, C. **Um caminho para conhecer e transformar nossa comunidade**. Relatório final de pesquisa vinculada ao TOR 23/2006. Florianópolis: EPAGRI/MB2, 2008. 111p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos: ao CNPq e a FAPESC; a Rede Sul Florestal, FATMA, EPAGRI/Lages, ICMBio; CAV/UDESC, UFSC e UFPR.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



USO DA *Miconia cinnamomifolia* (DE CANDOLLE) E *Hieronyma alchorneoides* ALLEMÃO PARA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL EM BIGUAÇU S.C.

Adriel Furtado de Carvalho¹, Martha Andreia Brand², Daniela Letícia Nones¹, Larissa Cardoso Kuster³, Gustavo Friederichs³

¹Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC; ²Prof^a do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC,

³Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC.

adrielfurtado@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A produção anual de carvão vegetal no Estado de Santa Catarina é de 4.885 t (IBGE, 2010), porém o mesmo órgão que apresenta estes dados informa a inexistência da produção de carvão vegetal na Microrregião de Florianópolis. ULLER-GÓMEZ e GARTNER (2008) apresentam informações através de estudos na região de Biguaçu, demonstrando que a produção de carvão não só existe como representa um imenso significado econômico para os agricultores familiares desta região. A biomassa florestal retirada das áreas permite a produção de carvão vegetal para uso doméstico, o qual é comercializado em Biguaçu. A receita oriunda da venda do carvão é de suma importância para o complemento da renda das famílias e movimentada a economia local, permitindo a permanência da população na zona rural. Segundo ULLER-GÓMEZ & GARTNER (2008), cerca de 30 % destas famílias realizam esta atividade, porém a população ainda desconhece tais informações.

A *Miconia cinnamomifolia* (Jacatirão) e a *Hieronyma alchorneoides* (Licurana) encontram-se entre as “madeiras duras” mais citadas pelos agricultores as quais são usadas para a produção de carvão vegetal e que segundo eles são de ótima qualidade para este fim. Os dados levantados pelo Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina (2013), mostram que a *Hieronyma alchorneoides* e a *Miconia cinnamomifolia*, estão entre as espécies de maior valor de importância no componente arbóreo/arbustivo da floresta ombrófila densa e ambas apresentam amplo valor no aspecto energético. O objetivo deste trabalho foi qualificar o carvão produzido em laboratório a partir das espécies *Hieronyma alchorneoides* e *Miconia cinnamomifolia*, comparado ao carvão

produzido pelos agricultores de Biguaçu nos fornos de alvenaria.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Quatro indivíduos de cada espécie foram cortados para a realização da coleta da madeira, juntamente com exsicatas para a confirmação e identificação da espécie. Destes foram retirados três discos na altura do peito (DAP) para a confecção dos corpos de prova. A análise energética da madeira consistiu da determinação das propriedades de: teor de cinzas (TC -700°C), porcentagem de carbono fixo (C. Fixo) e porcentagem de voláteis (TV - 900°C) determinados em Termobalança Gravimétrica TGA, conforme a norma ASTM 1762 e o poder calorífico (PCS) em Calorímetro, conforme a norma DIN 51900. A carbonização em laboratório foi realizada em mufla conforme rampa de aquecimento (450°C). Para tal 7 corpos de prova de cada árvore foram confeccionados, variando conforme o diâmetro da árvore, com dimensões aproximadas de 2 x 2 x 2,5 cm. A amostra do “Carvão Biguaçu” foi produzida em fornos de alvenaria coletadas em duas propriedades rurais na região de Biguaçu – SC, 7 amostras de carvão dos dois produtores foram moídas em moinho de martelo para a determinação das propriedades energéticas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra a análise energética do carvão produzido em laboratório a partir das espécies de *Hieronyma alchorneoides* e a *Miconia cinnamomifolia* comparado a uma amostra de carvão produzida nos fornos de alvenarias das propriedades de Biguaçu SC, contendo uma mistura de espécies (Carvão Biguaçu).

Tabela 1: Comparação das médias da qualidade energética entre três amostras de carvão vegetal.

Amostra	PCS (Kcal/Kg)	TV (%)	TC (%)	C. FIXO (%)
<i>Miconia cinnamomifolia</i> (Jacatirão)	6.267	30,47	1,35	68,18
<i>Hieronyma alchorneoides</i> (Licurana)	6.740	30,78	3,04	66,36
Carvão Biguaçu	7.281 a 7.336	26,26	2,05 a 2,46	66,02

A *Miconia cinnamomifolia* (Jacatirão) se destacou por apresentar um menor TC (1,35%) e o maior teor de C fixo (68,18%), comparado as outras amostras. Observando a *Hieronyma alchorneoides* (Licurana), a mesma apresentou o maior TV (30,78%) dentre as amostras. O “Carvão Biguaçu”, comparando com as outras amostras, apresentou maior PCS (7.281 a 7.336 Kcal/Kg) e o menor TV observado (26,26%). O carvão vegetal para ser considerado de boa qualidade para o uso doméstico deve reunir algumas características como: alta densidade relativa aparente; alto teor de carbono fixo; alto poder calorífico; baixa umidade; baixo teor de materiais voláteis e baixo teor de cinzas (RIBEIRO E VALE, 2006). O Selo Premium, promulgado pela Resolução nº10 SAA, de 11 de julho de 2003, determina que o teor de carbono fixo (TCF) deve ser maior que 75%, teor de materiais voláteis (TMV) e o teor de cinzas devem ser menores que 23,5% e 1,5%, respectivamente (SÃO PAULO, 2003). Nenhuma das três amostras atingiu os critérios mínimos de qualidade exigidos pelo Selo Premium, mencionado anteriormente, porém recomenda-se o uso das espécies *Miconia cinnamomifolia* e *Hieronyma alchorneoides* para a produção de carvão vegetal devido a sua grande abundância na região.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O processo produtivo de carbonização realizado nos fornos de alvenaria pelos agricultores apesar de ser bastante rudimentar e não ter evoluído muito durante os anos, ainda é bastante efetivo comparado ao processo realizado em laboratório onde se tem o controle deste processo, tornando-se para agricultura familiar do município de

Biguaçu, um modelo importante na produção de carvão vegetal para agregação de renda.

5. BIBLIOGRAFIA

American Society for Testing and Material – ASTM. Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal. **D 1762 – 84**, 2001 (2007). West Conshohocken, PA: ASTM International. DOI: 10.1520/D1762-84R07. <http://www.astm.org>. 2007.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e. V. **DIN 51900**: Determining the gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of net calorific value. Berlim, 2000.

IBGE, 2010. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), Tabela 289 (Fonte: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, vários anos), disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=289&z=t&o=18&i=P>> acessado em 20/jun/2013.

Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina, Vol. IV, **Floresta Ombrófila Densa**. Blumenau. Edifurb. 2013.

RIBEIRO, P. G.; VALE, A. T. Qualidade do carvão vegetal de resíduos de serraria para o uso doméstico. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 2006, Belém, **Anais...** Belém, 2006.

SÃO PAULO (Estado). **Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo**. Resolução nº10 SAA, de 11 de julho de 2003. São Paulo. 2003.

ULLER-GÓMEZ, C.; GARTNER, C. **Um caminho para conhecer e transformar nossa comunidade**. Relatório final de pesquisa vinculada ao TOR 23/2006. Florianópolis: EPAGRI/MB2, 2008. 111p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos: ao CNPq e a FAPESC; a Rede Sul Florestal, FATMA, EPAGRI/Lages, ICMBio; CAV/UDESC, UFSC e UFPR.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DENSIDADE DA MADEIRA DE CINCO ESPÉCIES PROVENIENTES DE QUATRO REGIÕES DO SAHEL AFRICANO

Wanessa Aparecida Santos¹, Rosilei A. Garcia², Roberto Carlos Costa Lelis², Carmen Sotelo³,
John C. Weber³, Dallyene da Silva Poubel¹

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro-UFRRJ, Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, BR 465 km 07, Seropédica-RJ. ¹Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais. ²Professor da UFRRJ. ³Pesquisador do World Agroforestry Centre-ICRAF.
E-mail: wanessa_santosrj@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o aquecimento global e as mudanças climáticas têm sido o foco de inúmeros debates entre cientistas, pesquisadores e governantes, devido ao impacto causado ao meio ambiente e à sustentabilidade do planeta. O aquecimento global é capaz de modificar o clima de uma região e desencadear verdadeiras catástrofes ambientais, sendo a região do Sahel um exemplo dessas modificações. O Sahel é uma região de transição semi-árida localizada entre a zona mais úmida Sudanesa ao sul e o Deserto do Sahara ao norte, apresentando, portanto, um gradiente de precipitação que varia em função da latitude e da longitude.

Desde 1968, o Sahel tem apresentado a maior redução pluviométrica do mundo. Na literatura, vários trabalhos abordam as mudanças climáticas na região saheliana e seus efeitos na sobrevivência das espécies arbóreas e arbustivas. Entretanto, poucos estudos são realizados sobre a qualidade da madeira das espécies dessa região e o impacto que locais de crescimento, já em processo de alteração, apresenta nas propriedades da madeira. As espécies selecionadas neste estudo (*Combretum glutinosum* Perr. ex DC.; *Combretum micranthum* G. Don; *Combretum nigricans* Lepr. ex Guill. & Perr.; *Guiera senegalensis* J. F. Gmel.; e *Piliostigma reticulatum* (DC.) Hochst) apresentam grande importância para os países do Oeste da África pelas suas propriedades medicinais, pelo fornecimento de madeira para a construção de casas, móveis e energia (lenha) e para a indústria têxtil. A densidade é uma das propriedades mais importantes da madeira pois dela dependem as propriedades físicas e mecânica. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade da

madeira de cinco espécies africanas, provenientes de quatro diferentes regiões da República do Níger visando indicar formas mais adequadas para a utilização dessas espécies.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas amostras de madeira de cinco espécies arbóreas/arbustivas provenientes da República do Níger (África), sendo elas: *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans*, *Guiera senegalensis* e *Piliostigma reticulatum*.

As amostras de madeira são provenientes de populações naturais e foram coletadas e doadas pelo World Agroforestry Center (ICRAF) de acordo com um delineamento experimental composto por quatro unidades amostrais representadas por transectos longitudinais entre as seguintes regiões: 1- La Tapoa-Ouallam (Tillabéri), 2- Gaya-Dogondoutchi (Dosso), 3- Tafouka-Bouza (Tahoua) e 4- Aguié-Kornaka (Maradi).

Para cada espécie, foram coletados discos de madeira de aproximadamente 10 mm de espessura, sendo a orientação norte-sul identificada em cada disco. A maioria dos discos de madeira apresentaram medula descentralizada, caracterizando a presença de madeira de tração devido à tortuosidade do tronco e/ou à bifurcação das árvores amostradas. A densidade dos discos de madeira foi determinada segundo a norma ASTM D 2395 (1997).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios obtidos para densidade da madeira das cinco espécies e quatro regiões estudadas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios obtidos para a densidade da madeira das cinco espécies africanas.

Região	Espécie				
	<i>Combretum glutinosum</i>	<i>Combretum micranthum</i>	<i>Combretum nigricans</i>	<i>Guiera senegalensis</i>	<i>Piliostigma reticulatum</i>
1: La Tapoa-Ouallam	0,745 (0,14)	0,819 (0,07)	0,789 (0,14)	0,768 (0,07) ab	0,731 (0,04)
2: Gaya-Dogondoutchi	0,752 (0,09)	0,861 (0,08)	0,839 (0,08)	0,738 (0,06) ab	0,710 (0,06)
3: Tafouka-Bouza	0,788 (0,07)	0,848 (0,12)	-	0,791 (0,10) b	0,727 (0,06)
4: Aguié-Kornaka	0,779 (0,08)	0,862 (0,04)	-	0,720 (0,05) a	0,694 (0,05)
Média geral	0,767 BC	0,845 A	0,813 AB	0,755 CD	0,715 D
Teste de Levene	0,46 ^{NS}	0,96 ^{NS}	0,74 ^{NS}	1,23 ^{NS}	0,13 ^{NS}
ANOVA – Valor F	0,87 ^{NS}	0,92 ^{NS}	1,99 ^{NS}	3,69*	1,75 ^{NS}

* Significativo à 95% de probabilidade. ^{NS} Não significativo. Valores entre parêntesis = desvio padrão. Médias com a mesma letra não são estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Scheffe ($\alpha = 0,05$). Letras minúsculas = comparação entre linhas. Letras maiúsculas = comparação entre colunas.

Comparando as regiões para cada espécie individualmente, os dados de densidade apresentaram distribuição normal e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene, portanto aplicou-se a ANOVA e quando significativo realizou-se o teste de Scheffe à 5% de significância para verificar as diferenças significativas entre as médias das regiões.

O local de crescimento não afetou a densidade da madeira das espécies de *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* e *Piliostigma reticulatum*. Entretanto, diferenças significativas foram observadas entre as densidades da madeira de *Guiera senegalensis* das regiões 3 (Tafouka-Bouza) e 4 (Aguié-Kornaka). Neste caso, a região 3 apresentou uma densidade maior (0,791 g.cm⁻³) que a região 4 (0,720 g.cm⁻³).

Quando comparou-se a média da densidade de todas as espécies entre si, independente da região, os dados apresentaram normalidade e homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene, portanto aplicou-se a ANOVA, e a comparação entre as médias foi feita pelo teste de Scheffe (significância de 5%). Diferenças significativas foram encontradas entre as densidades ($F = 1,41$, $p > 0,013$) das cinco espécies estudadas. As maiores densidades foram observadas para as madeiras de *Combretum micranthum* (0,845 g.cm⁻³) e *Combretum nigricans* (0,813 g.cm⁻³), seguidas pelas madeiras de *Combretum glutinosum* (0,767 g.cm⁻³), *Guiera senegalensis* (0,755 g.cm⁻³) e *Piliostigma reticulatum* (0,715 g.cm⁻³). Estes resultados estão próximos aos valores encontrados por outros autores. Estudos realizados por Nygard & Elfving (2000) com 45 espécies das savanas africanas com idades entre 5 e 14 anos indicaram valores médios de densidade de 0,736 g.cm⁻³ para *Combretum micranthum*, 0,751 g.cm⁻³ para *Combretum nigricans*, 0,686 g.cm⁻³ para *Combretum*

glutinosum, 0,681 g.cm⁻³ para *Guiera senegalensis* e 0,641 g.cm⁻³ para *Piliostigma reticulatum*.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Não há variação de densidade para as madeiras de *Combretum glutinosum*, *Combretum micranthum*, *Combretum nigricans* e *Piliostigma reticulatum* em função das cinco regiões estudadas. Entretanto, a madeira de *Guiera senegalensis* da região 3 apresentou uma densidade maior que a madeira da região 4.

5. BIBLIOGRAFIA

ASTM. Standard test methods for specific gravity of wood and wood-based materials. ASTM D2395-93. In: **Annual Book of ASTM Standards 4.10**. American Society for Testing and Material, Philadelphia, p. 348-355, 1997.

NYGARD, R.; ELFVING, B. Stem basic density and bark proportion of 45 woody species in young savanna coppice forests in Burkina Faso. **Ann. For. Sci.**, v. 57, p. 143–153, 2000.

AGRADECIMENTOS

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de pós-graduação e aos colaboradores do ICRAF, Dr^a Carmen Sotelo Montes e Dr. John C. Weber pela coleta das amostras de madeira.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DETERMINAÇÃO DO RENDIMENTO E DA EFICIÊNCIA DE UMA SERRARIA NA REGIÃO NORTE DO BRASIL.

Natálye Ramos da Silva, Alexsandro Bayestorff da Cunha.

*Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV**naatys_@hotmail.com*

1. INTRODUÇÃO

No ano de 2011, a participação do setor florestal na balança comercial nacional foi significativa, representando 19,2% do saldo total, sendo que o volume exportado de madeira serrada cresceu 5,8% em relação ao ano de 2010, totalizando 199,4 milhões (ABRAF, 2012).

As indústrias madeireiras vêm aumentando suas produções e modernizando seus equipamentos na busca de um processo produtivo mais eficaz, tendo como objetivo alto rendimento, alta eficiência e produtos de qualidade. As atividades desenvolvidas em uma empresa têm como objetivo suprir a demanda do mercado e agregar valor ao produto final. No processo industrial de madeira sólida, as toras entram na serraria, sofrem os desdobros até que as peças adquiram o tamanho e formas desejadas. (ROCHA, 2002). Marchesan (2012) cita que na avaliação do desempenho de uma serraria são utilizados o rendimento e a eficiência como parâmetros do processo. Estas duas variáveis estão ligadas diretamente com o tipo de matéria-prima e as condições de maquinários utilizados.

Desta forma, o objetivo do presente estudo foi determinar o rendimento e a eficiência do processo de desdobro, bem como da serra fita, serra circular e destopadeira de uma serraria da região norte do Brasil.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado na empresa BMN – Berti Madeiras Nobres Ltda., localizada em Novo Progresso (PA). O experimento envolveu duas espécies, *Tabebuia* sp. (Ipê) e *Hymenaea courbaril* L. (Jatobá), as quais foram avaliadas por meio do rendimento e da eficiência no processo produtivo. Estas variáveis foram determinadas no processo completo e em cada uma das etapas. O processo de desdobro aplicado às toras foi composto por três equipamentos: serra fita simples para o desdobro principal e resserragem, serra circular simples

para o refilo e destopadeira pendular para a determinação do comprimento final das peças.

Para a determinação do rendimento, foram separados no início do processo 520,116 m³ de Ipê e 519,367 m³ de Jatobá, os quais foram divididos em quatro amostras para cada espécie, sendo processadas separadamente na serraria para se determinar as perdas durante cada etapa do processo. O cálculo foi realizado de acordo com o procedimento apresentado na eq. (1).

$$R = \frac{M}{T} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

 R = Rendimento em % M = Volume de madeira serrada em m³ T = Volume de toras em m³

Nas etapas isoladas, a fórmula foi à mesma da eq. (1), no entanto, considerou-se o volume de entrada e saída de cada equipamento. Já a eficiência foi determinada pelo volume diário de produção em relação ao número de funcionários envolvidos no processo (serra fita, serra circular, destopadeira e operações auxiliares), conforme demonstrado na eq. (2)

$$E = \frac{T}{O} \quad (2)$$

Onde:

 E = Eficiência em m³/operário/turno T = Toras (em m³) desdobradas em um turno O = Número de operários da serraria

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os dados de rendimento de matéria prima das duas espécies durante o processo de desdobro das toras, onde pode ser observado que o ipê apresentou rendimento médio do desdobro de 29,44%, ou seja, 22,45% mais baixo que o jatobá, 51,89%.

Destacando-se o jatobá, pode-se dizer que na serra de fita o rendimento foi de 79,75%, na serra circular 84,49% e na detopadeira 76,26%. O rendimento do jatobá pode ser considerado alto quando comparado com Marchesan (2012) que encontrou 26,44% e Cavallet *et al.* (2010), 35,18% e equivalente ao estudo de Oliveira *et al.* (2003) que encontrou 49,66%.

Os valores de rendimento encontrados para o jatobá pode ser justificado pelo diâmetro e pela qualidade das toras analisadas. Já o desdobro do ipê, pode ser considerado baixo, o que é devido às perdas principalmente na etapa de destopo.

Tabela 1: Rendimento do processo de desdobro.

Espécie	Amostra	Rendimento (%)			Total
		Serra Fita	Serra Circular	Destopadeira	
Ipê	1	69,00	75,36	55,86	29,05
	2	69,00	73,91	56,61	28,87
	3	68,50	74,45	58,86	29,97
	4	69,50	75,54	57,10	29,87
Jatobá	1	80,00	86,04	78,21	53,83
	2	80,00	87,26	78,51	54,81
	3	79,00	82,67	75,50	49,31
	4	80,00	82,01	75,61	49,61

Em relação a outras espécies tropicais, tem-se o anjelim pedra (*Dinizia excelsa*) com rendimento superior as duas espécies, 66,2% segundo Tonini e Antônio (2004) e a muiracatiara (*Astronium lecointei* Ducke) com rendimento mais baixo que o jatobá e superior ao ipê, 33,99% conforme Marchesan (2012).

Com relação à eficiência do processo, têm-se valores equivalentes para o ipê e o jatobá, 2,13 e 2,27 m³/funcionário/dia, respectivamente.

Tabela 2: Eficiência do processo de desdobro

Espécie	Operação	Volume diário de toras (m ³)	Número de funcionários	Eficiência (m ³ /func./dia)
Ipê	Serra Fita	23,395	3	7,80
	Refiladeira	16,142	2	8,07
	Destopadeira	13,337	2	6,67
	Operações Auxiliares	----	4	----
	Processo Completo	23,395	11	2,13
Jatobá	Serra Fita	25,005	3	8,34
	Refiladeira	19,941	2	9,97
	Destopadeira	17,476	2	8,74
	Operações Auxiliares	----	4	----
	Processo Completo	25,005	11	2,27

Observando outras espécies tropicais citadas no estudo de Biasi (2005), tem-se a itaúba (*Mezilaurus itauba*), com eficiência de 0,44, o cedrinho (*Erisma uncinatum*) com 0,54 e o cambará (*Qualea albifolia*) com 0,48 m³/funcionário/dia.

Os valores encontrados no estudo estão baixos, porém, correspondem ao exemplo citado por Rocha (2002), que menciona eficiência de 0,3 m³/funcionário/dia em serrarias que trabalham com madeira tropical na região Amazônica, em função do baixo nível de automatização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O ipê apresentou um rendimento médio do desdobro de 29,44% e o jatobá 51,89%. Já a eficiência do processo do desdobro das espécies foi de 2,13 e 2,27 m³/funcionário/dia, respectivamente para ipê e jatobá.

Para a melhoria do desempenho da serraria, sugere-se um estudo de um diagrama de corte adequado para as matérias-primas e para os equipamentos disponíveis, o qual será objeto da próxima etapa do trabalho.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011**. Brasília: 2012.

BIASI, C. **Rendimento e eficiência no desdobro de três espécies tropicais**. 2005. 61 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

CAVALLET, J.; OLIVEIRA, A. L. A.; ARRUDA, T.P.M.; ACOSTA, F. C. **Rendimento em madeira de Jatobá (*Hymenaea courbaril*)**. Anais do II Simpósio de Iniciação Científica das Ciências Agrárias. Alta Floresta – MT, p. 20-23, 2010.

MARCHESAN, R. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais**. 2012, 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

OLIVEIRA; A. D.; MARTINS, E. P.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P.; SOUZA, A. N. Viabilidade econômica de serrarias que processam madeira de florestas nativas – o caso do município de Jarú, Estado de Rondônia. **Cerne**, Lavras, v.9, n.1, p.1-15, 2003.

ROCHA, Mario P. **Técnicas e Planejamento em Serrarias**. Curitiba: FUPEF, 121p., 2002.

TONINI, H.; ANTONIO, L. M. M. F. **Rendimento em madeira serrada de cupiuba (*Goupia glabra*), caferana (*Erisma uncinatum*) e anjelim-pedra (*Dinizia excelsa*)**. Comunicado Técnico 07 - Embrapa, Boa Vista-RR., 2004.



QUANTIFICAÇÃO DA PORCENTAGEM DE CINZAS PRESENTE NA CONSTITUIÇÃO DE CINCO ESPÉCIES ARBÓREAS

Amanda da Silva Nunes, Sabrina Finatto, Daniela Silva Lilge
Universidade Federal do Pampa
amandaeng.f@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Cardoso et al. (2001) consideram que a combustão da madeira resulta na obtenção de cinzas, indicando o conteúdo de minerais presentes na madeira em suas mais diferentes formas. A quantidade dos elementos minerais constituintes das madeiras varia com a espécie, a disponibilidade dos mesmos no solo, a necessidade individual de cada árvore e a época do ano. A análise química da madeira compreende a determinação da composição da madeira, extração dos nutrientes, purificação e caracterização dos minerais encontrados (KLOCK et al, 2005).

Este trabalho teve o propósito de determinar a quantidade de cinzas nas madeiras de *Pinus* sp., *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta), *Cordia americana* (guajuvira), *Erythrina crista-galli* L. (corticeira-do-banhado) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As madeiras de *Pinus* sp., *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta), *Cordia americana* (guajuvira), *Erythrina crista-galli* L. (corticeira-do-banhado) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) foram reduzidas em partículas pequenas, manualmente, através da utilização de uma lima, equipamento utilizado por marceneiros. Posteriormente as partículas foram secas em estufa a uma temperatura de 60°C, por 168 horas.

O processo de determinação da quantidade de cinzas foi realizado segundo a norma T211 om – 93 (1994), que trata da determinação de cinzas em madeira, celulose e papel.

O delineamento experimental foi desenvolvido a partir de cinco tratamentos, com três repetições cada (Quadro 1).

Quadro 1: Disposição dos tratamentos para análise química

Tratamento	Descrição	Repetições
T1	<i>Erythrina crista-galli</i> L. (corticeira-do-banhado)	3
T2	<i>Schizolobium parahyba</i> (guapuruvu)	3
T3	<i>Ocotea catharinensis</i> Mez (canela-preta)	3
T4	<i>Patagonula americana</i> (guajuvira)	3
T5	<i>Pinus</i> spp.	3

No laboratório, os cadinhos, recipientes de porcelana que possuem a função de aquecer substâncias a seco em altas temperaturas, foram calcinados em mufla à temperatura de 525°C, durante 3 hs. Em seguida, esses recipientes foram transferidos para um dessecador, recipiente fechado empregado para conservar a baixos teores de umidade amostras, onde permaneceram até o completo resfriamento dos mesmos. Ao término do resfriamento pesaram-se os cadinhos, em balança analítica para, em seguida, acrescentarem-se as amostras de madeira. Em cada cadinho foram depositadas 2,0 gr da amostra, podendo ocorrer uma margem de erro de 0,2 gr para mais ou 0,2 gr para menos, de madeira completamente seca em estufa.

O material preparado foi levado à mufla, estufa para altas temperaturas (200 a 1400°C) onde foi realizada a combustão das amostras na seguinte sequência: primeiramente a mufla, com a porta fechada, permaneceu durante 20 min até que o equipamento atingisse a uma temperatura de 300°C, em seguida elevou-se a temperatura da mufla a 525°C e por 10 min manteve-se a sua porta semiaberta. Após os 10 min foi fechada a porta do equipamento, mantendo os cadinhos com as amostras em seu interior por mais 3 hs. Encerrando as 3 hs desligou-se a mufla, e por mais 8 hs com o equipamento fechado, aguardou-se o resfriamento das amostras. Na etapa seguinte os cadinhos com amostras incineradas foram transferidos para o



dessecador, para resfriamento completo das amostras sem aumento do teor de umidade. Após resfriamento as amostras foram levadas à balança analítica para a pesagem das cinzas.

A determinação da percentagem das cinzas ocorreu pela seguinte equação (Eq 1), determinada pela norma T 211 om – 93 (1994):

$$\%C = Pc/P \times 100 \quad (\text{Eq 1})$$

%C = teor de cinzas em %

Pc = peso das cinzas

P = peso da amostra absolutamente seca

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da tabela 1, é possível verificar as médias das porcentagens de cinzas de cada tratamento.

Tabela 1: Valores médios das porcentagens de cinzas de cada tratamento.

Tratamento	%C
T1	3,29
T2	1,68
T3	1,50
T4	1,67
T5	0,34

A análise da quantidade de cinzas dos tratamentos apresentou como maior resultado o T1 com 3,29%. Tendo como menor porcentagem o T5 com 0,34%. A pequena variação de cinzas que ocorreu nos tratamentos T2, T3 e T4 podem ser relacionadas à densidade da madeira das espécies, já que esta propriedade se apresenta muito semelhante nessas espécies. As diferenças entre T1 e T5 indicam a importância da composição nutricional e sua influência na porcentagem de cinzas. Percebe-se que, mesmo o T1 possuindo uma densidade de 0,31 g/cm³ (LORENZI, 2008), em que a madeira é mole e de baixa durabilidade a ambientes externos, apresentou a maior porcentagem de minerais constituindo a madeira. Já T5, embora tenha massa específica média (LORENZI, 2003)

similar a T1, apresentou a menor quantidade de cinzas neste experimento.

4. CONCLUSÕES

Determinar o conteúdo de minerais encontrado nas espécies, principalmente nativas foi de grande importância, pois esses são dados ainda estão indisponíveis na literatura. Este estudo também permitiu inferir que o alto grau de minerais na composição da corticeira, demonstrado no alto teor de cinzas obtido, pode indicar que esta espécie tem um maior potencial para utilização dessas cinzas. A diferença na composição das espécies deste estudo, *Pinus* sp., *Ocotea catharinensis* Mez (canela-preta), *Cordia americana* (guajuvira), *Erythrina crista-galli* L. (corticeira-do-banhado) e *Schizolobium parahyba* (guapuruvu) é influenciada pelo maior teor de lignina, e, principalmente pela presença e quantidade de extrativos.

5. BIBLIOGRAFIA

CARDOSO, G. V. ; ROSA, C. A. B. ; GUARIENTI, A. F. ; PEDRAZZI, C. ; SOUZA, M. C. H. ; FRIZZO, S. M. B. ; FOELKEL, C. E. B.. Adequação de metodologia amostral de madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus globulus* para determinação do teor de cinzas. In: 34º Congresso Anual de Celulose e Papel, 2001, São Paulo-SP. **Anais...** 34º Congresso Anual de Celulose e Papel, 2001.

LORENZI, H *et al.* **Árvores Exóticas no Brasil – Madeireiras, ornamentais e aromáticas.** Nova Odessa, SP: INSTITUTO PLANTARUM. 2003.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** Nova Odessa, SP: INSTITUTO PLANTARUM. Vol.1. 5ed. 2008.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. ; ANZALDO, J. H.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira** - 3 ED. (material didático). Curitiba: Fupef do Paraná, 2005.

T 211 om 93. ASH IN WOOD, PULP, PAPER AND PAPERBOARD: Combustion at 525°C. Atlanta, 1994.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO DA VARIAÇÃO RADIAL DAS DIMENSÕES CELULARES DA MADEIRA DE *Azadirachta indica*

Mariana Santos Silva, Danilo Avancini Rodrigues, Patrícia Aparecida Rigatto Castelo, Maysa Nery de Figueiredo, Luma Buzzati de Ramos
Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop
 marianabongue@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A *Azadirachta indica* A. Juss conhecida popularmente como Nim é uma espécie de múltiplos usos, originária da Índia, pertencente à família das Meliaceae. No início do século XX, foi introduzida nas regiões secas da África, onde é bastante utilizada. Ao longo dos anos tem sido levada a outros países, tanto na faixa tropical como subtropical (NEVES, 2004).

A madeira juvenil é formada pelo câmbio nos primeiros anos de crescimento do tronco e situa-se em volta da medula. A grande diferença em termos de madeira juvenil em relação à madeira adulta está na magnitude das alterações anatômicas e físicas, que ocorrem no sentido medula-casca do tronco. As características anatômicas envolvidas nas mudanças são: comprimento de fibra, ângulo microfibrilar, proporções dos tipos de células, diâmetro celular e espessura da parede celular. Outros fatores, tais como massa específica, resistência e retratilidade modificam-se em consequência da variação de tais características anatômicas (OLIVEIRA & SILVA, 2003).

Segundo Marcati (1992), numerosos fatores, tanto internos quanto externos à árvore, conduzem a variações quanto ao tipo, número, tamanho, forma, estrutura física e composição química dos elementos.

Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar a variação radial das dimensões celulares da madeira de *Azadirachta indica*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram retiradas na Fazenda Videirense, BR 163, km 720, próximo do município de Sorriso-MT.

As madeiras utilizadas para realização do presente estudo foram obtidas de árvores com 6 anos de idade, sendo selecionadas de modo aleatório, árvores de bom fuste, com grã reta e diâmetro à altura do peito (DAP) entre 28 - 37

cm. De cada uma foi retirado um disco de 7 cm de espessura no DAP. De cada disco retiraram-se amostras representativas das seguintes posições: próximo à medula (MD), intermediária (CE) e próximo à casca (CC). A partir das amostras, foram retirados corpos-de-prova com dimensões de aproximadamente 2 x 2 x 3 cm de aresta, para o estudo da variação medula-casca dos componentes celulares.

Para obtenção de secções histológicas os corpos-de-prova foram amolecidos por meio de cozimento em água e glicerina (4:1), até apresentarem condições ideais ao corte. Secções entre 20 e 30 µm nos planos transversal e longitudinal tangencial foram obtidas com auxílio de micrótomo de deslize marca Leitz 1208. As secções foram clarificadas com hipoclorito de sódio (60%), lavadas em água, coradas com safranina e azul de astra a 1% (9:1) (JOHANSEN, 1940) e montadas em solução de água com glicerina.

O lenho dissociado foi preparado de acordo com o método de Franklin modificado (BERLYN & MIKSCH, 1976), corado com safranina alcoólica e montado em solução de água com glicerina (1:1).

A terminologia empregada para as análises anatômicas seguiu as recomendações do IAWA Committee (1989). Todas as mensurações foram realizadas em microscópio equipado para captura de imagens e sistema de medições (Marca Olympus modelo BX 50, com software de análise de imagens - Image Pro Express versão 4.0).

A determinação das dimensões celulares foi realizada no Laboratório de Anatomia da Madeira na UFMT – Campus Sinop.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme o resultado apresentado na Tabela 1, o comprimento médio das fibras da madeira do Nim está dentro do padrão normal para fibras de

folhosas, sendo este entre 0,8-1,5 mm de comprimento. Quanto a espessura, apresentou fibras com paredes de 5,18 μm de espessura, dimensão acima da média para folhosas, que é de 3-5 μm (CASTELO, 2007).

Tabela 1: Resumo da análise dos elementos anatômicos de *Azadirachta indica*

Variável	Posição Radial	Média	Tukey 5%
Comprimento das fibras (mm)	Medula	1,39	a
	Centro	1,40	a
	Casca	1,35	a
Espessura de parede da fibra (μm)	Medula	4,77	a
	Centro	5,10	a
	Casca	5,66	a
Comprimento de vaso (μm)	Medula	722,03	a
	Centro	741,36	a
	Casca	763,22	a
Diâmetro tangencial de vaso (μm)	Medula	98,96	b
	Centro	107,25	ab
	Casca	136,66	a
Frequência de vaso ($\text{n}^\circ.\text{mm}^2$)	Medula	13,25	a
	Centro	12,25	a
	Casca	11,05	a
Altura de raio (μm)	Medula	516,26	a
	Centro	489,37	a
	Casca	482,00	a
Largura de raio (μm)	Medula	29,31	a
	Centro	28,63	a
	Casca	29,23	a
Frequência de raio ($\text{n}^\circ.\text{mm}^{-1}$)	Medula	10,21	a
	Centro	8,36	b
	Casca	6,78	b

O comprimento de vaso foi em média de 742,20 μm , acima do padrão para a família Meliaceae, que é de 420-730 μm . Já o diâmetro tangencial dos vasos obteve média de 114,29 μm , um pouco abaixo do padrão para esta família, que é de 130-230 μm . A frequência dos vasos obteve valor médio de 12,28 $\text{n}^\circ.\text{mm}^2$, estando dentro do padrão da média para esta família. A altura média dos raios encontrada foi de 495,88 μm , diante disso concluiu-se que esta madeira possui raios finos e estreitos, imperceptíveis a olho nu. O valor médio da largura dos raios encontrado foi de 29,06 μm , estando dentro do padrão para folhosas. Por fim, a frequência média de raios foi de 8,45 $\text{n}^\circ.\text{mm}^{-1}$, estando dentro do padrão relatado para esta família (RICHTER & DALLWITZ, 2009).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Averiguou-se que o diâmetro tangencial de vasos e a frequência de raios da madeira

estudada aumentaram significativamente no sentido medula-casca. Já, o comprimento de vaso, o comprimento de fibras, a espessura de parede das fibras, a frequência de vaso, a altura de raios e a largura de raios não apresentaram variações significativas no sentido medula-casca, o que pode ser atribuído à idade dos indivíduos avaliados.

5. BIBLIOGRAFIA

BERLYN, G.P.; MIKSCHE, J.P. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. The Iowa University Press, Iowa.1976. 326p.

CASTELO, P.A.R. **Avaliação da qualidade da madeira de *Pinus taeda* em diferentes sítios e espaçamentos através do método não destrutivo de ondas de tensão**. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba (PR), 2007.

IAWA COMMITTEE. List microscope features of hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v.10, n.3, p. 221-259,1989.

JOHANSEN, D.A. **Plant microtechniques**. New York. McGraw-Hill, 1940. 523p.

MARCATI, C.R. **Estudo da anatomia e das propriedades tecnológicas da madeira do angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth)**. 1992. 94f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1992.

NEVES, E.J.M. **Importância dos fatores edafo-climáticos para o Uso do nim (*Azadirachta indica* A. juss) em programas florestais e agroflorestais nas diferentes regiões do Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2004. Boletim de Pesquisa Florestal, n.49, p.99-107.

OLIVEIRA, J.T. da S.; SILVA, J. de C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 381-385, 2003.

RICHTER, H.G.; DALLWITZ, M.J. 2000 onwards. **Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**. In: English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 25th June 2009.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MÉTODOS DE SECAGEM DE MADEIRAS NATIVAS DE ÁREA DE TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA AO NORTE DE MATO GROSSO

Danilo Avancini Rodrigues; Mariana Santos Silva; Cliviane dos Santos Figadoli; Priscila Verly Oliveira; Francisco M. G. Pinheiro
Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop
 danilo.avancini@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente necessidade de exportar principalmente madeira industrializada e produtos acabados, cresce também a demanda do setor por técnicas tanto novas como tradicionais de processamento de madeira na busca de melhor qualidade, condição essencial na conquista de um mercado externo reconhecidamente exigente (MARTINS, V. A. 1988).

O processo de secagem proporciona à madeira benefícios como a estabilidade das dimensões de seus elementos estruturais. A madeira contrai-se conforme vai secando e expande-se quando sua umidade aumenta. Ao chegar no teor de umidade final apropriado, a maior parte da contração já ocorreu, devido a isso haverá menos movimento dimensional que podem causar empenos, rachaduras ou qualquer outra perturbação na estrutura dos elementos celulares. (KLITZKE, R. J. 2001)

A secagem adequada da madeira irá colaborar para a redução dos custos e na qualidade do material. Adicionalmente, o processo de secagem permite agregar qualidade à madeira, e conseqüentemente ao produto final. Sendo assim, é um fator vital que agrega valor ao produto, reduz os custos, aumenta a qualidade e aproveitamento da matéria prima. (KLITZKE, R. J. 2001)

A secagem artificial em estufas permite ajustar o teor de umidade da madeira a um valor capaz de minimizar as variações dimensionais, resultantes das mudanças climáticas que ocorrem no local de sua utilização (GALVÃO, A. P. M. 1975).

Este trabalho tem como objetivo apresentar os métodos de secagem utilizados em uma madeireira que trabalha com espécies nativas de área de transição Cerrado-Amazônia, localizada no município de Sinop, ao norte do Estado de Mato Grosso.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi baseado em uma caracterização in loco, em uma madeireira situada no município de Sinop, estado de Mato Grosso, em que foram observados métodos de secagem de madeiras, tabuas em brutos com espessura de 1 polegada, largura de 10 centímetros e comprimentos variados.

As principais espécies arbóreas fontes de resíduo utilizadas na madeireira são Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub.) e Cumaru (*Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd).

Além dos resíduos das espécies acima, dentre elas também são inseridas como fonte de resíduos as espécies Peroba-fedida (*Goupia glabra* Aubl.), Cedrinho (*Erisma uncinatum* Warm.), Angelim-saia (*Parkia pendula* (Willd) Benth. Ex Walp.), Garapeira (*Apuleia leiocarpa* (Vog.) Macbr.) no processo de combustão para geração de energia, utilizada no processo de secagem (Figura 1-A).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao receber a matéria prima, as madeiras são separadas e empilhadas para melhor organização. Posteriormente este material é levado a uma estufa artesanal desenvolvida pela madeireira em estudo, adaptada para secagem de espécies nativas (Figura 1).

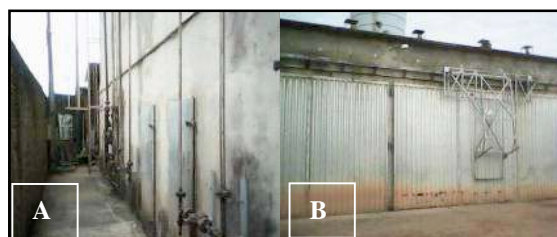


Fig. 1 – **A** - Vista posterior da estufa com porta de entrada para trabalhadores. **B** – Vista frontal da estufa com portões de entrada para madeiras. Fonte: Mariana Santos Silva, 2013.

A estufa funciona através da energia gerada na queima de resíduos sólidos em uma caldeira, capazes de controlar e manter os equipamentos eletrônicos, que são responsáveis pela conservação das condições internas da estufa, como sistema de vaporização (injeção a vapor), o sistema de ventilação (entrada e saída de ar) e o sistema de aquecimento. As funções são controladas e visualizadas através de um painel eletrônico. Por dia são consumidos em média 4m³ de resíduos na caldeira, para que a estufa seja mantida em funcionamento durante 24 horas. A estufa possui uma capacidade de armazenamento para 100m³ de madeira. As madeiras são consideradas secas ao atingir o teor médio de 10% de umidade relativa, e quanto mais densa a madeira mais demorado é o processo de secagem. Durante o processo de secagem não são empregados métodos químicos, por ser um processo caro, difícil e ir contra os princípios ambientais adotados pela empresa.

A princípio as madeiras são organizadas em pilhas com curtos espaçamentos para que haja circulação de ar. Todas as espécies recebem a mesma metodologia de tratamento, inicialmente são submetidas a um banho com água a vapor.

As espécies possuem particularidades nos métodos de tratamento, variando a temperatura (°C), umidade relativa (UR) e o tempo de secagem (horas) enquanto estão acondicionadas na estufa.

A madeira de Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub.), é submetida à vapor por 72h, e passa por pequenos intervalos de 6 em 6h de descanso e banho, neste processo é escorrido da madeira um óleo de cor verde que é conduzido por um sistema de encanamento até o lado externo da estufa. Após isso, o material permanece em secagem por em média 280-300h à 70-80°C.

A madeira de Cumaru (*Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd) é submetida à vapor por 20h e fica acondicionada no processo de secagem por aproximadamente 180h, até alcançar 10%UR.

Após todo o processo de secagem em estufa e devidamente processadas, as madeiras seguem para o pátio de estocagem ao ar livre. Estas são colocadas no pente de estocagem formando um forro inclinado aproximadamente 45° para que a água escorra entre as fibras longitudinalmente, e assim acelerar o processo de secagem (Figura 2-A) ou são organizadas horizontalmente, formando um ângulo de 90° em relação ao solo (Figura 2-B). Quando ocorrem precipitações pluviais no local, como se encontram em ambiente aberto, a água escorre pelas fibras longitudinais do forro, sem penetrar na madeira.



Fig. 2 – Material em pente de estocagem disposto em ângulo de 45°. **B** – Material disposto para secagem a 90° em relação ao solo. Fonte: Mariana Santos Silva, 2013.

Segundo Albuquerque C. E. C. & Hora W. J. (1995) o processo de secagem por circulação forçada de ar à temperatura ambiente tem grandes possibilidades de utilização industrial, e o aumento do aproveitamento de madeira de pinus e eucalipto provenientes dos plantios homogêneos, podendo gerar bons resultados neste processo de secagem. Esta metodologia não é aplicável ao processo de secagem com madeiras nativas, tendo em vista que as mesmas exigem elevadas temperaturas para atingirem a umidade relativa desejada.

4. CONCLUSÕES

Através da análise foi possível concluir que o método de secagem utilizado por essa madeireira tem sido de grande utilidade para amenizar as perdas e reduzir a desvalorização do produto final. Tais métodos podem ser indicados para empresas, que no processo de produção dependem de uma boa qualidade no processo de secagem da matéria prima, e que trabalhem com espécies de características semelhantes às utilizadas pela empresa aqui apresentada.

5. BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, C. E. C; HORA, W. J. Importância da secagem da madeira à temperatura ambiente, na indústria madeireira. **Floresta e ambiente**, Ano 2, Rio de Janeiro-RJ. 1995, 5p.

GALVÃO, A. P. M. Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil. **IPEF** n.11, Piracicaba-SP. 1975, p.53-65.

MARTINS, V.A. **Secagem de madeira serrada**. Brasília-DF. 1988, 52p.

KLITZKE, R. J. **Curso de secagem da madeira**. Curitiba-PR. 2001, 119p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



APROVEITAMENTO DA MATÉRIA-PRIMA DE *Eucalyptus benthamii* E *Eucalyptus grandis* POR MEIO DO DESDOBRO TANGENCIAL.

Morgana Cristina França, Alexsandro Bayestorff da Cunha,
Caio Cesar Faedo de Almeida, Luciane Gorski
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
morganaa_franca@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus* são altamente difundidas em todo o Brasil, sendo o *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden o mais plantado. Devido o clima frio que à região serrana de Santa Catarina apresenta, a espécie que mais está adaptada é o *Eucalyptus dunnii* Maiden, porém, estudos vêm buscando outras alternativas que suportem o clima frio. Desta forma, uma espécie que já está sendo estudada devido ao seu potencial característico de sobreviver a baixas temperaturas é o *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage (NISGOSKI *et al.*, 1998). Higa *et al.* (2000) relata que o *E. benthamii* é indicado para áreas com geadas severas, apresentando bom crescimento, porém a qualidade da madeira ainda é pouco conhecida.

De acordo com Ferreira *et al.* (2004), a madeira serrada de eucalipto exige cuidados no desdobro e na secagem porque, além da presença de tensões internas de crescimento, as suas propriedades físicas e mecânicas são heterogêneas. Estes aspectos são os principais responsáveis pelos baixos rendimentos no processamento da madeira devido à tendência ao rachamento das toras antes e durante o seu desdobro, pelo cerne quebradiço e pelas deformações que surgem na madeira serrada durante o processo de secagem.

O objetivo do presente estudo foi determinar o aproveitamento da matéria prima de *Eucalyptus benthamii* no processo de desdobro tangencial, bem como compará-lo com o *Eucalyptus grandis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As toras foram provenientes da Empresa Klabin, sendo que o reflorestamento com *Eucalyptus benthamii* estava localizado na cidade de Palmeira - SC e o *Eucalyptus grandis* na cidade de Telêmaco Borba - PR, ambos com 13 anos. Para a realização das atividades foram utilizadas

120 toras com comprimento médio de 2,45 m e diâmetro variando entre 20 e 30 cm, as quais foram distribuídas em duas classes diamétricas (20 a 25 cm e 25,01 a 30 cm). Assim, o total de toras foi separado nas duas classes em três repetições com 10 toras cada uma.

O rendimento da matéria-prima foi obtido pela relação entre o somatório do volume das toras de cada repetição e o volume de madeira serrada gerado no processo de desdobro. Para a determinação do volume das toras, utilizou-se o método de Smalian e do volume de madeira serrada, mediu-se a espessura de cada peça em cinco pontos, a largura em dois e o comprimento na parte central. Mensurou-se também as rachaduras e os locais onde havia necessidade de fazer um destopo pela presença de esmoado ou pelo desbitolamento. O sistema de desdobro aplicado às toras está apresentado na figura 1.

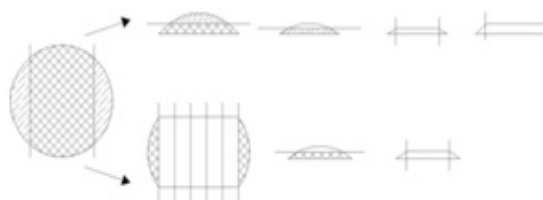


Fig. 1: Sistema de desdobro aplicado ao sistema tangencial.

Os dados foram avaliados por meio da Análise da Variância e havendo rejeição da hipótese de igualdade, foi aplicado o Teste de Tukey a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As porcentagens referentes ao rendimento do processo de desdobro do *E. benthamii* e do *E. grandis* por meio do sistemas tangencial estão apresentadas Tabela 1.

Realizando-se uma análise considerando que a madeira não apresentasse nenhum tipo de defeito (rendimento bruto), observa-se que o *E.*

grandis apresentou um maior rendimento médio (63,9%), quando comparado ao *E. benthamii* (57,97). Já na análise das classes diamétricas, observa-se que a classe inferior mostrou-se mais produtiva. No entanto, quando realizada a análise estatística, evidenciou-se que o único tratamento que apresentou rendimento baixo e diferenciado foi o composto pelo *E. benthamii* na classe diamétrica superior (53,57%).

Tabela 1: Rendimento do processo de desdobro

Espécie	Classe Diamétrica	Sem defeito (%)	Sem rachaduras (%)	Sem destopos (%)	Sem rachaduras e destopos (%)
<i>E. benthamii</i>	20 - 25 cm	62,37a	51,55b	58,48a	48,69b
	25,1 - 30 cm	53,57b	42,92c	49,00b	39,31c
<i>E. grandis</i>	20 - 25 cm	66,40a	60,60a	62,10a	56,70a
	25,1 - 30 cm	61,40a	55,40ab	57,60a	51,90ab

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Comparando-se o rendimento percentual bruto com o rendimento sem considerar as partes rachadas das peças, pode-se notar que os tratamentos mais influenciados foram os que contemplavam o *E. benthamii* para as duas classes diamétricas, os quais perderam 10,82% e 10,65% para a classe inferior e para a superior. Já o *E. grandis*, teve queda média de rendimento de somente 5,9%.

Quando abordado de forma isolada o rendimento do processo de desdobro sem considerar as partes a serem destopadas das peças, o único tratamento que diferenciou significativamente foi o *E. benthamii* na classe superior, com rendimento de 49%, ou seja, 4,57% inferior ao rendimento bruto, enquanto que nos demais, a perda foi menor.

Considerando somente as peças de madeira serrada que seriam comercializadas ou enviadas para a secagem (rendimento líquido), pode-se dizer que as toras de *E. grandis* apresentaram os melhores rendimentos, 56,70% e 51,90% para as classes inferior e superior, respectivamente. De acordo com Rocha & Tomaselli (2001), o rendimento varia de 45% a 55% para folhosas, sendo afetado pela qualidade das toras, dos equipamentos, técnicas de desdobro e pela qualificação profissional dos operários.

Se forem comparadas somente as espécies, encontra-se rendimento líquido de 43,85% para o *E. benthamii* e 54,3% para o *E. grandis*. Monteiro (2011), estudando esse mesmo gênero, obteve rendimentos de 43,8% para toras com diâmetro médio de 34 cm. No que tange as classes diamétricas, observa-se que houve uma redução do rendimento com o aumento do diâmetro das toras para as duas espécies. Este fato foi observado também por Calonego e Severo (2005) em um estudo com *E. grandis*.

4. CONCLUSÕES

O rendimento médio bruto do processo de desdobro foi de 63,90% para o *E. grandis* e 57,97% para o *E. benthamii*. Considerando somente as classes diamétricas, o rendimento médio da classe com diâmetro inferior foi maior em 3,73% do que a superior.

O tratamento que foi mais influenciado pelas rachaduras das peças, presença de esmoado e/ou desbitolamento foi o composto pelo *E. benthamii* e pela classe diamétrica superior.

Na análise do rendimento líquido do processo, os tratamentos com o *E. grandis* foram os que apresentaram melhores desempenhos, com rendimentos de 56,70% e 51,90% para as classes inferior e superior. Quanto às classes diamétricas, houve uma redução do rendimento com o aumento do diâmetro das toras para as duas espécies.

5. BIBLIOGRAFIA

- CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D. Efeito da vaporização de toras na redução dos defeitos associados a tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 431-440.
- FERREIRA, S.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. S.; TRUGILHO, P. F. Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 10-21, 2004.
- HIGA, R. C. V.; MORA, A. L.; HIGA, A. R. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 31 p. (Embrapa Florestas. Documentos, 54).
- MONTEIRO, T.C. **Balanco energético do processamento mecânico de toras de Eucalyptus**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011 68p.
- NISGOSKI, S. et al. Características anatômicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage. **Revista Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, p. 67-76, 1998.
- ROCHA, M. P.; TOMASELLI, I. Efeito do modelo de corte nas dimensões de madeira serrada de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 8, n. 1, p. 94-103, 2001.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Klabin – Unidade Otacílio Costa e à Madepar Indústria e Comércio de Madeiras LTDA.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



LIGNINA-FENOL-PAREDE CELULAR EM *Euterpe oleracea* MART.

Gisely de Lima Oliveira, Heber dos Santos Abreu, Helena Regina Pinto Lima, Bruno Couto da Silva, Michel Cardoso Vieira

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

gyoliveira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A composição química de tecidos lignocelulósicos é extremamente complexa sendo formada por substâncias de baixa e de alta massa molecular. Em poáceas, por exemplo, os ácidos *p*-hidroxicinâmicos são altamente envolvidos no processo de lignificação durante o desenvolvimento da parede celular. Ligninas de outras famílias de monocotiledôneas contém ácido *p*-cumárico conectados também aos núcleos moleculares da lignina por ligações éter e éster (RALPH & HELM, 1993).

O estudo com a espécie *Euterpe oleraceae* Mart. (Arecaceae), uma monocotiledônea endêmica da flora da Amazônia brasileira, abre novos horizontes para a utilização da matéria prima lignocelulósica florestal com fins energéticos como também permite dirimir dúvidas sobre as propriedades da lignina e da parede celular de monocotiledôneas.

Assim, o objetivo desse trabalho foi identificar a o sistema de conectividade lignina-fenol-parede celular de células dos feixes vasculares dos caules jovens e adultos de *E. oleracea*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram preparados corpos-de-prova dos indivíduos jovens e adultos com caules de 0,5 e 30 cm de diâmetro. Para a análise do caule adulto, o mesmo foi dividido em duas regiões: uma parte interna (PI - mais próxima da região central do caule) e uma parte externa (PE - mais próxima da casca). Os corpos-de-prova da parte interna foram aquecidos em água por 3 horas e a parte externa por 6 horas e foram realizadas seções transversais com 20-30 μm de espessura a partir dos caules jovens e adultos (PI e PE). Para a análise de microespectroscopia no infravermelho, cortes das seções transversais do caule foram preparadas em duas condições diferentes: A - extraídos somente com metanol por 24 horas e B - extraídos com metanol e tratados com NaOH 1% conforme descrito na norma da TAPPI – T 212 os – 76 (TAPPI,

1979). Os espectros (microscopia no infravermelho) dos feixes vasculares foram registrados de regiões identificadas como A, B e C, respectivamente. Nos indivíduos jovens foram duas regiões da calota de fibras do floema: região distante do floema (A) e mais próxima do floema (B) e nos indivíduos adultos (PI) e (PE) em três regiões: região distante do floema (A), região central (B) e mais próxima do floema (C).

Para identificação do ácido *p*-cumárico da parede celular foi utilizado a técnica de Cromatografia Líquida e Alta Eficiência (CLAE) aplicando a metodologia descrita por Deschamps & Ramos (2012). As análises foram realizadas em HPLC de marca Shimadzu.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os espectros registrados dos cortes transversais das plantas jovem e adulta (PI) e (PE) por microespectroscopia no infravermelho revelaram presença de sinais característicos de lignina.

Para avaliar a composição e os sítios de deposição da lignina foram obtidos espectros em duas regiões distintas do feixe vascular (região A e B) do caule da planta jovem, que apresentaram sinais de estiramento de $\nu\text{C}=\text{O}$ de éster de carboidratos em 1752 cm^{-1} . Após o tratamento com NaOH 1% dos corte do caule da planta jovem, os sinais em $1178\text{-}1175\text{ cm}^{-1}$ foram atribuídos ao estiramento de $\nu\text{C}-\text{O}$ do ácido *p*-hidroxicinâmico (ácido *p*-cumárico) e de $\nu\text{C}-\text{O}$ de outras substâncias, permitindo supor a existência de alta concentração de ácido *p*-hidroxicinâmico (ácido *p*-cumárico) nas regiões A e B nesse estágio de desenvolvimento.

Os espectros das regiões A, B e C dos feixes vasculares do caule da planta adulta (PE) mostraram a presença de ésteres hemicelulósicos e/ou ácidos *p*-hidroxicinâmicos evidenciados pelos sinais em $1750\text{-}1746\text{-cm}^{-1}$ ($\nu\text{C}=\text{O}$ de éster), 1698 cm^{-1} estiramento de $\nu\text{C}=\text{O}$ (ácido conjugado) e 1179 cm^{-1} ($\nu\text{C}-\text{O}$) e 1138 cm^{-1} ($\nu\text{C}-\text{O}$ de éster de poliacarbohidratos). As diferentes

concentrações de aldeído, ácido *p*-cumárico e/ou ácido ferúlico, mostrados nos espectros, evidenciam que em um mesmo grupo de fibras do floema das plantas adultas (PE) existem ligninas com perfis estruturais diferentes, provavelmente devido ao efeito da enzima Álcool cinamoil desidrogenase (CAD). Essa característica foi comprovada pelo teste de Wiesner (Pomar et al., 2002). Os espectros das amostras (PE) tratadas com NaOH 1% das regiões A, B e C, revelaram que as absorções em 1280 cm^{-1} que antes do tratamento eram mais intensas em relação ao sinal em 1340 cm^{-1} (vibração do anel siringílico com contribuição do estiramento de $\nu\text{C}=\text{O}$), inverteram-se. Tal fato permitiu supor que nessas regiões ocorrem ligninas com um teor de unidade siringila mais alto do que unidades guaiacila. A concentração de ácido *p*-hidroxicinâmico nas regiões A, B e C da planta adulta (PI) comparada com as regiões da planta adulta (PE) é abordada com pouca diferença entre os sinais 1179 cm^{-1} e 1137 cm^{-1} . Após tratamento com NaOH 1%, o espectro da região B da planta adulta (PI) mostrou sinais de estiramento de (νOH) mais estreito e o sinal da região C mais largo, provavelmente com grande concentração de polissacarídeos hemicelulósicos. O espectro da região A da planta adulta (PI) mostrou maior intensidade do sinal correspondente ao ácido *p*-hidroxicinâmico e o sinal em 3550 cm^{-1} relativamente largo, característico de poliacarbohidrato residual. A intensidade do sinal em 1182 cm^{-1} e 1137 cm^{-1} (formato dubleto) apresentou respectivamente sinais de alta e de baixa intensidade revelando provavelmente maior concentração de ácidos *p*-hidroxicinâmicos (ácido *p*-cumárico). A identificação e quantificação do teor do ácido *p*-cumárico foi realizada por CLAE e revelou sua presença nas amostras da planta jovem e planta adulta (PI e PE). Os tecidos da planta jovem de *E. oleracea* apresentaram maior concentração de ácido *p*-cumárico do que os de plantas adultas (PI e PE). As concentrações do ácido *p*-cumárico foram 0,019; 0,0019 e 0,001 mg/mL da planta jovem, planta adulta (PI) e (PE), respectivamente. Esses resultados são diferentes dos encontrados em parede celular de poáceas, onde a concentração do ácido *p*-cumárico aumenta de plantas jovens para plantas adultas (MORRISON et al., 1998; JUNG et al., 1998). As análises conjuntas dos dados por CLAE e infravermelho permitiram observar que o ácido *p*-cumárico está principalmente ligado à parede celular por ligações éster, principalmente nas células do cilindro central (PI), constituído na maioria por células de parênquima fundamental.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A existência do ácido *p*-cumárico, comum em monocotiledôneas, encontra-se nesta espécie altamente concentrado e está ligado à parede celular por ligação éster, principalmente nas células do cilindro central (PI – parte interna do caule). A região PE (parte externa do caule) se caracteriza por ser altamente lignificada onde as células do parênquima associadas ao feixe vascular disposta radialmente, mostram-se em processo de lignificação; entretanto com baixo acúmulo de éster *p*-cumarato ligado à lignina.

5. BIBLIOGRAFIA

DESCHAMPS, F. C.; RAMOS, L. P. Método para a determinação de ácidos fenólicos na parede celular de forragens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 4, p. 1634-1639, 2002.

GEETHA, N. P.; MAHESH, M.; BETTADIAH, B. K.; KINI, R. K.; PRAKASH, H. S. HPLC Method for Determination of *p*-coumaric acid from the Medicinal Herb *Leptadina reticulata*. **International Journal of Phytomedicine**, v. 3, p. 319-324, 2011.

JUNG, H. G.; MORRISON, T. A.; BUXTON, D. R. Degradability of cell wall polysaccharides in maize internodes during stalk development. **Crop Science**, v.38, p.1047-1051, 1998.

MORRISON, T. A.; JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. Cell-wall composition of maize internodes of varying maturity. **Crop Science**, v. 38, p. 455-460, 1998.

POMAR, F.; MERINO, F.; BARCELÓ, A. R. O-4-Linked coniferyl and sinapyl aldehydes in lignifying cell walls are the main targets of the Wiesner (phloroglucinol-HCl) reaction. **Protoplasma**. V. 220 (1-2), p. 17-28, 2002.

RALPH, J.; HELM, R. F. Lignin/hydroxycinnamic acid/polysaccharide complexes: Synthetic models for regiochemical characterization. In: **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**, International Symposium; Jung, H. G., Buxton, D. R., Hatfield, R. D., Ralph, J., Eds.; ASA-CSSA-SSSA: Madison, WI, 1993, 201-246 p.

AGRADECIMENTOS

A FAPERJ E a CAPES pelo apoio para realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO POR VARIÁVEIS NO PROCESSAMENTO DA MADEIRA

Julio Cesar Amancio, Bruna Martins Garcia, Lidiane Andrighetti Leolatto, Natalie Aparecida Mendes Araujo, Philipe Ricardo Casemiro Soares
 Centro de Ciências Agroveterinárias – Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC
 juliorsl@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O conceito da qualidade se tornou um fator importante na administração das organizações para atender às exigências do mercado. No entanto, a atenção dada ao processo e a todos os recursos utilizados pelas empresas para satisfazer seus clientes é recente (TRINDADE et al, 2000).

A adoção de programas de gestão da qualidade pode trazer impactos positivos nas vendas e nas receitas de uma organização. Este fato é comprovado pela pesquisa de Pinto et al. (2006), realizada com empresas de grande porte do Brasil. Os autores concluíram que os investimentos realizados na implantação e manutenção desses programas são diretamente proporcionais à satisfação dos clientes e aumentam o retorno financeiro.

Bonilla (1994) e Montgomery (2004) ressaltam que o Controle Estatístico de Processos (CEP) é um conjunto de ferramentas úteis para a resolução de problemas e o alcance da estabilidade do processo e aumento da capacidade pela redução da variabilidade. Tem como princípio básico proporcionar melhores níveis de qualidade ao produto, baseado na redução da variabilidade no processo.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho, é avaliar o processo de acabamento de pisos maciços de madeira usando o controle estatístico do processo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi desenvolvido em uma empresa atuante no setor de pisos maciços de madeira.

Para a determinação das variáveis a serem analisadas, inicialmente foram realizadas entrevistas com os funcionários que apontaram

os diversos pontos críticos do processo produtivo.

Na sequência, selecionou-se uma das falhas, avaliada pelo controle estatístico do processo pela amplitude, conforme adaptação das metodologias descritas por Oakland (2003) e Montgomery (2004) para a elaboração das cartas de controle.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Selecionou-se para avaliação a não conformidade na largura e espessura das peças processada pela empresa. Cada amostra, tomada a cada 30 minutos, era composta por 7 peças de madeira de cumarú, sendo mensuradas sua largura e espessura.

Os gráficos de controle de média e amplitude para o item espessura das peças são apresentados nas fig. 1 e 2, respectivamente. Observa-se que no processamento da madeira, considerando a espessura, não ocorre grande variação, porém o processo é considerado instável e imprevisível por apresentar valores fora dos limites de controle, sendo assim necessário ações de melhoria da produção.

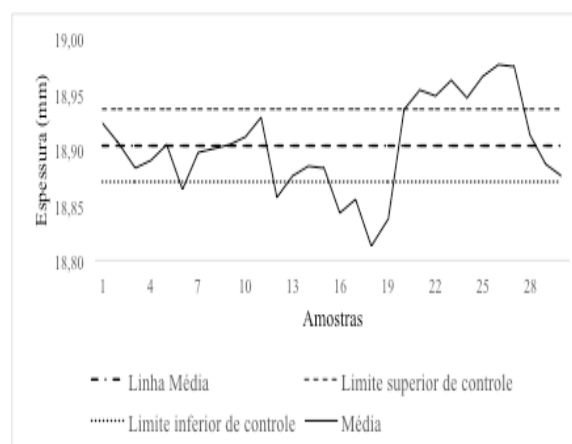


Fig. 1: Gráfico de controle por média, para espessura de peças de cumarú.

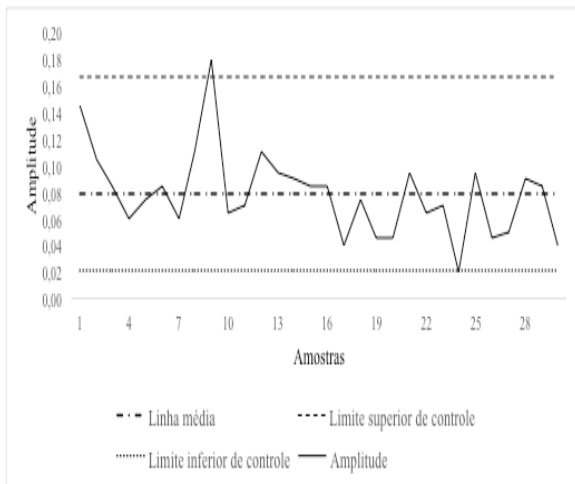


Fig. 2: Gráfico de controle por amplitude, para espessura de peças de cumarú.

Nas fig. 3 e 4 são apresentados os gráficos de controle por média e amplitude, respectivamente, para pisos de cumarú com falha na largura. Observa-se que a largura da peça também sofre pouca variação, porém com pontos fora dos limites de controle, assim devendo tomar ações, ajustando o processo para que ele permaneça estável e previsível.

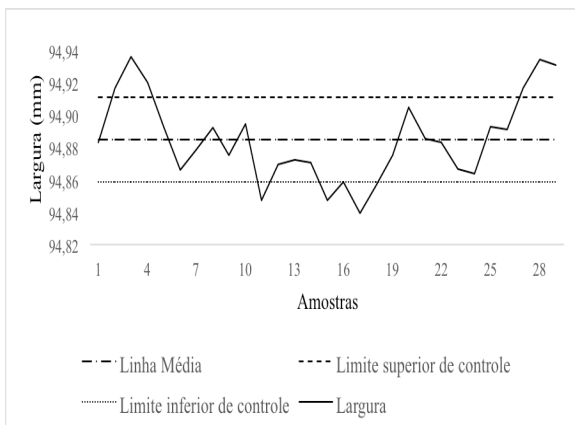


Fig. 3: Gráfico de controle por média, para largura de peças de cumarú.

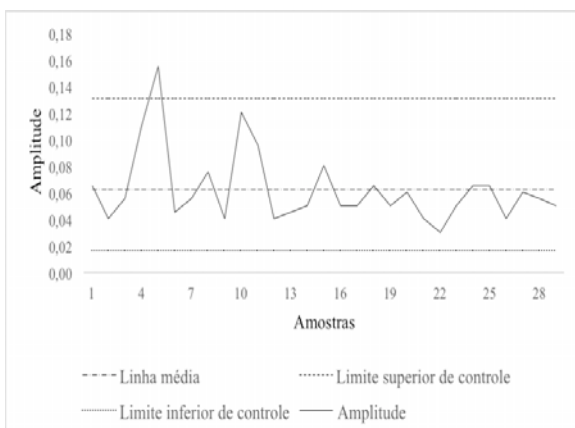


Fig. 4: Gráfico de controle por amplitude, para largura de peças de cumarú.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Diante dos pontos analisados e com os resultados obtidos, conclui-se que o processo da empresa é estável e imprevisível para o item dimensão de pisos. Com isso, a empresa deve tomar ações para a melhoria de seu processo produtivo.

Seria indicado as empresas adotarem ferramentas de qualidade como o CEP, utilizando-as para se ter um melhor controle nos seus produtos, evitando perdas de tempo e matéria prima, mantendo um progresso contínuo na qualidade de seus processos e produtos.

5. BIBLIOGRAFIA

BONILLA, J.A. **Qualidade total na agricultura:** fundamentos e aplicações. Belo Horizonte: Centro de Estudos de Qualidade Total na Agricultura, 1994. 344 p.

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** Rio de Janeiro: LTC, 2004. 513 p.

OAKLAND, J.S. **Statistical Process Control.** Oxford: Butterworth-Heinemann, 2003. 445 p

PINTO, S.H.B.; CARVALHO, M.M. de; HO, L.L. Implementação de programas de qualidade: um survey em empresas de grande porte no Brasil. **Gestão & Produção**, São Carlos, v. 13, n. 2, p. 191-203, maio/ago. 2006.

TRINDADE, C.; REZENDE, J.L.P.; JACOVINE, L.A.G.; SARTORIO, M.L. **Ferramentas da qualidade:** aplicação na atividade florestal. Viçosa: Editora UFV, 2000. 124 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROCESSO DE SECAGEM PARA MADEIRAS DE *Eucalyptus robusta* EM TRÊS TEMPERATURAS DISTINTAS.

Bibiana Regina Argenta Vidrano, Clóvis Roberto Haselen, Elio José Santini.

Universidade Federal de Santa Maria

e-mail: bibianaargenta@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A velocidade com que a madeira seca depende da facilidade com que a água se movimenta no seu interior, e está diretamente relacionada com a taxa de secagem. Através dela é possível estimar o tempo de secagem de uma determinada espécie desde a condição verde até um teor de umidade considerado a certa temperatura e umidade de equilíbrio (MUNIZ, 1993). Segundo Kollmann e Cote (1968) a estrutura anatômica, a densidade, a espessura das tábuas e o conteúdo de umidade são características que afetam a taxa de secagem. Além destas, a temperatura e a umidade relativa da madeira também exercem certa influência.

Dentre as espécies com potencial para a indústria e refratárias à secagem esta a madeira de *Eucalyptus robusta*, que conforme Ferreira (1979), pode ser utilizado para serraria, laminação, postes, dormentes e moirões. Em vista disso, o presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito das diferentes temperaturas no processo de secagem das madeiras de *Eucalyptus robusta*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido com madeira de *Eucalyptus robusta* com aproximadamente 40 anos de idade. As amostras para secagem são de 2,5 x 15,0 x 55 cm de espessura, largura e comprimento, respectivamente, e do extremo de cada uma delas, foram extraídas duas seções de 2,5 x 2,5 cm aproximadamente (fig. 1), usadas para a determinação do teor de umidade inicial.

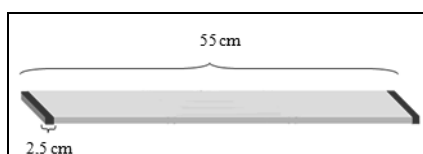


Fig. 1: Confeção da amostra de secagem e das seções de umidade.

Foram produzidas 60 amostras de secagem, sendo a metade com orientação radial e a outra metade com orientação tangencial.

Por meio de uma balança digital de precisão centesimal, mediu-se o peso inicial da amostra de secagem com o comprimento final de 50 cm. Com o mesmo equipamento as duas seções de umidade foram pesadas antes e após a secagem em estufa à temperatura de 103°C, para obtenção do seu teor de umidade inicial por meio da eq. 1. A média aritmética entre as duas seções foi considerada o teor de umidade inicial da amostra de secagem.

$$T_{ui} = \left(\frac{M_u - M_o}{M_o} \right) \cdot 100 \quad (1)$$

Onde,

T_{ui} = teor de umidade inicial da seção, %;

M_u = massa úmida da seção, g;

M_o = massa seca da seção, g;

O processo de secagem da madeira foi realizado em uma estufa de convecção forçada e dotada de controle termostático de temperatura. As amostras foram divididas em três cargas e submetidas a três temperaturas de secagem, uma baixa temperatura (45°C) e duas temperaturas convencionais (60°C e 75°C), escolhidas por serem mais apropriadas as características refratárias da madeira do gênero *Eucalyptus*.

Cada carga é composta de 10 amostras com orientação radial e 10 amostras tangenciais.

A determinação do teor de umidade da madeira foi realizada por meio da pesagem manual. Durante todo o processo de secagem, as amostras foram pesadas periodicamente em intervalos variáveis em função da temperatura de secagem utilizada, determinando-se o teor de umidade por meio da eq. 2.

$$T_{ua} = \frac{M_a(T_{ui} + 100)}{M_i} - 100 \quad (2)$$

Onde:

T_{ua} = Teor de umidade atual da madeira (%);

Ma = Massa ou peso atual da madeira (g);
 Tui = Teor de umidade inicial da madeira (%);
 Mi = Massa ou peso inicial da madeira (g).
 O processo foi finalizado quando as amostras atingiram em torno de 10% de teor de umidade.
 As curvas de secagem foram obtidas através do acompanhamento periódico do processo de secagem, quando se relacionou o teor de umidade da madeira com o tempo de secagem decorrido.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio encontrado para a massa específica básica, para a madeira de *Eucalyptus robusta* foi de 0,62 g/cm³. Este valor foi praticamente o mesmo determinado por Susin (2012), e a espécie pode ser classificada como madeira de média densidade, segundo Melo et al. (1990). O tempo de secagem é maior para as amostras submetidas à menor temperatura, conforme mostra a tabela 1.

Tabela 1: Tempo de secagem da madeira em função da temperatura e orientação de corte.

Espécie	Temperatura (°C)	Orientação	Teor de umidade (%)		Tempo (horas)
			Inicial	Final	
<i>E. robusta</i>	45	Rad.	70,47	10,03	450
		Tang.	62,70	9,86	450
	60	Rad.	67,10	10,75	198
		Tang.	61,61	9,37	180
	75	Rad.	62,97	7,71	169
		Tang.	54,29	9,50	135

Conforme as curvas mostradas nas fig. 2 as amostras radiais para as três temperaturas levaram mais tempo para secar que as amostras tangenciais.

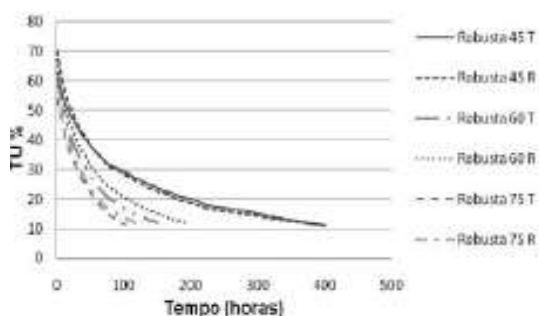


Fig. 2: Curva de secagem com valores médios para *Eucalyptus robusta*.

O teor de umidade inicial de *E. robusta*, que apresentou valor de 70,49%, abaixo do valor médio verificado por Skolmen (1963), que é de

aproximadamente 88% e de Susin (2012) que encontrou um valor médio de 79,36%.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A madeira de *Eucalyptus robusta* com orientação radial demorou mais para secar nas temperaturas de 60 e 75 °C em comparação com o sentido tangencial. Com o aumento da temperatura de 45 para 60 °C ocorreu uma diminuição significativa no tempo do processo.

5. BIBLIOGRAFIA

FERREIRA, M. **Escolha de Espécies de Eucalipto**. Circular Técnica IPEF, v.47, p.1-30, 1979.

KOLLMANN, F.F.P.; COTE JUNIOR, W.A. **Principles of Wood Science and Technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1968

MELO, J.E.;CORADIN, V.R.;MENDES, J.C. **Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira**. VI In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990, Campos do Jordão. Anais...Campos do Jordão, 1990. v. 3, p. 695-705.

MUNIZ, G. I. B. **Caracterização e Desenvolvimento de Modelos para Estimar as Propriedades e o Comportamento na Secagem da Madeira de *Pinus elliotii* Engelm. e *Pinus taeda* L.** 235f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.

SKOLMEN, R. G. **Robusta Eucalyptus Wood: Its Properties and Uses**. Pacific Southwest Forest and Range Experiment Station - Berkeley, California Forest Service - U.S. Department of Agriculture. p.12. 1963.

SUSIN, F. **Avaliação de programas de secagem para madeiras de Eucalipto elaboradas com base em testes prévios a alta temperatura**. 2012. 133f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Santa Maria, RS, 2012.

AGRADECIMENTOS



Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior



Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da UFSM



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA E MECÂNICA DO CARVÃO VEGETAL DO HÍBRIDO (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla*

Fernando W.C. Andrade¹, Victor H.P. Moutinho², Mario Tomazello Filho³, José Otávio Brito³, Adriano W. Ballarin⁴, Cláudia da Costa Cardoso²

¹Universidade Federal de Lavras, ²Universidade Federal do Oeste do Pará, ³Universidade de São Paulo,

⁴Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”.

fwcandrade@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em 2011 registrou-se, no Brasil, uma área plantada de 4,87 milhões de hectares de florestas de Eucalipto onde, deste total, 10% são destinados à produção de carvão vegetal, principalmente na indústria siderúrgica, a qual faz uso deste como também biorredutor na produção de ferro-gusa (ABRAF, 2012).

Nisto, constantemente novos híbridos são desenvolvidos visando o aprimoramento da matéria prima para produção energética, todavia, apesar da importância na economia nacional, o conhecimento sobre as características destas novas progênie melhoradas geneticamente ainda são incipientes. Destarte, torna-se importante conhecer as propriedades e a qualidade do carvão vegetal produzido, aumentando a produtividade e diminuindo desperdícios.

Algumas características internas da madeira como, por exemplo, o teor de lignina, a densidade básica, umidade, homogeneidade e teor de carbono fixo, devem ser levados em consideração na produção de carvão (TRUGILHO, 1995).

As propriedades mecânicas também são importantes no uso siderúrgico, visto que o carvão fará o suporte mecânico dentro dos altos-fornos, e neste sentido o rendimento também afetará a produtividade do processo de fabricação do ferro gusa.

Sendo assim, o presente estudo teve por objetivo caracterizar a qualidade energética e mecânica do carvão vegetal de um híbrido de Eucalyptus, verificando o seu potencial a utilização na indústria siderúrgica.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O híbrido de (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla* foi selecionado por ser uma

progênie em testes, proveniente de plantios comerciais, com idade próximas de 6 anos, desenvolvidos em Programa de Melhoramento Genético. Abateram-se 3 (três) árvores, por meio de suas características de crescimento, visando a coleta de material para a realização das análises energética.

Após o corte, foram seccionados discos do lenho em diferentes posições longitudinais para diminuir a variação natural das propriedades da madeira.

Os discos foram então desdobrados para confecção de corpos de prova com 2 cm x 2 cm x 4 cm, correspondendo a direção tangencial, radial e axial respectivamente, conforme a NBR 7190/97 (ABNT, 1997).

Para os ensaios mecânicos de resistência à compressão paralela às fibras do carvão, utilizou-se uma máquina de ensaio universal, modelo EMIC DL-3000, utilizando script desenvolvido por Moutinho (2013). Foram obtidos os valores de resistência à compressão e o módulo de elasticidade.

Após a obtenção dos dados inerentes às propriedades estudadas, os mesmos foram ponderados considerando a posição na área do disco e altura do mesmo, visando propiciar uma maior exatidão dos valores médios.

As carbonizações foram conduzidas em um forno de resistência elétrica, com temperatura máxima de carbonização de 400°C, velocidade de carbonização média de 0,5°C/min e tempo de carbonização de uma hora.

Foram determinados a densidade aparente do carvão e os rendimentos gravimétricos em carvão. A composição química imediata foi determinada pelas normas D-1762-64 da ASTM (1977).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que o carvão vegetal do híbrido estudado apresentou rendimento gravimétrico em carvão (RGC) em torno de 35% e densidade aparente de 0,35g/cm³, assemelhando-se aos valores obtidos por Trugilho et al (2005) ao trabalhar com clones de *Eucalyptus* aos sete anos de idade, indicando o potencial deste híbrido para produção de carvão vegetal.

A densidade relativa aparente do carvão vegetal apresenta alta correlação com outras propriedades do carvão, sendo que, quanto maior for a densidade, maior será a resistência mecânica do material e menor será a quantidade de finos gerados, acarretando num melhor aproveitamento do material carbonífero (MOUTINHO, 2013; TRUGILHO E SILVA, 2001).

O teor de carbono fixo foi de 81,14%. Esta variável apresenta alta correlação positiva com o poder calorífico e a qualidade do carvão. Para materiais voláteis e cinzas, obteve-se valores médios de 17,77% e 1,09% respectivamente. Estes resultados também estão de acordo com outros trabalhos (SANTOS et al, 2012), sendo que o teor de cinzas está superior ao desejável que, em geral, deve ser menor do que 1% em virtude da diminuição do poder calorífico e da qualidade do carvão (TRUGILHO & SILVA, 2001), entretanto, a diferença encontrada pode ser considerada pequena.

Ressalta-se que esta variável, segundo Trugilho et al (2005) sempre apresenta alta variabilidade.

A resistência e o módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras do carvão foram, em média, de 8 MPa e 316 MPa, respectivamente. Vieira (2009) encontrou valores entre 8 MPa e 9 MPa para amostras carbonizadas em 350°C. Blankenhorn et al (1973, 1972), ao trabalharem com a resistência mecânica do carvão em diferentes temperaturas, verificam que carbonizações acima de 450 °C, tem aumento significativo da resistência devido a possível formação de ligações cruzadas e a orientação das fibrilas. Tal comportamento foi também encontrado no trabalho de Vieira (2009).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O híbrido estudado apresentou alto teor de carbono fixo, densidade adequada e alto rendimento em carvão, enquanto que a resistência mecânica está dentro dos valores encontrados, todavia, o aumento da temperatura final de carbonização pode vir a aumentar significativamente o valor desta propriedade.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190. **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT. 1997. 107 p.

ABRAF. **Anuário estatístico**: ano base 2011. Brasília, 2012. 150p.

ASTM. American Society for Testing and Materials. D 1762-64 (Reapproved 1977). 578 p.

BLANKENHORN, P.R.; KLINE, D.E.; BEALL, F.C. Dynamic mechanical behavior of Black Cherry (*Prunus seronita* Ehrh.). **Carbon**, Elmsford. V.11, n.4, p.603-6011, 1973.

BLANKENHORN, P.R.; JENKINS, G.M.; KLINE, D.E. Dynamic mechanical properties and microstructure of some carbonized hardwood. **Wood and fiber**. Lawrence. V.4, n.3, p.212-224. 1972.

MOUTINHO, V.H.P. **Influência da variabilidade de dimensional e da densidade da madeira de *Eucalyptus* sp. e *Corymbia* sp. na qualidade do carvão**. 2013. 164p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz – ESALQ/USP, Piracicaba.

SANTOS, et al. Análise termogravimétrica em clones de eucalipto como subsídio para a produção de carvão vegetal. **CERNE** [online]. 2012, vol.18, n.1, pp. 143-151.

TRUGILHO, et al. Rendimentos e características do carvão vegetal em função da posição radial de amostragem em clones de *Eucalyptus*. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 2, p. 178-186, abr./jun. 2005.

TRUGILHO, P.F; SILVA, D.A. Influência da temperatura final de carbonização nas características físicas e químicas do carvão vegetal de jatobá (*Himenea courbaril* L.). **Scientia Agraria**. 2001.

TRUGILHO, P. F. **Aplicação de algumas técnicas multivariadas na avaliação da qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus***. 1995, 160f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1995.

VIEIRA, R.S. **Propriedades mecânicas da madeira de clones de *Eucalyptus* e do carvão**

produzidos entre 350°C e 900°C. 2009. 80p.
Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) –
Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

AGRADECIMENTOS

A CAPES E CNPQ pelo apoio ao projeto e a
FAPEMIG pelo apoio na difusão da pesquisa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE QUÍMICA DA MADEIRA DE DUAS PROCEDÊNCIAS DE *EUCALYPTUS CLOEZIANA* PARA FINS ENERGÉTICOS

Íngrid Luz Guimarães, Wigor Souza Faria, José Benedito Guimarães Júnior, Carlos Rogério Andrade, Fernando Jesus Nogara Lisboa
Universidade Federal de Goiás - CAJ
 ingridg_2507@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, a madeira é usada amplamente como fonte de energia. Existe certa tradição no emprego dos recursos naturais renováveis, em que a energia hidráulica, a lenha, o bagaço de cana e outras fontes primárias contribuem com cerca de 55% do total do consumo energético nacional. Nesse contexto, a lenha contribui com 9,0% do consumo total (BRASIL, 2000). O eucalipto é a cultura florestal mais utilizada para fins energéticos.

Grande parte das características físico-mecânicas da madeira são mais ou menos determinadas pela qualidade e proporção relativa dos diferentes componentes na sua estrutura (SILVA, 2010).

Os tecidos das madeiras são constituídos de muitos componentes químicos que estão distribuídos desuniformemente, como resultado da estrutura anatômica (TRUGILHO et al.). Segundo Panshin et al. (1970), citado por Balloni (2009) os componentes químicos da madeira podem ser compreendidos em dois grandes grupos: componentes de alta massa molecular que são a celulose, as hemiceluloses e a lignina, e os componentes de baixa massa molecular que são os extrativos e as cinzas.

A celulose é a principal responsável pela elevada resistência axial da madeira à tração. As hemiceluloses e a lignina ao servirem de agregadores das moléculas de celulose dão consistência à parede celular conferindo à madeira elasticidade e resistência à compressão (TSOUMIS, 1991).

O teor de extrativos tem um efeito profundo nas propriedades da madeira, por exemplo, a durabilidade natural da madeira está intimamente relacionada com a toxicidade dos extrativos nela existentes (SILVA, 2010).

Desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar as quantidades de constituintes químicos presentes na madeira de duas procedências de *Eucalyptus cloeziana* para fins tecnológicos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste estudo foram utilizadas árvores de 2 procedências de *Eucalyptus cloeziana*, que apresentavam a idade de 31 anos, sendo abatidas 4 árvores por procedência. Essas faziam parte do Programa de Introdução de Espécies e Procedências de Eucalipto no sul de Minas Gerais (IBDFPRODEPEF). O plantio foi instalado na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), hoje Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Para realização da análise química as cunhas foram transformadas em elementos menores, do tamanho de palito e, posteriormente, levadas para o moinho e transformadas em serragem. Esta foi separada em peneiras sobrepostas de 40 e 60 mesh, utilizando para análise somente a fração que ficou retida na peneira de 60 mesh. As amostras foram armazenadas em saco plástico e frasco. Elas foram então levadas para sala de climatização, com temperatura de 20°C e umidade de 65%.

Utilizando-se as normas técnicas ABNT (1998) e TAPPI (1994) foram determinados os seguintes componentes da madeira: teor de extrativos totais – NBR 7987 T204 om-88; teor de solúveis em água fria e quente – NBR 7988; teor de lignina – T222 om-88; teor de cinzas – T211 om-93; teor de holocelulose – por diferença. O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, utilizando-se o teste de média de Scott Knott à 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 mostra os valores médios, em porcentagem (%), da análise química das procedências de *Eucalyptus cloeziana*.

Tabela 1: Valores médios da análise química das procedências de Eucalyptus cloeziana.

Procedência	Extrativos totais	Lignina	Holocelulose	Cinzas
9785	10,54A	29,49A	59,97A	0,17A
97852	11,90A	29,83A	58,26A	0,26A
CV (%)	8,57	0,81	2,05	29,60

Não houve diferença estatística quanto aos valores dos componentes químicos apresentados pelas procedências. Para extrativos totais os valores ficaram acima daqueles observados por Trugilho et al. (2001). A presença de altos teores de extrativos é uma característica vantajosa para produção de energia devido ao elevado poder calorífico desses componentes (Guo et al., 2010; Telmo & Lousada, 2011).

Os valores de lignina observados neste trabalho ficaram próximos aos valores observados por Trugilho et al. (2001), trabalhando com clones de eucalipto para produção de energia. Eles concluíram que esses materiais genéticos apresentaram bom desempenho energético. Neste sentido as procedências analisadas tendem a apresentar grande potencial energético.

Bufalino et al. (2005) trabalhando com madeira de costaneira de cedro australiano, encontraram valores de holocelulose de 41,87%; concluindo que altos teores de holocelulose não são benéficos para o uso desta como energia. Neste sentido, os valores deste trabalho foram superiores aos referenciados por tais autores.

Os teores de cinzas de diversas espécies e clones de *Eucalyptus* variaram entre 0,15 e 0,83% nos trabalhos realizados por Neves et al. (2011), Protásio et al. (2011a) e Ferreira et al. (1997). Estes valores foram próximos aos observados nesta pesquisa.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Pode-se concluir que as procedências de eucalipto apresentaram características químicas similares. Do ponto de vista energético, de maneira geral, e levando em consideração as suas propriedades químicas, estes materiais genéticos apresentaram potencial para tal.

5. BIBLIOGRAFIA

BALLONI, C. J. V. Caracterização física e química da madeira de *Pinus elliottii*. **Monografia**. Trabalho de Graduação do Curso Engenharia Industrial Madeireira apresentado ao Campus Experimental de Itapeva – UNESP, 2009.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira**. 3ª Ed. 86 p. UFPR. Curitiba, 2005.

SILVA, M. E. C. M. da. Apontamentos de tecnologia dos produtos florestais. **Composição química da madeira**. UTAD. p 1-18, 2010.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. **Influência da idade nas características físico-químicas e anatômicas da madeira de *Eucalyptus saligna***. UFLA/DCF. Lavras.



PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE PAINÉIS COMPENSADO E LVL DE *Eucalyptus viminalis* LABILL COM DIFERENTES RESINAS

Anderson Pertuzzatti¹, Bruno Conte¹, André L. Missio¹, Priscila M. Baggio¹, Clóvis R. Haselein¹

¹Universidade Federal de Santa Maria

anderson.pertuzzatti@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente há grande disponibilidade de espécies florestais de rápido crescimento, que não apresentam qualidade necessária para fins específicos. Do mesmo modo, surgem soluções para o setor de construção civil, o qual a madeira já estava inserida como elemento estrutural e estético, que é a utilização de painéis estruturais de madeira compensada e *Laminated Veneer Lumber* (LVL).

Segundo Almeida et al. (2004), painéis compensados são compostos basicamente por um número ímpar de lâminas, que são coladas com alinhamento da grã em 90°. Já o LVL, segundo Muller (2009), é um material constituído de lâminas de pequena espessura, conhecido no Brasil como “painel de lâminas paralelas”. Neste contexto, o objetivo da pesquisa baseou-se em avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis compensado e LVL de *Eucalyptus viminalis* Labill utilizando-se diferentes resinas.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a fabricação dos painéis, foram utilizadas 80 lâminas com 0,32 x 50 x 50 cm, provenientes de três árvores de *E. viminalis*. Os adesivos utilizados foram tanino-formaldeído (TF) e ureia-formaldeído (UF). Cada tratamento foi constituído de quatro painéis com cinco lâminas cada, conforme a tabela 1.

Tabela 1: Delineamento experimental utilizado.

Trat.	Painel	Espécie	Resina
P1	Compensado	<i>E. viminalis</i>	UF
P2			TF
P3	LVL		UF
P4			TF

Em que: Trat = Tratamento; UF = Uréia-formaldeído; TF = Tanino-formaldeído.

A prensagem foi realizada com auxílio de uma prensa laboratorial marca OMECO[®], utilizando-se pressão de 14 kgf.cm⁻², temperatura de 140°C e gramatura do adesivo de 200 g.m⁻², por um período de 12 minutos. As propriedades físicas analisadas foram: massa específica aparente (ME_{12%}), teor de umidade de equilíbrio (TU), absorção de água (AA), inchamento em espessura (IE) e inchamento volumétrico (IV), conforme as normas da ASTM D1037 (ASTM, 2001). As propriedades mecânicas avaliadas foram módulo de elasticidade (MOE) e ruptura (MOR), conforme a norma ASTM D3043 (ASTM, 2001). Os dados foram avaliados pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ME_{12%} das lâminas, compensados e LVL foram de 0,77, 0,93 e 0,96 g.cm⁻³ respectivamente, não apresentando diferença significativa entre os painéis, em nível de 5% de probabilidade de erro. Nota-se que a ME_{12%} dos painéis compensados e LVL foram de 20,78 e 24,68% superior, as lâminas utilizadas. Muller (2009), utilizando lâminas de *Eucalyptus saligna*, verificou em média, um aumento de 10,54% da ME_{12%} dos painéis de LVL em relação às lâminas utilizadas. O mesmo autor também encontrou ME_{12%} de 0,90 g.cm⁻³, valor inferior aos encontrados no presente trabalho.

O TU encontrado nas lâminas foi 8,94% e dos painéis em torno de 9%. Bortoletto Junior (2003) estudando compensados a partir de lâminas de *Eucalyptus urophylla* encontrou TU de 9,48%, demonstrando à baixa higroscopicidade obtida nesse trabalho.

Os valores encontrados para AA, IE, IV, MOE e MOR, estão apresentados na tabela 2.



Tabela 2: Valores médios e teste de médias para AA, IE, IV, MOE e MOR dos painéis compensado e LVL.

Prop.	P1	P2	P3	P4
AA 2h	3,41 a	3,96 a	3,51 a	3,44 a
AA 24h	10,30 a	10,71	10,63a	9,04 a
IE 2h	0,99 a	0,89 a	0,89 a	0,92 a
IE 24h	5,22 a	4,30 a	4,28 a	3,21 a
IV 2h	1,38 a	1,20 a	1,39 a	1,09 a
IV 24h	5,99 a	4,79 a	7,08 a	5,52 a
MOE	17933 a	20132 a	33250 a	34927 a
MOR	122 ab	102,5 a	169,63 bc	182,5 c

Em que: AA = absorção em água (%); IE = inchamento em espessura (%); IV = inchamento volumétrico (%); MOE = módulo de elasticidade (MPa); MOR = módulo de ruptura (MPa); P1 = compensado com UF; P2 = compensado com TF; P3 = LVL com UF; P4 = LVL com TF, DP = desvio padrão. Médias seguidas pela mesma letra na linha não possuem diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro, de acordo com o teste de Tukey.

Pode-se observar (Tabela 2) que o fator painel (compensado e LVL) e o fator resina (ureia-formaldeído e tanino-formaldeído) não influenciaram significativamente na qualidade do material. Já Almeida et al. (2004) avaliando painéis compensado de *Eucalyptus urograndis* encontraram, AA média de 35% e IE média de 9,13%, resultados superiores em aproximadamente 70 e 40%, respectivamente, em relação as mesmas propriedades após imersão de 24h dos painéis compensado do presente estudo (P1 e P2).

Os valores médios do MOE não diferiram significativamente entre os tratamentos, mesmo havendo uma relativa diferença entre eles. Já para o MOR o melhor resultado foi encontrado para o painel P4 e P3, ambos os painéis LVL. Iwakiri et al. (2007) ao estudarem painéis compensado de *Eucalyptus grandis* com ME_{12%} média de 0,49 g.cm⁻² com parâmetros do processo de gramatura de 160 g.m⁻², pressão de prensagem de 15 kgf.cm⁻² e temperatura de 150°C por 10 min encontram valor médio do MOE e do MOR de 13116,5 e 85,7 MPa respectivamente, valores inferiores aos encontrados nesse estudo, para todos os painéis.

4. CONCLUSÕES

Todas as propriedades físicas testadas no estudo não foram influenciadas pelo tipo dos painéis e resinas. De acordo com os resultados da pesquisa, os painéis compensado e LVL de *Eucalyptus viminalis*, confeccionados a partir de diferentes composições de resinas, são aconselhados para uso estrutural, devido a excelentes resultados, tanto para propriedades físicas quanto para propriedades mecânicas.

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, R. R.; BORTOLETTO JÚNIOR, G.; JANKOWSKY, I. P. Produção de compensados a partir da madeira de clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Floresta e Ambiente**, São Carlos, v. 11, p. 14 - 24, 2004.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM D 1037. Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, Section 4 Construction, Volume 04.09 - Wood, 2001.

ASTM D 3043. Standard test methods for structural panels in flexure. **Annual Book of ASTM Standards**, Philadelphia, Section 4 Construction, Volume 04.09 - Wood, 2001.

BORTOLETTO JÚNIOR, G. Produção de compensados com 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação das suas propriedades físico-mecânicas e indicações para utilização. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p. 65-78, jun. 2003.

IWAKIRI, S.; KEINERT, S.; PRATA, J. G.; ROSSO, S. Produção de painel compensado estrutural de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, 2007.

MULLER, M. **Influência de diferentes combinações de lâminas de *Eucalyptus saligna* e *Pinus taeda* em painéis estruturais LVL**. 2009, 164 f, Dissertação (mestrado) – UFSM, Santa Maria.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DOS RENDIMENTOS VOLUMÉTRICO E GRAVIMÉTRICO DO CARVÃO VEGETAL PRODUZIDO A PARTIR DE *Miconia cinnamomifolia*, *Hyeronima alchorneoides* E *Eucalyptus benthamii*

Daniela Letícia Nones, Martha Andreia Brand, Adriel Furtado de Carvalho, Ana Carolina Battaglin
 UDESC
 dani_nones@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é considerada de grande relevância no estado de Santa Catarina. Dados do censo de 2006 indicam que esta prática corresponde a 87% dos estabelecimentos agropecuários catarinenses (IBGE, 2006).

Na região de Biguaçu (SC), a agricultura familiar utiliza como complementação de renda, a produção de carvão vegetal a partir de espécies da floresta ombrófila densa, porém não se conhece a qualidade deste produto (ULLER-GÓMEZ & GARTNER, 2008).

Grande parte das formações florestais onde os agricultores estão inseridos são florestas secundárias onde, segundo Schuch et. al (2008), a *Miconia cinnamomifolia* (De Candolle) Naudin, popularmente conhecida como jacatirão, é uma das principais espécies dominantes.

Outra espécie muito comum nas propriedades rurais do município de Biguaçu é a licurana (*Hyeronima alchorneoides* Allemão). Além de sua abundância, os agricultores relatam que o carvão produzido a partir desta espécie apresenta boa qualidade em comparação com as outras disponíveis para uso na região.

Em contrapartida, quando fala-se de espécies exóticas para a produção de carvão, o gênero *Eucalyptus* é o primeiro a ser citado. Santos (1987), afirma que o *Eucalyptus* é umas das melhores opções para a produção de carvão, em função da sua rusticidade, produtividade e características da madeira. Dentro deste gênero, o *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage tem se mostrado uma espécie potencial para o uso energético no sul do Brasil, especialmente para regiões de ocorrência de geadas severas. O *E. benthamii* caracteriza-se por ser uma espécie de alto poder silvicultural, resistente à geadas e com potencial de uso múltiplo (LIMA *et al.*, 2007).

Sendo assim, o objetivo deste estudo foi avaliar e comparar os rendimentos volumétrico e gravimétrico das espécies *Miconia cinnamomifolia*, *Hyeronima alchorneoides* e *Eucalyptus benthamii*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material proveniente das espécies *Miconia cinnamomifolia* e *Hyeronima alchorneoides* foi coletado na cidade de Biguaçu (SC). Já o material de *Eucalyptus benthamii* foi coletado em Palmeira (SC) e as árvores tinham 13 anos de idade.

O processo de carbonização do material foi realizado em laboratório. Para tanto, foram confeccionados, em média, 7 corpos de prova para cada espécie, com dimensões aproximadas de 2 x 2 x 2 cm. As amostras foram pesadas e medidas antes da carbonização. Posteriormente, os corpos de prova foram envolvidos com papel alumínio, identificados, e colocados em mufla, para carbonização, alcançando a temperatura máxima de 450°C, em um processo que demorou 6h32.

Após a carbonização e resfriamento, os corpos de prova foram pesados e medidos novamente, para a determinação do rendimento gravimétrico (RG) e volumétrico (RV) do carvão. O RG é a relação entre o peso final do carvão e o peso seco da madeira (pré-carbonização), expresso em porcentagem. Já o RV é a relação entre o peso final do carvão e o volume pré-carbonização, também expresso em porcentagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para teor de umidade inicial (TU inicial), RG, RV e teor de umidade final (TU final) do carvão obtido de *Miconia cinnamomifolia* (1), *Hyeronima alchorneoides*

(2) e *Eucalyptus benthamii* (3) estão descritos na tabela 1. TU inicial corresponde a umidade da madeira antes do processo de carbonização e o TU final é a umidade do carvão, após a carbonização e armazenamento.

Tabela 1: TU inicial, RG, RV e TU final do carvão obtido para as três espécies estudadas

Espécie	TU inicial (%)	RG (%)	RV (%)	TU final (%)
1	13	36	19	5,5
2	14	37	20	5,4
3	12	36	21	4,0

Os valores de RG e RV foram satisfatórios e estão de acordo com os encontrados na literatura. Lima *et al.* (2007) obteve um RG de 34,86% para idade de 6 anos e Pereira *et al.* (2000) obteve o valor de 34,30 para idade de 7 anos, ambos pesquisando *Eucalyptus* spp.

Chagas (2010), trabalhando com carbonização de *Eucalyptus* com diferentes teores de umidade no momento da carbonização, concluiu que o RG diminui com o aumento do TU inicial. Neste estudo, os valores de TU inicial são semelhantes, resultando em valores de RG e RV semelhantes também.

Os valores de TU final estão de acordo com a literatura. ROSA *et al.* (2012) para amostras de carvão vegetal de várias origens obteve TU final entre 4,17 e 5,57%. O Selo Premium, promulgado pela Resolução nº10 SAA, de 11 de julho de 2003, no Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2003) determina que a umidade do carvão vegetal deve estar abaixo de 5%. Apenas o carvão de *E. benthamii* se adequa a esta norma.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As três espécies possuem RG e RV altos e semelhantes entre si.

As três espécies terão bom desempenho no processo produtivo do carvão.

O carvão produzido a partir de *E. benthamii* possui o menor TU final, se adequando as normas de qualidade existentes para carvão.

5. BIBLIOGRAFIA

CHAGAS, L. Secagem natural da madeira no campo para produção de carvão vegetal. In: Forum Nacional sobre carvão vegetal, 2, 2010, Sete Lagoas, SIF, 2010.. Disponível em:

<http://www.sif.org.br/arquivos_internos/downloads/Leonardo+Chagas.pdf>. Acesso em: 13 dezembro. 2012.

IBGE. IBGE cidades: Biguaçu. Censo Agropecuário - 2006. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 12 setembro. 2012.

LIMA, E. A.; SILVA, H. D.; MAGALHÃES, W. L. E.; LAVORANTI, O. J. Caracterização individual de árvores de *Eucalyptus benthamii* para uso energético. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa**, Colombo, n. 35, 2007. 26p.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V.; SHIMIZU, J. Y. **Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 113p.

ROSA, R. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; ANDRADE, W. S. DE P.; MOULIN, J. C. Qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**. Vol. 3, N. 2: pp. 41-48, 2012.

SANTOS, Eurico. **Nossas madeiras**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1987. 313 p.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. **Resolução nº10 SAA**, de 11 de julho de 2003. São Paulo. 2003.

ULLER-GÓMEZ, C., GARTNER, C. **Um caminho para conhecer e transformar nossa comunidade**. Relatório final de pesquisa vinculada ao TOR 23/2006, Florianópolis: Epagri/MB2, 2008, 111p.

6. AGRADECIMENTOS

Agradecemos as instituições financiadoras do projeto: CNPq e a FAPESC; a Rede Sul Florestal, FATMA; as instituições de ensino e pesquisa: CAV/UEDESC, UFSC, UFPR, EPAGRI/Lages, ICMBIO/PR.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MÓDULO DE ELASTICIDADE DE COMPENSADOS DE *Eucalyptus grandis* W. HILL EX MAIDEN UTILIZANDO DIFERENTES FORMULAÇÕES DE ADESIVOS.

Daniela Silva Lilge¹, Clovis Roberto Haselein²

Universidade Federal do Pampa; Universidade Federal de Santa Maria

danielalilge@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, ainda é exercida pressão sobre as florestas nativas visando a produção de lâminas de madeira, principalmente na região amazônica. Porém, a sociedade tem buscado alternativas viáveis para a laminação. Desta forma, florestas de rápido crescimento começam a ser manejadas com essa finalidade. Madeiras dos gêneros *Eucalyptus* spp e *Pinus* spp apresentam grande potencial para suprir esta demanda em função de suas boas características e devido à disponibilidade de grandes áreas plantadas no Brasil.

Os painéis compensados de madeira podem ser produzidos com finalidade de uso geral, industrial, decorativo e estrutural, em função do tipo de adesivo e lâminas utilizadas na sua composição (SELLERS, 1985; TSOUMIS, 1991).

Os materiais extensores, utilizados na formulação dos adesivos, são substâncias com propriedades aderentes que adicionadas à resina reduzem a quantidade de adesivo necessário, podendo ser usados também para melhorar o seu desempenho. Os extensores mais usados são as proteínas (torta de soja, albumina de sangue) e os amiláceos (farinha de trigo).

Na produção de compensados de madeira de eucalipto, por ser uma prática recente no Brasil, o tipo e a quantidade desses aditivos ainda não estão bem definidos necessitando maiores estudos de maneira a obter o melhor desempenho a partir dessa espécie de madeira.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes formulações de adesivos à base de tanino-formaldeído, no módulo de elasticidade de painéis de madeira compensada de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden., submetidos ao teste de flexão estática perpendicular.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de avaliar os efeitos da quantidade de material extensor no desempenho dos adesivos à flexão, a quantidade desse material foi testada em três níveis diferentes (10,

15 e 20 partes/peso de farinha de trigo), gerando três tratamentos, com duas repetições cada.

As lâminas de *Eucalyptus grandis* foram fornecidas pela empresa Boise Cascade do Brasil, do município de Guaíba – RS. Após armazenamento em câmara climatizada (20°C e 65% de teor de umidade) até obtenção de umidade de equilíbrio, as lâminas, com aproximadamente 4 mm de espessura, foram esquadrejadas com aresta de 40 x 40cm e mantidas sob climatização.

A resina utilizada na colagem das lâminas foi a base de tanino-formaldeído, sendo o tanino obtido junto à empresa Seta S.A., de Estância Velha – RS.

A farinha de trigo (extensor), a formalina (solução a 37%) e a soda cáustica (4N) foram adquiridas no comércio local. Sendo que a primeira foi submetida a processo de peneiragem em peneira de 60 mesh.

Nas 24 horas antecedentes à manufatura das chapas, as lâminas de *Eucalyptus* foram submetidas à secagem em estufa de laboratório, à uma temperatura de 50° C, com o objetivo de assegurar um teor de umidade em torno de 5%.

Neste mesmo período o tanino foi submetido a processo de hidratação, garantindo assim sua melhor incorporação às formulações dos adesivos e evitando o surgimento de grumos durante a manufatura dos mesmos. As formulações utilizadas na preparação do adesivo seguem no Quadro 1.

Quadro 1: Formulações do adesivo utilizadas no experimento.

Formulação	Tratamentos		
	1	2	3
Tanino	100	100	100
Extensor	10	15	20
Soda cáustica	2	2	2
Formalina	25	25	25
Água	115	120	125

A resina utilizada na colagem das lâminas apresentou teor de sólidos de cerca de 50%, viscosidade de aproximadamente 600 cP e pH em torno de 8,00.

Os painéis, compostos de 3 lâminas, sofreram arranjo de forma que as lâminas das faces tiveram sua grã orientada a 90° em relação à grã da lâmina central. Em seguida as diferentes formulações de adesivos foram aplicadas com uma gramatura de 440 g/m² em linha dupla na chapa central. A prensagem foi realizada em uma prensa marca OMECO, acionada por pistão hidráulico com capacidade de 100 toneladas de aplicação de carga, e pratos com dimensões de 60 x 60 cm. A temperatura utilizada durante o processo de prensagem foi de 160° C, durante 8 minutos e sob pressão específica de 14 kgf/cm². Após o processo de prensagem as chapas foram resfriadas à temperatura ambiente durante 24 horas. Procedeu-se então, à extração dos corpos-de-prova destinados aos diferentes ensaios.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O módulo de elasticidade (MOE) foi determinado a partir de teste de flexão estática perpendicular (ASTM D-3043). Os resultados do comportamento do MOE ajustados pelo modelo, bem como os valores observados para estas mesmas variáveis constam na Figura 1. A equação ajustada, assim como seus parâmetros estatísticos encontram-se no Quadro 2.

Quadro 2: Equação ajustada para MOE, em função do grau de extensão, e seus parâmetros estatísticos.

Equação			
MOE = 17221,2 - 7,84863*(ext) ²			
Onde:			
MOE = módulo de elasticidade			
ext = partes/peso de extensor			
Parâmetros estatísticos			
F	P	R ² (%)	Syx (%)
5,37	0,0340	20,46	1767,66

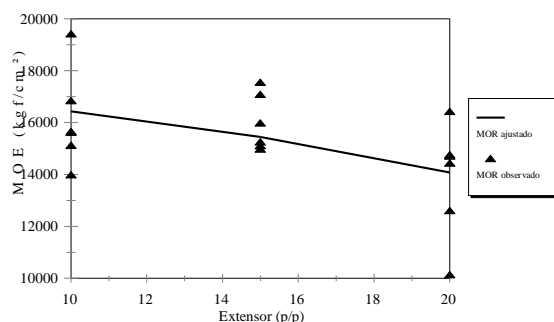


Figura 1: Módulo de elasticidade perpendicular em função do grau de extensão.

Observando a Figura 1, pode-se perceber que a quantidade de extensor influenciou o desempenho dos painéis no que se refere ao módulo de elasticidade. Quanto maior o grau de utilização de extensor, menores os valores de MOE.

Em seu estudo sobre produção de compensados com diferentes espécies de *Eucalyptus*, Bortoletto Júnior (2003) encontrou os seguintes valores para MOE na flexão perpendicular: MOE_{flexão perpendicular} de 55949 a 37510 kgf/cm². A diferença entre estes valores e os valores demonstrados neste estudo pode ser justificada pela quantidade de extensor utilizado nos dois experimentos. Enquanto Bortoletto Júnior (2003) utilizou formulação com cerca de 4,5 p/p de extensor, este experimento utilizou-se de quantidades maiores deste material (10, 15, 20 partes/peso). Isto pode vir a confirmar a tendência demonstrada por este estudo, ou seja, níveis maiores de material de enchimento e de extensor resultam em painéis com valores menores de módulos de elasticidade e vice-versa.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa pode-se concluir que:

- o aumento dos níveis de extensão influenciou negativamente o MOE na flexão estática perpendicular de painéis compensados de *Eucalyptus grandis*, colados com tanino-formaldeído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard methods of testing structural panels in flexure.** ASTM D-3043. Philladelphia, 1995.

BORTOLETTO JÚNIOR, G. Produção de compensados com 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação das suas propriedades físico-mecânicas e indicações para utilização. **Scientia Forestalis**, n. 63, p. 65-78, jun. 2003.

SELLERS JUNIOR, T. **Plywood and adhesive technology.** New York: Marcel Dekker, Inc, 1985. 661p.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties and utilization.** New York: Chapman & Hall, 1991. 494p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



NÍVEIS DE RUÍDO EMITIDOS POR SERRA FITA COM CARRO PORTA TORAS EM UMA SERRARIA DO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL – RS

Daniela Silva Lilge, Sabrina Finatto Machado, Amanda da Silva Nunes, Minéia Johann Scherer
Universidade Federal do Pampa; Centro Universitário Franciscano
 danielalilge@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O estudo de níveis de ruídos em ambientes de trabalho é de vital importância para a manutenção da saúde dos trabalhadores. A perda auditiva não gera somente um problema nas atividades de comunicação do trabalhador, mas afeta seus relacionamentos pessoais, além de seu trabalho (FIORINI, 2004). Dentro do ambiente profissional a perda auditiva pode ocasionar também acidentes de trabalho, já que um dos principais sentidos do trabalhador (audição) está afetado (FERREIRA JÚNIOR, 2000). Além de problemas práticos e de segurança, o ruído também pode ocasionar outros problemas de saúde nos funcionários de uma empresa, como por exemplo, hipertensão e insônia (SANTOS, 1994).

O objetivo desse trabalho foi desenvolver um estudo de caso, determinando e analisando os níveis de ruído de uma serra fita com carro porta toras em uma indústria de desdobro mecânico de madeira, no Município de São Gabriel.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Este estudo foi conduzido em uma Serraria, localizada no município de São Gabriel – RS. A referida empresa, fundada em 1978, é uma organização familiar e conta com o apoio de 11 colaboradores ao total, distribuídos em quatro setores. Desses, 5 funcionários são responsáveis pelo setor desdobro, 3 pelo beneficiamento da madeira serrada e criação de produtos específicos, 2 pela manutenção de equipamentos e compra de matéria prima, e um colaborador é responsável pela gerência da madeireira.

Para aferição dos níveis de ruído foi utilizado um decibelímetro digital portátil com função LEQ, modelo DEC-470, com escala de medição de 30 a 130 dB, precisão de $\pm 1,5$ dB e resolução de 0,1 dB.

Os níveis de pressão sonora foram determinados durante as atividades de desdobro da madeira, colocando-se o Medidor de Nível de Pressão

Sonora na zona auditiva do trabalhador, de acordo com os procedimentos técnicos recomendados pela Norma de Higiene Ocupacional NHO 01 (FUNDACENTRO, 2001). As medidas foram tomadas a cada minuto, com cinco repetições. Como a serra é utilizada de acordo com a demanda da empresa, não permanecendo em funcionamento durante as 8 horas da jornada de trabalho, foi determinada a pior situação no que tange os níveis de ruído no equipamento, e não a dose diária de ruído.

A serra fita, objeto deste estudo, é constituída de uma lâmina contínua de aço tensionada por dois volantes. Neste caso, como essa serra é utilizada no desdobro principal, possui um carrinho onde a tora é presa e levada de encontro à serra (Figura 1).



Figura 1: Serra fita com carro porta toras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas aferições dos níveis de ruído da serra fita com carro porta toras são apresentados no Quadro 1:

Quadro 1: Níveis de ruído emitidos pela serra fita com carro porta toras.

Serra fita com carro porta toras	
Medida	Decibéis
1	88,4
2	88,8
3	89
4	88,4
5	87,5
Média	88,42

Na média das observações a serra fita com carro porta toras emitiu 88,42 decibéis, o que está acima do recomendado pela NR 15 (MANUAL DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 2007) para exposições com 8 horas de duração.

A empresa fornece aos funcionários protetores auditivos do tipo concha, fabricado com material rígido, revestido com colchão circular de espuma que deve ser acomodado cobrindo completamente a orelha.

Segundo Gerges (2000), a atenuação que esse tipo de protetor oferece está relacionada parcialmente com a pressão que ele exerce sobre os dois lados da cabeça. Por outro lado, a distribuição dessa pressão também determina o conforto oferecido pelo protetor auricular. Uma das grandes vantagens desse tipo de EPI é seu maior nível de proteção se comparado com os protetores de inserção. Além disso, são de adaptação fácil aos diversos tipos de ouvidos, são fáceis de colocar e retirar de forma correta e são higiênicos, sendo de uso recomendado em áreas não limpas, o que em geral é o caso das serrarias.

Utilizando-se das informações do Certificado de Aprovação nº CA 13951 (MTE, 2012) do EPI fornecido e da equação para o cálculo do nível de redução de ruído com uso do protetor auricular (GERGES, 2000), temos:

$$NPS_c(\text{dBA}) = NPS_s(\text{dBA}) - NRR_{sf}$$

Onde:

$NPS_c(\text{dBA})$: nível de pressão sonora protegido

$NPS_s(\text{dBA})$: nível de ruído tomado nas observações

NRR_{sf} : nível de redução de ruído do EPI

Aplicando-se à esta equação a média dos níveis de ruído aferidos e o coeficiente de atenuação (14 dB) oferecido pelo EPI temos como resultado um nível de pressão sonora de 74,42 dB com o uso do protetor auricular.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A partir das aferições dos níveis de ruído da serra com carro porta toras foi possível observar a emissão de ruído acima do recomendado pela NR 15 (MANUAL DE LEGISLAÇÃO ATLAS, 2007), caracterizando a operação dessa máquina como insalubre em grau médio.

O uso do protetor auricular descaracteriza a condição de insalubridade, já que promove atenuação dos níveis de ruído abaixo dos 85 dB determinados pela norma.

No que se refere à aceitação de uso do EPI por parte dos funcionários, a Serraria não enfrenta problemas. Segundo a proprietária da empresa a conscientização foi realizada com o passar do tempo e atualmente não há mais resistência dos funcionários em utilizar os Equipamentos de Proteção Individual.

BIBLIOGRAFIA

FERREIRA JÚNIOR, M. Perda auditiva induzida pelo ruído. In: FERREIRA JÚNIOR., M. (Ed.). **Saúde no trabalho**. São Paulo: Roca, 2000. p. 262-285.

FIORINI, A. C. Audição: impacto ambiental e ocupacional. In: FERREIRA, L. P.; BERFILOPES, D. M.; LIMONGI, S. C. O. (Org.). **Tratado de fonoaudiologia**. São Paulo: Roca, 2004. p. 631-642.

FUNDACENTRO. **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído: Norma de Higiene Ocupacional NHO1 – Procedimento técnico**. São Paulo, 2001. 40 p.

GERGES, S.N.Y. **Ruído: fundamentos e controle**. 2 ed. Florianópolis: NR Editora, 2000. 696 p.

MANUAL DE LEGISLAÇÃO ATLAS. **Segurança e Medicina do Trabalho**. 61º ed. São Paulo: Atlas, 2007. 764 p.

MTE. MINISTÉRIO DO TRABALHO E DO EMPREGO. **Certificado de Aprovação 13951**. Disponível em: <http://portal.mte.gov.br/seg_sau/equipamentos-de-protecao-individual-epi.htm>. Acesso em: 15 set 2012.

SANTOS, U.P (Org). **Ruído: riscos e prevenção**. São Paulo: Hucitec, 1994. 157 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE *Eucalyptus grandis* HILL EX MAIDEN EM FUNÇÃO DA ALTURA COMERCIAL

Lenon Augusto Simon. Huller, Joel Telles de Souza, Clovis Roberto Haselein, Walmir Menezes de Menezes, Michele Santos dos Santos
Universidade Federal de Santa Maria - RS
 (lenonsimon@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material orgânico, de estrutura complexa e heterogênea, que aumenta e diminui as suas dimensões de acordo com a umidade do ambiente. Ao se estudar a madeira, as propriedades físicas encontram-se entre as mais investigadas, dando-se destaque para umidade, higroscopicidade, densidade e anisotropia de contração. A busca por tais informações tecnológicas se deve a dois motivos principais: a) fácil determinação, com a utilização de instrumentos e equações simples; b) são bons índices de qualidade da madeira.

A densidade, de forma particular, é a propriedade mais estudada, porque se correlaciona com a umidade, movimentação dimensional, resistência mecânica, propriedades térmicas, elétricas e acústicas, servindo como bom indicador da utilização da madeira.

A densidade da madeira varia dentro do tronco de uma mesma árvore, entre árvores de uma mesma espécie e entre espécies. As principais variações dentro de uma mesma árvore ocorrem nos sentidos base-topo e medula-casca (TSOUMIS, 1991). A densidade pode variar mais de 10 vezes entre espécies e cerca de duas vezes dentro de uma mesma espécie.

O presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a densidade básica da madeira da espécie de *Eucalyptus grandis* provenientes de plantios com 21 anos de idade, localizados na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As árvores de *Eucalyptus grandis* foram selecionadas de um povoamento de 21 anos de idade, dentro da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), ao lado do Jardim Botânico, sendo escolhidas ao acaso duas árvores por espécie. Destas árvores, foram retirados discos

em cinco posições (DAP, 25, 50, 75 e 100%) da altura comercial com 2,5 cm de espessura. Para cada disco foram retiradas duas cunhas, conforme mostra fig. 1 para posterior ensaio de densidade básica.

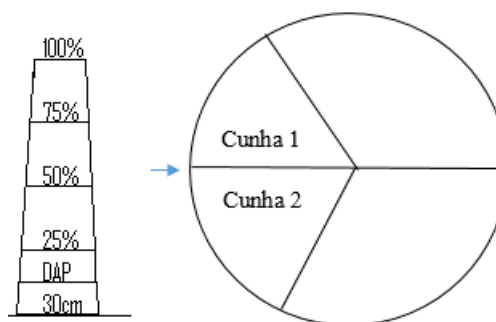


Fig. 1: Altura dos discos e disposição da cunhas por disco. (Fonte: autor, 2013).

Para o cálculo da densidade básica foi obtido o volume saturado pelo método da balança hidrostática, e o peso seco em estufa a 105°C, conforme a norma NBR 11941 (2003), porém com alteração para utilização de cunhas, como descrito por Vital (1984). O cálculo consistiu da razão entre o peso seco em estufa e o volume saturado, conforme a Equação: $\rho_b = P_o / V_u$

Onde: ρ_b = densidade básica, g/cm³; P_o = peso seco em estufa (105°C), g; V_u = volume saturado, cm³.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os Valores encontrados para densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* em relação a altura comercial das toras, encontram-se na figura 2.

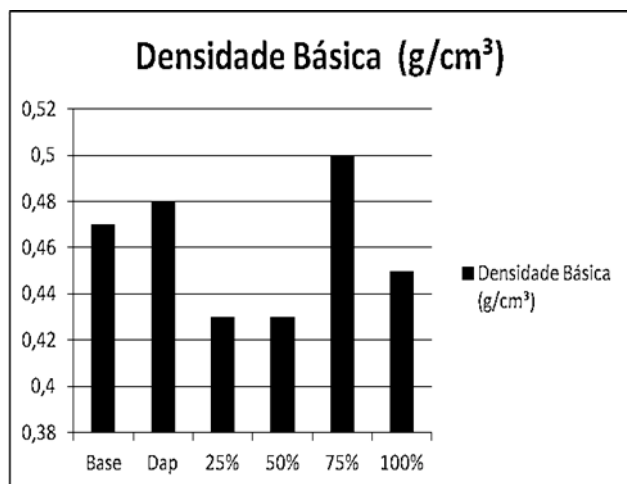


Fig. 2: Variação da Densidade Básica de *Eucalyptus grandis* em relação a altura comercial

Como pode ser observado na tabela acima, a densidade básica teve uma variação axial que obteve seu menor valor nas alturas comerciais 25% (6,2 m) e 50% (12,3m), e maior valor observado a 75% (18,2m) da altura comercial.

A densidade básica média da madeira de *Eucalyptus grandis* aos 21 anos de idade, foi de 0,46 g/cm³. Segundo a classificação de Carvalho (1996) as madeiras com massa específicas entre 0,40 a 0,49 g/cm³ são consideradas como leves.

Vários autores afirmaram que quanto maior o crescimento em diâmetro, menor é a densidade básica, que não se aplica como regra para eucalipto (Souza et al. 1986).

Segundo Goulart et al. (2003) a densidade de *Eucalyptus grandis* foi influenciada pelas diferentes posições axiais da árvore, sendo os maiores valores encontrados na base a 75% da altura de corte.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A média encontrada para a densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* proveniente da região central do Rio Grande do Sul foi de 0,46 g/cm³;

O valor de densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* permite classificar sua madeira como leve, portanto de baixa resistência mecânica, não sendo indicados para construção civil, pisos, utensílios de esporte, cabos de ferramentas e demais objetos que exijam resistência a grandes esforços.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11941 – Madeira – Determinação da densidade básica. São Paulo, 6 p, 2003.

CARVALHO, A. “Madeiras Portuguesas – Estrutura Anatômica, Propriedades, Utilizações”. Instituto Florestal, Vol. 1, 340 p, 1996.

GOULART, M.; HASELEIN, C. R.; HOPPE, J. M.; FARIAS, J. A.; PAULESKI, D. T. Massa específica básica e massa seca de madeira de *eucalyptus grandis* sob o efeito do espaçamento de plantio e da posição axial no tronco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 2, p. 167-175, 2003.

SOUZA, V.R.; CARPIM, M.A.; BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posição em árvores de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v.3, p. 63-72, 1986.

TSOUMIS, G. T. Science and technology of wood: structure, properties, utilization. **New York: Chapman & Hall**, 1991.

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa: **SIF/UFV**, 1984. 21p.

AGRADECIMENTOS

A Pró – Reitoria de assuntos estudantis pela concessão da bolsa, e aos colegas e professores do laboratório de produtos florestais pelos auxílios no desenvolvimento do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



SINCRONIZAÇÃO E OBTENÇÃO DAS SÉRIES DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ÁRVORES DE *Hovenia dulcis* THUNBERG.

Willberg Nascimento Souza, Letícia Maria Alves Ramos, Leonardo Davi S.A. Baptista da Silva
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 (willitabuna@hotmail.com.br)

1. INTRODUÇÃO

A dendrocronologia estuda a datação e a reconstrução de eventos como clima, incêndios florestais, atividades vulcânicas, entre outros, a partir das características dos anéis de crescimento (FRITTS, 1976).

Através de estudos observou-se que anéis de crescimento podem apresentar mesmo padrão de espessura para diferentes árvores de uma mesma espécie, o qual possibilita realizar o “cross-dating” conhecido como datação cruzada, ou seja, a verificação dessas coincidências, entre diferentes árvores e povoamentos (ROBINSON, 1989).

No Brasil, o crescimento da *Hovenia dulcis* pode atingir 30 m³/ha/ano, sua madeira é moderadamente pesada (0,50 a 0,72 g/cm³), possui uma trabalhabilidade boa dando superfícies lisas e brilhantes, podendo ser empregada em obras de marcenaria, carpintaria, vigas, caibros, forro, assoalho e para lenha é considerada de boa qualidade queimando mesmo verde (STILLNER et al., 1983). A partir da contagem e mensuração da largura dos anéis de crescimento é possível determinar a velocidade de crescimento de uma determinada espécie, dessa forma obtendo informação adequada ao manejo, estimando a idade adequada para abate, assim como avaliar a qualidade da madeira, sendo que para tal, é necessário utilizar métodos e técnicas que possibilitem a datação de uma árvore (WORBES, 1995).

O objetivo deste trabalho foi obter a sincronização das séries dos anéis de crescimento de 8 árvores de *Hovenia dulcis* através da utilização de software.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Um total de 8 árvores foram escolhidas aleatoriamente dentro de uma população no interior do Parque Nacional do Iguaçu - PR situada nas coordenadas 25°41'09"S e 54°26'18"W, onde foram retiradas 4 amostras radiais de 5mm de diâmetro de cada árvores (Figura 1), no sentido casca-medula de cada indivíduo totalizando 32 amostras com o auxílio do trado de incremento conhecido como Sonda de Pressler.



Figura 1. Amostra radial do lenho de *Hovenia dulcis* através da utilização da sonda de Pressler.

Para a realização do trabalho a sincronização dos valores radiais obtidos da largura dos anéis de crescimento (séries) procedeu-se através da aplicação do software COFECHA. Durante esta etapa uma função de remoção das tendências de crescimento das árvores foi ajustada onde o valor de cada série foi dividido por seu valor correspondente. Consequentemente foi gerado o valor da correlação de Pearson (resultado da média das séries de anéis de crescimento individuais) que existe entre cada série de largura de anel e a série “máster” pelo COFECHA através da comparação entre as séries residuais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sincronização final das análises dos valores de correlação atingiu o valor crítico de significância (Pearson 99%) com nível de confiança 0,3281. Uma série cronológica final (“máster”) expressa pelos valores de intercorrelação altamente representativa em relação ao nível crítico de significância foi gerada como resultado do controle de qualidade das séries (Tabela 1).

Tabela 1. Qualidade da sincronização entre as séries cronológicas dos anéis de crescimento do lenho de árvores de *Hovenia dulcis*

Espécies	nº de amostras	Idade da série
<i>Hovenia dulcis</i>	8	65 anos
Intercorrelação das séries	Correlação crítica	
0.736	0.3281	

Através do ajuste de uma curva polinomial de baixa frequência, seguido da divisão do valor da largura dos anéis de crescimento pela curva ajustada, a remoção das tendências das séries dos anéis de crescimento e sua padronização foram realizadas. O software ARSTAN calcula as correlações (Pearson) entre as séries individuais em relação à série “master” a qual representa as séries que a compõe (Figura 2 A e B). Os dados da largura dos anéis são ajustados através de uma curva de regressão sendo posteriormente estimada a tendência de crescimento para o conjunto de árvores na forma de índices (HOLMES et al., 1986).

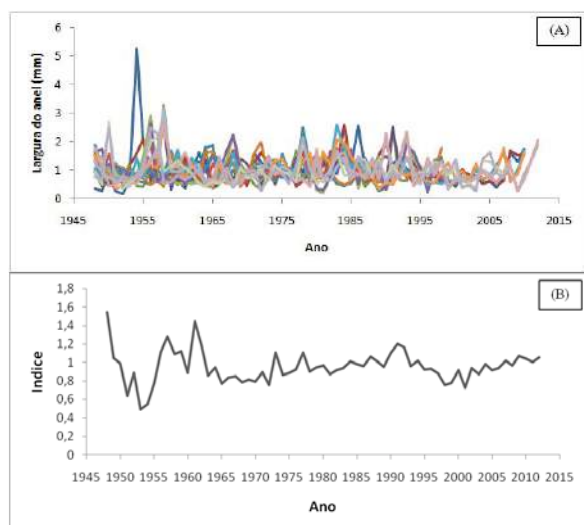


Figura 2. Sincronização dos anéis de crescimento das amostras do lenho de árvores de *Hovenia dulcis*. (A) Séries cronológicas e (B) Série padronizada dos anéis de crescimento.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A partir dos resultados obtidos é possível concluir que em relação a redes de cronologias mais extensas, a espécie *Hovenia dulcis* possui bom potencial.

A partir das variáveis (i) incremento diametral médio anual (IDMA) e incremento diametral acumulado (IDA), será realizado o estudo do crescimento em diâmetro através da sincronização dos valores de largura dos anéis de crescimento anuais.

5. BIBLIOGRAFIA

FRITTS, H.C. Tree rings and climate. New York: Academic Press, 1976. 567 p.

HOLMES, R.L.; ADAMS, R.K.; FRITTS, H.C. Quality control of crossdating and measuring: a user's manual for program COFECHA. In: Tree-ring chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Tucson: Arizona University, 1986. P. 15-35.

ROBINSON, W.J. Dendrochronology in Western North America: the Early years. In: COOK, E., KAIRIUSKSTIS, L. Methods of Dendrochronology: applications in the environmental sciences Dordrecht: Kluwer Academic, 1989, p. 1-8.

STILLNER, F.J.; AMARAL, H.R.B.; PEDROSO, O.; TREVISAN, R. Estudo sobre a madeira da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunb.). Roessleria, Porto Alegre, v.5, n.2, p.361-370, 1983.

WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review IAWA Journal, National Herbarium Nederland, Leiden, v. 16, n. 4, p. 337-351, 1995.

AGRADECIMENTOS

A equipe do Laboratório de dendrocronologia – DPF/IF – UFRRJ. CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DA PRECIPITAÇÃO NA FORMAÇÃO DOS ANÉIS DE CRESCIMENTO DE ÁRVORES DE *Hovenia dulcis* THUNBERG.

Willberg Nascimento Souza, Letícia Maria Alves Ramos, Leonardo Davi S.A. Baptista da Silva
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 (willitabuna@hotmail.com.br)

1. INTRODUÇÃO

A fenologia das árvores das florestas tropicais e demais processos morfo-fisiológicos assim como o seu ritmo de crescimento em altura e diâmetro do tronco interagem com as condições ecológicas do sítio em que ocorrem. Um importante efeito indutor da dormência e da ativação das células da camada cambial do tronco das árvores é desempenhado devido à sazonalidade da ocorrência das variáveis climáticas, como a precipitação e a temperatura (SALISBURY; ROSS, 1994). Para Roig et al. (2005), os processos fisiológicos das árvores, crescimento e formação dos anéis de crescimento podem ser afetados pelo gradiente de precipitação anual e sazonal.

Por apresentar tolerância a geadas e multiplicidade de usos, esta espécie tornou-se importante para a região Sul, onde é recomendada para arborização, cerca-viva, serraria e para produção de energia. A árvore possui tronco reto e cilíndrico, é caducifólia e no Sul do Brasil pode atingir 25m de altura e 50cm de (DAP) diâmetro acima do peito (CARVALHO, 1994).

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da precipitação na formação dos anéis de crescimento de árvores de *Hovenia dulcis*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Um total de 12 árvores foi escolhido aleatoriamente dentro de uma população no interior do Parque Nacional do Iguaçu - PR situada nas coordenadas 25°41'09"S e 54°26'18"W, onde foram retiradas 4 amostras radiais de 5mm de diâmetro de cada árvores (Figura 1), no sentido casca-medula de cada indivíduo totalizando 48 amostras com o auxílio do trado de incremento conhecido como Sonda de Pressler.



Figura 1. Amostra radial do lenho de *Hovenia dulcis* através da utilização da sonda de Pressler.

Após o preparo do material em laboratório e de posse dos dados de precipitação dos últimos 48 ano (1964 – 2012) do local de estudo, foi gerado a correlação entre as séries cronológicas (índices) de largura dos anéis de crescimento das árvores obtidas com o software ARSTAN, expressando a relação entre o crescimento das árvores e o clima do local. Os valores mensais de precipitação foram correlacionados através do uso do Excel com as cronologias (índices) de anéis de crescimento das 12 árvores de *Hovenia dulcis*. O ARSTAN é responsável por produzir a cronologia das medições de anéis de crescimento por normalização das séries através de uma estimação robusta da função do valor médio para remover efeitos das perturbações endógenas através de uma curva de regressão que posteriormente estima a tendência de crescimento para o conjunto de árvores na forma de índices (HOLMES et al., 1986).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação mensal histórica em relação à área de estudo, mostrou grande variação (232 mm em outubro e 86 mm em julho) conforme mostra (Figura 1).

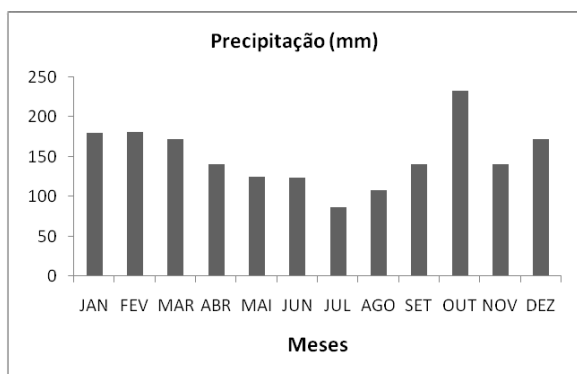


Figura 1 – Variação da precipitação mensal histórica da área de estudo

Analisando o parâmetro climático precipitação (Figura 2), observam-se correlações positivas relacionadas ao crescimento do tronco da árvore de *Hovenia dulcis* para os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Esta correlação mostra que precipitações altas durante esses meses compreendem em maior incremento em diâmetro do tronco possivelmente pela resposta da maior disponibilidade hídrica após o mês mais chuvoso, outubro (média de 232mm), sendo o acúmulo de água no final da estação chuvosa do mês de outubro limitante para o crescimento das árvores de *Hovenia dulcis* gerando uma maior absorção pelas raízes viabilizando como resultado final uma maior taxa de crescimento do tronco.

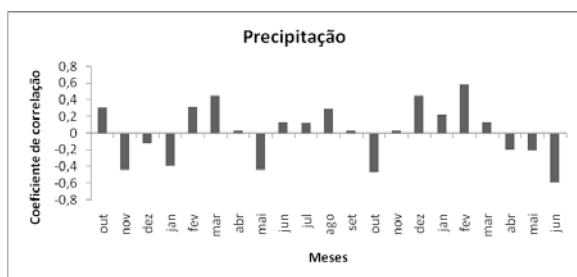


Figura 2 – Correlação das séries de índices de largura de anéis de crescimento do lenho de *Hovenia dulcis* com precipitação mensal acumulada

Longos períodos de crescimento podem ocorrer devido a chuvas no final da estação seca/início da chuvosa através da reativação da atividade cambial, alterando significativamente o crescimento anual total (PRIYA e BHAT, 1999). Foz do Iguaçu, possui uma estação seca durante o período do inverno (junho, julho e agosto) onde a temperatura mínima pode chegar em média a 13°C, com níveis de precipitações médias não ultrapassando 123mm. A espécie *Hovenia dulcis* é caducifólia, ocorrendo queda de suas folhas desde abril até o final de agosto (INSTITUTO HÓRUS, 2007). Durante este

mesmo período, a maioria das árvores reduz sua atividade cambial podendo até mesmo cessar durante a estação de inverno, formando consequentemente anéis de crescimento anuais.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Um dos principais fatores de indução da sazonalidade dos eventos fenológicos e da atividade cambial com consequente formação de anel de crescimento da árvore de *Hovenia dulcis* são as condições climáticas da cidade de Foz do Iguaçu, que possui invernos secos com déficit hídrico e verões quentes com excesso de água no solo.

5. BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, P.E.P. Ecologia, silvicultura e usos da Uva-do-Japão. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1994. 24p. (Circular Técnica, 23).

HOLMES, R.L.; ADAMS, R.K.; FRITTS, H.C. Quality control of crossdating and measuring: a user's manual for program COFECHA. In: Tree-ring chronologies of Western North America: California, eastern Oregon and northern Great Basin. Tucson: Arizona University, 1986. P. 15-35.

INSTITUTO HÓRUS. Uva-do-Japão (*Hovenia dulcis* Trumb.) 2007. Disponível em: <<http://www.institutohorus.org.br>> Acesso em: 04 jul 2013.

PRIYA, P.B; BHAT, K.M. Influence of rainfall, irrigation and age on the growth periodicity and wood structure in teak (*Tectona grandis*). IAWA Journal, cidade, v.20, p. 181-192, 1999.

ROIG, F.A., J.J. Jimenez Osorio, J.V. Diaz, B. Luckman, H. Tiessen, A. Medina & E.J. Noellemyer. 2005. Anatomy of growth rings at the Yucatán Peninsula. Dendrochronologia 22: 187-193.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. Fisiologia vegetal. Nápoles: Grupo Editorial Iberoamérica, 1994. 159 p.

AGRADECIMENTOS

A equipe do Laboratório de dendrocronologia – DPF/IF – UFRRJ. CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA *Eucalyptus Camaldulensis*, TRATADO E NÃO TRATADO COM PRESERVATIVOS

Wigor Souza Faria¹, José Benedito Guimarães Junior³, Fernando Jesus Nogara Lisboa²,
Ingrid Luz Guimarães², Carlos Rogério Andrade³.

Universidade Federal de Goiás-UFG

wigorsf@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira pode ser definida em ordem de importância como um material anisotrópico, higroscópico, biológico, heterogêneo e complexo. E devido a sua ampla utilização industrial a sua procura está cada vez maior. E para suprir essa demanda, vem aumentando os cultivos de florestas plantadas. Segundo a (BRACELPA, 2009) a área de eucalipto plantada corresponde a 81,6% do total de florestas plantadas.

A atividade de base florestal divide-se em vários segmentos, como: celulose e papel, carvão vegetal para siderurgia, móveis, madeira serrada, painéis reconstituídos, entre outros. Estas aplicações da madeira são extremamente influenciadas pelas suas características tecnológicas básicas, tais como: umidade; retratibilidade; densidade básica; estrutura anatômica e composição química.

Considera-se o *Eucalyptus camaldulensis* uma das espécies mais adequadas para zonas críticas de reflorestamento, onde as deficiências hídricas e problemas ligados ao solo sejam fatores limitantes para as outras espécies (IPEF).

O centro-oeste Goiano ainda não se destaca no cultivo florestal, devido a grande expansão agrícola da região. Mas possui um grande potencial para o estabelecimento de florestas plantadas, sobre tudo, devido a sua posição geográfica no centro do país, que facilita a logística de escoamento da produção para os grandes centros consumidores (EMBRAPA, 2012).

E uma das técnicas utilizadas para garantir resistência e uma maior durabilidade do material é o tratamento da madeira, que consiste em processos industriais e processos práticos (GALVÃO et al. 2004; MAGALHÃES & PEREIRA, 2003). Possibilitando resolver o sério problema da falta de madeiras duráveis nas

propriedades agrícolas. Dessa forma, a madeira de eucalipto pode ser utilizada na construção civil, como, mourões, palanques e postes sem o inconveniente de substituições e reparos frequentes, envolvendo mão-de-obra cada vez mais cara e difícil (EMBRAPA, 2004).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi comparar as características físicas da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* com tratamento e sem tratamento, proveniente do centro-oeste Goiano.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram utilizados espécie de *Eucalyptus camaldulensis* com idade de 36 meses. Sendo utilizadas 3 árvores para cada tratamento avaliado. Este material foi cedido pela empresa Jataí Agroflorestal. A madeira foi oriunda da cidade de Serranópolis, sudoeste do estado de Goiás. Utilizou-se madeira tratadas com CCA (cromo, cobre e arsênio) e não tratadas.

Os toretes foram retirados na parte basal de cada árvore, totalizando 16 toretes para cada tratamento.

As amostras para avaliação das propriedades de densidade básica e retratibilidade da madeira, foram retiradas do pranchão central, apresentando as seguintes dimensões: 2,5 x 2,5 x 5,0 cm, para a realização de todos ensaios pretendidos.

A densidade básica da madeira foi determinada de acordo com o método de imersão, segundo a norma NBR 11941 (ABNT, 2003). A retratibilidade foi realizada atendendo as prescrições da NBR 7190/97 (ABNT 1997). A análise comparativa entre as médias foi realizada por meio do teste de Scott-Knott a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados de densidade básica, retratibilidade volumétrica e

linear e o coeficiente anisotrópico da madeira de *Eucalyptus Camaldulensis*.

Tabela 1: Densidade básica e valores médios da variação dimensional da madeira de *Eucalyptus Camaldulensis*.

Tratamento	Dens. Básica (g/cm ³)	Contração(%)			Fator Anisotrópico
		Volumétrica	Tg	Rd	
Tratado	0,68B	15,85B	8,60B	6,51B	1,34A
Não Tratado	0,53A	12,08A	7,27A	4,41A	1,70B
CV (%)	4,26	14,65	14,09	18,31	19,9

Observa-se que houve diferença estatística significativa à nível de 5% de significância entre as médias. Em relação a densidade básica do material tratado apresentou maior valor, com 0,68 g/cm³. Já para o não tratado apresentou valor inferior de densidade, sendo este de 0,53 g/cm³. De acordo com a classificação do Instituto de Pesquisa Tecnológica - IPT (1985), a madeira apresentou valor de densidade básica considerada média.

A Retratabilidade volumétrica do material tratado foi superior ao material não tratado, sendo 15,85% e 12,08%, respectivamente. Esses resultados ficaram próximos dos obtidos por Batista et al (2010), que trabalhando com clones de *Eucalyptus* obteve valores entre 14,10 e 18,71%. A contração tangencial e radial do material tratado foi de 8,60 e 6,51% e para o material não tratado obteve 7,27 e 4,41%, respectivamente, resultando em uma maior retratabilidade tangencial e radial do material tratado. Valores que estão próximos dos encontrados por Trugilho et al., (2002) para a madeira de *Eucalyptus spp*, obtiveram valores médios de 9,8% para a contração tangencial e 6,4% para contração radial.

Já o coeficiente anisotrópico que é razão entre a contração tangencial com a radial, observa-se que para o material tratado o valor de 1,34 e para o não tratado 1,70. De acordo com Oliveira (1988), este coeficiente é um importante índice de estudo das retrações, uma vez que quanto mais elevado for, maior será a probabilidade de formação de fendas e empenamentos na madeira. De acordo com Durlo e Marchiori (1992) os critérios de classificação da madeira quanto ao fator anisotrópico para aplicabilidade na construção civil, são: 1,2 a 1,5 – considerado excelente; 1,5 a 2,0 - normal; e acima de 2,0 - como ruim. E com base nestes autores, as madeiras de *Eucalyptus camaldulensis*, tanto tratada quanto não tratada com solução preservativa, mostraram aptidão a serem empregadas na construção civil.

4. CONCLUSÃO

Pelos resultados apresentados, os materiais obtiveram densidade básica considerada como média. O coeficiente de retratabilidade volumétrica do material tratado foi superior ao material não tratado. O mesmo aconteceu com a contração tangencial e radial do material tratado.

Em relação ao coeficiente anisotrópico, o material tratado obteve valor menor, próximo de 1, sendo este mais homogêneo e havendo a menor probabilidade de formação de fendas e empenamentos. Conclui-se que o tratamento da madeira em espécie de *Eucalyptus camaldulensis* o torna superior, com um grande potencial para serem utilizadas na construção civil.

5. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

MEDEIROS, B. L. M. A.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; GUIMARÃES NETO, R. M.; ALVES, A. R.; RIBEIRO, M. X. **Avaliação das propriedades da madeira de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis* cultivadas no Piauí.**

BALLONI, C. J. V. **Caracterização física e química da madeira de *Pinus elliottii*.** Universidade estadual paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Itapeva-SP, 2009.

MARTINS, M. **Ensaios de simulação de uso em pisos de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, *Eucalyptus microcorys* F. Muell e *Corymbia maculata* Hook.** 2008. 57 p. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia da Madeira)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

OLIVEIRA, J. T. S.; SILVA, J. C. **Variação radial da retratabilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. R.** *Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.3, p.381-385, 2003.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CHARACTERISTICS OF BAMBOO BIOMASS FOR THE PULP PRODUCTION

Eraldo A. Bonfatti Júnior, Camila Sarto, Francides Gomes da Silva Júnior, Joaquim C. Gonçalves
 Laboratory of Chemistry, Pulp and Energy – Department of Forest Sciences – University of São Paulo,
 Department of Forest Engineering – University of Brasília
 ejr@usp.br

1. INTRODUCTION

Brazil is one of the largest producers of pulp, having a total planted forest area of 6,516,000 ha (2011), where 25.2% corresponds of *Pinus* spp (ABRAF, 2012). For long fiber pulp production, *Pinus taeda* L. is the most cultivated species in Brazil (BRACELPA, 2013).

According to the Statistical Report 2011/2012 of BRACELPA, in 2011, the Brazilian pulp industry produced a total of 1,513,000 tons of long fiber pulp, which represents 10.8% of total production in the country. Of this total, 5.5% corresponds to bleached pulp and 94.5% corresponds to unbleached pulp. The same report shows that this production is insufficient to domestic demand, which led Brazil to import 390,000 tons of long fiber pulp in 2011.

Paper packaging must be manufactured from long fiber pulp, or at least most of this pulp, because of the greatest resistance required for this type of paper (VASCONCELOS, 2005).

Bamboo is already known as raw material for the pulp production, bamboo fiber is narrower than *Eucalyptus* spp fibers and as long as the *Pinus* spp tracheid, this provides a perfect entanglement giving great resistance to manufactured products and can be placed on the market as a substitute of pines' pulp (FERNANDÉZ, 2010).

The knowledge of the technological characteristics of biomass is important to determine its quality, seeking its proper application (VIVIAN et al., 2012).

According to Oliveira (1990) the physical, chemical and anatomical characteristics are good parameters to evaluate the biomass quality, indicating the best end use and guide breeding programs.

This study investigated and compared the biomass quality of *Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C. Welndl. from two localities in Brazil, Campinas city in São Paulo state and Coelho Neto city in Maranhão state, for the pulp production.

2. MATERIAL AND METHODS

In this study was used culms of *B. vulgaris* from two different plantations: 1. Collection of the Campinas Agronomic Institute, located in Campinas city, São Paulo state (22° 53' 31" S, 47° 03' 51" W); 2. Plantations of Itapagé S/A, located in Coelho Neto city, Maranhão State (4° 15' 25" S, 43° 0' 46" W).

The culms collected were reduced to chips and the chips were classified for removal of fine, bark and oversize.

The bamboo chips were analyzed by their chemical characteristics according to T204 cm-97 / T222 om-02 (Test Methods, 2007), their basic densities according to NBR 11941 (ABNT, 2003), maceration of the samples was done according to Franklin (1937) and the measurement of fiber length, fiber width, wall thickness and lumen diameter according IAWA (1989). The following morphological relations were calculated: wall fraction, coefficient of flexibility (lumen diameter divided by fiber width), felting index (fiber length divided by fiber width) and Runkel index (double wall thickness divided by the lumen diameter).

For each samples the averages were calculated using three repetitions for chemical characteristics, ten repetitions for basic density and one hundred fibers were measured for the morphology.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The results of basic density and chemical characterization of bamboo samples from Campinas and Coelho Neto are shown in table 1.

Table 1: Characterization of bamboo samples

Parameters	Campinas	Coelho Neto
Basic density, g·cm ⁻³	0.504	0.494
Total extractives, %	8.08	11.55
Klason lignin, %	23.62	22.17
Holocellulose, %	68.30	66.28

Both samples have similar values of basic density, while the sample from Campinas has a lower proportion of extractives and higher lignin and holocellulose than the another sample.

The table 2 presents the results obtained for the parameters related to fiber morphology.

Table 2: Measurements and relations

Parameters	Campinas	Coelho Neto
Fiber length, mm	2.95	2.58
Fiber width, μm	17.47	20.13
Lumer diameter, μm	7.42	10.29
Wall thickness, μm	5.03	5.31
Wall fraction, %	57.54	52.73
Flexibility Coefficient, %	42.46	47.27
Felting index	168.84	128.97
Runkel index	1.36	1.03

Biomass originating from Campinas has fibers with longer length and larger wall fraction, but lower fiber width and wall thickness compared to material from Coelho Neto.

According to Mogollón e Aguilera (2002) the superior length of the fiber provides more strength to the paper, the same behavior for felting index. Wall fraction bigger than 40% represents fibers with good flexibility.

The flexibility coefficient is an indicative of the degree of collapse of the fibers undergo in the process of papermaking, the higher this value the higher its resistance to breakage, whereas the felting index is related to the resistance when the fibers are subjected to physic-mechanical, the higher this value the greater its resistance to tearing.

Runkel (1952), established that the Runkel Index provides a crucial diagnostic use of fibers for paper, their values can be grouped into five groups. The fibers classified in group I (to 0,25) are considered excellent for paper, group II (0,25 to 0,5) very good for paper, in group III (0,5 - 1,0) good for paper in group IV (1,0 to 2,0) regular for paper and group V (above 2,0) should not be used for paper having in mind that the degree of collapse is very low. According to this index both samples are considered regular for paper.

4. CONCLUSIONS

The results showed that the samples have similar basic density and Klason lignin, while the biomass from Coelho Neto has higher

extractives content, lower holocellulose content and shorter length fiber when compared with the material from Campinas. Thus the biomass originating from Campinas has superior characteristics for the pulp production.

5. REFERENCES

- Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 11941**: Madeira: Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.
- ABRA - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas**. Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011. 2011, 150p.
- BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel**. Relatório estatístico 2011/2012. 2013, 50p.
- FERNANDÉZ, M. A. A. **Avaliação dos processos de polpação soda-Antraquinona e bissulfito-base magnésio para bambu**. Piracicaba, 2010. 91p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- FRANKLIN, G. L. Permanent preparations of macerated wood fibers. **Tropical Woods**, Yale, n. 49, p. 21-24, 1937.
- IAWA - International Association Of Wood Anatomy. List of microscopic features for wood identification. **IAWA Bulletin**, Oakland, v.10, n.3, p.226-332, 1989.
- MOGOLLÓN, G.; AGUILERA, A. **Guía teórica y práctica de morfología de la fibra**. Mérida – Venezuela: Universidade de Los Andes, 48p.2002.
- OLIVEIRA, E. Correlações entre parâmetros de qualidade da madeira e do carvão de *Eucalyptus grandis* (W. Hill ex-Maiden). **Boletim Técnico SIF**, n.2, p.1-9, 1990.
- RUNKEL, R.O.H. **Pulp from tropical wood**. TAAP, 35 (4): p. 174-178. 1952.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **Test methods**. Atlanta: TAPPI Press, 2 v. 2007.
- VASCONCELOS, F.R.S. **Avaliação do processo SuperBatch™ de polpação de *Pinus taeda***. 2005. 106p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- VIVIAN, M.A.; BONFATTI JR, E.A.; SARTO, C., SILVA JR, F.G., GABOV, K., FARDIM, P. Características tecnológicas das madeiras de *Pinus taeda* L. e *Pinus sylvestris* L. para a produção de polpa celulósica. In: Simpósio de Pós-Graduação em Ciências Florestais. **Anais**. Viçosa: UFV, 2012 p. 1-4.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTENCIA AO CISALHAMENTO NA LINHA DE COLA EM MADEIRA TERMORRETIFICADA DE *Eucalyptus grandis*

Eduardo Schneid¹, Roberto Lessa Pereira².Universidade Federal de Santa Catarina¹, Universidade Federal de Pelotas².

eduardoschneid87@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O processo de termorretificação da madeira provoca modificações na estrutura química do material, aumentando a estabilidade dimensional, resistência biológica e alterações na cor. Porém, causa perda de massa e por consequência diminuição das propriedades mecânicas.

Em relação à qualidade da adesão na madeira, fatores intrínsecos a estrutura anatômica, propriedades físicas e químicas da madeira e as condições de temperatura e umidade, afetam diretamente o processo de adesão (COSTA, 2006).

As modificações químicas devido à termorretificação aumentam a acidez da madeira por consequência da degradação da hemicelulose. Isso altera o pH do material, interferindo diretamente na polimerização do adesivo, comprometendo a linha de cola e a qualidade da adesão. Além disso, a migração de extrativos para a superfície da madeira pode bloquear fisicamente a penetração do adesivo. Porém, a perda de massa provoca um aumento da porosidade, podendo facilitar o processo de adesão na madeira (NUNES, 2012).

Portanto, as modificações decorrentes da termorretificação da madeira alteram propriedades de relevância durante o processo de adesão, interferindo na qualidade da colagem. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a resistência ao cisalhamento na linha de cola da madeira termorretificada de *Eucalyptus grandis*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a confecção das peças foi utilizada madeira de *Eucalyptus grandis* oriunda de um povoamento localizado no litoral norte do Rio Grande do Sul. As peças foram cortadas obtendo as dimensões de 46,0x6,0x2,0 cm (comprimento, largura e espessura). Após, as peças de madeira foram termorretificadas em estufa laboratorial localizada no laboratório de propriedades físicas

e mecânicas da madeira no curso de Engenharia Industrial Madeireira (UFPel). O processo de termorretificação utilizou temperaturas de 160°C, 180°C e 200°C com duração de 2 horas. Realizado o processo de termorretificação, as peças de madeira foram acondicionadas em câmara climatizada para atingirem umidade de equilíbrio.

As peças foram pesadas antes e depois do processo de termorretificação. Assim, pode-se mensurar a perda de massa.

O processo de colagem deu-se em prensa hidráulica aplicando-se pressão e tempo de prensagem de acordo com o especificado pelo fabricante do adesivo. O adesivo utilizado para colar as peças de madeira foi o MUF, composto por resina a base de melamina-ureia e catalisador. Após a colagem das peças de madeira, as mesmas foram cortadas obtendo-se 8 corpos de prova de cada, com as dimensões conforme a norma ASTM D-905. O ensaio de resistência ao cisalhamento na linha de cola deu-se em duas condições distintas. Na condição seca, a metade dos corpos de prova permaneceu em câmara climatizada com temperatura de 20°C e umidade relativa 65%. Já na condição úmida, a outra metade dos corpos de prova passou por um ciclo de envelhecimento, que consiste em fervura em água durante 4 horas, secagem em estufa a temperatura a 60±3°C durante 16 horas e nova fervura em água durante 4 horas. Os dados obtidos foram analisados estatisticamente, aplicando-se o teste ANOVA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fig. 1 apresenta-se a perda de massa em cada tratamento realizado.

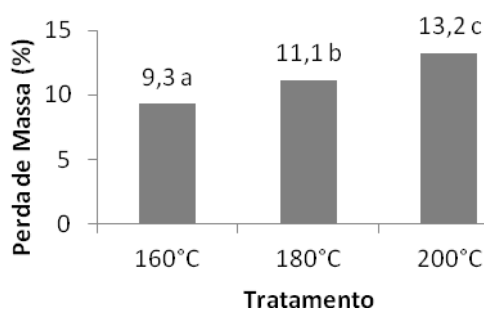


Fig. 1: Perda de massa em cada tratamento.

A partir dos resultados obtidos, observa-se que a perda de massa aumenta conforme a temperatura de termorreificação. Ainda todos os tratamentos diferenciaram-se estatisticamente ao nível de 95% de confiança.

Na tabela 1 apresentam-se os resultados obtidos a partir de ensaios de resistência ao cisalhamento na linha de cola de madeira termorreificada colada.

Tabela 1: Resistência ao cisalhamento na linha de cola.

Tratamento	Condição	
	Seca δ (MPa)	Úmida δ (MPa)
20°C	10,1 Aa	5,9 Ab
160°C	10,6 Aa	5,1 ABb
180°C	9,3 Aa	2,8 BCb
200°C	4,7 Ba	0,9 Cb

Em que: δ =tensão de cisalhamento na linha de cola; Letras iguais não diferem estatisticamente; Letras maiúsculas comparam tratamentos em cada condição; Letras minúsculas comparam as condições dentro do mesmo tratamento.

Observa-se que na condição seca de ensaio, apenas o tratamento a 200°C apresentou diferença significativa a um nível de 95% de confiança. O tratamento a 160°C apresentou a maior tensão de cisalhamento na linha de cola. Já na condição úmida, nota-se um decréscimo conforme a temperatura de tratamento aumenta, apresentando diferença significativa entre os tratamentos.

Os resultados obtidos no presente trabalho são semelhantes ao encontrados na literatura. (PINCELLI *et al.*, 2002; FOLLRICH *et al.*, 2006; NUNES, 2012). Santos *et al.* (2009) avaliando o efeito da termorreificação em painéis OSB, concluíram que a temperatura e tempo de tratamento contribuíram para a diminuição da resistência na linha de cola, porém recomendam que o lixamento da superfície da madeira termorreificada antes da colagem, proporciona melhores resultados para a propriedade avaliada.

Comparando-se os resultados obtidos para ambas as condições de ensaio, nota-se que houve um decréscimo da tensão de cisalhamento do estado seco em relação ao estado úmido, diferenciando-se estatisticamente em todos os tratamentos realizados.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os tratamentos térmicos provocaram uma redução dos valores de tensão de cisalhamento na linha de cola, para ambas as condições de ensaio.

5. BIBLIOGRAFIA

ASTM.AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 905:** Standard test method for strength properties of adhesive bonds in shear by compression loading: ASTM. Philadelphia, 1994.

COSTA, T. D. L. **Resistência de composições adesivas expostas a condições de serviço externo e interno.** 2006. 54 f. Dissertação (Mestrado em ciências ambientais e Florestais) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006.

FOLLRICH, J., MULLER, U., GINDL, W. Effects of thermal modification on the adhesion between spruce wood (*Picea abies* Karst.) and a thermoplastic polymer. **Holz-als-Roh-und Werkstoff;** Berlin, v. 64, n. 5 p.373-376, may. 2006.

NUNES, C. S. **Propriedades tecnológicas e qualidade de adesão de madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus pellita* termorreificadas.** 2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em ciências ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2012.

PINCELLI, A. L. P. S. M.; BRITO, J. O., CORRENTE, J. E. Avaliação da termorreificação sobre a colagem de *Eucalyptus saligna* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Scientia Forestalis**, n. 61, p. 122-132, jun. 2002.

SANTOS, A. M. L; et al. Efeito do tratamento térmico sobre a resistência ao cisalhamento da linha de cola em painéis OSB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 31-40, jan.-mar. 2009.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MODELO DE VARIAÇÃO LONGITUDINAL DE DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE EUCALIPTO EM DIFERENTES CLASSES DIAMÉTRICAS

Franciane Andrade de Pádua, Paulo Fernando Trugilho, Tayana Pedrozo Godinho, Luana Elís de Ramos e Paula, Ana Elisa Rodarte Baliza

Universidade Federal de São Carlos, campus Sorocaba, Universidade Federal de Lavras
franciane@ufscar.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo e variável, suas propriedades se modificam entre árvores e, dentro da própria árvore, no sentido longitudinal e radial do tronco. As causas dessas variações são decorrentes das diferenças anatômicas e químicas provocadas pelo crescimento da árvore, além de processos fisiológicos como, por exemplo, a cernificação.

Conhecer a variabilidade da madeira é importante para se definir a melhor alternativa para a sua utilização. Madeiras que apresentem pequenas variações em suas propriedades serão as mais indicadas para usos considerados nobres como, por exemplo, a movelaria. Para estudar a variação das propriedades da madeira deve-se inicialmente estabelecer um programa de amostragem adequado, que possibilite obter resultados que representem o valor das propriedades no tronco. Para isto, é necessário utilizar métodos eficientes para o estudo das propriedades da madeira, permitindo uma avaliação mais adequada da sua variabilidade. Segundo Downes et al. (1997) a variabilidade das propriedades da madeira pode sofrer grande interferência dos métodos de avaliação, podendo resultar em erros consideráveis de decisão quanto à amostragem adequada do material.

O ideal seria retirar amostras múltiplas em diferentes alturas da árvore e posições radiais, o que nem sempre é possível, pois essa amostragem é mais trabalhosa e demanda tempo (Downes et al., 1997). Desse modo, torna-se necessário utilizar métodos mais simples e fáceis que ofereçam razoável precisão (Zobel & Buijtenen, 1989), uma vez que o número de amostras depende do nível desejado de acurácia (Downes et al., 1997).

A variação da propriedade dentro da árvore e entre árvores e o modo como a característica é controlada geneticamente exercem grande influência no número de amostras para estimar a média da árvore (Downes et al., 1997), ou seja, a

variabilidade na característica reflete na média geral.

O objetivo do presente trabalho foi o ajuste de modelo estatístico representativo do padrão de variação longitudinal da densidade básica da madeira e um clone de híbrido de eucalipto em três classes diamétricas.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram amostradas 50 árvores de um híbrido clonal de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, aos seis anos de idade, plantado em espaçamento 3 x 2 m, em área pertencente ao grupo ArcelorMittal Bioenergia, no município de Martinho Campos, estado de Minas Gerais.

Na área amostral foi lançada uma parcela de 10 linhas x 10 plantas e mensurados os diâmetros a 1,30 m de altura do solo (DAP) de todos os indivíduos, para a classificação diamétrica. Foram definidas três classes e o número de árvores amostradas foi definido pelo percentual participativo em relação à parcela medida. As classes consideradas foram de 14,2 cm (12,8 a 17,0 cm), com 23 árvores, 11,4 cm (9,7 a 12,7 cm), com 19 árvores, e 8,1 cm (3,1 a 9,6 cm), com 8 árvores.

A amostragem no tronco das árvores consistiu na tomada de discos de 2,5 cm de espessura, na base, DAP e, a partir desse ponto, de metro em metro até a altura comercial, considerada até um diâmetro mínimo de 3,0 cm. Os discos foram divididos em quatro cunhas, passando pela medula, e utilizaram-se duas opostas para a determinação da densidade básica da madeira. A densidade básica, por posição longitudinal de amostragem, foi obtida de acordo com a norma NBR 11941 (ABNT, 2003). A densidade básica média da árvore foi calculada como sendo a média aritmética das densidades determinadas em cada posição de amostragem longitudinal.

Foi utilizada a análise de regressão para determinar a variação longitudinal e radial da densidade básica no tronco, com base no modelo de melhor ajuste. A seleção do melhor modelo foi feita com base na significância da regressão e de seus coeficientes, no coeficiente de determinação corrigido e no coeficiente de variação do modelo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância verificou-se que a regressão foi significativa para todos os modelos testados, independente da classe diamétrica e que, pelo teste t, observou-se, ainda, que todos os coeficientes de regressão foram significativos a 1% de probabilidade. A tabela 1 apresenta os modelos ajustados para verificar o padrão da variação longitudinal da densidade básica da madeira, o coeficiente de determinação corrigido e o coeficiente de variação do modelo, por classe diamétrica.

TABELA 1: Modelos estatísticos ajustados aos dados de densidade básica em função da posição longitudinal de amostragem

Classe	Equação Ajustada	R ²	CV
	$DB_i = 0,5502 + 0,001187h_i$	0,13**	3,18
	$DB_i = 0,5280 + 0,008265h_i + 0,0003656h_i^2$	0,67**	2,50
14,2	$DB_i = 0,5447 - 0,03155h_i + 0,001136h_i^2 - 0,00005167h_i^3$	0,96**	2,03
	$DB_i = 0,5468 - 0,005899h_i + 0,001805h_i^2 - 0,0001060h_i^3 + 0,000001398h_i^4$	0,96**	2,03
	$DB_i = 0,5486 + 0,0006535h_i$	0,03**	3,48
	$DB_i = 0,5270 + 0,008391h_i - 0,0004466h_i^2$	0,55**	2,88
11,4	$DB_i = 0,5492 - 0,008268h_i + 0,002103h_i^2 - 0,00009828h_i^2$	0,94**	2,04
	$DB_i = 0,5538 - 0,01581h_i + 0,004019h_i^2 - 0,0002731h_i^3 + 0,000005047h_i^4$	0,98**	1,99
	$DB_i = 0,5236 + 0,0009544h_i$	0,04**	3,57
	$DB_i = 0,5137 + 0,005358h_i - 0,0003137h_i^2$	0,24**	3,45
8,1	$DB_i = 0,5328 - 0,001339h_i + 0,003079h_i^2 - 0,0001595h_i^3$	0,73**	2,78
	$DB_i = 0,5382 - 0,02425h_i + 0,006723h_i^2 - 0,0005598h_i^3 + 0,00001387h_i^4$	0,98**	3,25

DB = densidade básica (g/cm³), h = posição longitudinal no fuste (m); Classe = classe diamétrica (cm); CV= coeficiente de variação (%)

Pela tabela 1 verifica-se uma melhora significativa no ajuste dos modelos com a inclusão dos termos quadráticos, cúbicos e

quarta potência, em todas as classes diamétricas. Com base no coeficiente de determinação corrigido e o coeficiente de variação do modelo, verifica-se que o modelo polinomial da terceira potência foi o mais adequado para explicar o padrão de variação longitudinal da densidade básica da madeira para a classe de 14,2cm, enquanto que o modelo polinomial da quarta potência foi melhor para as classes 11,4 e 8,1cm. O padrão de variação longitudinal da densidade básica foi decrescente inicialmente até 3,3m de altura, seguido de aumento até 14,3m, classe 14,2cm, 11,3m, classe 11,4cm, e 9,3m, classe 8,1cm, e decréscimo até 70% da altura comercial do fuste.

4. CONCLUSÕES

O modelo polinomial cúbico foi o mais adequado para explicar o padrão de variação longitudinal da densidade básica da madeira para a classe de 14,2cm. Para as classes 11,4 e 8,1cm o melhor modelo foi o polinomial da quarta potência.

O padrão de variação longitudinal da densidade básica foi decrescente inicialmente entre 16 a 22%, seguido de aumento entre 61 e 70% e decréscimo até 100% da altura comercial do fuste.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941:** madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

DOWNES, G. M.; HUDSON, I. L.; RAYMOND, C. A.; DEAN, G. H.; MICHELL, A. J.; SCHIMLECK, R.; EVANS, R.; MUNERI, A. **Sampling plantation eucalypts for wood and fiber properties.** Melbourne: CSIRO, 1997. 126 p.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control.** Berlin: Springer-Verlag, 1989. 363 p.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG, CNPq e a empresa ArcelorMittal Bioenergia pelo apoio financeiro e logística na realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE *Eucalyptus benthamii* MAIDEN ET CAMBAGE UTILIZANDO SISTEMA DESDOBRO RADIAL

Bruna Verediana Müller, Márcio Pereira da Rocha, Alexsandro Bayestorff da Cunha, Ricardo Jorge Klitzke.

Instituto Federal Catarinense, Universidade Federal do Paraná, Universidade do Estado de Santa Catarina, Universidade Federal do Paraná.

bruna.muller@ifc-riodosul.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Devido às suas características, como o rápido crescimento e adaptação a uma ampla faixa de ambientes, o gênero *Eucalyptus* vem sendo cultivado em grande escala no Brasil e tem se destacado como fonte potencial de matéria prima, substituindo madeiras tropicais na produção de serrados.

Estudos da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2012) demonstram que em 2011, a área plantada de eucalipto no Brasil foi 2,5 % superior a observada em 2010, evidenciando a tendência de ampliação das áreas cultivadas com este gênero no país.

Além do aumento da área cultivada, tem se observado também, a expansão do cultivo de eucalipto para regiões além daquelas tradicionais, como a região do Planalto Serrano Catarinense, onde nos últimos anos, houve um aumento considerável nas áreas de produção de eucalipto, em especial de *Eucalyptus benthamii*, em função da sua alta resistência a geadas. No entanto, ainda são escassos os resultados de plantios com esta espécie e até o momento os principais trabalhos realizados a respeito da sua utilização estão basicamente relacionados ao seu uso potencial na indústria de papel e celulose.

Assim, para que o *E. benthamii* seja melhor aproveitado pela indústria madeireira, em especial a de madeira serrada, é imprescindível a realização de estudos sobre o seu processamento, principalmente no que tange ao rendimento do processo produtivo.

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o rendimento em madeira serrada no processo de desdobro radial de toras de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram selecionadas 14 toras com 2 m de comprimento, obtidas em um povoamento de *E. benthamii* com aproximadamente seis anos de idade, localizado no município de Cerro Negro, na região do Planalto Serrano Catarinense.

As toras foram divididas em duas classes diamétricas (20 a 24,9 cm e 25 a 29,9 cm) e tiveram as suas dimensões mensuradas para a determinação do volume individual das toras e do volume total por classe diamétrica.

Após a mensuração as toras foram submetidas ao processo de desdobro radial, passando por uma linha com uma serra fita tandem, uma serra fita simples e uma serra circular refiladeira (Figura 1).



Fig. 1: Desdobro radial. (Fonte: os autores, 2013).

As tábuas produzidas foram submetidas à secagem ao ar até atingirem a umidade de equilíbrio (17,5%), sendo que, antes e após a secagem, estas tiveram suas dimensões mensuradas, obtendo-se o volume de madeira serrada verde e seca, permitindo a determinação do rendimento em madeira serrada por classe diamétrica e por condição de umidade.

Para análise dos resultados, foi realizada a análise de variância, submetendo-se os resultados ao teste de comparação de médias, por meio do método de Tukey, a 95% de probabilidade, utilizando-se como ferramenta de trabalho o *software* Sisvar 5.1 Build 72®.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos médios, tanto na condição verde, como na condição seca, obtidos nas

diferentes classes diamétricas (Tabela 1) se aproximam dos rendimentos verificados para outras espécies do gênero *Eucalyptus*.

Tabela 1: Rendimentos médios em madeira serrada de *E. benthamii*.

Condição de umidade	Classe 1	Classe 2
	(20 – 24,9 cm de Ø)	(25 – 29,9 cm de Ø)
Verde	35,33% ^a	38,13% ^a
Seca	29,55% ^a	31,53% ^a

* Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente considerando a mesma condição de umidade.

De acordo com Acosta (1995), na Argentina em sistemas rústicos de desdobro de eucalipto, o rendimento médio oscila entre 30 e 35%. Já no Brasil, Carvalho e Nahuz (2002), desdobrando toras com diâmetro da base superior a 20 cm, verificaram o rendimento de madeira serrada verde de 41,71%, enquanto Del Menezzi *et al.* (2001), ao avaliar o rendimento em madeira serrada seca, sem informarem o diâmetro das toras, verificaram rendimentos entre 31,7 %, para o *E. grandis*, e 39,3% para o *E. cloeziana*.

Os rendimentos médios obtidos no desdobro radial de *E. benthamii*, independente da condição de umidade, também se aproximam do rendimento obtido no desdobro de espécies madeireiras nativas. Marchesan (2012), avaliando o rendimento médio em madeira serrada verde de espécies tropicais, obteve os valores de 26,44% para o jatobá (*Hymenaea coubaril*), 33,99% para a muiracatiara (*Astronium lecointei*) e 29,22% para a muirapiranga (*Brosimum rubescens*).

Em relação à secagem da madeira de *E. benthamii*, verifica-se que este processo causou forte redução do rendimento em função dos elevados índices de contração da espécie (MÜLLER, 2013). Na classe 1 a redução no rendimento foi de 5,78% e na classe 2 foi de 6,60%.

Sobre a influência da classe diamétrica sobre rendimento em madeira serrada verde e seca, considerando a análise estatística, pode-se verificar que esta não interferiu de forma significativa no rendimento. Contudo, observa-se uma elevação do rendimento com o aumento da classe diamétrica, que apesar de não ser significativa do ponto de vista estatístico, é bastante relevante no que diz respeito aos aspectos econômicos do processo produtivo, uma vez que aumenta de forma considerável o aproveitamento da matéria prima. Neste sentido, vale destacar, que além do diâmetro existem

outros fatores que interferem no rendimento em madeira serrada, como a qualidade da tora, a técnica de desdobro empregada e os equipamentos utilizados nas operações de corte.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O aumento da classe diamétrica elevou o rendimento em madeira serrada de *E. benthamii*, embora não tenha apresentado diferença estatística significativa. A secagem da madeira serrada reduziu o rendimento nas duas classes diamétricas na média em 6,19%. Os rendimentos obtidos podem ser considerados normais para o gênero *Eucalyptus* e para o sistema de desdobro radial. Contudo, recomenda-se a realização de estudos sobre a eficiência operacional do uso do desdobro radial, avaliando também, a sua viabilidade econômica.

5. BIBLIOGRAFIA

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. Brasília: ABRAF, 2012. 150 p.

ACOSTA, M. S. Experiencia argentina em el uso de la madera de eucalipto. In: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria. São Paulo, 1995. 74-91

CARVALHO, M. A.; NAHUZ, M. A. R. Ensaio com madeira serrada de eucalipto jovem obtida de um plantio destinado à indústria de celulose. **Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 83-91, 2002.

DEL MENEZZI, C. H. S.; NAHUZ, M. A. R.; SOUZA, M. R. Utilização de um método combinado de desdobro e secagem para a obtenção de madeira serrada de eucalipto destinada à produção de painéis colados lateralmente. **Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 113-123, 2001.

MARCHESAN, R. **Rendimento e qualidade de madeira serrada de três espécies tropicais**. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

MÜLLER, B. V. **Efeito do sistema de desdobro na qualidade e rendimento de madeira serrada de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage**. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTÊNCIA DO BAMBU-MOSSÔ (*Phyllostachys pubescens* Mazel ex J. Houz) AO DESGASTE ABRASIVO

Rodrigo Strzelecki Berndsen¹, Ricardo Jorge Klitzke², Djeison Cesar Batista³, Eduardo Mauro do Nascimento¹

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná, ²Universidade Federal do Paraná, ³Universidade Federal do Espírito Santo

rodrigo.berndsen@electrolux.com.br

1. INTRODUÇÃO

Na China, a utilização de bambu faz parte da cultura nacional, em que as diversas espécies são utilizadas na arquitetura, construção civil, geração de energia, produção de painéis, vestuário, móveis, pequenos objetos e, também, na alimentação.

Dentre as centenas de espécies de bambu, destaca-se *Phyllostachys pubescens*, que é a mais plantada na China e atinge a maturidade aos três anos para a produção de polpa celulósica e aos cinco anos para a utilização na forma sólida. Dentre os produtos sólidos de bambu, os pisos laminados colados e as lâminas para móveis se encontram entre os de maior valor agregado (ASIAN BAMBOO, 2013).

Se o Brasil adotar a tradição chinesa de utilização massiva de bambu, tais espécies podem ser alternativas viáveis para a produção de pisos, haja vista a diversidade de espécies, a facilidade de cultivo e o rápido crescimento.

A dureza é uma propriedade relacionada com a resistência à abrasão, e ambas são importantes para a escolha de espécies para a produção de pisos (TSOUMIS, 1991). No entanto, informações de dureza e abrasão do lenho de *Phyllostachys pubescens*, e mesmo de outras espécies de bambu, são raras na literatura.

O objetivo deste trabalho foi determinar a resistência ao desgaste abrasivo do bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem e a posição utilizada dos colmos de bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens* Mazel ex H. de Lehaie) encontram-se descritos

em Berndsen et al. (2010). Para o ensaio de resistência ao desgaste abrasivo foi utilizada a norma da *American Standard for Testing and Materials D4060* - Método de teste padrão para resistência abrasiva em camadas orgânicas por *taber abraser* (ASTM, 2010).

Para a confecção dos nove corpos de prova foi necessário colar lateralmente as ripas de bambu, formando uma placa quadrada de 100 mm de lado e 5 mm de espessura, que em seguida foi colada sobre um painel compensado. Inicialmente, os corpos de prova foram climatizados com o ambiente do ensaio e tiveram a massa determinada em balança digital (0,001 g).

O equipamento *taber abraser* foi montado com uma carga de 1.000 g e com a roda abrasiva H-18 (indicada pelo fabricante do aparelho). Adotou-se esse abrasivo para promover maior desgaste, similar ao que um piso pode ser submetido, de acordo com a metodologia proposta por Koga et al. (2002). O ensaio foi executado adotando-se 100 ciclos para cada fase, até chegar a 1.000 ciclos. Ao término de cada fase o corpo de prova era retirado da máquina, limpo com um pincel (para remoção das partículas soltas) e pesado. A perda de massa ao final e cada ciclo foi calculada pela eq. 1.

$$PM = (M_i - M_f) / M_i \times 100 \quad (1)$$

Em que – M_i : massa inicial (g); M_f : massa ao final de cada ciclo (g).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média da perda de massa total ao final de 1.000 ciclos foi igual a 0,70%, com coeficiente de variação igual a 19,12%. Esta medida de dispersão foi considerada alta porque o material

utilizado para a confecção dos corpos de prova era muito heterogêneo, proveniente de três idades (1, 3 e 5 anos de idade) e três posições nos colmos (base, meio e topo).

A perda de massa média do *Phyllostachys pubescens* foi menor que a do bambu *Dendrocalamus giganteus* analisado por Koga et al. (2002), igual a 1,07% para as mesmas condições de ensaio. Isso demonstra que o bambu-mossô possui maior potencial para a produção de pisos laminados.

Como a madeira maciça é a matéria-prima mais importante para a fabricação de pisos maciços no Brasil, também foi importante fazer uma comparação com algumas espécies tradicionais, tais como ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*) e peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) e maçaranduba (*Manilkara elata*). Koga et al. (2002) obtiveram, respectivamente, médias de perda de massa de 1,21% e 0,83% para ipê-roxo e peroba-rosa; ou seja, a resistência do bambu-mossô ao desgaste abrasivo foi superior ao dessas espécies madeireiras. Contudo, a maçaranduba foi mais resistente que o bambu-mossô, com média igual a 0,62% (KOGA et al., 2002).

Conforme informações do banco de dados “Informações sobre madeiras” do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT, 2013), as espécies ipê-roxo, peroba-rosa e maçaranduba possuem densidade básica igual a 840, 660 e 833 kg/m³, respectivamente. A densidade básica do bambu-mossô foi igual a 680 kg/m³, o que significa que nem sempre maiores densidades resultarão em maior resistência ao desgaste abrasivo. Essa alegação encontra fundamento ao comparar-se a perda de massa do bambu-mossô (que tem menor densidade) com a do ipê-roxo. Nos demais casos, a relação densidade-abrasão foi confirmada (TSOUMIS, 1991).

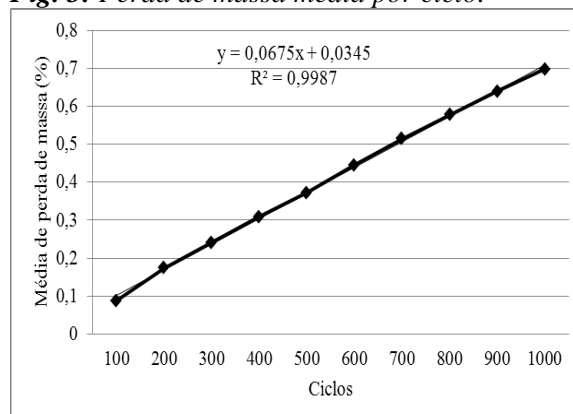
Na fig. 3 encontra-se o gráfico da evolução da perda de massa média por ciclo, demonstrando que a mesma ocorre de forma linear.

4. CONCLUSÕES

Com relação à resistência ao desgaste abrasivo, o bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens*) possui potencial para a confecção de pisos maciços, por causa da baixa perda de massa e bom desempenho em comparação com espécies

madeireiras tradicionais e outras espécies de bambu.

Fig. 3: Perda de massa média por ciclo.



5. REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 4060**: abrasion resistance of organic coatings by the taber abraser. Philadelphia, 2010.

ASIAN BAMBOO. **Bamboo culture**. Disponível em: <<http://www.asian-bamboo.com/bamboo-culture/the-history-of-bamboo/>>. Acesso em: 8 jul. 2013.

BERNDSEN, R.S. et al. Propriedades físicas do bambu-mossô (*Phyllostachys pubescens* Mazel ex H. de Lehaie) em diferentes idades e posições do colmo. **Floresta**, Curitiba, v.40, n.1, p. 183-192, jan./mar. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO. Informações sobre madeiras. Disponível em: <http://www.ipt.br/consultas_online/informacoes_sobre_madeira/busca>. Acesso em: 10 jul. 2013.

KOGA, R.C.; BITTENCOURT, R.M.; GONÇALVES, M.T.T. Resistência à abrasão do bambu gigante e espécies de madeiras para utilização como elemento de piso. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8., 2002, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia: UFU, 2002. 1 CD-ROM.

TSOUMIS, G. T. **Science and technology of wood**: structure, properties, utilization. New York: Chapman & Hall, 1991.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO EM SACOS DE CARVÃO VEGETAL DAS ESPÉCIES *Sclerolobium paniculatum*, *Dipteryx alata* E DO CONJUNTO DAS DUAS ESPÉCIES

Eloah Lellis Vieira¹, Lázaro de Oliveira Carvalho², Márcio Torreão Interamense¹

¹Universidade Estadual de Goiás – UEG (Unidade Universitária de Ipameri), ²Faculdades Integradas de Mineiros

eloahlv@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O processo de carbonização, pirólise ou destilação seca da madeira, é definido segundo alguns autores da seguinte maneira:

Segundo VALENTE & LELLES (1979) o processo de destilação seca ou carbonização é obtido quando a decomposição térmica é realizada na ausência de oxigênio ou ar, e com calor sendo fornecido por uma fonte externa, causando alterações físico-químicas irreversíveis que reduzem a madeira em carvão.

KING (1981) propõe que carbonização é um processo de transformação da madeira via térmica, obtendo-se como resultado um combustível sólido secundário, o “carvão”.

O carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), é uma árvore de aproximadamente 15 metros, com tronco reto, cilíndrico, da família das Caesalpinaceae, conhecida por diversos nomes comuns (angá, carvoeira, carvoeiro do cerrado, entre outras denominações). Esta pertence ao grupo ecológico conhecido como pioneiras. Encontra-se distribuída em diversos estados do Brasil, em floresta semidecídua, amazônica (terra-firme) e cerrado. A madeira de carvoeiro, de densidade 0,65 g/cm³, tem aplicação na construção civil, arborização, paisagismo e na produção de carvão vegetal, porém é mais uma madeira com baixa resistência natural ao apodrecimento LORENZI (1992).

O Baru (*Dipteryx alata*), é uma espécie secundária, de crescimento rápido, grande fixadora de nitrogênio no solo, da família das Fabaceae, ocorrem em solos considerados mais férteis, que no bioma Cerrado, são as fitofisionomias de Mata Seca Semidecídua, Cerradão, Cerrado e Pantanal Matogrossense. A madeira possui densidade de 0,9g/cm³, tem aplicação, na fabricação de mourões, dormentes e tábuas, e usado também na construção civil e naval. O crescimento é rápido e a qualidade e resistência de sua madeira são interessantes para

as empresas de reflorestamento e produção de carvão, e é uma madeira que apresenta resistência a fungos e cupins LORENZI (1992).

O carvoeiro e o Baru (*Sclerolobium paniculatum*, *Dipteryx alata*), são espécies que apresentam grande potencial na utilização para fins energéticos, principalmente na produção de carvão vegetal.

O presente trabalho teve por objetivo realizar uma avaliação do rendimento em sacos de carvão vegetal das espécies de madeira de ocorrência no cerrado brasileiro o Carvoeiro (*Sclerolobium paniculatum*), e o Baru (*Dipteryx alata*), do mesmo modo que o conjunto das duas espécies na produção do carvão.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material foi coletado na Fazenda Recanto, Município de Alcinópolis, localizada a 190 Km, do município de Mineiros – Go e 30 Km do município de Alcinópolis – MS, localizada na Microrregião Sudeste do Estado do Mato Grosso do Sul. Coletou-se 90 stério de madeira de cada espécie, utilizou-se um comprimento padrão de 1m a 1,20m; a madeira sofreu secagem natural (ar livre) por um período de mais ou menos 50 dias, em seguida foi transportada para a praça do carvoejamento.

O experimento foi analisado através de um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 tratamentos e 5 repetições por tratamento. Os dados foram comparados e avaliados através do tempo de carbonização, e do rendimento em sacos de carvão, resultante de cada forno e espécie (s) utilizada (s) no experimento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse estudo, foram utilizados 15 fornos, sendo 05 para casa espécie e 05 para o conjunto destas, os quais foram submetidos a um sorteio atendendo os princípios do Delineamento

Inteiramente Casualizado (DIC), com seus respectivos dados obtidos em todos os tratamentos executados.

Tabela 1: *Rendimento em sacos de Carvão*

	Baru	Carvoeiro	Conj. Sp.
	33	37	35
	34	36	35
	34	36	34
	32	35	35
	33	37	34
Soma	166	181	173
Média	33,2	36,2	34,6

Da análise de variância para a variável rendimento em sacos de carvão, ou seja, o rendimento dos fornos, verifica-se pelo teste de F, que 5% de significância houve diferenças estatísticas entre os tratamentos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A variável tempo de carbonização não apresentou diferença significativa entre tratamentos, ou seja, entre as espécies estudadas;

Analisando-se a variável rendimento médio em sacos produzidos, observou-se que o Baru e o conjunto das duas espécies apresentam rendimentos semelhantes há outros carvoejamentos da região.

A espécie carvoeiro (*Sclerolobium paniculatu*), apresentou um rendimento médio superior, quando comparado com outros carvoejamentos da região.

5. BIBLIOGRAFIA

KING, G.: **Wood for energy**. Commonw. For Ver. 59 (2): 181-199. 1981.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. **Manual de Identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa. Ed. Plantarum. 1992. 352p.

VALENTE, O. F. & LELLES, A. R.: Carbonização da madeira. In: Associação Brasileira de Metais - ABM. **Carvão e coque aplicados à metalúrgica**, 2ª. Ed. São Paulo, 1: 85-151p. 1979.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE *Eucalyptus urophylla* S. T. BLAKE EM FUNÇÃO DA ALTURA

Lenon Augusto Simon Huller, Joel Telles de Souza, Clovis Roberto Haselein, Michele Santos dos Santos, Walmir Marques de Menezes
 Universidade Federal de Santa Maria - RS
 (lenonsimon@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A determinação das propriedades tecnológicas da madeira é importante para que se possa estimar a sua resistência às forças externas que tendem a deformá-la, bem como para definir os usos mais indicados (MELCHIORETTO & ELEOTÉRIO, 2003).

No entanto, as características tecnológicas da madeira de uma mesma espécie variam com a procedência, a idade e o sítio, contribuindo para uma grande amplitude de variação nas propriedades físicas - mecânicas, o que demanda a realização de estudos com indivíduos em situações específicas (LADRACH, 1986).

A densidade básica é uma das características da madeira que melhor expressa sua qualidade para uso na propriedade agrícola ou transformação industrial. Em função de sua importância e facilidade de determinação, frente aos outros parâmetros de qualidade, a densidade básica tomou-se a característica mais estudada e difundida.

O *Eucalyptus urophylla* apresenta boa forma do fuste, densidade básica ao redor de 0,5 g/cm³, tem boa brotação, responde bem a adubação e ao espaçamento, e é bem resistente ao déficit hídrico. (Ferreira, 1992).

Com isso, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o comportamento axial da densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* e estimar valores dessa densidade em função da sua altura.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As árvores de *Eucalyptus urophylla* foram selecionadas de um povoamento de 21 anos de idade, dentro da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sendo escolhidas ao acaso duas árvores. Destas árvores, foram retirados discos em cinco posições (DAP, 25, 50, 75 e 100%) da altura comercial com 2,5 cm de espessura. Para cada disco foram retiradas duas cunhas,

conforme mostra fig. 1 para posterior ensaio de densidade básica.

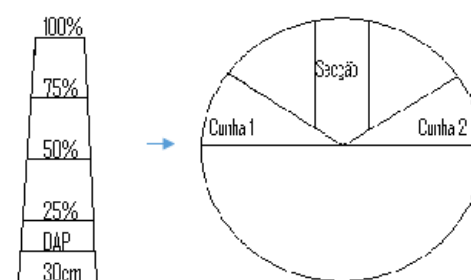


Fig. 1: Disposição dos cortes das cunhas por disco. (Fonte: autor, 2013).

Para o cálculo da densidade básica foi obtido o volume saturado pelo método da balança hidrostática, e o peso seco em estufa a 105°C, conforme a fig. 2, utilizando a norma NBR 11941 (2003), porém com alteração para utilização de cunhas, como descrito por Vital (1984).



Fig. 2: Cunhas secas em estufa 105°C. (Fonte: autor, 2013).

O cálculo consistiu da razão entre o peso seco em estufa e o volume saturado, conforme a Equação: $pb = Po/Vu$

Onde: ρ_b = densidade básica, g/cm³; P_o = peso seco em estufa (105°C), g; V_u = volume saturado, cm³.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os valores obtidos dos cálculos, foi desenvolvido um gráfico mostrando a variação axial da densidade básica em função da altura das árvores, como mostra a fig.3.

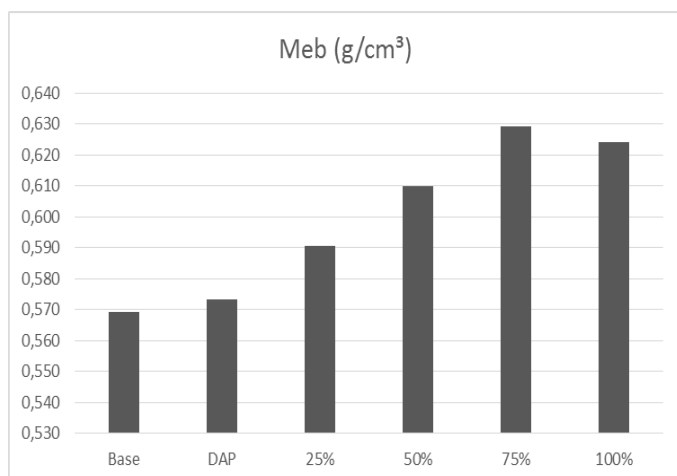


Fig. 3: Variação da Densidade Básica de *Eucalyptus urophylla* em relação à altura comercial.

Foram obtidos valores onde a densidade básica teve uma variação axial com menor valor nas alturas comerciais da base (0,56 g/cm³,) e maiores valores observados a 75% (0,63 g/cm³,) da altura comercial. A densidade básica média da madeira de *Eucalyptus urophylla* aos 21 anos de idade, foi de 0,60 g/cm³.

Sturion et al (1987) obtiveram valores médios de densidade básica de *Eucalyptus urophylla* aos dez anos e meio de idade em Uberaba-MG, em torno de 0,581 g/cm³, com valores de densidade maiores na posição da base da árvore (0,585 g/cm³).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A média encontrada para a densidade básica da madeira de *Eucalyptus urophylla* proveniente da região central do Rio Grande do Sul foi de 0,60 g/cm³, considerada moderadamente pesada e podendo ser utilizada para celulose, painéis de fibra, serrarias, postes, dormentes e carvão.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11941 – Madeira – Determinação da densidade básica. São Paulo, 6 p, 2003.

FERREIRA, M. Melhoria e a silvicultura intensiva clonal. **IPEF**, n.45, p.22-30, 1992.

LADRACH, W.E. Control of wood properties in plantations. In: **IUFRO WORLD CONGRESS 18.**, 1986, Ljubljana. Proceedings. Ljubljana, Yugoslavia: IUFRO Organizing Committee, p.369-379, 1986.

MELCHIORETTO, D.; ELEOTÉRIO, J.R. Caracterização, classificação e comparação da madeira de *Pinus patula*, *P. elliottii* e *P. taeda* através de suas propriedades físicas e mecânicas. In: CONGRESSO REGIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA, 18., 2003, Blumenau. **Anais. Blumenau: FURB**, 5p, 2003.

STURION, A. J; PEREIRA, D. C. J; ALBINO, J. C; MORITA, M. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 14, p.28-38, jun. 1987.

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa: **SIF/UFV**, 21p, 1984

AGRADECIMENTOS

Aos Colegas e Professores do Laboratório de Produtos Florestais da UFSM.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO AXIAL DO TEOR DE EXTRATIVOS EM *Pinus tecunumanii* Eguiluz & Perry

Thaianny Rodrigues de Souza, Stephanny Paola Martinelli, Zaíra Moraes dos Santos Hurtado de Mendoza, Pedro Hurtado Mendoza Borges
Universidade Federal de Mato Grosso – Departamento de Engenharia Florestal
 e-mail: thaiannyrodrigues@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* é muito plantado no país, sendo seus principais produtos: produção de celulose e papel, energia, chapas de partículas, madeira serrada e móveis. O *Pinus tecunumanii* Eguiluz & Perry é nativo do México e América Central, é uma espécie pouco estudada e que tem potencial de crescimento no Brasil, pois possui boa adaptação às condições tropicais e subtropicais, bem como bom desenvolvimento em volume e em forma de fuste (MOURA et al, 2006). Com isso, informações sobre o teor de substâncias extrativas presentes nas madeiras é fundamental, pois se pode reduzir custos dependendo da finalidade da madeira, além de agregar valor a espécie através da utilização de produtos não-madeireiros.

Os extrativos são substâncias presentes na casca, flores, folhas, sementes e em madeiras, conferindo à última, características de cor, cheiro, resistência ao apodrecimento, propriedades organolépticas e abrasivas (SANTOS, 2008). O objetivo deste trabalho é a quantificação do teor de extrativos na madeira de *Pinus tecunumanii* visando o aproveitamento para a exploração madeireira e não madeireira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As análises químicas foram realizadas no laboratório de Tecnologia Química de Produtos Florestais, da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* de Cuiabá-MT.

Para as análises foram utilizadas amostras de três árvores de *Pinus tecunumanii* provenientes de uma floresta equiânea e homogênea, localizada no Sítio Verde Vale, no município de Vilhena, no estado de Rondônia – RO, segundo as coordenadas 12°47'23,57"S e 60°07'48,64"W e altitude média de 612 m, com espaçamento 2 m x 2 m e idade de 12 anos, sendo coletadas árvores das classes dominante e intermediária.

As amostras foram coletadas a 0,10; 0,70 e 1,30 m, a partir deste ponto, a coleta foi feita em distâncias de 1,0 m segundo o método de Smalian (MACHADO e FILHO, 2006). Para as análises químicas selecionou-se 5 (cinco) discos por árvore, sendo eles com alturas iguais a 0,10m (Disco 1 – Base), 1,30m (Disco 2 – Meio), 3,30m (Disco 3 – Meio), 5,30m (Disco 4 – Ápice) e 7,30m (Disco 5 – Ápice). Os discos foram cavaqueados em sua totalidade e processados de acordo com a norma ABTCP M1/71. A determinação do teor de umidade foi realizado de acordo com a norma ABTCP M2/71. A determinação do teor de extrativos, foi utilizada a norma ABTCP M3/69, utilizando de 4 repetições por disco.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade encontrado nas amostras foi de 8,43%, tal resultado foi utilizado para correção de peso na quantificação do teor de extrativos.

Morais (2005), constatou em trabalho com *Pinus oocarpa*, aos 8 anos que o teor de extrativo foi de 4,38% no DAP, já para *Pinus tecunumanii* o teor de extrativo no

DAP foi de 5,45% (Tabela 1), isso nos mostra que os valores de extrativos variam entre espécies diferentes, bem como dentro da mesma espécie, e também na posição do fuste. Tal variação ocorre devido a diferença de idade entre as árvores, às condições climáticas, edáficas e nutricionais serem distintas entre os locais de implantação dos indivíduos, bem como pela variabilidade genética existente entre os mesmos.

Tabela 1: Teores médio de extrativos na madeira de *Pinus tecunumanii*.

Amos.	D1	D2	D3	D4	D5	Méd
Árv. 1	4,27	5,55	5,70	6,15	4,78	5,29
Árv. 2	4,98	6,00	5,57	4,88	4,73	5,23
Árv.3	4,77	4,80	5,26	4,72	3,79	4,67
Méd	4,67	5,45	5,51	5,25	4,43	5,06

O teor de extrativos encontrado no ápice de árvores de *Pinus tecunumanii* foi de 4,43%, sendo inferior ao encontrado por Silva Junior (1993) onde o teor de extrativo foi de 5,29% no topo de árvores com 23 anos de idade de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Tal diferença ocorreu devido à idade das árvores, além da diferença entre as espécies. Uma árvore de *Pinus* com idade superior a 20 anos possui quantitativamente mais compostos químicos na madeira do que uma árvore mais jovem.

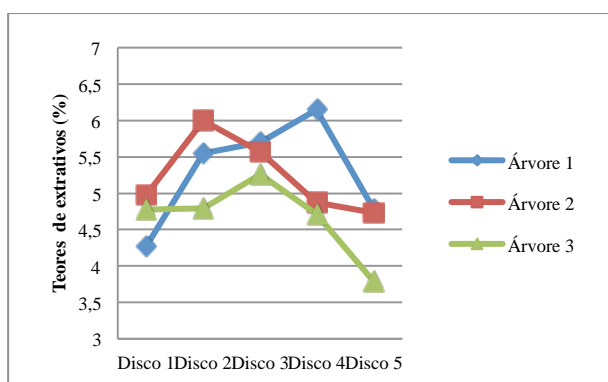


Fig. 1: Variação axial do teor de extrativos na madeira de *Pinus tecunumanii*.

Conforme verificado na Figura 1, houve um aumento do teor de extrativos da base até o meio, diminuindo rumo ao ápice. Tal resultado também foi obtido por Silva et al (2005) para madeira de *Eucalyptus grandis*.

A variação axial é verificada devido a quantidade de madeira ser maior na região basal em relação à região apical.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Existe variação axial no teor de extrativos em madeiras de *Pinus tecunumanii*, onde os compostos são decrescentes no sentido base – ápice das árvores. Tais valores estão condizentes com o prescrito na literatura.

5. BIBLIOGRAFIA

MACHADO, S. A.; FILHO, A. F. **Dendrometria** – 2 ed, Guarapuava: Unicentro, 2006, 316 p.

MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; MELO, D. C. Análise da madeira de *Pinus oocarpa* parte I – estudo dos constituintes macromoleculares e - 28 – extrativos voláteis; **Revista Árvore**, Viçosa-MG, vol. 29, n. 3, pág. 461-470, 2005.

MOURA, V. P. G.; VALE, A. T.; OLIVEIRA, I. R. M. Caracterização física e mecânica da madeira de *Pinus tecunumanii* com vistas a produção de móveis; **Circular técnica-Embrapa**, Brasília-DF, outubro de 2006.

SANTOS, I. D. **Influencia dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e contração da madeira e nos rendimentos e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado**; 2008, 57f. Dissertação (mestrado em Ciências Florestais) Instituto de tecnologia, Universidade de Brasília, DF. 2008.

SILVA JUNIOR, F. G.; Utilização múltipla da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para produção de celulose Kraft. **Série técnica IPEF**, Piracicaba, v. 9, n 27, p 56-62, agosto 1993.

SILVA, J. C.; MATOS, J. L.; OLIVEIRA, J. T. S.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* hill ex. Maiden. **Revista árvore**, Viçosa MG, v. 29, n 3, p 455-460, 2005.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO AXIAL DO TEOR DE LIGNINA E HOLOCELULOSE EM *Pinus tecunumanii* EGUILUZ & PERRY

Stephanny Paola Martinelli, Thaianny Rodrigues de Souza, Zaíra Moraes dos Santos Hurtado de Mendoza, Pedro Hurtado Mendoza Borges

Universidade Federal de Mato Grosso – Departamento de Engenharia Florestal

e-mail: stephanny_nelli@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira de pinus é uma das melhores alternativas em diversas aplicações, pois além de ser um produto de exportação com forte demanda internacional, é muito versátil e, essas aplicações vão desde a produção de embalagens e paletes para movimentação de cargas, passando por mobiliário e painéis, até uma grande variedade de componentes para construção civil. Trata-se de um dos maiores insumos geradores de divisas para a economia brasileira. A floresta de *Pinus* é diferenciada pelo seu multiuso porque a mesma árvore, em seu ciclo, pode ser destinada à indústria laminadora, que a utiliza para fabricação de compensados; para a indústria de serrados, que transforma em madeira beneficiada ou é convertida em móveis; para a indústria de papel e celulose; para a indústria de MDF e, até mesmo o seu resíduo, tem sido aproveitado como biomassa para geração de vapor e energia (REMADE, 2006).

A maioria das espécies de *Pinus* tem uso definido para fins madeireiros, porém, algumas outras, ainda necessitam de estudos para prever as suas possíveis utilizações. Sendo assim, o estudo sobre a composição química da madeira de *Pinus tecunumanii* Eguiluz & Perry poderá agregar valor a esta espécie, podendo despertar seu potencial de uso seja como produto madeireiro ou não madeireiro.

Este trabalho tem como objetivo quantificar o teor de lignina Klason e holocelulose na madeira de *Pinus tecunumanii* e avaliar a variação axial destes compostos dentro das árvores.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste trabalho foram utilizadas amostras de quatro árvores de *Pinus tecunumanii* provenientes de floresta equiânea e homogênea, com idade de 12 anos, sendo utilizadas árvores dominantes e intermediárias,

localizado no estado de Rondônia, sob as coordenadas geográficas 12°47'23,57" S e 60°07'48,64" W e plantado no espaçamento 2 m x 2 m.

As amostras foram coletadas a 0,10; 0,70 e 1,30 m (DAP), a partir deste ponto, a coleta foi feita em distâncias de 1,0 m, segundo metodologia de Smaliam (MACHADO e FILHO, 2006) contemplando toda a altura da árvore.

Para as análises químicas foram selecionados 5 discos de cada árvore, sendo eles: Base - Disco 1 (0,10 m), Meio - Disco 3 (1,30 m), Meio - Disco 5 (3,30 m), Ápice - Disco 8 (5,30 m) e Ápice - Disco 10 (7,30 m).

Os discos foram transformados em cavacos pequenos e processados de acordo com a norma ABTCP – M1/71. Para obter madeira livre de extrativos, foi feita a extração dos mesmos de acordo com a norma ABTCP – M3/69. Para obtenção dos teores de lignina e holocelulose foi realizada a extração conforme a norma ABTCP M10/71, utilizando 4 repetições por disco.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade encontrado nas amostras foi de 7,52%.

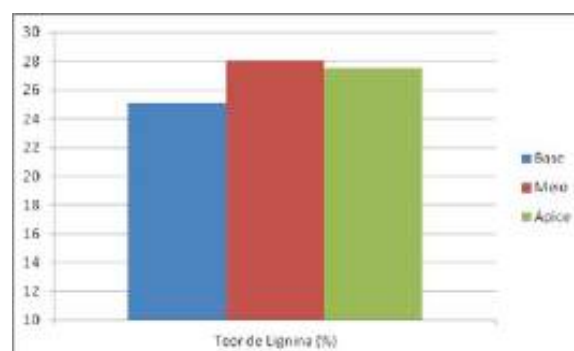


Fig. 1: Teores médios de lignina (%) na madeira de *Pinus tecunumanii*.

Pode-se observar que os valores da parte basal foram bem distintos das demais partes. A parte

mediana possui a maior média seguida pela parte apical.

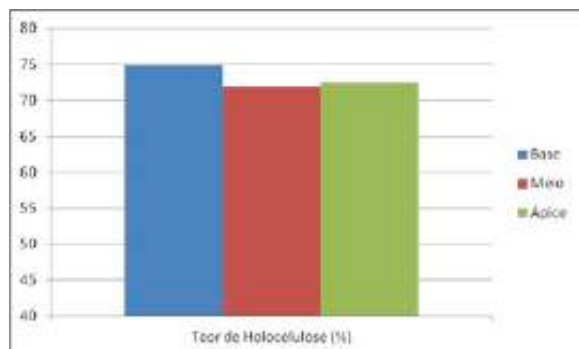


Fig. 2: Teores médios de holocelulose (%) e na madeira de *Pinus tecunumanii*.

Nota-se que assim como na Figura 1, os valores da parte basal foram bem distintos, possuindo maior média do que a parte mediana e a parte apical.

Tabela 1: Valores médios dos teores de lignina e holocelulose em *Pinus tecunumanii*.

Posição	Compostos Químicos (%)	
	Lignina	Holocelulose
Base	25,08	74,92
Meio	28,09	71,91
Ápice	27,53	72,47
Média Geral	26,90	73,10

O valor médio de lignina (27%) se mostrou inferior aos encontrados nas espécies estudadas por Brito e Nucci (1984), *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (31,8%), *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (33,6%) e *Pinus oocarpa* (31,0%) com 8 a 9 anos de idade, e se mostrou semelhante quando comparado com as espécies estudadas por Klock (2000), *Pinus maximinoi* (28,70%) e *Pinus taeda* (28,76%) aos 11 anos de idade. Esses valores nos mostram que mesmo sendo de espécies diferentes alguns valores são semelhantes, indicando que árvores do gênero *Pinus* apresentam homogeneidade quanto à composição química.

O valor médio da holocelulose (73%) se mostrou superior aos encontrados nas espécies estudadas por Brito e Nucci (1984), *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (65,8%), *Pinus caribaea* var. *bahamensis* (64,7%) e *Pinus oocarpa* (62,0%) com 8 a 9 anos de idade, e se mostrou

semelhante quando comparado com a espécie estudada por Barrichelo (1979), *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (72,3%) aos 16 anos de idade. Neste caso, possivelmente a idade das espécies é um fator importante quando se estuda a sua composição química.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os teores de lignina e holocelulose diferiram entre as partes das árvores, onde a parte mediana apresentou a maior porcentagem de lignina e a parte basal a maior porcentagem de holocelulose, o que indica que há variação axial na composição química na madeira de *Pinus tecunumanii*.

As médias gerais dos compostos químicos encontrados neste estudo estão pertinentes com o prescrito em literatura sobre o assunto.

5. BIBLIOGRAFIA

BARRICHELO, L. E. G. **Estudo das Características Físicas, Anatômicas e Químicas da Madeira de Pinus Caribaea Mor. var. hondurensis Barr. et Golf. Para a Produção de Celulose Kraft.** 1979. 173p. Tese (doutorado), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP.

BRITO, J. O.; NUCCI, O. Estudo tecnológico da madeira de *Pinus* spp para a produção de carvão vegetal e briquetagem. **IPEF** n.26, p.25-30, abr.1984.

KLOCK, U. **Qualidade da Madeira Juvenil de Pinus maximinoi H. E. Moore.** 2000. 324. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MACHADO, S. A.; FILHO, A. F. **Dendrometria** – 2 Ed. Guarapuava: Unicentro, 2006, 316 p.

REMADE, **Revista da Madeira** – Edição N°98 – Agosto de 2006.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à CAPES pelo apoio a pesquisa e aos técnicos do laboratório de Tecnologia química da madeira, FENF – UFMT pelo incentivo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO AXIAL DO TEOR DE EXTRATIVOS NA MADEIRA DE TECA

Talita Cardoso Gonçalves, Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza,
Pedro Hurtado de Mendoza Borges, Thaianny Rodrigues de Souza
Universidade Federal de Mato Grosso - Faculdade de Engenharia Florestal
talita_cast@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Mato Grosso tem uma grande extensão de reflorestamentos com teca. Estima-se que o cultivo da espécie no Estado atingiu cerca de 60.000 ha no ano de 2012. Um avanço de 361% nos últimos 12 anos, considerando que no ano de 2000 a produção era de 13.000 ha. O volume de madeira produzido evoluiu na mesma proporção, avançando de 20.000 toneladas (t) para 100.000 t de toras na mesma base de comparação, expansão de 400%. A teca tem como principal produto sua madeira, que apresenta albúrnio estreito e claro, cerne marrom brilhante (MARINONIO, 2011). É muito utilizada na carpintaria, marcenaria, em produção de móveis e peças nobres, e principalmente na construção naval, que por sua vez, é considerada praticamente insubstituível, pois apresenta uma grande resistência ao sol, ao frio, ao calor, a água doce e salgada (RONDON NETO et al., 1998). Segundo Tsukamoto Filho et al. (2003), a madeira da teca supera muitas madeiras nobres nativas do Brasil, no que diz respeito à combinação de beleza, resistência e durabilidade. Sua madeira apresenta densidade de média a baixa (0,65 g/cm³), mas apesar da leveza, ela tem uma boa resistência a peso, flexão e tração. Devido às suas qualidades tecnológicas e silviculturais, esta espécie vem despertando grande interesse na área de implantação de maciços florestais no Brasil e vários estudos estão sendo desenvolvidos, dentre eles, o estudo químico do lenho desta espécie. A composição química da madeira varia de acordo com cada vegetal (KLOCK et al., 2005). De acordo com Fengel e Wegener (1989), a madeira é caracterizada quimicamente pela presença de compostos fundamentais (celulose, polioses e lignina), que fazem parte da parede celular e pelos compostos acidentais (extrativos e cinzas), que não fazem parte da parede celular. A quantidade de extrativos presentes na madeira

varia de uma espécie para outra, de uma determinada árvore para outra de uma mesma espécie e também pode variar axialmente em uma árvore. Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de analisar quantitativamente a variação axial de extrativos solúveis em água, no sentido base-ápice na madeira de *Tectona grandis* L.f..

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste trabalho foram utilizadas amostras de 5 árvores de *Tectona grandis*, provenientes de um reflorestamento com idade de 13 anos, plantado no espaçamento 3m x 2m, e localizado no município de Alta Floresta/MT. A amostragem das árvores foi feita ao acaso, e a retirada dos discos seguiu o método de Smaliam, descrito em MACHADO (2006). Para as análises químicas adotou-se a norma ABTCP – M1/71 para o processamento, a norma ABTCP – M2/71 para determinação do teor de umidade e a norma ABTCP – M4/68 para determinação do teor de extrativos solúveis em água.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Valores médios dos teores de extrativos em função da altura da árvore.

Alturas (m)	Árvores	Extrativos em água (%)	
		Água fria	Água Quente
Disco 1 (1,0)	1	2,7519	4,4243
	2	5,7046	6,6466
	3	5,3661	9,0242
	4	4,8944	4,4529
	5	3,8820	5,4564
Média		4,5198	6,0008
Disco 2	1	3,3865	5,6284

(1,3)	2	5,2682	6,4024
	3	5,3001	6,8404
	4	5,0644	5,2635
	5	4,2304	5,5157
Média		4,6499	5,9301
Disco 3 (3,0)	1	3,7426	4,4721
	2	4,8869	5,2628
	3	4,6212	5,9863
	4	4,2914	5,4901
	5	4,0095	5,6476
Média		4,3103	5,3718
Média Geral		4,4933	5,7676

Houve variação do teor de extrativos, no sentido base topo da árvore. No método de água fria houve uma média maior de percentual de teor de extrativos à altura de 1,3 metros, com aproximadamente 4,65%, seguido pela altura de 1,0 metro e 3,0 metros, com 4,52% e 4,31%, respectivamente. No método de água quente o maior percentual de teor de extrativo foi encontrado na base da árvore, a 1,0 metro com aproximadamente 6,0%, seguido pelas alturas de 1,3 e 3,0 metros de altura, respectivamente, com 5,93% e 5,37%. Contudo observa-se que há pouca variação entre os discos da base e do DAP. Guerra (2010) obteve resultados semelhantes, em um trabalho realizado com a mesma espécie, com extração realizada em álcool: tolueno. Comparando-se os métodos, todos os percentuais médios de teor de extrativos em água quente foram maiores que em água fria, sendo a maior variação encontrada a 1,0 metros de altura, onde foi de 1,48% e a menor variação foi a 3,0 metros de altura com 1,06%. A média geral teve variação de 1,27% entre os métodos. Ferreira (2012) trabalhando com teca e utilizando os mesmos métodos de extração, obteve resultados semelhantes, com um percentual de extração maior também em água quente. O método de extração em água quente mostrou-se mais eficiente que o método em água fria, comprovando-se o que se encontra na literatura. A explicação para tal fato possivelmente é a temperatura, pois a mesma é um catalisador de reação química, que aumenta a eficiência de extração. O método de água quente retira maior quantidade de extrativo, mas não altera o mesmo, sua eficiência maior está diretamente ligada a quantidade, e não a qualidade, pois seus componentes solúveis, tanto em água fria como em água quente, são os mesmos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Houve variação nos teores de extrativos ao longo do eixo axial da árvore. Os teores de extrativos solúveis em água quente foram quantitativamente superiores aos teores de extrativos solúveis em água fria. Para ambos os métodos o maior teor de extrativos foi verificado na parte basal das árvores. A espécie pode ser utilizada para obtenção de produtos não madeireiros, agregando valor aos seus reflorestamentos.

5. BIBLIOGRAFIA

- FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood-Chemistry, Ultrastructure, Reactions**. Ed: Walter de Gruyter. Berlin, New York, USA, 613p. 1989.
- FERREIRA, K. A. C., **Análise dos compostos acidentais na madeira de teca**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) UFMT–2012,32 f.
- GUERRA, S. C. S.; **Influência do teor de extrativos na resistência natural de cinco madeiras a cupins xilófagos**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – UFES, 36 f. 2010
- KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNADEZ, J. A.; ANDRADE, S. A. **Química da madeira** (Apostila, 3ª Edição revisada). Universidade Federal do Paraná, 86 p., 2005.
- MACHADO, S. A.; FILHO, A. F. **Dendrometria** – 2 ed., Guarapuava: Unicentro, 2006, 316 p.
- MARINONIO, G. B., **Efeito da densidade e do teor de extrativos na variação da cor da madeira de *Tectona grandis* L.f.** Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – UFRRJ RJ, Jul. 2011.
- OLIVEIRA, R. P. R. P. E. **Desempenho silvicultural de *Tectona grandis* L.f. em diferentes espaçamentos, no município de Cáceres, MT**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – UFRRJ –RJ, Jul 2008.
- RONDON NETO, R. M.; MACEDO, R. L. G.; TSUKAMOTO FILHO, A. A. **Formação de povoamentos florestais com *Tectona grandis* L.f. (*Teca*)**. Boletim Técnico - Série Extensão, v. 7, n. 33, p. 1-29, 1998.
- TSUKAMOTO FILHO, A. A.; SILVA, M. L.; COUTO, L.; MÜLLER, M. D. **Análise econômica de um plantio de teca submetido a desbastes**. Revista árvore, Viçosa, v.27, n.4, p.487-494. Ago 2003.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUALIDADE DA MADEIRA DE QUATRO CLONES DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE

Flavia Schmidt, Eraldo Antonio Bonfatti Júnior, Magnos Alan Vivian, Tiago Edson Simkunas Segura, Francides Gomes da Silva Júnior
 Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
 e-mail: flavia.schmidt@usp.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil lidera a produção e exportação de polpa celulósica de fibra curta de eucalipto; em 2011 foram produzidas 11,8 milhões de toneladas (BRACELPA, 2013). A competitividade brasileira no mercado mundial de polpa celulósica de fibra curta está relacionada a elevada produtividade das espécies de eucalipto utilizadas para produção de celulose. Entre os materiais genéticos de eucalipto utilizados para produção de polpa celulósica estão os híbridos provenientes do cruzamento *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*; estes híbridos são diversos, o que torna necessário associar suas características silviculturais, melhoradas geneticamente, com as tecnológicas.

O conhecimento das propriedades da madeira de cada um desses híbridos pode levar a uma maior qualidade do produto final. A densidade da madeira, sua composição química e morfologia das fibras exercem forte influência com relação a esse aspecto.

A densidade da madeira pode influenciar a produção de polpa em diversos aspectos: dificuldade de picagem, consumo de reagentes e geração de rejeitos, além de ter um impacto econômico que pode ser expresso pelo consumo específico de madeira. A composição química influencia diretamente nos processos químicos de polpação, havendo interferência no consumo de reagentes, no rendimento do processo e na quantidade de sólidos gerados (GOMES, 2009). As dimensões das fibras estão relacionadas com as propriedades físico-mecânicas da celulose.

Dada à relevância desses três parâmetros de qualidade, o objetivo do presente estudo é avaliar e comparar a qualidade da madeira de quatro híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla* para a produção de polpa celulósica.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados cavacos de 4 clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 5 (Clone A), 6 (Clone B), 6 (Clone C) e 7 (Clone D) anos de idade, provenientes de plantios comerciais das cidades de Telêmaco Borba-PR, Jacareí-SP, Jacareí-SP e Mogi Guaçu-SP, respectivamente. Para cada material foram determinados às seguintes propriedades:

- Densidade básica dos cavacos: norma NBR 11941 (2003);
- Composição química: norma TAPPI T204 cm-97 e T222 om-02;
- Morfologia das fibras: maceração de acordo com Franklin (1937) e mensuração conforme IAWA (1989).

Foram medidas as seguintes dimensões das fibras: Comprimento (C) e Largura da fibra (L), Diâmetro do lúmen (DL), Espessura da parede (EP).

Os dados foram analisados estatisticamente através de análise de variância (ANOVA). Quando esta análise detectou diferença significativa a 5%, realizou-se o Teste de Tukey.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade básica e caracterização química dos 4 híbridos avaliados podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1: Composição química e densidade básica de cavacos dos 4 clones de *Eucalyptus*.

Esp.	A	B	C	D
DB, Kg.m ³	447c	469b	501a	444c
ET, %	2,63c	3,06b	1,53d	4,46a
LT, %	27,1c	28,0b	27,7bc	29,8a
HC, %	70,2a	68,8b	70,7a	65,7c

Em que: Db (Densidade básica); ET (Extrativos totais); LT (Lignina total) e HC (Holocelulose).

A madeira do clone C foi a que apresentou a maior densidade básica, seguida pela madeira do clone B, enquanto os clones A e D, que apresentaram os menores valores, não diferiram estatisticamente entre si. Madeiras mais densas podem apresentar problemas na picagem, acarretar em menor impregnação e aumento dos rejeitos, no entanto proporcionam menor consumo específico de madeira e assim, maior produção industrial. Segundo Gomide et. al (2010), a densidade da madeira não possui correlação significativa com o rendimento do processo de produção de celulose, o que viabilizaria a utilização de madeiras mais densas.

Quanto à composição química, o clone D apresenta o maior teor de extrativos e lignina e menor teor de holocelulose. O Clone A e C apresentam os menores teores de lignina e maiores de holocelulose. No entanto o clone C apresenta menor teor de extrativos.

Sabe-se que tanto o teor de lignina quanto o de extrativos influenciam negativamente o rendimento do processo. Além disso, consomem mais reagentes no processo de polpação e, no caso dos extrativos, dificultam a impregnação.

Os resultados da morfologia das fibras podem ser visualizados na tabela 2.

Tabela 2: Morfologia das fibras dos 4 clones de *Eucalyptus*.

Esp.	A	B	C	D
C, mm	1,01bc	1,04ab	0,98c	1,06a
L, µm	16,5c	20,8a	19,0b	20,2a
DL, µm	8,87b	13,4a	8,75b	13,9a
EP, µm	3,85b	3,71b	5,13a	3,16c
FP, %	46 b	36 c	54 a	31 d

Tecnicamente considera-se que os materiais avaliados apresentam fibras com comprimentos semelhantes, mesmo que haja diferença estatística. O clone C apresenta maior fração parede o que está relacionado a maior densidade básica. Fibras com frações parede acima de 40% pressupõem uma maior rigidez das fibras, o que acarreta em menores resistências à tração, ao arrebentamento e maiores volumes específicos e resistência ao rasgo.

Logo os clones B e D são bastante semelhantes quanto à morfologia das fibras, mas diferem quanto à composição química, sendo o B mais adequado para produção de celulose.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Todos os clones se mostraram adequados como matéria-prima para a produção de celulose e papel.

Considerando os parâmetros densidade básica e composição química o clone C, além de apresentar a maior densidade básica, que proporciona menor consumo específico, também possui as melhores características químicas para a produção de polpa celulósica, pois tem menor teor de extrativos e maior teor de holocelulose.

As diferenças observadas para o comprimento das fibras não são suficientes para impactar as propriedades físico-mecânicas das polpas produzidas.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941:** Madeira: Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. Relatório estatístico 2011/2012. 2013, 50p.

FRANKLIN, G. L. Permanent preparations of macerated wood fibers. **Tropical Woods**, Yale, n. 49, p. 21-24, 1937.

GOMES, F. A. **Avaliação dos processo kraft convencional e Lo-Solids® para a madeira de *Pinus taeda*L.** 2009. 99.p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

GOMIDE, J. L.; NETO, H. F.; REGAZZI, A. J. Análise de critérios de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose kraft. **Rev. Árvore** vol. 34. Viçosa, Mar./Abr. 2010.

IAWA - INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMY. List of microscopic features for wood identification. **IAWA Bulletin**, Oakland, v.10, n.3, p.226-332, 1989.

TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **Test methods**. Atlanta: TAPPI Press, 2007. 2 v.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO COLORIMÉTRICA DAS MADEIRAS DE PLÁTANO E AÇOITA-CAVALO

Aline Krolow Soares, Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori, Tainise Vergara Lourençon,
Darci Alberto Gatto
Universidade Federal de Pelotas, Universidade Federal do Paraná
alinekrolowsoares@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material extremamente complexo devido a sua variada composição química e anatômica. Essa combinação resulta em um material heterogêneo com propriedades físicas e mecânicas distintas, além de grande variabilidade de cores e tonalidades entre madeiras de diferentes espécies.

A cor da madeira é um dos primeiros aspectos avaliados na indústria. De acordo com Cademartori et al. (2013), ela é um importante fator que influencia na qualidade do produto final da madeira. A variação das cores nas diversas espécies existentes é imensa e, segundo Mady (2000) é resultado da composição química presente no xilema, como taninos, fenóis, flavonoides, estilbenos, quinonas e outros.

A avaliação da cor é feita normalmente através do sistema *CIE* (Commission International de L'Eclairage), que define a coloração segundo três parâmetros: luminosidade, tonalidade e saturação (CAMARGOS E GONÇALEZ, 2001). De acordo com Atayde (2011), o uso do sistema *CIELab* permite distinguir de maneira eficaz as tonalidades entre as seções anatômicas através dos parâmetros colorimétricos (L^* , a^* , b^* , C^* e h).

Nesse estudo foi avaliada a coloração da madeira de duas espécies, *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. e *Luehea divaricata* Mart.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material de estudo foi proveniente de populações florestais localizadas no Estado do Rio Grande do Sul. Utilizou-se cinco amostras com dimensões de 2 x 2 x 30 cm de cada uma das espécies, todas estas orientadas e livre de defeitos, tais como nós e rachaduras.

A avaliação colorimétrica foi realizada utilizando-se um colorímetro Konica Minolta (modelo CR-400) equipado com fonte iluminante D65, ângulo de observação de 10° e abertura do sensor de 8 mm.

As medições foram feitas nos dois planos anatômicos, longitudinal radial e longitudinal tangencial, totalizando três medições em cada plano e, conseqüentemente, seis medições por peça. Com isso, obtiveram-se os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (coordenada cromática vermelho-verde), b^* (coordenada cromática amarelo-azul). Já os parâmetros C^* e h foram obtidos através das eq. (1) e eq. (2), respectivamente:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (2)$$

Em que: C^* = saturação de cor; h = ângulo de tinta; a^* = coordenada cromática vermelho (+) – verde (-); b^* = coordenada cromática amarelo (+) – azul (-).

Os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva e análise de variância fatorial (ANOVA) com arranjo fatorial de 2 x 2 (duas espécies e dois planos anatômicos). Em caso de rejeição da hipótese nula, os valores médios foram submetidos a testes de médias de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as duas espécies, a luminosidade (L^*) e a coordenada cromática vermelho-verde (a^*) (Tabela 1) apresentaram comportamentos similares, em que o L^* mostrou-se ligeiramente superior no plano tangencial. No entanto, o L^* não variou significativamente entre planos anatômicos. Além disso, os baixos valores de a^*

mostram que as madeiras analisadas apresentam baixo nível de tons de vermelho. De acordo com González et al. (2001), valores altos para a coordenada a^* significam a presença de tons avermelhados.

Tabela 1: Valores médios dos parâmetros L^* , a^* e b^* da madeira de plátano e açoita-cavalo.

Espécie	Plano	L^*	a^*	b^*
Plátano	R	61.35 aA	5.95 aA	15.97 aA
	T	63.61 aA	6.21 bA	16.44 aA
Açoita-cavalo	R	57.37 bA	4.78 bA	14.42 bA
	T	59.15 bA	4.26 cA	14.07 bA

R= plano radial; T= plano tangencial. Letras minúsculas diferentes para espécies distintas e mesmo plano anatômico; e letras maiúsculas para a mesma espécie e planos distintos diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$).

Os valores médios para a coordenada cromática b^* (Tabela 1) diferiram significativamente para o fator espécie, em que a madeira de plátano apresentou valores entre 9 e 15% superiores à madeira de açoita-cavalo. González et al. (2001) afirmou que o aumento dessa coordenada evidencia a presença de cor amarelada. Tal tonalidade é resultado dos diferentes tipos de extrativos presentes nessas duas espécies.

Da mesma forma que o b^* , a saturação (C^*) (Tabela 2) diferiu significativamente apenas entre espécies. Como as madeiras não apresentaram nenhum tipo de modificação, o parâmetro C^* não tende a apresentar grandes variações, visto que representa a pureza da cor em relação ao branco.

Tabela 2: Valores médios dos parâmetros C^* e h da madeira de plátano e açoita-cavalo.

Espécie	Plano	C^*	h
Plátano	R	17.05 aA	69.58 bA
	T	17.58 bA	69.38 bA
Açoita-cavalo	R	15.20 bA	71.67 aB
	T	14.71 cA	73.03 aA

R= plano radial; T= plano tangencial. Letras minúsculas diferentes para espécies distintas e mesmo plano anatômico; e letras maiúsculas para a mesma espécie e planos distintos diferem estatisticamente (Tukey, $p < 0,05$).

O ângulo de tinta (h) apresentou valores similares para ambas as espécies, porém estatisticamente distintos. No entanto,

permaneceram em um patamar que indica a predominância de tonalidade amarelada nas peças analisadas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As madeiras de ambas as espécies apresentaram variação significativa, porém conclui-se que não há distinção entre a coloração do plano radial e do plano tangencial, o que torna possível a medição de apenas um dos planos na avaliação da cor da madeira. Ambas as espécies mostraram predominância de tons de amarelo, em que a madeira de plátano apresentou nível de luminosidade superior.

5. BIBLIOGRAFIA

ATAYDE, C. M.; GONÇALEZ, J. C.; CAMARGOS, J. A. Características colorimétricas entre as seções anatômicas da madeira de muirapiranga. **Cerne**. v. 17, n. 2, p. 231-235, 2011.

CADEMARTORI, P. H. G.; SCHNEID, E.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; BELTRAME, R. Thermal modification of *Eucalyptus grandis* wood: variation of colorimetric parameters. **Maderas. Ciencia y tecnología**, v.15, p.57-64, 2013.

CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A. Colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. **Brasil Florestal**, v.20, n.71, p.30-41, 2001.

GONÇALEZ, J. C.; JANIN, G.; SANTORO, A. C. S.; COSTA, A. F.; VALLE, A. T. Colorimetria quantitativa: uma técnica objetiva de determinar a cor da madeira. **Brasil Florestal**, v.20, n.72, p.47-58, 2001.

MADY, F. T. M. **Conhecendo a madeira:** informações sobre 90 espécies comerciais. Manaus: SEBRAE/AM/Programa de Desenvolvimento Empresarial e Tecnológico, 2000. 212 p.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo suporte financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus benthamii* MAIDEN ET CABBAGE

Talita Baldin, Joel Telles de Souza, Walmir Marques de Menezes, Clovis Roberto Haselein
 Universidade Federal de Santa Maria
 talita.baldin@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Um dos mais importantes parâmetros para a avaliação da qualidade da madeira é a densidade básica, definida como sendo a relação entre o peso da madeira seca em estufa, expressa em gramas ou toneladas, e o seu volume saturado em centímetros ou metros cúbicos (FOELKEL et al., 1971).

Investigações referentes à densidade básica da madeira são de grande valia. Na tecnologia está ligada diretamente às características do produto final como rendimento em celulose, resistências físico-mecânicas do papel, produção e qualidade de carvão, etc. No inventário florestal relaciona-se diretamente à produtividade da floresta em termos de quantidade de madeira seca por hectare.

Na determinação deste parâmetro, deve-se ter o conhecimento de sua variabilidade em função de fatores genéticos (gêneros, espécies, procedências), fatores do meio (clima, solo, topografia) e silviculturais (espaçamento, idade de corte, desbaste, desrama). Além da variação da densidade dentro da árvore, entre madeira juvenil e adulta, entre lenhos, cerne e alborno (SHIMOYAMA e BARRICHELO, 1989).

O *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage, é originário da Austrália, derivando da cidade de Camden (NISGOSKI et al., 1998). A espécie foi introduzida no Brasil pela Embrapa/Florestas. Na região Sul, tem mostrado bom crescimento e resistência a geadas em plantios experimentais com 2 e 3 anos de idade no Estado de Santa Catarina (HIGA e PEREIRA, 2003).

Nesse contexto, o presente trabalho tem por objetivo determinar a densidade básica da madeira de *Eucalyptus benthamii* em um povoamento localizado no oeste de Santa Catarina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Na realização deste estudo foram utilizadas amostras provenientes de sete árvores de *E.*

benthamii, selecionadas em um hectare de plantio comercial, com sete anos de idade, localizado na cidade de Ponte Serrada – SC.

O município situa-se nas coordenadas 26°52'18" Sul e 52°00'57" Oeste, a uma altitude de 1100 metros acima do nível do mar. O clima é classificado, segundo Koeppen, como mesotérmico úmido. Quanto à geografia, encontra-se dentro da serra geral, pertencente ao grupo geológico denominado São Bento (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2013).

Para a seleção aleatória das árvores dentro do povoamento, desconsiderou-se a linha de bordadura. Posteriormente, foi retirados discos de três centímetros de espessura no diâmetro a altura do peito (DAP). Para a avaliação da densidade básica, as amostras foram transportadas para o Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade do Oeste de Santa Catarina - UNOESC, Campus de Xanxerê. Este material foi devidamente marcado e retirado duas cunhas perpendiculares para a realização do experimento.

Para obter o volume verde, as amostras ficaram imersas em água por sete dias, e após este período, mensurou-se o volume pelo método da balança hidrostática. As cunhas foram então submetidas à secagem em estufa com temperatura de 103°C, até atingir peso constante, onde foi então obtido o peso seco do material.

O cálculo para determinação da densidade básica, do povoamento de *E. benthamii* foi determinado pela eq.(1):

$$Db = Po / Vu \quad (1)$$

Onde:

Db: densidade básica (g/cm³)

Po: Peso seco (g)

Vu: Volume verde - saturado em água (cm³)

O processamento e análise dos resultados foi efetuado com auxílio de gráficos e tabelas utilizando-se o programa Excel® 2007. Os

dados também foram avaliados por análise de variância e teste de médias, com nível de 95% de confiabilidade. Para tanto, foi utilizado o pacote estatístico Statgraphics Plus.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados para densidade básica não diferiram estatisticamente, em nível de 5% de probabilidade de erro. Os valores médios de cada árvore podem ser visualizados na Fig.1.

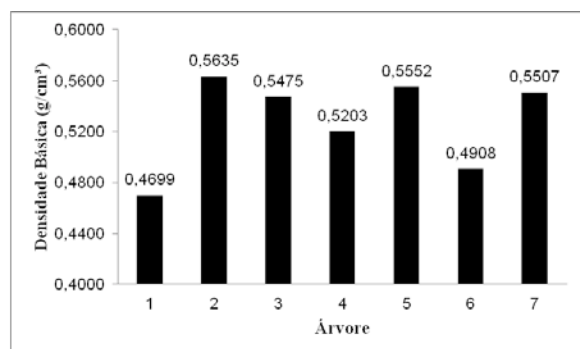


Fig.1: Densidade básica de sete indivíduos de um povoamento de *E. benthamii* (Fonte: autor, 2013).

A variação não significativa entre os indivíduos é positiva, pois remete á condições de sítio homogêneo, beneficiando futuros estudos para demais características tecnológicas da madeira desta espécie.

Sobre o assunto, Gouvea (2012), expõe que o Brasil possui grande variedade de condições edafoclimáticas. Portanto, para garantir a produção de matéria prima mais homogênea possível, é importante que as espécies sofram o mínimo efeito nas suas características tecnológicas em razão do sítio utilizado.

A densidade básica média da madeira de *E. benthamii* determinada (0,528 g/cm³) quando comparada a outras espécies do mesmo gênero, mostrou-se superior a do *Eucalyptus grandis* (0,391 g/cm³) verificada por Brito et al (1983), porém foi inferior a densidade básica do *Eucalyptus citriodora* (0,73 g/cm³) observada por Oliveira et al. (2005).

Nigoski et al. (1998) expõe que comparando-se a densidade do *E. benthamii* com outras espécies, o mesmo talvez apresente propriedades físicas e mecânicas semelhantes ao *Eucalyptus grandis*. A autora ainda afirma que para maiores conclusões referentes ao assunto, serão necessários maiores investimentos em ensaios tecnológicos.

4. CONCLUSÃO

A densidade básica não apresentou variação significativa entre os indivíduos dentro do povoamento estudado. Esta característica é desejável para posteriores estudos tecnológicos com a madeira em questão. O valor médio encontrado para *E. benthamii* foi superior a valores determinados para *E. grandis* e inferior a *E. citriodora*. Resultados que corroboram com a atual utilização comercial dessa espécie, largamente empregada na fabricação do carvão vegetal.

5. BIBLIOGRAFIA

FOELKEL, C. E. B.; BRASIL, M. A. M.; BARRICHELO, L. E. G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. Piracicaba, n. 2/3, p. 65-74, 1971.

SHIMOYAMA, V.R. de S., BARRICHELO, L.E.G. Densidade básica da madeira, melhoramento e manejo florestal. Sér. Téc. - IPEF Piracicaba v.6 n.20 p. 1 – 22 Ago.1989.

HIGA, R. C. V. e PEREIRA, J. C. D. Usos potenciais do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Colombo: Embrapa Florestas, 2003. 4 p. (Embrapa Florestas, Comunicado Técnico, 100).

NISGOSKI, S., et al. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Ciência Florestal**, v.8, n.1, p. 67-76, 1998.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Ponte Serrada. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/portalturismo/Default.asp?CodMunicipio=251&Pag=1>>. Acessado em 03/07/ 2013.

GOUVEA, G. F. A. Efeito do sítio nas características tecnológicas da madeira de *Eucalyptus* para produção de celulose kraft. **Ciência da madeira (braz. j. wood sci.)**, Pelotas, v. 03, n. 02, p. 102-115, Novembro de 2012.

BRITO, J. O. et al. Análise da produção energética e de carvão vegetal de espécies de eucalipto. **Ipef**, n.23, p. 53-56, abr. 1983.

OLIVEIRA, J. T. S., et al. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **R. árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.1, p.115-127, 2005.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ALTERAÇÕES COLORIMÉTRICAS EM MADEIRA SUBMETIDA A CONTATO DIRETO COM ÁGUA

Tainise V. Lourençon, Aline K. Soares, Margarete R. F. Gonçalves, Darci A. Gatto

Universidade Federal de Pelotas – UFPel

tainise@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material versátil, utilizada na indústria moveleira, em painéis, celulose e papel, bioenergia e construção civil. Em cada ramo, é indispensável conhecer seu comportamento e suas características principais, para que se tenha o melhor desempenho e aproveitamento possível. Para tal, é de extrema importância os estudos que considerem tanto a procedência do material como o meio a que ele está submetido.

Na construção civil, a madeira é comumente utilizada em ambientes onde o contato com a água é direto, uma das características que pode ser notada devido a exposição a esse tipo de ambiente é a alteração na coloração que é agravado pela falta de quaisquer tratamentos preservativos.

A colorimetria é uma técnica utilizada para descrever a coloração exata da madeira, de forma eficaz e não destrutiva, por meio de colorímetros ou espectrofotômetros. Ela baseia-se nas normas descritas pela CIE (Comission International de L'Éclairage). Dessa forma, a técnica sobscrita, pode quantificar características capazes de caracterizar o comportamento da madeira quanto a alteração de cor. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar o comportamento colorimétrico da madeira de três espécies distintas, expostas a contato direto com água.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Analisou-se três espécies distintas: *Eucalyptus robusta* Smith, *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Corymbia citriodora* Hill & Johnson. Todas provenientes de plantios homogêneos do Centro Agropecuário da Palma, pertencente a Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Foram utilizados discos com diâmetro médio de 10 cm e espessura de 3 cm. Amostras controle foram mantidas em ambiente climatizado (20°C

e UR de 65%), e as demais foram submetidas a contato direto com água, para serem retiradas em cinco tempos: 60, 120, 180, 240 e 300 dias. Após a retirada e estabilização de todos os corpos de provas, foi realizada a análise colorimétrica de madeira.

O estudo colorimétrico foi realizado com um colorímetro Konica Minolta (modelo CR-400) equipado com fonte iluminante D65, ângulo de observação de 10° e abertura do sensor de 8 mm. Para cada um dos tempos, realizaram-se mensurações em triplicata para a obtenção dos parâmetros colorimétricos L^* (luminosidade), a^* (coordenada cromática vermelho-verde), b^* (coordenada cromática amarelo-azul). Os demais parâmetros, saturação da cor (C^*) e do ângulo de tinta (h^*) foram calculados por meio da eq. (1) e eq. (2), respectivamente:

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (1)$$

$$h = \arctg(b^* / a^*) \quad (2)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fig. 1 mostra que alterações na cor das madeiras são perceptíveis a partir de 180 dias de contato direto com água.



Fig. 1: Avaliação visual do comportamento colorimétrico em função de tempo e espécie.

A variação dos parâmetros colorimétricos (L^* , a^* , b^* , C^* e h^*) para as madeiras das três espécies é apresentada na fig. 2.

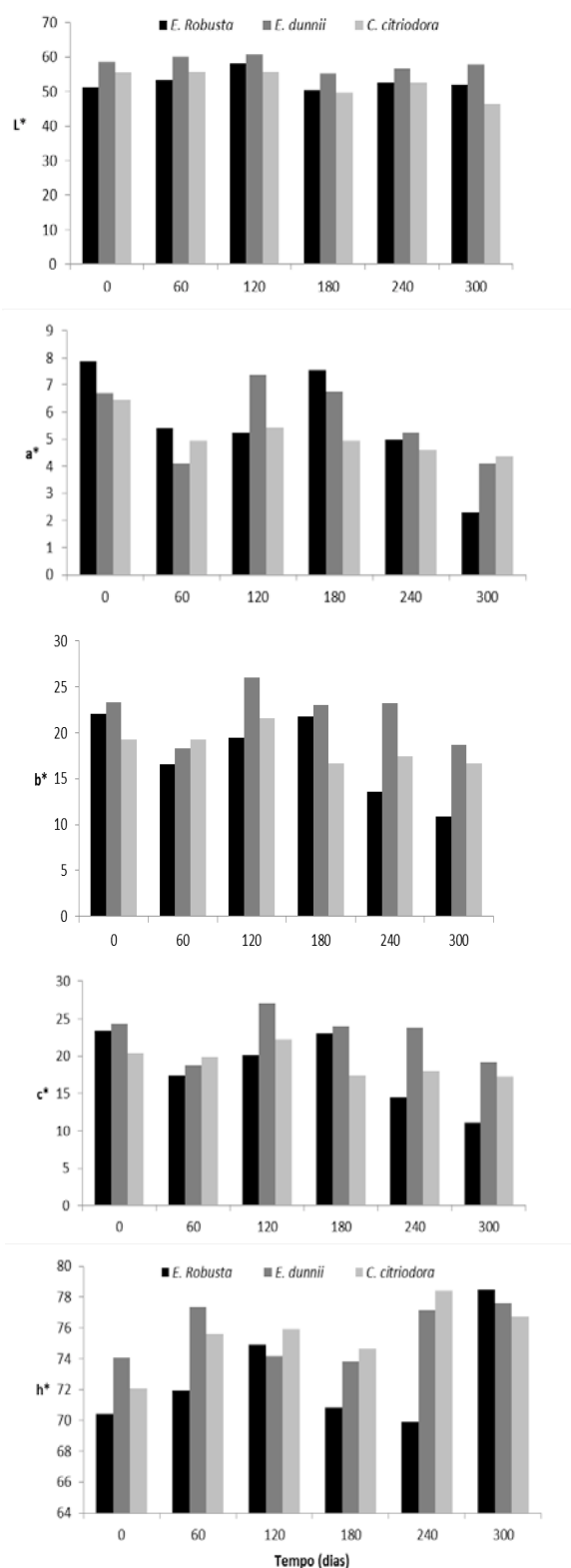


Fig. 2: Parâmetros colorimétricos para as três espécies em função do tempo.

Através da análise dos parâmetros colorimétricos, percebe-se que a espécie *C. citriodora* apresentou perda de claridade da madeira em função do tempo, caracterizado pela queda do L^* . As madeiras de *E. robusta* e *E. dunnii*, demonstraram apenas uma tendência de diminuição da claridade a partir de 180 dias.

Todas as espécies apresentaram tendência de escurecimento caracterizado pelo decréscimo do vermelho ao verde, representado pela coordenadas a^* e do amarelo ao azul, representado pela coordenada b^* . Estudos feitos por Atayde et al. (2011) mostram que o escurecimento da madeira deve-se a oxidação causada pela decomposição de lignina e extrativos presentes nas células.

A saturação (C^*) apresentou-se semelhante às coordenadas a^* e b^* , com decréscimo acentuado a partir de 180 dias. Segundo Camargos e Gonzalez (2001), a saturação corresponde ao raio do círculo de sombra, a partir do ponto de cinza do eixo leva a cor espectral pura (extremidade do círculo). Conforme Mattos et al. (2013), essa variável está associada à pureza da cor em relação ao branco e perdas nesse parâmetro indicam opacidade da cor.

O ângulo de tinta (h^*), em um primeiro momento cresce, em direção ao eixo cromático b^* (amarelo-azul), segue-se um decréscimo e novamente um incremento até 300 dias, o que mostra que a madeira para as três espécies perde o vermelho característico do material e ao analisar juntamente com a queda do C^* indica a tendência para o acinzentamento.

4. CONCLUSÕES

Através da avaliação do comportamento colorimétrico da madeira das três espécies estudadas, expostas ao contato direto com água, percebe-se que a técnica de colorimetria é eficaz para quantificar os aspectos acinzentados adquiridos com o tempo de contato com água, somado a incidência solar, mudanças de temperatura e demais intemperismos.

5. BIBLIOGRAFIA

ATAYDE, C. M.; GONÇALEZ, J. C.; CAMARGOS, J. A. Características colorimétricas entre as seções anatômicas da madeira de muirapiranga. *Cerne*. v. 17, n. 2, p. 231-235, 2011.

CAMARGOS, J. A. A.; GONÇALEZ, J. C. A Colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira. *Brasil Florestal*, v.20, n.71, p.30-41, 2001.

MATTOS, B. D.; CADEMARTORI, P. H. G.; LOURENÇON, T. V.; GATTO, D. A. Colour changes of Brazilian eucalyptus wood by natural weathering. *International wood products journal*. Ahead of print. 2013.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DA CLASSE DE DIÂMETRO DE TORAS DE DOIS CLONES DE EUCALIPTO NA SECAGEM DE MADEIRA DESTINADA A CARBONIZAÇÃO

Wagner Patricio de Sousa Junior, Angélica Lorena dos Santos Oliveira, Vinicius Orlandi Barbosa Lima, Rian Guilherme Correa Montalvão, Artur Oliveira Cavalcanti
Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – campus Salinas
 wagner.junior@ifnmg.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da madeira é um fator de extrema importância quando o objetivo é a produção de carvão vegetal com alto rendimento, baixo custo e alta qualidade. Além da busca por materiais genéticos satisfatórios, deve se atentar para o teor de umidade da madeira a ser carbonizada, que deve ser menor do que 30% para que se obtenha um carvão de qualidade, com bom rendimento gravimétrico, pouco quebradiço e com um menor tempo de carbonização. De acordo com Sousa (2010), que avaliou a secagem de quatro classes de diâmetro da madeira tanto no sentido radial como no comprimento das peças a secagem da madeira esta diretamente correlacionada com o seu diâmetro, onde destacou a importância da aplicação de métodos rápidos e práticos para determinação do teor de umidade da madeira para o processo de carbonização. Segundo Galvão (1975), os fatores que mais afetam a perda de umidade da madeira são temperatura e umidade relativa do ar. Silva (1997) evidencia que o processo de secagem depende tanto da evaporação da umidade superficial quanto da movimentação da umidade interior para as zonas superficiais. O objetivo deste trabalho foi avaliar o teor de umidade de toras de madeira de dois clones de *Eucalyptus* durante a secagem ao ar em função do tempo de secagem (meses) e das diferentes classes de diâmetro das toras, nas condições climáticas do município de Salinas-MG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material necessário para a realização dos testes de perda de umidade da madeira em função do diâmetro das peças foi coletado em um plantio de *Eucalyptus* destinado à produção de carvão vegetal no município de Taiobeiras – MG, com altitude de 880 m, declividade do terreno variando de 0 a 3% em solo arenoso.

Coletou-se material pertencente a dois híbridos de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* muito utilizados na região, em talhões vizinhos, sendo de um plantio com 5 anos de idade e espaçamento de 3,20 x 2,35m. As árvores abatidas foram seccionadas em toras de 1,5 m de comprimento e separadas por classe de diâmetro. As classes adotadas foram: de 7 a 8,4 cm; de 8,5 a 10,9 cm; de 11 a 13,4 cm; de 13,5 a 17,4 cm; de 17,5 a 22,5 cm sendo que o material coletado foi transportado para o campus do IFNMG Salinas. Visando-se simular o empilhamento utilizado no campo, foram feitas duas pilhas, sendo uma para cada clone, com formato tipo “box” em condições de exposição à temperatura ambiente no município de Salinas-MG. Buscou-se, ao longo das análises, manter a pilha com altura constante. O teste de umidade da madeira foi realizado inicialmente uma semana após o corte e, a partir dessa primeira análise, repetiu-se a mesma uma vez por mês nos 5 meses seguintes, com o seguinte procedimento: selecionou-se aleatoriamente no material empilhado 4 peças de cada classe de diâmetro para cada um dos clones, totalizando 20 peças de cada clone. De cada uma delas foram retirados em serra circular três discos próximos a 2 cm de espessura na posição mediana da peça. Para a retirada dos discos pertencentes às peças de maior diâmetro utilizou-se um motosserra. Para a determinação da massa dos discos imediatamente após o fracionamento das toras, utilizou-se uma balança de precisão de 0,01g. Logo após os discos foram secos em estufa convencional a 103°C ± 2°C até estabilizarem sua massa, obtendo-se então a massa absolutamente seca dos discos possibilitando-se o cálculo do teor de umidade base seca.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação (INMET) para o município de Salinas-MG durante o período de secagem das

peças encontram-se na Tabela 1, onde são apresentados como valores médios em função do mês em questão.

Tabela 1. Valores médios de umidade Relativa (UR), temperatura e precipitação nos meses analisados.

Mês	T (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)
1	26,94	58,04	24,8
2	23,84	69,67	38,6
3	24,24	61,82	0,8
4	23,79	58,16	0,0
5	25,84	53,72	1,4

Efetuuou-se a análise de variância e verificou-se que o tempo de secagem da madeira, o diâmetro das peças e a interação desses dois fatores apresentaram correlação significativa ($P < 1\%$) sobre a perda de umidade da madeira, sendo que o tempo foi o fator mais influente sobre a variação da umidade das peças. Nesta análise os diferentes clones não apresentaram influência significativa sobre a perda de umidade. Quando se analisou de forma geral, conforme visualizado na Tabela 2, com enfoque em valores médios, verificou-se que a partir do quarto mês a madeira já apresentava com teor de umidade dentro de um valor aceitável.

Tabela 2. Teste Tukey a 5% de probabilidade para as médias dos teores de umidade da madeira de clones em função do tempo.

Tempo	Média de Umidade (%)
Mês 0	97,22 a
Mês 1	68,16 b
Mês 2	48,94 c
Mês 3	35,10 d
Mês 4	25,70 e
Mês 5	20,02 e

Ao se analisar as médias dos teores de umidade da madeira para ambos os clones, para cada classe de diâmetro em função do tempo (em meses) de secagem verificou-se que a madeira com diâmetro menor, compreendendo as classes de 7 a 8,4 cm, de 8,5 a 10,9 cm e de 11 a 13,4 cm, chegaram ao teor de umidade igual ou menor do que 30% no terceiro mês de secagem, estando então em condições adequadas para a carbonização. Já a classe de 13,5 a 17,4 cm necessitou de um tempo de 5 meses para atingir

esse percentual e a classe de 17,5 a 22,5 cm não atingiu esse valor durante o período deste experimento.

4. CONCLUSÕES

O tempo de secagem e o diâmetro das toras de madeira são variáveis que influem diretamente sobre sua perda de umidade. O tempo médio em que a madeira atinge teor de umidade médio ideal nas condições climáticas de Salinas-MG correspondeu a 4 meses para o período analisado. Peças pertencentes às menores classes de diâmetro atingiram teor de umidade adequado em 3 meses enquanto as peças de classes de maior diâmetro não atingiram teor de umidade adequado no período analisado. Em uma próxima etapa, será analisado a viabilidade operacional de separação de peças no campo em pelo menos 3 classes de diâmetros e a avaliação do processo de secagem assim como a qualidade do carvão produzido.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALVÃO, A. P. M. Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do Brasil. **IPEF**, Piracicaba, n.11, p.53-65, 1975.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>> Acesso em: 16 set. 2012.

SILVA, J. R. M.; MENDES, L. M.; WENZEL, M. K. Secagem ao ar livre da madeira de *Eucalyptus grandis* para a produção de móveis. **Cerne**, v. 3, n. 1, p. 170-186, 1997.

SOUSA, L.C. Secagem natural da madeira no campo para produção de carvão vegetal. **II Fórum nacional sobre carvão vegetal** (palestra). Sete Lagoas, 2010.

6. AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, pelo apoio financeiro na concessão de bolsa de Iniciação Científica e ao empresário Eder Marques, presidente da ASSIL (Associação dos Silvicultores do Alto Rio Pardo), pela doação da madeira utilizada.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO DE SECAGEM DA MADEIRA EM UMA EMPRESA DE PRODUÇÃO DE PISOS NO OESTE DO PARÁ

Fernando Wallase Carvalho Andrade¹, Cláudia da Costa Cardoso², Luciana Karla Valéria dos Santos Sousa², João Ricardo Coimbra Nobre¹

¹Universidade Federal de Lavras, ²Universidade Federal do Oeste do Pará

fwcandrade@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A secagem é um processo de extrema importância para qualidade final da madeira, pois esta feita de maneira correta evita o aparecimento de possíveis defeitos além da diminuição da movimentação dimensional, diminuição do peso da madeira transportada, melhor trabalhabilidade, aumento da resistência mecânica das peças, aumento das propriedades isolantes e aumento da durabilidade natural da madeira (LOGSDON E CALIL JUNIOR, 2002; GLASS E ZELINKA, 2010).

O objetivo deste trabalho foi realizar a caracterização do processo de secagem em uma indústria de fabricação de pisos do interior da Amazônia, bem como identificar as principais espécies utilizadas e possíveis falhas no processo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização desta pesquisa foram realizadas entrevistas, por meio da aplicação de questionário estruturado, junto aos responsáveis pelo processo de secagem da madeira na empresa ALGIMI FLORESTAL Indústria de Pisos de Madeira, localizada em Santarém - PA, sob as coordenadas geográficas 2°27'39,23''S e 54°41'39,65''O.

Os dados dos questionários foram compilados e avaliados, a partir dos quais foi possível obter-se as seguintes informações sobre o processo de secagem: a) comportamento das espécies submetidas ao processo; b) métodos de secagem, empilhamento e monitoramento do teor de umidade; c) tempo despendido nos processos de secagem e d) custo do processo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais espécies utilizadas e comercializadas pela empresa são: maçaranduba (*Manilkara* sp.), angelim (*Hymenolobium* sp.),

piquiá (*Caryocar* sp.), ipê (*Handroanthus* sp.), tauari (*Couratari* sp.), goiabão (*Pouteria* sp.), muiracatiara (*Astronium* sp.) e garapa (*Apuleia* sp.).

O processo de secagem iniciou-se com o empilhamento da madeira serrada com o uso de separadores ou tabiques de 2 cm de espessura, para a circulação do ar. O espaçamento utilizado entre os tabiques para madeiras, como por exemplo, a maçaranduba é de 20 a 30 cm. Para algumas madeiras como o tauari, utilizam-se madeira de sua própria espécie para a formação de tabiques, pois do contrário, pode acarretar no surgimento de manchas nas peças de madeira. Entre os defeitos ocorridos nesta etapa, observou-se o fenômeno denominado “bica”, em que o tabique torna-se sensível, podendo prejudicar o processo de secagem e o produto final.

A próxima etapa foi à secagem ao ar livre. Durante a secagem ao ar livre uma das espécies observada foi o jatobá, pois a madeira desta espécie tem elevada suscetibilidade ao empenamento, devendo ser seca em um período de 15 à 20 dias.

Feito isto, seguiu-se para a secagem em estufas sendo que, a empresa possui um complexo de 22 estufas de 60m³ de volume. A secagem é realizada a vapor, através de uma caldeira, alimentada pelo calor gerado na queima de resíduos (serragem). Apenas uma caldeira alimenta todas as estufas. Este sistema de secagem a vapor é mais eficiente do que os demais métodos, geralmente utilizados na região, e diminui o custo com energia elétrica sendo que, as estufas funcionam através de um processo de convecção, para facilitar a circulação do ar quente em relação ao gradeado. Estes blocos gradeados, com a madeira bitolada, eram separados entre si por 20 à 30 cm para facilitar a circulação de ar entre os lotes de madeira. Existem espécies que quanto maior for sua densidade, mais difícil torna-se sua secagem, a exemplo do piquiá, mas existem espécies de

secagem considerada boa (sem defeitos e rápida), como ipê, maçaranduba, angelim, que levam de 15 a 20 dias na estufa. Outras espécies sensíveis à umidade foram: tauari, goiabão e a muiracatiara que tem muitos problemas de rachaduras durante a secagem. A temperatura de secagem foi determinada para cada espécie, sendo que em geral, quanto mais densa a espécie, menos calor deverá ser utilizado para evitar defeitos de secagem.

Segundo Simpson e Baah (1989), isto é devido à relação dessa variável com os defeitos de secagem, assim quanto mais densa a madeira, mais difícil será a secagem e, conseqüentemente, mais defeitos poderão ocorrer, devido o menor teor de umidade, que de acordo com Borges e Quirino (2004), quando a peça de madeira atingir um valor menor do que o ponto de saturação das fibras, a oscilação dos valores de umidade no interior da madeira detém grande influência sobre os defeitos e, com base nestes aspectos, para que haja um controle, é necessário que se altere os constituintes hidrofílicos da madeira, diminuindo a higroscopicidade com base no tratamento térmico, em função das transformações decorridas na estrutura da madeira. Durante a secagem são feitas constantemente as aferições do teor de umidade da madeira para o status da secagem. A aferição da umidade foi feita através de um aparelho de alta precisão, um medidor de umidade (LIGNOMASTER). O modo de utilização foi deixar cravado na peça e com a ajuda de uma tabela foi feita a aferição da umidade correspondente à peça.

Utilizou-se então no aparelho, a temperatura correta do ambiente, e escala correta para posteriormente calcular a média. Em peças com umidades divergentes, utiliza a de maior umidade e a de menor umidade e calcula-se a média.

Ao fim da secagem, desligam-se as estufas e estas são mantidas fechadas por 24 horas em resfriamento, para que não ocorra choque térmico.

Para a exportação, a madeira deve ser embalada para que não retenha umidade novamente. Como embalagem, é utilizado plástico grosso primeiramente, e depois plástico filme, para evitar que as peças adquiram umidade excessiva. Outra maneira é a utilização de parafina em espécies como maçaranduba e ipê, para evitar também o aparecimento de rachaduras de topo.

No momento de averiguar a umidade de um lote de madeira, houve necessidade de coletar 25 peças e calcular a média da umidade. A empresa tem um laboratório interno para o controle de

umidade. Para os testes, foram confeccionados corpos de prova de variados tamanhos, depois as peças foram levadas à estufa de pequeno porte para a secagem, em seguida, retiram-se as amostras e faz-se a média das umidades das peças. Estas medições ajudam a comprovar se o aparelho utilizado para medir a umidade está correto.

Na zona de armazenagem das madeiras houve controle de umidade, sendo que a máxima foi de 12% e o valor mínimo foi de 8%. Segundo a empresa a diferença de preço entre a madeira verde e a seca é de quase \$100,00.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As principais espécies com demanda no mercado são ipê, garapa, maçaranduba, goiabão e tauari, sendo grande a procura por madeira certificada.

A madeira da espécie conhecida como piquiá foi a que apresentou maiores dificuldades de secagem, com tempo de secagem superior a 30 dias.

No final, o processo de secagem custa cerca de US\$ 100,00/m³.

Sugere-se a ampliação do número de espécies utilizadas.

5. BIBLIOGRAFIA

BORGES, L. M.; QUIRINO, W. F. Higroscopicidade da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* tratado termicamente. **Revista Biomassa & Energia**, Vol 1 N° 2 de Abr-Jun de 2004 pag 173-182.

GLASS, S.V.; ZELINKA, A.L. 2010. Moisture relations and physical properties of wood. **General Technical Report FPL- GTR**. 190:20 pp.

LOGSDON, N.B.; CALIL JUNIOR, C. 2002. Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira. **Cadernos de Engenharia de Estruturas**, 18:77-107.

SIMPSON, W.T.; BAAH, C.K. 1989. **Grouping tropical wood species for kiln drying**. Madison, WI: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. 14 pp.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TRANSFERÊNCIA DE CALOR EM PAINÉIS OSB PRODUZIDOS COM FLOCOS DE *Eucalyptus grandis* TRATADOS TERMICAMENTE

Flávia Alves Pereira, Juliana M Jardim, Emylle Veloso Santos Costa, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro, Benedito Rocha Vital
 Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Federal de Viçosa
 flaviapereira@utfpr.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Os tratamentos térmicos são métodos utilizados para aumentar a repelência à água, estabilidade dimensional e biorresistência em madeira e seus derivados.

A estabilidade dimensional dos painéis OSB é inferior ao da madeira sólida e, quando comparado à madeira compensada, seu inchamento em espessura pode ser de 7 a 10 vezes maior (Del Menezzi et al, 2008). Assim, o tratamento térmico pode ser empregado, para melhorar a estabilidade dimensional e diminuir a retratibilidade do OSB.

A prensagem é uma importante fase da fabricação de painéis de madeira. Nela se determina a espessura, a densidade final e a transferência de calor, responsável pela cura do adesivo e a consolidação do painel (Calegari et al, 2005). O monitoramento da temperatura no interior do colchão é relevante para otimizar o processo de prensagem, sobretudo quando se trabalha com painéis tratados com calor, em que a ligação interna dos painéis pode ser prejudicada devido à inativação da superfície das partículas e movimentação de extrativos (Calegari et al, 2005).

O objetivo deste trabalho foi determinar a transferência de calor em painéis OSB produzidos com flocos tratados termicamente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Toras de *Eucalyptus grandis* foram desdobradas em tábuas e serradas em baguetas e processadas em moinho de disco. Os flocos produzidos foram secos em estufa com circulação e renovação de ar a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até o teor de umidade de 0%.

Os tratamentos térmicos foram realizados nas temperaturas de 180, 200 e 220°C durante 1 hora, em estufa na presença de nitrogênio. A câmara inicialmente foi evacuada e

posteriormente preenchida com nitrogênio até uma pressão de 0 kgf/cm².

Para avaliar o efeito dos tratamentos térmicos sobre a transferência de calor dos flocos de madeira, painéis OSB foram produzidos sem adesivo e com teor de umidade de 12%. As camadas internas e externas do “colchão” foram orientadas perpendicularmente entre si, sendo que 50% corresponderam ao miolo dos painéis e 25% em cada superfície. Foram introduzidos 3 termopares tipo “J” (Ferro-Constantan) na camada central do “colchão” de flocos para posterior produção do painel. A temperatura foi medida durante oito minutos, tomando-a a cada 30 segundos. Como testemunha, foram utilizados flocos não tratados termicamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que a temperatura no miolo do painel, durante o tempo de prensagem, não seguiu uma tendência constante, sendo que nos primeiros 30 segundos (s) que sucederam ao fechamento da prensa não foram constatadas alterações significativas na temperatura (Tabela 1). Entre 60s até 120s, a temperatura do colchão elevou-se continuamente, indicando que o vapor gerado na superfície do painel migrou-se para o seu interior devido ao aumento do gradiente de temperatura, e conseqüente transfere calor, por convecção. Zombori (2001) também afirmou que a transferência do calor por condução também pode estar presente, devido à diferença de temperatura entre o miolo e a superfície.

Verificou-se um *plateau* com duração média de 240s, entre as temperaturas de $101,35^\circ\text{C}$ a $105,79^\circ\text{C}$. Este resultado se deve, possivelmente, ao calor estar sendo utilizado para vaporizar a água no miolo dos painéis (calor latente). Zombori (2001) comenta que uma pequena pressão de vapor desloca-se, lentamente, na vertical enquanto o vapor formado no centro migra para as bordas, na horizontal.

A temperatura no miolo do painel voltou a se elevar, lentamente, a 107,60 °C, até 115,54 °C, quando a prensagem é então encerrada. De acordo com Zombori (2001), o aumento da temperatura no interior dos painéis se deve à menor quantidade de vapor e menos energia consumida na forma de calor latente, sendo essa afirmação válida também à este estudo.

Tabela 1: Valores médios da temperatura em função do tempo de prensagem em painéis OSB, com flocos de *Eucalyptus grandis* tratados termicamente por 1 hora e a testemunha:

Tempo (s)	Temperatura (°C)	
480	115,54	A
450	112,30	AB
420	110,76	BC
390	107,60	CD
360	105,79	DE
330	104,31	DEF
300	103,23	EF
270	102,75	EF
240	102,11	EF
150	101,95	F
180	101,94	F
210	101,94	F
120	101,35	F
90	92,96	G
60	61,91	H
30	31,29	I
0	22,01	I
Média geral	97,36	

Médias seguidas de mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$)

De modo geral, painéis com flocos tratados termicamente atingiram as maiores temperaturas no miolo, durante a prensagem (Tabela 2).

Quando termo-tratados a 220 °C, o calor conduzido foi maior e diferiu das demais, com aumento de 3,5% em relação à testemunha. As temperaturas de 180 e 220 °C foram semelhantes entre si, assim como os tratamentos a 180 °C e a testemunha. Apesar de todos os tratamentos térmicos apresentarem o mesmo teor de umidade, provavelmente, o tempo para que os flocos expostos ao calor adsorvessem o vapor de água e atingisse a umidade de 12%, foi insuficiente. Isso se deve, possivelmente, ao caráter mais hidrofóbico dos constituintes da parede celular, depois de tratados. Assim, o número de moléculas de água ligadas a cada sítio de adsorção é menor, e o vapor fica disperso no lúmen e nos espaços entre as células.

Tabela 2: Valores médios da temperatura final no centro dos painéis OSB produzidos com flocos de *Eucalyptus grandis* tratados termicamente por 1 hora

Temperaturas (°C)	Temperatura (°C)	
Tratamento térmico	Centro das chapas	
Testemunha	95,65	C
180	96,69	BC
200	97,63	B
220	99,46	A
Média geral	97,36	

Médias seguidas de mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$)

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A transferência de calor até o centro dos painéis OSB, com flocos tratados termicamente, é mais elevada ao término da prensagem. Com isso, menores tempos de prensagem poderiam ser empregados para produção dos painéis, com consequente economia de energia.

5. BIBLIOGRAFIA

CALEGARI, L.; HASELEIN, C.R.; HACK, C.; GATTO, D.A.; BARROS, M.V.; SANTINI, E.J. Monitoramento da temperatura no interior de chapas aglomeradas durante o processo de prensagem. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 157-166, 2005.

DEL MENEZZI, C.H.S. RIBEIRO, R. B., STERNADT, G. H., TEIXEIRA, E.D., OKINO, E.Y.A. Effect of thermal post-treatment on some surface-related properties of oriented strandboards. *Drvna Industrija*, Croácia, v. 59, n.2, p. 61-67, 2008.

ZOMBORI, B. G. **Modeling the transient effects during the hot-pressing of wood-based composites**. Blacksburg, Virginia, 2001. Tese (Philosophy in Wood Science and Forest Products) - Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidade Tecnológica Federal do Paraná e à Universidade Federal de Viçosa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO DE FIBRAS DE MADEIRA DE *Schizolobium amazonicum* Ducke VISANDO SEU USO PARA A PRODUÇÃO DE MDF

Victor Cezar Nepomuceno Ribeiro, Geraldo Bortoletto Júnior, Paula Gabriella Surdi, Mario Tomazello Filho

Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"
vcrribeiro@usp.br

1. INTRODUÇÃO

O paricá (*Schizolobium amazonicum*) é espécie com ampla área de ocorrência natural na Região Amazônica, notadamente nas formações do tipo floresta densa e floresta aberta, sendo encontrada em florestas primárias e secundárias de terra firme e de várzea alta, com predominância de solos argilosos (ROSA, 2006).

Entre os anos de 2009 e 2011 foram plantados nos Estado do Pará, Maranhão e Roraima aproximadamente 256.263 ha da espécie. A madeira é utilizada principalmente para a produção de lâminas e compensados, forros, palitos, móveis, acabamentos e molduras (ABRAF, 2012).

No ano de 2010 foi implantada no Município de Paragominas no Estado do Pará uma indústria voltada para a produção de MDF, no qual parte da matéria-prima utilizada no processo produtivo é proveniente da madeira de *Schizolobium amazonicum* Ducke.

Kollmann et al. (1975) afirma que algumas propriedades tecnológicas do painel MDF são influenciadas diretamente pelo comprimento e a espessura da parede celular das fibras.

Nesse sentido o presente trabalho teve por objetivo dimensionar as fibras de *Schizolobium amazonicum* visando a produção de painéis MDF.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas 20 amostras de cavacos de *Schizolobium amazonicum* e maceradas pelo método de Franklin (Tomazello Filho, 2000): fragmentos de madeira foram colocados em tubos de ensaio com solução macerante (50-50% de ácido acético glacial/peróxido de hidrogênio) e levados à estufa (60°C, 48h).

Foram confeccionadas lâminas com as células dissociadas dos cavacos, examinadas em microscópio de luz (X25-400) e coletadas imagens para a mensuração das dimensões das

fibras (comprimento, largura, diâmetro de lume e espessura da parede celular) em sistema de análise de imagens. A espessura de cada parede celular foi obtida por diferença entre a largura da parede e o diâmetro do lume, dividido por dois.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O comprimento médio das fibras encontrado neste trabalho foi de 1215,31 μm , com médias variando entre 861,20 a 1454,31 μm . Os valores médios encontrados para a largura, diâmetro do lume e espessura da parede celular foram de 29,74 - 25,09 - 2,32 μm , respectivamente (Tabela 1).

Terezo (2010) encontrou variação de valores médios de comprimento das fibras de 1080 a 1319 μm ; largura de 30,37 a 35,85 μm ; diâmetro do lume de 23,28 a 29,90 μm ; e espessura da parede das fibras de 5,95 a 8,09 μm . Vidaurre (2010) caracterizou a madeira da espécie em quatro diferentes idades e encontrou valores médios de comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede celular de 1070 - 33,2 - 25,56 - 3,85 μm , respectivamente. Bianche et al. (2012) encontrou valores médios para comprimento, largura, diâmetro do lume e espessura da parede celular de 1002 - 42,93 - 36,09 - 3,42 μm .

Tabela 1: Variáveis da largura das fibras, diâmetro do lume e espessura da parede celular

Variável	Comp.	Larg.	Diâm.	Espes.
Nº de medições	660	500	500	500
Média (μm)	1215,3	29,74	25,09	2,32
C.V. (%)	12,5	12,36	17,22	25,19
Desvio Padrão	153,69	3,68	4,32	0,59

Máx. (μm)	1454,3	37,85	34,06	3,00
Mín. (μm)	861,20	24,65	18,85	0,32

Legenda: Comp = comprimento de fibras; Larg = largura de fibras; Diâm = diâmetros das fibras; Espes = espessura das fibras; C.V = coeficiente de variação.

De acordo com Belini (2007) o comprimento das fibras influenciará na adesão interna do painel, devido ao nível de entrelaçamento das fibras no colchão e na retirada de vapor d'água do interior do colchão durante a sua prensagem, facilitada pela maior presença de espaços internos na chapa, melhorando com isso a cura da resina. Entretanto, painéis produzidos com fibras muito longas apresentam dificuldades na etapa de usinagem, perdendo sua qualidade superficial.

De acordo com Maloney (1989), o colchão apresentará uma área de contato satisfatória entre as fibras, possibilitando melhor colagem e menor resistência a compressão do painel. Entretanto, a sua estabilidade dimensional será inferior em comparação aos painéis produzidos com madeira de maior densidade.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A determinação das dimensões das fibras constitui-se em importante parâmetro para a caracterização tecnológica e a preconização de uso da madeira de *Schizolobium amazonicum* para a produção de painéis MDF.

Demais propriedades da madeira são, da mesma forma, importantes e devem ser incluídas na avaliação do potencial de utilização da espécie.

Para a próxima etapa do trabalho está prevista a manufatura de painéis MDF a partir da mistura em diferentes proporções de madeira de paricá e outros resíduos madeireiros, o que possibilitará uma avaliação mais ampla da utilização da espécie em questão.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2011**. Brasília, 2012. 149 p.

BELINI, U. L. **Caracterização e alteração na estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus grandis* em três condições de desfibramento e efeito nas propriedades tecnológicas de painéis MDF**. 2007. 89 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais),

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007.

BIANCHE, J.J.; PEREIRA, F.A.; MAGALHÃES, M.A.; LADEIRA, J.P.S.; TEIXEIRA, A.P.; CARNEIRO, A.C.O. Caracterização anatômica quantitativa das madeiras de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*), paricá (*Schizolobium amazonicum*) e caule de vassoura (*Sida* spp.) para a produção de painéis aglomerados. In: VII SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2012.

KOLLMANN, F. F. P. KUENZI, E. W.; STAMM, A. J. Principles of Wood Science and Technology. v. 2: Wood Based Materials. Berlin: Springer - Verlag, 1975. 703p.

MALONEY, T.M. **Modern particleboard and dry process fiberboard manufacturing**. San Francisco: Miller Freeman, 1989. 672 p.

ROSA, L. S. Características botânicas, anatômicas e tecnológicas do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huberr ex Ducke). Rev. de Ciências Agrárias, Belem, n. 46, p.63-79, jul./dez. 2006.

TEREZO, R. F. **Avaliação tecnológica do Paricá e seu uso em estruturas de madeira laminada colada**. 2010. 177 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

Tomazello Fo, M. Práticas de anatomia da madeira. ESALQ/USP. 2000. 45p.

VIDAURRE, G. B. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de Parica (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica**. 2010. 74p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, 2010.

AGRADECIMENTOS

À Floraplac MDF pela doação do material para a pesquisa.

Ao Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras e Raio-X da ESALQ/USP pelo apoio neste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE PARTÍCULAS DE MADEIRA AGLOMERADA DE *Sequoia sempervirens*

Debora Dalmolin Ciarnoschi, Alexsandro Bayestorff da Cunha,
 André Luiz Souza Brighenti, Polliana D'Angelo Rios
 Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
 dbora_ciarnoschi@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O setor de painéis de partículas de média densidade é um dos que vem apresentando as maiores taxas de crescimento, em função da gama de produtos disponíveis e flexibilidade na aplicação para os mais variados fins. No mundo, 50% das indústrias de painéis empregam madeira de coníferas como matéria prima principal. No Brasil, algumas empresas utilizam apenas madeira de pinus na sua linha de produção (MACIEL *et al*, 2004).

Embora esta indústria já esteja consolidada, novas espécies, novos materiais e técnicas de produção têm sido desenvolvidos para a geração de novos produtos que possam competir no mercado, de forma a proporcionar diferencial e consequentemente gerar maior agregação de valor aos seus produtos.

Segundo Diel & Frizzo (2002), a *Sequoia sempervirens* é uma espécie nativa dos Estados Unidos e apesar da densidade baixa ($0,33\text{g/cm}^3$), possui boa estabilidade dimensional e resistência à deterioração, além de outras características favoráveis para a produção de celulose, laminação e fabricação de painéis.

O objetivo presente estudo foi determinar as propriedades físicas dos painéis de partículas de madeira aglomerada de *Sequoia sempervirens*, bem como a utilização do adesivo de forma otimizada.

2. MATERIAIS E MÉTODO

Foi utilizada neste experimento, madeira de *Sequoia sempervirens* com 18 anos de idade, proveniente de plantio localizado na Estação Experimental da EPAGRI de São Joaquim (SC). As toras foram utilizadas em vários experimentos na universidade, sendo que as costaneiras que sobraram dos processos foram descascadas manualmente, transformadas em cavacos em um picador de tambor e em partículas no moinho de martelo.

Após o preparo inicial do material, as partículas passaram pelo processo de classificação por meio de duas peneiras. Foram utilizadas para a fabricação dos painéis as partículas que passaram na peneira de 8 mesh e ficaram retidas na de 14 mesh. O material foi seco em uma estufa a temperatura de 80°C até atingir teor de umidade entre 3 e 6%.

Os tratamentos utilizados no experimento envolveram diferentes porcentagens de resina uréia formaldeído (6, 8, 10, 12 e 14% base peso seco das partículas), nos quais foram produzidos 4 painéis por tratamento, totalizando 20 painéis. Além da resina, o adesivo foi composto também por 1% de emulsão de parafina. O adesivo foi aplicado por meio de uma pistola que pulverizava as partículas dentro de um tambor rotativo que girava a 20 rpm.

Os painéis foram produzidos com dimensões de 40 X 40 cm, pressão de 40kgf/cm^2 , temperatura de 160°C por um tempo de 8 minutos. Após a climatização, os painéis foram esquadrejados para 37 X 37 cm e confeccionados os corpos de acordo com a ASTM D 1037 (2006). Da mesma forma, a determinação das propriedades foi realizada de acordo com a norma supracitada, e os resultados avaliados pela Análise da Variância e Teste de Tukey a 95% de probabilidade, além da comparação com os requisitos mínimos estabelecidos pela NBR 14810 (2006) e pela CS 236-66 (1968).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para as propriedades físicas dos painéis estão apresentados na tabela 1, onde pode ser observado que a densidade média foi de $0,56\text{g/cm}^3$, abaixo do esperado que era $0,65\text{g/cm}^3$. Ao mesmo tempo, para a razão de compactação, verifica-se que todos os tratamentos apresentaram valores médios superiores a 1,3, conforme proposto por Moslemi (1974) e Maloney (1993), indicando que houve densificação suficiente durante a

manufatura dos painéis. Por outro lado, estes mesmos autores descrevem que o limite superior para este parâmetro é de 1,6, assim, todos os tratamentos ficaram acima do limite estabelecido devido à baixa densidade da espécie. Esta superioridade indica melhor contato entre as partículas, as quais provavelmente exercerão influência nas propriedades mecânicas.

Tabela 1: Propriedades físicas dos painéis

Tratamento	Densidade do painel (g/cm ³)	Razão de Compactação	Teor de Umidade (%)	Absorção de Água (%)		Inchamento em espessura (%)	
				2h	24h	2h	24h
1 (6%)	0,58 a	1,76 a	10,40 a	84,06 b	104,23 c	20,30 b	24,93 d
2 (8%)	0,56 a	1,69 a	10,28 a	45,32 a	87,95 b c	12,43 a	20,65 c d
3 (10%)	0,55 a	1,67 a	9,92 a	53,97 a	78,91 a b	11,62 a	18,22 b c
4 (12%)	0,56 a	1,70 a	9,89 a	41,18 a	78,54 a b	8,86 a	13,30 a b
5 (14%)	0,53 a	1,62 a	11,80 a	24,94 a	64,43 a	6,90 a	11,62 a
Média	0,56	1,69	10,46	49,9	81,61	12,02	17,74

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade.

Quanto ao teor de umidade, verifica-se que os valores foram menores (10,46%) aos apresentados pela madeira sólida na mesma condição de climatização (12%). A redução da higroscopicidade pode ser devido à redução da madeira em partículas e a posterior incorporação de resinas e parafinas, e, principalmente pela aplicação de altas temperaturas e pressão durante a consolidação do painel (WU, 1999 citado por TRIANOSKI, 2010).

Com relação à absorção de água e inchamento em espessura, observa-se que os valores encontrados foram altos, no entanto, a quantidade de água absorvida foi menor à medida que aumentava a porcentagem de resina. Trianoski (2010) cita que a absorção de água é influenciada por diversas variáveis, como espécie, área superficial específica, disponibilidade de resina, além de outras relacionadas à composição química da madeira. No presente estudo, observa-se que o único tratamento que atendeu as especificações da NBR 14810 (2006) e CS 236-66 (1968) foram os tratamentos 4 e 5, que foram compostos por 12 e 14% de resina, respectivamente, tendo em vista que as normas especificam tolerância máxima em inchamento em espessura de 8% para 2 horas e 35% para 24 horas.

4. CONCLUSÕES

A densidade dos painéis foram menores que o esperado e a razão de compactação foi superior aos limites descritos na literatura. Porém, não houve diferença estatística entre os tratamentos. O teor de umidade dos painéis foi menor que a umidade de equilíbrio do ambiente em que estavam armazenados.

Os coeficientes de absorção e inchamento em espessura foram altos, o que faz com que os tratamentos com 12% e 14% de resina fossem os únicos a atenderem aos requisitos da NBR 14810 (2006) e da CS 236-66 (1968).

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14810**: Chapas de madeira aglomerada. Rio de Janeiro: ABNT. 2006.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS - ASTM. **ASTM D-1037**: Standard methods of evaluating the properties of woodbase fiber and particle materials: Philadelphia, v. 04 -09 (Annual Book of ASTM standards), 2006.

COMMERCIAL STANDARD – CS. **CS 236-66**: Mat formed wood particleboard. 1968.

DIEL, J; FIZZO, S. Estudos de caracterização da *Sequoia sempervirens* para produção de celulose Kraft. In: ANAIS DO 35º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL, São Paulo, 2002.

MACIEL, A.S.; VITAL, B.R.; DELLA LÚCIA, R.M.; PIMENTA, A.S. Chapas de Madeira Aglomerada Produzidas com Partículas de *Eucalyptus grandis* W. Hill Maiden, Poliestireno (PS) e Polietileno Tereftalato (PET). **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 01, p. 53 – 66, 2004.

MALONEY, T. M. **Modern articleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. 2. ed. São Francisco: Miller Freeman, 1993. 689 p.

MOSLEMI, A. A. **Particleboard**. London: Southern Illinois University Press, 1974. 245 p.

TRIANOSKI, R. **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada**. 2010. 260 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos à EPAGRI – Estação Experimental de São Joaquim – SC, pela doação da madeira de *Sequoia sempervirens* utilizada nesta pesquisa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DETERMINAÇÃO DA VARIAÇÃO RADIAL DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA DE INDIVÍDUOS JOVENS DE *Azadirachta indica*

Danilo Avancini Rodrigues, Mariana Santos Silva, Patrícia Aparecida Rigatto Castelo, Maysa Nery de Figueiredo, Jaqueline Boro Winter
Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop
 danilo.avancini@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O *Azadirachta indica* conhecido popularmente como Nim indiano é uma espécie de múltiplos usos, originária da Índia com clima tropical, pertencente à família das Meliaceae. Normalmente apresenta fuste reto dotado de uma casca grossa e enrugada e diâmetro entre 25 e 30 cm aos oito anos de idade, é resistente a climas secos e é de crescimento rápido (ARAÚJO et al., 2000).

A correta utilização de um material está associada às suas características físico-mecânicas. A madeira não foge à regra, tornando-se importante o conhecimento de suas variações, a fim de se prognosticar seu comportamento em diferentes utilizações (PAES et al., 1995; LOPES, 2003; TRUGILHO et al., 2007). A massa específica é uma das propriedades que mais fornece informações sobre as características da madeira, por estar relacionada com sua resistência e rigidez. Apresenta-se em função da parede celular, dimensões, tipos de células e, em menor proporção, da qualidade de componentes extrativos presentes por unidade de volume (PANSHIN & DE ZEEUW, 1980; HAYGREEN & BOWYER, 1982).

A madeira do Nim tem a massa específica variando entre 0,56 a 0,85 g/cm³, estando a média em torno de 0,70 g/cm³, apresenta uma coloração avermelhada, dura e resistente ao ataque de cupins e ao apodrecimento. O cerne é muito rico em tanino e sais inorgânicos de cálcio, potássio e ferro (ARAÚJO et al., 2000). Embora seja fácil de serrar, trabalhar, polir e colar, a espécie requer cuidados na secagem porque geralmente se parte e empena.

Diante do objeto de pesquisa aqui delimitado, este presente trabalho tem por finalidade contribuir com conhecimento da variação radial da massa específica básica da madeira de *Azadirachta indica*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram retiradas da Fazenda Videirense, BR 163, km 720, próximo do município de Sorriso-MT, nas coordenadas geográficas 12°32'43" Lat. S, 55°42'41" Long. W, a uma altitude média de 365 metros, onde a principal atividade é a agricultura.

As madeiras utilizadas para realização do presente estudo foram obtidas de árvores com 6 anos de idade, sendo selecionadas de modo aleatório, árvores de bom fuste, com grã reta e diâmetro à altura do peito (DAP) entre 28 - 37 cm. De cada uma foi extraído um disco de 7 cm de espessura no DAP. As amostras foram retiradas das seguintes posições: próximo à medula (MD), intermediária (CE) e próximo à casca (CC). A partir das amostras, confeccionou-se corpos-de-prova com dimensões de aproximadamente 2 x 2 x 3 cm de aresta, para o estudo da variação medula-casca da massa específica básica (ME).

Utilizou-se o método da balança hidrostática, conforme Foelkel et al. (1971), para a determinação da massa específica básica. Os corpos-de-prova foram saturados por um período de aproximadamente dois meses, para poder obter a massa úmida e imersa de cada corpo-de-prova. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa até atingirem o peso de massa seca constante a 105±3°C. A determinação da massa específica básica foi realizada no Laboratório de Biologia Vegetal na UFMT – Campus Sinop.

Foi utilizada a expressão:

$$ME_b = P_o / V_u \quad (1)$$

Em que: ME_b: massa específica básica, em g/cm³;
 P_o: peso seco em estufa (103°C), em g;
 V_u: volume saturado, em cm³.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Durlo (1991), a massa específica é uma das propriedades físicas mais importantes para a caracterização da madeira, pois se correlaciona estreitamente com as outras propriedades físicas e mecânicas deste material. A massa específica nada mais é do que a relação entre massa (m) e o volume (V) de um corpo, ou seja, quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume e é normalmente expressa em g/cm^3 (g.cm^{-3}) ou kg/m^3 (kg.m^{-3}). Devido à carga genética das plantas, a madeira de cada espécie possui uma massa específica própria, existindo espécies com valores extremamente baixos até aquelas que apresentam valores considerados excepcionalmente elevados.

O valor médio da massa específica básica foi de $0,66 \text{ g/cm}^3$ nas árvores analisadas, estando entre o intervalo encontrado por Neves & Nogueira (1996) apud Araújo et al. (2000) onde relata que a massa específica do *Azadirachta indica* encontra-se em média entre de $0,56$ a $0,85 \text{ g/cm}^3$. Já, Melo et al. (2006) encontrou em seu estudo média de $0,75 \text{ g/cm}^3$ para árvore de Nim na cidade de Patos - PB.

De posse destes resultados e observando a literatura, é possível determinar que esta espécie, possui boa resistência mecânica, é mais elástica e dura que espécies de massa específica menores, porém, deve-se ter maior atenção a sua trabalhabilidade, pois madeiras mais densas apresentam maior variabilidade, impossibilitando-a para alguns usos, e sabe-se que outros fatores devem ser analisados para selecionar uma espécie para determinado fim, tais como a composição química, morfologia das fibras, variabilidade da madeira e práticas silviculturais.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com base nos resultados obtidos no estudo, é possível concluir que os valores obtidos de massa específica apresentam a mesma tendência do padrão geral, observados por espécies de reflorestamento, sendo uma importante fonte de informações sobre o comportamento da variação radial das propriedades em estudo, em condições de crescimento natural.

A massa específica básica da espécie estudada não apresentou variações significativas no sentido medula-casca.

Para estudos futuros, sugere-se novo estudo com povoamentos com árvores mais velhas a fim de avaliar a variação radial da massa específica.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, L.V.C.; RODRIGUEZ, L. C.E.; PAES, J.B. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano. **SCIENTIA FORESTALIS**. n. 57, p. 153-159, jun. 2000.

DURLO, M.A. **Tecnologia da madeira: peso específico**. Universidade de Santa Maria, UFSM, CEPEF/FATEC, 1991. 29 p. (Série Técnica, 08).

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M; BARRICHELO, L.E.G. Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. **IPEF**, Piracicaba, n.2/3, p.65-74, 1971.

HAYGREEN, J.G.; BOWYER, J.L. **Forest products and wood science: an introduction**. Ames: Iowa State University, 1982. 459 p.

LOPES, M.C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. 93 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2003.

MELO, R.R. et al. Estudo da Variação Radial da Densidade Básica de Sete Madeiras do Semi-árido. **REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE ENGENHARIA FLORESTAL /FAEF**. 2006.

PAES, J.B.; LIMA, C.R.; SILVA, J.M. Variação longitudinal e radial da densidade básica da madeira de algaroba (*Prosopis juliflora* D.C.). In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 5., 1995, Belo Horizonte-MG. Belo Horizonte: IBRAMEM, 1995. P. 225-234.

PANSHIN, A.J.; DE ZEEUW, C. **Text book of wood technology**. 4 ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 722 p.

TRUGILHO, P.F.; BIANCHI, M.L.; ROSADO, S.C.S.; LIMA, J.T. Qualidade da madeira de clones de espécies e híbridos naturais de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 73, p. 55-62, 2007.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DE MADEIRAS NATIVAS DO NORTE DE MATO GROSSO DA REGIÃO DE TRANSIÇÃO CERRADO-AMAZÔNIA

Mariana Santos Silva; Danilo Avancini Rodrigues; Mayra Daniela Ferreira; Júlia Graziela da Silveira; Francisco M. G. Pinheiro

Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop

marianabongue@yahoo.com

1. INTRODUÇÃO

A melhoria do nível tecnológico industrial é condição essencial para o aproveitamento máximo da matéria-prima e está diretamente relacionado com a conservação dos recursos florestais. Falta ao Brasil apoio tecnológico para que a atividade madeireira obtenha melhor aproveitamento da matéria prima, especialmente no sistema avançado de utilização da madeira. Assim, a eficiência técnica e econômica dos processos de transformação do recurso florestal em produtos pela indústria madeireira é fator básico para sua sobrevivência. A indústria de transformação da madeira que não estiver preocupada em melhorar seus rendimentos e, conseqüentemente, viabilizar seus custos de produção, dando uma utilização total aos resíduos gerados no processo, assume um sério risco de perder em competitividade e paralisar as suas atividades (BIASI, C.P. & ROCHA, M.P., 2006).

A exploração de madeira nativa da Amazônia rende na melhor das hipóteses 30m³ ou 15 toneladas de toras de madeira seca por hectare, sendo que mais da metade dessas toras será transformada em resíduos na serraria (CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 2009).

Verifica-se que grande parte do resíduo de madeira é gerado no processo da madeira serrada, e que o percentual gerado em relação à madeira processada depende, além dos fatores tipo de processo empregado, tipo de matéria prima utilizada e produto final obtido, das condições tecnológicas empregadas (HILLIG, E. et al., 2006).

Portanto, este trabalho teve como objetivo caracterizar a destinação final dos resíduos sólidos produzidos por uma madeireira de médio porte da cidade de Sinop, Mato Grosso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho baseou-se em uma caracterização in loco dos resíduos sólidos em uma madeireira situada ao norte do estado de Mato Grosso, cidade Sinop. Em que foi observado o destino final dos resíduos oriundos do processo de industrialização de madeiras nativas da região. Foram coletadas informações referentes à destinação final do material, buscando agrupar informações sobre as formas de descarte adotadas por esta empresa.

As principais espécies arbóreas fontes de resíduo utilizadas na madeireira são Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub.), Cumaru (*Dipteryx odorata* (Aublet.) Willd), Peroba-fedida (*Goupia glabra* Aubl.) e Cedrinho (*Erismia uncinatum* Warm.).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resíduos (aparas, cavacos ou chips) são submetidos à seleção, em que são separados aqueles que poderão ser reaproveitados dos que “não são aproveitáveis” para finalidades comerciais. Por não possuir destino definido, os resíduos são utilizados em caldeiras, objetivando gerar energia para produção de vapor na secagem de madeiras.

A serragem (Figura 1) tem como principal destino as fábricas de briquetes e olarias.



Fig. 1- Resíduos de madeira serrada obtidos no processo de produção.

(Fonte: Danilo Avancini Rodrigues, 2013)

A espécie que mais gera resíduo é a que possui maior valor agregado, Itaúba (*Mezilaurus itauba* (Meissn.) Taub.), o que é justificado pelas brocas (cupins) que se alojam na madeira, principalmente na região da medula, o que limita o aproveitamento total da matéria prima. Em contrapartida, a espécie que mais rende material e menos resíduo, é a Peroba-fedida (*Goupia glabra* Aubl.). Porém, esta madeira não possui procura no mercado por apresentar forte odor, apesar de ser uma madeira de alta qualidade.

O Cumarú (*Dipterix odorata* (Aublet.) Willd) gera resíduo em função de sua finalidade, sendo este bastante manuseado devido a confecção de decks, tacos, forros e principalmente assoalhos.

O Cedrinho (*Erismia uncinatum* Warm.) gera bastante resíduo em função da transformação que é feito com o material na confecção de forros, rodapé, meia-cana, cimalha, guarnição de portas e assoalhos.

Todos os materiais supracitados (Figura 2) na maioria das vezes não são reaproveitados por falta de maquinários, isto justamente por faltar indústrias nesta região que utilizem este material para outros fins. Corroborando com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (2009), relata que a indústria brasileira de madeira serrada apresenta elevada geração de resíduos no beneficiamento. Mais da metade das toras transforma-se em resíduos nas serrarias que são queimados ou viram carvão. Por outro lado, a integração das serrarias a indústrias de produção de placas, celulose e outros componentes é uma forma eficaz de melhorar o aproveitamento da madeira.



Fig. 2 – Resíduos de madeira reutilizados para geração de energia.

(Fonte: Danilo Avancini Rodrigues, 2013)

O presidente do Sindicato das Indústrias Madeireiras do Norte de Mato Grosso (Sindusmad), José Eduardo Pinto, afirma que os valores altos de produtos madeireiros no Estado

é implicado pelos recolhimentos de impostos ainda mais elevados; uma vez que aumentando a tributação o setor fica menos repetitivo.

Devido a intensificação dos plantios de *Eucalyptus* spp. têm-se usado mais estes do que os cavacos para a secagem de grãos e madeiras em geral. O que também justifica a falta de procura desses resíduos, devido à madeira de eucalipto ser mais barata. Segundo Celulose Online, os preços de pautas dos produtos madeireiros de Mato Grosso são em média 47% maiores do que os valores cotados nos outros três principais produtores do país: Pará, Rondônia e Acre.

4. CONCLUSÕES

Pode-se analisar que a falta de destinação dos resíduos oriundos destas madeiras, localizadas nesta região, não possuem uma destinação adequada, sendo estes materiais de boa qualidade.

A reutilização de resíduos é um setor que precisa de maior aplicação no Estado de Mato Grosso para que estes obtenham maior valor agregado. Para tanto, é necessário que se desenvolvam novas técnicas e se instalem indústrias que reaproveitem estes materiais, evitando que as empresas madeireiras desenvolvam técnicas não usuais de reutilização, dando uma destinação menos nobre aos resíduos.

5. BIBLIOGRAFIA

BIASI, C.P., ROCHA, M.P. **Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais.** Floresta: Curitiba, PR, v. 37, n. 1, 2007.

Celulose Online. **Preços de produtos madeireiros no Mato Grosso são, em média, 47% mais caros.** Disponível em: <www.ciflorestas.com.br/conteúdo.php?id=8648>. Acesso em: 20 maio 2013.

Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS. **Uso sustentável da madeira na construção civil.** São Paulo, SP. Agosto de 2009.

HILLIG, E., SCHNEIDER, V.E., WEBER, C., TECCHIO, E.D. **Resíduos de madeira da indústria madeireira – caracterização e aproveitamento.** Anais XXVI ENEGEP. Fortaleza, CE, 2006.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DO TEOR DE ADESIVO NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS DE PARTÍCULA DE MADEIRA AGLOMERADA DE *Eucalyptus benthamii*

Bruna Laís Longo, Denys Roberto Brehmer, Aleksandro Bayestorff da Cunha

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

bruna.lais@florestal.eng.br

1. INTRODUÇÃO

Segundo relatório da ABRAF (2013), a área total de florestas plantadas de eucalipto representou 76,6% do total, sendo que 73% do consumo de toras de florestas plantadas referem-se a espécie. O segmento de celulose e papel é o principal consumidor, absorvendo cerca de 72,5% das toras, seguido do siderúrgico (19,5%) e do setor de painéis reconstituídos (7,3%).

Entre as espécies de eucalipto plantadas para a manufatura dos produtos supracitados, destaca-se o *Eucalyptus grandis* em virtude do alto incremento médio anual e das características da madeira produzida. Porém, a espécie tem como limitação a baixa resistência a geadas.

O *E. benthamii* vem se destacando como uma espécie alternativa e criando grandes expectativas no setor para plantios no clima desfavorável ao gênero no Planalto Catarinense. Segundo Nisgoski *et al.* (1998), o *E. benthamii*, é originário da Austrália e a madeira é moderadamente dura, cerne marrom avermelhado e alburno amarelo rosado, textura fina a média, grã irregular, superfície levemente brilhante e anéis de crescimento indistintos.

Como a espécie tem seu uso indefinido no Brasil, pesquisas estão sendo realizadas nos vários segmentos do setor de base florestal. O presente estudo tem por objetivo a caracterização da ligação interna dos painéis de partículas de madeira aglomerada de *Eucalyptus benthamii* no que tange a utilização do adesivo de forma otimizada.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima utilizada no estudo foi proveniente de reflorestamentos de *E. benthamii* com 13 anos de idade, localizados em Palmeira - SC. O material foi descascado e processado em um picador de tambor e um moinho de disco para a obtenção das partículas, as quais foram classificadas em peneiras vibratórias. O material selecionado nas peneiras apresentou diâmetro

entre 0,9 e 3,7 mm e comprimento entre 4,9 e 24,5 mm. Posteriormente, realizou-se a secagem até teor de umidade de $4 \pm 1\%$.

Os tratamentos envolveram a aplicação de diferentes teores de resina uréia formaldeído (6%, 8%, 10% e 12% base peso seco das partículas (psp)). Assim, foram produzidos 4 painéis por tratamento, totalizando 16 painéis. O adesivo foi composto também por emulsão de parafina na proporção de 1% psp. O adesivo foi aplicado por meio de uma pistola que fazia a pulverização nas partículas que giravam em um tambor rotativo com velocidade de 20 rpm. Os painéis foram produzidos com dimensão de 40 X 40 cm em um ciclo de prensagem de 40 kgf/cm², temperatura de 180°C por 8 minutos.

Os ensaios de densidade e ligação interna foram realizados de acordo com os parâmetros da NBR 14810-3 (2006). Já para a determinação da razão de compactação foi utilizado o valor de densidade de outros estudos realizados do laboratório, os quais encontraram 0,67 g/cm³ para a mesma espécie e idade.

A análise estatística dos dados foi feita por meio da Análise da Variância e Teste de Tukey a 95% de probabilidade, bem como a comparação com os parâmetros da NBR 14810-2 (2006) e CS 236-66 (1968).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nos ensaios estão apresentados na tabela 1, na qual se observa que a densidade média dos painéis foi 0,74 g/cm³, o que está dentro dos limites estabelecidos pela NBR 14810-2 (2006), que é de 0,55 a 0,75 g/cm³. A densidade dos painéis e da espécie afetou diretamente a razão de compactação, sendo que os valores encontrados ficaram entre 1,07 e 1,13, o que é um intervalo baixo segundo Maloney (1993), que cita como faixa ideal uma razão de compactação entre 1,3 e 1,6. O mesmo autor afirma que as espécies com densidade até 0,55 g/cm³ são as mais adequadas à produção de painéis de partículas por atingirem o intervalo

supracitado, o que tem como consequência a densificação e consolidação adequada do painel até a espessura final.

Tabela 1: Valores médios obtidos nos ensaios.

Teor de adesivo	D (g/cm ³)	RC	LI (kgf/cm ²)
6%	0,75 a	1,12 a	7,58 b
8%	0,74 a	1,10 a	7,99 b
10%	0,72 a	1,07 a	9,16 ab
12%	0,76 a	1,13 a	10,49 a
Média	0,74	1,10	8,80

Médias seguidas de mesma letra na mesma coluna não diferem entre si, a 95% de probabilidade.

Legenda: densidade (D), razão de compactação (RC) e ligação interna (LI).

Em geral, todas as propriedades físico-mecânicas dos painéis, em maior ou menor grau, são afetadas pela razão de compactação. As razões de compactação muito baixas não produzem bom contato entre as partículas, prejudicando a colagem do painel (HILLIG *et al.*, 2002). Porém, apesar dos painéis apresentarem baixos valores razão de compactação, os resultados de ligação interna, atenderam aos requisitos da norma CS 236-66 e NBR 14810-2 (2006), que estabelecem o valor mínimo de 4,2 kgf/cm² e 3,5 kgf/cm², respectivamente, para painéis de partículas de média densidade colados com resina uréia formaldeído.

Os resultados de ligação interna ressaltaram os teores de 10 e 12% de adesivo em detrimento dos teores de 6 e 8%. Este fato, segundo Mendes (2001), é devido a uma maior disponibilidade de resina por área superficial de partículas, melhorando com isso as ligações interpartículas. Moslemi (1974) complementou que acima de um determinado nível, o aumento do teor de resina, não atua mais na melhoria da ligação entre as partículas, somente eleva o recobrimento da partícula com resina. Por outro lado, Marra (1992) mencionou que a quantidade de adesivo deve estar condicionada ao custo, uso e resistência mínima exigida. Assim, o teor de 10% de adesivo foi considerado o mais indicado por manter a qualidade da colagem e reduzir os custos inerentes ao adesivo.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A densidade média encontrada para os painéis foi de 0,74 g/cm³, o que resultou em uma baixa razão de compactação.

O ensaio de ligação interna dos painéis resultou em uma resistência média de 8,80 kgf/cm²,

porém os teores de resina de 10 e 12% não diferenciaram estatisticamente entre si.

A utilização de 10% de resina é a mais recomendada em função da qualidade de colagem e custo do insumo.

Todos os tratamentos atenderam aos parâmetros mínimos de qualidade de colagem, segundo a CS 236-66 e NBR 14810-2 (2006).

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14810** - Chapas de madeira aglomerada. 2006.

ABRAF - Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. **Anuário estatístico da ABRAF**- ano base 2012, 2013.

Commercial Standart CS 236-66. Mat formed Wood particleboard, 1968.

HILLIG, E., HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J. Propriedades mecânicas de painéis aglomerados estruturais fabricadas com madeiras de pinus, eucalipto e acácia-negra. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.1, p.59-70. 2002.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing**. San Francisco: Miller Freeman Inc., 1993. 689 p

MARRA, A. A. **Technology of Wood bonding: principles and practice**. New York, Van Nostrand Reinhold 1992, 453 p.

MENDES, L. M. **Pinus spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB)**. 156 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, UFPR, Curitiba, 2001.

MOSLEMI, A. A. **Particleboard**. London: Southern Illinois University Press, 1974. 245 p.

NISGOSKI, S.; MUNIZ, G.I.B; KLOCK, U. Características anatômicas da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. **Revista Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, p. 67-76, 1998.

AGRADECIMENTOS

Às empresas Klabin S.A., Madepar Indústria e Comércio de Madeiras LTDA e Indústria de Compensados Sudati LTDA pelo apoio técnico. À UDESC pelo concessão da bolsa de iniciação científica.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTUDO FITOQUÍMICO DA FOLHA DE TECa

Zaira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza, Pedro Hurtado de Mendoza Borges,

Rithielly Patrícia Akerley

Universidade Federal de Mato Grosso- Faculdade de Engenharia Florestal

zaira@ufmt.br

1. INTRODUÇÃO

É tendência mundial a população preocupar-se em consumir, cada vez mais, produtos de origem natural. Dentre as muitas oportunidades no uso de substâncias naturais, os corantes vegetais vêm despertando uma atenção especial dentro do setor industrial, principalmente no de alimentos e no de cosméticos, por ser uma fonte barata e renovável de insumos. Os corantes estão amplamente presentes no meio em que vivemos, nos alimentos, nas roupas, cosméticos, nos produtos naturais e nos mais variados objetos que consumimos. Até a metade do século XIX, todos os corantes eram extraídos de folhas, caules, raízes, frutos e outras partes do vegetal de várias espécies. Porém, na atualidade, a grande maioria dos corantes é de origem artificial. Esses corantes são pigmentos ou tintas sintéticas do grupo azóico e representam uma grande variedade de substâncias orgânicas, que podem apresentar efeitos indesejáveis ao meio ambiente. Além disso, algumas delas apresentam riscos aos usuários, o que levou a vários países a restringir ou até mesmo a proibir a utilização de muitos deles (Henry, 1996). Em razão disso, atualmente, os corantes derivados de fontes naturais vêm ressurgindo como uma alternativa importante para substituir os corantes sintéticos. A grande biodiversidade da flora em nosso País só eleva o potencial de descobrir novas fontes de corantes naturais, o que aumenta a demanda por pesquisas, para que os novos corantes produzidos possam atender às exigências do mercado interno e externo. Algumas espécies madeireiras têm potencial para geração de subprodutos importantes dentro do setor industrial. A *Tectona grandis* L.f., é uma espécie que cada dia vem ganhando mais espaço no mercado madeireiro, porém pouco se conhece sobre o corante que suas folhas produzem. Em campo verifica-se que as folhas de teca liberam substâncias de coloração avermelhada e, em função da sua grande área foliar, pode haver uma ampla quantidade de corante a ser liberada

(Keiding, 1985). Esse corante é um produto florestal não madeireiro que poderá ser utilizado como fonte de receita para os produtores, aumentando, assim, o lucro dos reflorestamentos com essa espécie. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo analisar o extrato aquoso da folha de teca, através de análise colorimétrica.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material utilizado foram folhas de teca, coletadas manualmente, em 4 árvores de um plantio equidistante de 10 anos de idade, plantadas no espaçamento de 2 x 3m, localizado na fazenda experimental da UFMT, município de Santo Antônio de Leverger – MT. A escolha das árvores e a coleta das folhas foram feitas ao acaso. Porém houve separação da parte aérea da copa em folhas do ápice (últimos verticilos) e folhas da base (primeiros verticilos). Retiraram-se 4 folhas do ápice e 4 da base para cada árvore e para cada método de extração em água (1 e 2 horas). Os extratos aquosos foram preparados na proporção de 1:10 (vegetal:água) conforme metodologia proposta por TEDESCO 1997. As análises de coloração dos extratos obtidos foram realizadas com um colorímetro, modelo MINOLTA CR400, o qual gerou informações quantitativas do sistema de cor CieLab.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve um aumento dos valores de luminância (L) e da variação do azul para o amarelo (b) dos verticilos da base para os do ápice, independentemente do tempo de extração (Tabela 1 e 2). Na Tabela 3 verifica-se que tanto a posição dos verticilos da folha na copa da árvore quanto o tempo de extração, apresentaram diferenças significativas (Tukey, $p < 0,05$), isto é, influenciaram a variação na coloração dos extratos do verde ao vermelho. Pode-se verificar, ainda, um aumento da variação do verde ao vermelho da base para o

ápice, e uma redução desta com o incremento do tempo de extração.

Tabela 1: Valores médios de luminância (L)

Tempo de extração (hora)	Posição dos verticilos da folha		Médias
	Base	Ápice	
1	25,44	26,04	25,74 a
2	24,91	25,15	25,03 a
Média	25,17 A	25,59 A	25,38*

Observações: Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade. * Média geral do experimento.

Tabela 2: Valores médios da variação do azul ao amarelo (b).

Tempo de extração (hora)	Posição dos verticilos da folha		Médias
	Base	Ápice	
1	5,14	5,88	5,50 a
2	3,86	4,56	4,21 a
Média	4,50 A	5,22 A	4,85*

Observações: Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade. * Média geral do experimento.

Tabela 3: Valores médios da variação do verde ao vermelho (a)

Tempo de extração (hora)	Posição dos verticilos da folha		Médias
	Base	Ápice	
1	5,24	7,02	6,14 a
2	4,68	6,34	5,51 b
Média	4,97 B	6,68 A	5,82*

Observações: Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey em nível de 5 % de probabilidade. * Média geral do experimento.

Independentemente da posição dos verticilos da folha na copa da árvore, a maior variação do verde para o vermelho correspondeu ao tempo de extração de uma hora (Tabela 3). Estes

resultados contrariaram a hipótese de que a variação seria maior com o aumento do tempo de extração. Os extratos obtidos com as folhas dos verticilos do ápice apresentaram maior variação do verde para o vermelho (a). Os valores positivos desta variação deram origem a uma cor avermelhada, observada a olho nu. A maior intensidade da cor vermelha nos extratos com folhas dos verticilos do ápice pode estar relacionada ao estágio de desenvolvimento, pois as folhas mais jovens estão em plena atividade metabólica. Gomes *et al* (2011), concluíram que a adição de folhas jovens nos extratos, apresentaram os melhores resultados analisados em espectrofotômetros. Bonora *et al* (2009), em seu trabalho sobre a influência da sazonalidade no extrato obtido das folhas de *Tectona grandis*, observaram que a época de coleta das folhas influenciou nas cores dos extratos, e que no inverno a cor vermelha se reduz a castanho.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A posição da folha na copa da árvore e o tempo de extração influenciaram a diferença na coloração dos extratos, sendo o ápice e o tempo de 1 hora de extração a combinação mais adequada. A coloração predominante nos extratos foi a vermelha. A análise colorimétrica pode ser um método rápido e eficiente para avaliar a diferença de cores em extratos aquosos de vegetais.

5. BIBLIOGRAFIA

BONORA, F. S.; ALMEIDA, R. S. R.; ROSSI, T.; BRITO, J. O. **Estudo da influência da sazonalidade no extrato obtido das folhas de *Tectona grandis***. 2009, p. 12. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GOMES, I. M. S.; SANTOS JÚNIOR, W. R.; ARRUDA, A. S. **Análise de soluções para extração de corante de folhas de Teca em diferentes estágios de desenvolvimento**. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia - GO, vol.7, n.12, p. 8, 2011.

HENRY, B. S. **Natural food colours**. Great Britain: Chapman & Hall, 2. Ed, p. 40-79, 1996.

KEIDING, H. **Teak (*Tectona grandis* Linn.f.)** Humiebaek, Denmark: Danida Forest Seed Centre, 1985. 21p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RENDIMENTO EM CARVÃO DA MADEIRA DE DESBASTE DE TECA

Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza, Pedro Hurtado de Mendoza Borges,
José Guilherme Roquette, Evelyn Teixeira Silva
Universidade Federal de Mato Grosso- Faculdade de Engenharia Florestal
zaira@ufmt.br

1. INTRODUÇÃO

O uso do carvão vegetal é uma necessidade sempre presente na produção de diversos produtos na área industrial, devido à crescente preocupação com alternativas de substituição do uso de combustíveis fósseis como fonte energética. Neste contexto o carvão vegetal vem sendo uma das alternativas mais viáveis como fonte energética. Não há uma restrição de uso das espécies madeireiras para fins energéticos, porém algumas se sobressaem às outras devido ao alto rendimento em carvão que elas oferecem. De acordo com Matricardi (1989), a teca é uma espécie altamente rentável apresentando infinitas utilidades. Por ser considerada uma madeira nobre, tem – se pouca informação sobre a produção de carvão vegetal e de seu poder energético, sendo essa uma possível alternativa de utilização da madeira proveniente do primeiro desbaste. Sabe – se que a madeira tem suas propriedades alteradas em seus diversos sentidos e que essa variação é fator importante na hora de decidir qual o melhor uso a ser aplicado para determinada espécie florestal.

A carbonização pode ser definida como o processo cujo objetivo é aumentar o teor de carbono fixo na madeira por meio de tratamento térmico na faixa de 300 a 750°C, onde são volatilizados os líquidos, liberados os compostos gasosos, restando apenas um sólido composto quase que exclusivamente de carbono puro. Este sólido é chamado de carvão vegetal (PIMENTA et al, 2002). Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo geral, estudar o rendimento em carvão da madeira de teca, visando um possível aproveitamento dos seus desbastes para fins energéticos. Como objetivo específico verificou-se também, a variação do rendimento em carvão, tanto entre, como dentro das árvores. Para que isso aconteça, é necessário

a ocorrência de vários processos, tanto físicos como químicos. Alguns autores relatam que o processo de carbonização pode ser entendido ao se estudar o comportamento dos três principais componentes da madeira: a celulose, as polioses (hemiceluloses) e a lignina. Compreendendo o comportamento desses componentes, é possível entender como se realiza a carbonização.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi conduzido no Laboratório de Tecnologia Química de Produtos Florestais, Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Cuiabá. Para o estudo foram utilizadas 4 (quatro) árvores de teca (*Tectona grandis*), provenientes da região de Alta Floresta no Estado de Mato Grosso, localizada entre as coordenadas 9°52' Sul e 56°06' Oeste. As árvores foram amostradas através de um desbaste alto, no qual foram coletadas árvores dominantes e intermediárias de um reflorestamento com 8 anos de idade, plantado no espaçamento de 2x3m. De cada árvore foram retirados discos com espessura de aproximadamente 5,0 centímetros, sendo estes coletados a 0,20; 0,70 e 1,30 m (DAP), a partir deste ponto, a coleta foi feita em distâncias de 1,0 m, contemplando toda a altura da árvore (Método de Smallian descrito em Machado 2006). Os discos foram separados em três posições, denominadas de base, meio e ápice dando-se assim, representatividade amostral para toda a altura do indivíduo. As carbonizações foram feitas a uma temperatura de 300°C por 40 minutos em forno mufla, utilizando-se duas repetições por disco, obtendo-se 18 amostras de carvão por árvore, totalizando-se 72 amostras analisadas. Não houve recuperação de subprodutos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores médios para o rendimento em carvão conforme a altura das árvores.

Tabela 1: Valores médios do rendimento em carvão para a madeira de teca

Posição e Árvore		Rendimento %
Base	1	30,0639
	2	38,8867
	3	39,4434
	4	37,4275
Média		36,4554
Meio	1	39,6024
	2	36,4585
	3	37,5285
	4	36,7115
Média		37,5753
Ápice	1	37,9025
	2	38,5505
	3	37,6002
	4	37,3709
Média		37,8565
Média Geral		37,2957

Nesta tabela observa-se que a média geral para o rendimento em carvão da espécie, foi de 37,2957% não apresentando grande variação entre as árvores analisadas. De acordo com Brito et al (1981), o rendimento em carvão vegetal gira em torno dos limites de 25 a 35% com base na madeira seca. Boa Morte (2008), trabalhando com a madeira de teca encontrou 20,05% de rendimento em carvão. Furlan (2011) trabalhando com *Pinus tecunumanii* encontrou um rendimento de 26,97%, Oliveira (2011) pesquisando o rendimento em carvão na madeira de *Azadirachta indica* encontrou o valor de 13,08% e Klitzke (1998) em sua pesquisa com *Mimosa scabrella*, cuja madeira já é utilizada para produção de carvão em escala comercial obteve rendimentos médios de 28,93% para madeiras de primeiro desbaste da espécie. Neste estudo, a média geral dos rendimentos para as 4 árvores foi superior às citadas nas literaturas mencionadas anteriormente. Esta diferença possivelmente ocorreu devido ao controle da marcha de carbonização, onde o tempo, a temperatura e a umidade dos cavacos, foram criteriosamente padronizados. De forma resumida, pode-se afirmar que para o rendimento em carvão, não houve uma diferenciação expressiva entre as árvores avaliadas, porém, dentro das árvores, o meio e o

ápice se mostraram mais uniformes em comparação com a parte basal.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O rendimento médio obtido está acima do que foi relatado em literatura. O estudo não apontou variação axial (base, meio e ápice) para o rendimento médio em carvão. Porém, as partes mediana e apical mostraram-se mais uniformes na distribuição dos valores do que a parte basal. A madeira dos desbastes de teca pode ser uma alternativa bastante promissora e atrativa para a fabricação de carvão vegetal em escala comercial.

5. BIBLIOGRAFIA

BOA MORTE, J. S. **Estudo do Potencial Energético da Madeira de Eucalipto (*Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*) e Teca (*Tectona grandis* L. F.) Provenientes de Reflorestamento em Mato Grosso**. 2008. 38 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT.

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G. **Considerações Sobre a Produção de Carvão Vegetal com Madeiras da Amazônia**. IPEF – Sér. Téc. Piracicaba v.2 n.5. 1981. 25p.

FURLAN, Anthony. **Potencial energético da madeira de *Pinus tecunumanii* plantados em Rondônia** – MT. 2011. 41p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

KLITZKE, R. J. **Avaliação do carvão da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth) em função da idade, do teor de Umidade da madeira e da temperatura final de carbonização**. 1998. 137f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

MACHADO, S. A.; FILHO, A.F. **Dendrometria**. – 2 ed. Guarapuava: UNICENTRO, 2006, 316 p.

MATRICARDI, W. A. T. **Efeitos dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da teca (*Tectona grandis* L. f.) cultivada na grande Cáceres - Mato Grosso**. 1989. 135p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Esalq - USP. Piracicaba – SP.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA ACÍCULA SECA DE *Araucaria angustifolia* (BERTOL.) KUNTZE COMO POTENCIAL PARA PRODUÇÃO DE PAINÉIS AGLOMERADOS

Daniella Kniess, Helena Cristina Vieira, Isadora Arruda, Alessandro Bayestorff da Cunha, Polliana D'Angelo Rios.

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (CAV)
danikniess@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A acícula de *Araucaria angustifolia* é conhecida popularmente como grimpa ou grinha. As árvores adultas costumam lançar para o solo galhos secos com muitas acículas pontiagudas (Grimpa...2009). A distribuição da *Araucaria angustifolia* no Brasil dá-se desde o oeste do Estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Porém, as maiores concentrações desta espécie encontram-se nos Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. (Machado e Siqueira, 1980 e Carvalho 1994).

A acícula seca pode ser utilizada como material lignocelulósico para produção de painéis aglomerados por possuir inúmeras vantagens, como: agregação de valor a um produto antes descartado; menor gasto de energia para transportar um material mais leve que a madeira, menor custo com a secagem do material, visto que a acícula cai no chão naturalmente seca, com aproximada 11% de umidade (Grimpa...2009).

Para tal, o potencial de utilização da acícula seca implica no conhecimento de suas características químicas como material lignocelulósico. A obtenção de tais informações torna-se indispensável para o seu desenvolvimento tecnológico.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a análise química quantitativa da acícula seca de *Araucaria angustifolia*, como matéria-prima potencial para a produção de painéis aglomerados.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As acículas de *Araucaria angustifolia* foram coletadas em uma Fazenda no Município de

Lages – Santa Catarina. Após a coleta o material foi triturado em moinho do tipo martelo e as partículas classificadas em peneiras 40/60 mesh, seguindo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). As partículas foram mantidas em sala de climatização a temperatura de 20 °C (± 3 °C) e 60% (± 5 %) de umidade relativa até atingirem massa constante.

Para a análise química, com quatro repetições, foi determinado o teor de extrativos totais (etanol-tolueno (1:2); etanol e água), cinzas e lignina de acordo com as normas da NBR 7987, TAPPI T413, TAPPI T222 OM-88, respectivamente. O teor de holocelulose foi determinado por diferença em relação aos teores de extrativos totais, cinza e lignina.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o teor médio da análise química da acícula seca de *Araucaria angustifolia*.

O teor médio para extrativos em etanol-tolueno (1:2) foi de 12,57%, para etanol de 1,37% e para água de 11,01%, para tanto, os extrativos totais foram de 24,95%. O teor de cinzas de 5,13%, o teor de lignina de 47,41% e teor de holocelulose obtido por diferença dos demais componentes (extrativos totais e lignina) foi de 22,51 %.

O alto valor encontrado para extrativos nesse trabalho pode influenciar as propriedades físicas e mecânicas dos painéis de acículas. De acordo com Nearn (1955) as espécies com elevados teores apresentam melhor estabilidade dimensional em painéis de madeira. Contudo, de acordo com Cloutier, (1998) as espécies com alto teor de extrativos são propensas a estouros do painel no final do ciclo de prensagem e podem interferir na cura do adesivo, além de

proporcionar uma ligação de baixa resistência entre as partículas.

Tabela 1. Teor médio da análise química e desvio padrão da acícula seca de *Araucaria angustifolia*:

<i>Análise</i>	<i>% Massa seca</i>
Extrativos Etanol-Tolueno (1)	12,57 (1,65)
Extrativos Etanol (2)	1,37 (0,65)
Extrativos em água (3)	11,01 (1,44)
Extrativos totais (1+2+3)	24,95 (2,32)
Cinzas	5,13 (1,04)
Lignina	47,41 (1,99)
Hocelulose	22,51 (3,32)

Desvio padrão entre parêntese.

O alto teor de cinzas (5%) encontrado, também pode influenciar no pH dos painéis que deve situar-se na faixa de 3 a 6, prejudicando o desenvolvimento de resistência e coesão da linha de cola (Iwakiri, 2005).

Em contrapartida, o alto teor de lignina apresentado (47,41%) pode contribuir para melhorar a adesão entre as partículas dos painéis consequentemente resultando em melhor colagem (JOSELEAU et al. (2004). Ainda, durante o processo de prensagem para a formação dos painéis as altas temperaturas provem a plastificação da lignina, que atua como elemento aglomerante das partículas lignocelulósicas, melhorando a adesão e, consequentemente a ligação interna dos painéis.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A acícula de *Araucaria angustifolia* pode ser matéria-prima potencial para a produção de painéis aglomerados, principalmente por apresentar na sua composição química, alto teor de lignina.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7989**: pasta celulósica e madeira: determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro, 2010. 6 p.

CLOUTIER, A. Oriented strandboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties and uses. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON SOLID WOOD PRODUCTS OF HIGH TECHNOLOGY, 1., 1998, Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: **SIF**, 1998. p. 173-185.

GRIMPA do pinheiro-do-paraná para produção de madeira reconstituída, ago. 2009. Disponível em http://www.celsofoelkel.com.br/pinus_18.html#dois>. Acesso em 15 mar. 2011.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

JOSELEAU, J. P. et al. Detection in situ and characterization of lignin in the Glayer of tension wood fibres of *Populus deltoids*. **Planta**, Berlin, v.219, n. 2, p. 338-345, Apr. 2004.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI). **Atlanta TAPPI Press**, 1993.

MACHADO, S. A.; SIQUEIRA, J. D. P. Distribuição Natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. KTZE . Curitiba. **Forestry problems of the genus Araucaria**. Paraná: FUPEF, 1980. 9 p.

NEARN, W. J. **Effect of water soluble extractives on the volumetric shrinkage and equilibrium moisture content of eleven tropical and domestic woods**. Mont Alto: Pennsylvania State University, 1955. 37p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RENDIMENTO DO PROCESSO DE DESDOBRÓ DE *Eucalyptus dunnii* E *Eucalyptus grandis* POR MEIO DO SISTEMA DE CORTE TANGENCIAL

Caio Cesar Faedo de Almeida, Alexsandro Bayestorff da Cunha,
Morgana Cristina França, Luciane Gorski.
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
caio-almeida@florestal.eng.br

1. INTRODUÇÃO

A atual tendência de redução da área plantada de *Pinus spp* em prol da substituição por plantios de *Eucalyptus spp*, apresentou crescimento de 2,5% no ano de 2011, o que levou o setor florestal a uma diversificação no uso destas espécies (ABRAF, 2012). No entanto, a substituição da matéria-prima tem grande impacto na indústria de transformação da madeira, principalmente nos setores de laminação e serrados.

Os povoamentos de eucaliptos do Brasil atualmente têm como principal espécie o *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, que devido à alta produtividade de madeira sólida é comumente utilizado para a indústria de serrados (Oliveira et al., 1999). A crescente tendência de plantio de extensas áreas florestais de eucaliptos resistentes ao frio é demonstrada por Alves et al. (2011), onde destacam o *Eucalyptus dunnii* Maiden como uma das espécies mais adequadas ao cultivo em regiões temperadas.

Seguindo esta tendência, este estudo teve por objetivo avaliar o aproveitamento da matéria-prima de *Eucalyptus dunnii* no processo de desdobro tangencial, bem como compará-lo com o *Eucalyptus grandis*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As toras de *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus grandis* utilizadas no presente estudo foram provenientes de reflorestamentos da Empresa Klabin, os quais estavam localizados nos municípios de Palmeira-SC e Telêmaco Borba-PR, ambos com 13 anos de idade. Foram utilizadas 120 toras com comprimento médio de 2,45 m e diâmetro variando entre 20 e 30 cm. Assim, as toras foram distribuídas em duas classes diamétricas (20 a 25 cm e 25,1 a 30 cm), sendo que cada tratamento foi composto por 10 toras com três repetições cada um.

O sistema de desdobro tangencial aplicado às toras está apresentado na fig. (1).

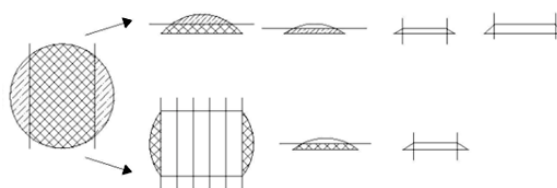


Fig. 1: Sistema de desdobro aplicado as toras.

O rendimento de madeira serrada foi obtido pela relação entre o volume de peças de madeira serrada gerado no desdobro e o volume de toras de cada amostra, expresso em porcentagem.

No cálculo do volume de toras foi utilizado o método de Smalian, enquanto que, para o volume de peças de madeira serrada foram consideradas oito medições, sendo cinco em espessura, duas em largura e uma em comprimento. Também foram medidas as rachaduras nas quatro faces das peças e as partes a serem destopadas devido à presença de defeitos como esmoado ou expressivas irregularidades em dimensão.

O rendimento da matéria-prima foi expresso por meio de quatro situações: rendimento bruto, como se as peças não apresentassem nenhum tipo de defeito; rendimento sem as partes rachadas das peças; rendimento sem os destopos; e rendimento líquido, ou seja, somente as peças livres de defeitos, ou ainda, considerando somente as peças que seriam comercializadas ou enviadas para o processo de secagem.

Os dados foram avaliados por meio da Análise de Variância e Teste de Tukey a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os rendimentos percentuais do desdobro estão apresentados na tabela 1, onde pode ser observado que o aproveitamento de matéria-

prima para o *E. grandis* foi superior ao *E. dunnii* em todas as análises. Entretanto, quando considerado somente o rendimento bruto, tem-se a classe diamétrica inferior do *E. dunnii* equivalente as duas classes do *E. grandis*.

Tabela 1: Rendimento do processo de desdobro

Espécie	Classe Diamétrica	Rendimentos (%)			
		Bruto	Sem		Líquido
			Rachaduras	Destopos	
<i>E. dunnii</i>	20 - 25 cm	61,00 a	48,30 b	55,90 b	45,30 b
	25,1 - 30 cm	55,30 b	45,40 b	52,80 b	43,00 b
<i>E. grandis</i>	20 - 25 cm	66,40 a	60,60 a	62,10 a	56,70 a
	25,1 - 30 cm	61,40 a	55,40 a	57,60 ab	51,90 a

Médias seguidas de uma mesma letra em uma mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Ao mesmo tempo, pode-se dizer que os tratamentos que mais tiveram perda de matéria-prima em função da presença de rachaduras e destopos foram os compostos pelo *E. dunnii*, em ambas as classes diamétricas. Na classe diamétrica inferior da espécie supracitada, a perda devido à presença de rachaduras foi de 12,70% e na superior 9,90% em relação ao rendimento bruto do processo, já a perda média entre as duas classes do *E. grandis* foi de 5,90%. Cabe ressaltar que não foi utilizada nenhuma técnica de redução das tensões de crescimento nas árvores/toras, o que poderia reduzir a ocorrência de rachaduras nas toras e conseqüentemente a perda de matéria-prima durante o processo de desdobro.

Considerando os destopos, tem-se que as perdas médias de rendimento foram de 3,80% para o *E. dunnii* e 4,05% para o *E. grandis*. No rendimento líquido do processo, têm-se os melhores rendimentos pertencentes ao *E. grandis* na classe diamétrica superior.

Acosta (1999) cita para *E. grandis*, na zona de Entre Rios (Argentina), rendimentos entre 30 e 40%. No Brasil, Ferreira et al. (2004), no método de desdobro tangencial, observaram rendimentos entre 47,5 e 51,5%. Rocha (2000), avaliando o rendimento de matéria-prima nos processos de desdobro tangencial e radial de toras de *E. grandis* com 12 anos e *E. dunnii* com 16,5 anos, encontrou como rendimento médio de *E. grandis* em peças secas de 44,21%, já para o *E. dunnii*, o autor encontrou 37,28%. É importante salientar que os rendimentos do presente estudo são para peças verdes, e dos estudos supracitados para peças que já passaram pelo processo de secagem.

4. CONCLUSÕES

O rendimento médio para *E. dunnii* foi inferior em todos os tratamentos quando comparado com *E. grandis*.

O rendimento líquido médio dos processos de desdobro para as espécies estudadas foi de 44,15% para o *E. dunnii* e 54,30% para o *E. grandis*, ocorrendo portanto, uma perda média de matéria-prima de 14% para a primeira espécie e 9,60% para a segunda em função da presença de rachaduras e destopos a serem realizados.

5. BIBLIOGRAFIA

ACOSTA, M.S. Experiencia Argentina en la Producción y Utilización de la Madeira de Eucalipto, Panoram a 1999. In: WORKSHOP: TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1999, Viçosa. *Anais...Viçosa: UFV*, 1999, p. 1-27.

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF). *Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011*. Brasília: 2012.

ALVES, I. C. N.; GOMIDE J. L.; COLODETTE, J. L.; SILVA, H. D.; Caracterização tecnológica da madeira de *Eucalyptus benthamii* para produção de celulose Kraft. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 21, n. 1, p. 167-174, jan.-mar., 2011.

FERREIRA S.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. S.; TRUGILHO, P. F., Influência de métodos de desdobro tangenciais no rendimento e na qualidade da madeira de clones de *Eucalyptus* spp. *Cerne*, Lavras, V. 10, n. 1, p. 10-21, 2004.

OLIVEIRA, J. T. S.; HELLMEISTER, J. C.; SIMÕES, J. W.; FILHO, M. T.; Caracterização da madeira de sete espécies de eucaliptos para a construção civil: 1- avaliações dendrométricas das árvores; *Scientia Forestalis*, n. 56, p. 113-124, dez. 1999.

ROCHA, M. P. da; *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como Fontes de Matéria Prima para Serrarias. 2000. 186p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

AGRADECIMENTOS

Às empresas Klabin e MADEPAR Indústria e Comércio de Madeiras Ltda pelo apoio técnico.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DE PAÍNEIS AGLOMERADOS DE ACÍCULAS DE *Araucaria angustifolia*

Ângela Maria Stüpp, Marcos Vinicius Mazzo, Daniella Del Castanhel Kniess, Marlon Henrique Borba, Polliana D'Angelo Rios

Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV / Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC

angela.stupp@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A fabricação de produtos a base de materiais lignocelulósicos, além de permitir melhor aproveitamento da madeira, apresenta certas vantagens em relação a outros materiais por serem renováveis, recicláveis e biodegradáveis (ELEOTÉRIO, 2000).

A acícula nada mais é do que os galhos secos que as árvores lançam para o solo, e que fazem parte da ciclagem da matéria vegetal da araucária.

Poucos trabalhos de pesquisa têm demonstrado a real viabilidade de utilização da acícula para elaboração de painéis particulados ou compósitos, e ressalta-se a necessidade do melhor aproveitamento da matéria-prima e uso racional desse recurso florestal.

A princípio, esses painéis podem ser fabricados com qualquer material lignocelulósico que lhes confirmam alta resistência mecânica e massa específica pré-estabelecida, já que a estrutura dos materiais lignocelulósicos é semelhante à da madeira. (Rowell *et al.*, 2000).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas de painéis aglomerados de acícula de *Araucaria angustifolia* em associação com madeira de *Eucalyptus grandis*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A partícula de acícula utilizada foi coletada no Município de Painel – SC, e triturada em moinho de martelo. As partículas de madeira de *Eucalyptus grandis*, com 13 anos, foram adquiridas da empresa Klabin S.A, Unidade Telêmaco Borba – PR.

Foram confeccionados 4 painéis para cada tratamento, conforme delineamento experimental (Tabela 1).

1	100 %	0%	4
2	75 %	25%	4
3	50%	50%	4
4	25%	75%	4
5	0%	100%	4

Para produção dos painéis, as partículas foram secas até 4% do teor de umidade, tendo sido utilizada estufa de circulação de ar forçada a 60°C. Os painéis foram produzidos no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina.

Utilizou-se 12% de adesivo uréia-formaldeído e 1% de parafina, com teor de sólidos de 69% e 62%, respectivamente. A aspersão do adesivo e da parafina foi feita utilizando uma encoladeira do tipo tambor giratório.

Após a aplicação do adesivo sobre as partículas, estas foram pré-prensadas em uma forma de madeira de dimensões de 42 cm x 42 cm, formando um colchão de uma só camada. A prensagem foi feita submetendo o colchão à temperatura de 160 °C e pressão de 40 kgf/cm², durante 8 minutos. Depois de prensados os painéis foram acondicionados em sala de climatização (60% de umidade relativa e 20°C de temperatura) até massa constante. Os corpos de prova foram confeccionados de acordo com adaptação às normas ASTM 1037 (1997).

Foram realizados os seguintes testes físicos: densidade do painel, absorção de água (AA) após 2 e 24 horas, e inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas.

Para todas as variáveis foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). As análises foram feitas no Sisvar ao nível de 95% de probabilidade para o teste de Scott-Knott.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1. Delineamento experimental.

Tratamento	Acícula	Eucalipto	Repetição
------------	---------	-----------	-----------

A Tabela 2 apresenta os valores médios da densidade dos painéis produzidos, os testes de AA por 2 e 24 horas e IE por 2 e 24 horas.

Tabela 2. Valores médios da densidade, absorção de água (AA), e inchamento em espessura (IE) por 2 e 24 horas.

Tratamentos	Propriedade Avaliada				
	Dens.	AA 2h	AA 24h	IE 2h	IE 24h
100% Acícula	0,68 ^b	10,07 ^a	38,98 ^b	6,63 ^c	23,0 ^d
75%:25%	0,72 ^b	7,18 ^a	34,79 ^b	7,08 ^c	22,9 ^d
50%:50%	0,73 ^b	8,13 ^a	25,20 ^a	5,41 ^b	18,5 ^c
25%:75%	0,75 ^b	4,19 ^a	17,02 ^a	3,12 ^a	11,3 ^b
100%Eucalipto	0,55 ^a	7,01 ^a	21,04 ^a	3,04 ^a	7,16 ^a

Onde: Dens.: densidade (g/cm³); AA: Absorção de água (%); IE: Inchamento em espessura (%); Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente no nível de 95% de probabilidade.

A densidade desejada na produção dos painéis era de 0,80 g/cm³. De acordo com os resultados encontrados, a densidade média para os tratamentos foi de 0,69 g/cm³ com intervalo de 0,55 a 0,75 g/cm³. Nos tratamentos que continham acículas, a densidade não diferiu estatisticamente entre si. Apenas em relação ao tratamento de 100% eucalipto a densidade apresentou-se inferior às demais. A densidade do painel para todas as composições estudadas com acícula estiveram dentro da faixa indicada pela literatura para painel de média densidade, ou seja, entre 0,59 e 0,80 g/cm³ (Iwakiri, 2005).

Para AA 2 horas os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si, apresentando valores médios de 7,44%. Entretanto, para AA 24 horas, os tratamentos apresentaram diferença. Os tratamentos com 100% acícula e 75:25% (acícula:eucalipto) apresentaram-se superiores aos demais. Portanto, cabe destacar que a norma CS 236-66 (1968) não estipula valores para as propriedades AA 2h e AA 24h, contudo os valores apresentados no estudo podem ser considerados coerentes, com os obtidos por outros autores. Iwakiri *et al.* (1996), obtiveram para painéis aglomerados de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii*, valores médios de AA 24 horas de 75,04% e 80,05%, respectivamente.

Para o teste de IE 2h os tratamentos 100% acícula e 75:25% (acícula:eucalipto) foram superiores aos demais tratamentos. Contudo, a norma ABNT 14810 (2006) estabelece valores para IE 2h de 8%, demonstrando resultados satisfatórios para o teste realizado. O mesmo comportamento ocorreu para o IE 24h, onde a

norma CS 236-66 (1968) estabelece valor máximo aceitável de 35%. Os resultados de IE 24h obtidos nesta pesquisa foram equivalentes aos valores apresentados na literatura. Naumann *et al.* (2008) obtiveram para painéis de *Eucalyptus urophylla* e *Schizolobium amazonicum*, valores médios de 16,8% e 17,1%.

4. CONCLUSÕES

Os resultados das propriedades físicas apresentaram-se satisfatórios, indicando a viabilidade técnica da acícula de *Araucaria angustifolia* para a produção de painéis como fonte alternativa de matéria-prima.

5. BIBLIOGRAFIA

IWAKIRI, S.; LATORRACA, J. V. F.; SILVA, D. A.; GABARDO, J. L.; KLITZKE, R. J.; FOFANO, A.; FABROWSKI, F.; INTERANMENSE, M. T. Produção de chapas de partículas de Madeira aglomerada de *Pinus elliottii* (Engelm) e *Eucalyptus dunnii* (Maid). *Ciências Agrárias*, Teresina, v. 15, n. 1, p. 33-41, 1996.

MOSLEMI, A.A. Particleboard. Carbondale and Edwardsville: Southern Illinois University Press, 1974.

NAUMANN, R. B.; VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. C. O.; DELLA LUCIA, R. M.; SILVA, J. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; COLLI, A. Propriedades de chapas fabricadas com partículas de madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake e *Schizolobium amazonicum* Herb. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1143-1150, nov./dez. 2008.

ROWELL, R.M.; HAN, J.S.; ROWELL, J.S. Characterization and factors affecting fiber properties. In: FROLLINI, E.; LEÃO, A.L.; MATTOSO, L.H.C. (Eds.). **Natural polymers and agrofibers based composites**: section II, agrofibers composites. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2000. p.115-134.

TSOUMIS, G. Science and technology of Wood: structure, properties, utilization. New York: Chapman & Hall, 1991. P. 309-339.

AGRADECIMENTOS

Klabin S.A; Madeireira J. J. Tomasi, Lages – SC; Universidade do Estado de Santa Catarina e CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DA CORTIÇA DO CERRADO BRASILEIRO

Helena Cristina Vieira, Polliana D'Angelo Rios, Taize Caroline Dreyer, Dianessa Danielli,
Fábio Akira Mori

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (CAV)
lenacristin@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A *Kielmeyera coriacea* (pau-santo) é uma árvore típica de áreas abertas do Cerrado brasileiro (Arellano, 1991). As espécies arbóreas tendem a apresentar o tronco com grande quantidade de tecido corticoso, devido às particularidades desse bioma, com duas estações bem definidas, uma chuvosa no verão e outra seca no inverno (Batmanian; Haridasan, 1985), além da frequência na ocorrência de fogo (Miranda; Sato, 2005).

Dentre as espécies corticeiras do Brasil a *Kielmeyera coriacea* (pau santo), destaca-se como uma das mais importantes, não só por sua cortiça, mas também pela abundância da espécie no Cerrado.

Sabe-se que a caracterização química das espécies produtoras de cortiça é importante, considerando que ela afeta diretamente as propriedades físicas e mecânicas da estrutura celular (Graça, 2000). Assim, o estudo da composição química da *Kielmeyera coriacea* pode esclarecer o potencial de utilização e possíveis adequações, como a produção de rolhas comerciais aglomeradas e painéis aglomerados.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a análise química quantitativa da cortiça de *Kielmeyera coriacea*, como matéria-prima potencial para a produção industrial.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento do trabalho, utilizaram-se cascas de 16 árvores de *Kielmeyera coriacea* (Pau-santo), com classe diamétrica entre 4 a 10 cm e altura total de 4 a 10 m, provenientes de povoamentos nativos localizados na região de Luminárias - MG.

A cortiça foi triturada em moinho martelo e classificada por um sistema de peneiras com malhas conhecidas (40-60 mesh).

Para a análise química, foi determinado o teor de extrativos totais (diclorometano; etanol e água), cinzas e lignina de acordo com as normas da NBR 7987, ABTCP (1974) e TAPPI T222 OM-88 respectivamente.

Para a remoção da suberina fez-se a hidrólise alcalina, utilizando 150 ml de KOH (1M) em etanol: água (9:1). A solução juntamente com a amostra foi levada ao banho de aquecimento a 70°C por 1 hora e 30 minutos. Após esse período a fração da suberina foi isolada em funil de separação, adicionando 300 mL de água. A solução foi acidificada por adição de HCL 1 M até pH 5-6. Em seguida, por adição de três porções de 100 ml de diclorometano foi separada a fração orgânica (suberina) para quantificação gravimétrica (Holloway, 1972).

Determinou-se a porcentagem de polissacarídeos por diferença em relação aos extrativos totais, lignina, suberina e cinzas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o teor médio da análise química quantitativa de *Kielmeyera coriacea*.

Os valores médios encontrados para os extrativos totais, suberina, lignina, polissacarídeos e cinzas foram de 24,6%, 20,6%, 25,9%, 28,0% e 0,90%, respectivamente.

Tabela 1. Teor médio da análise química e desvio padrão da cortiça *Kielmeyera coriacea*:

Análise	% Massa seca
Extrativos Totais	24,6 (0,61)
Suberina	20,6 (5,1)
Lignina	25,9 (3,0)
Polissacarídeos	28,0 (2,6)
Cinzas	0,9 (0,3)

Desvio padrão entre parêntese.

Klauber (1920) citado por Fortes et al. (2004) apresenta a seguinte composição química para a cortiça de *Quercus suber* (*sobreiro*), 58% de suberina, 12% de lignina, 22% de celulose, 2% de cerina, outros componentes 1% (% em massa seca).

Porém, os resultados publicados posteriormente mostraram alguma variabilidade e Fortes et al. (2004) citam valores médios da composição química da cortiça para os extrativos totais, suberina, lignina, polissacarídeos e cinzas de 16,9%, 35,2%, 22,4%, 21,3% e 0,9% respectivamente.

Ainda, Graça e Pereira (2000) estudando a metanólise de suberina (extração da suberina em metanol) em cascas, acharam valores de extrações correspondentes para a *Quercus suber* de 15% de extrativos totais e 60% de suberina (metólise realizada na casca livre de extrativos). Essas variações sensíveis de composição química podem ser justificadas pelos diferentes métodos de análise resultantes e da própria diversidade do material, mesmo quando provenientes de uma dada árvore. Fortes (2001) menciona que existem variações entre 28% e 49% por exemplo, no teor de suberina em cortiças de diferentes árvores.

Em comparação com as células da madeira, cuja composição química tem sido amplamente estudada pode-se dizer que o papel determinante desempenhado pela celulose, na definição das propriedades da parede celular da madeira, onde representam mais de 50% do total, é substituído na cortiça pelo da suberina conferindo propriedade para o material como elasticidade, impermeabilidade etc.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A composição química da cortiça de *Kielmeyera coriacea* foi de 23,6% de extrativos totais, 20,6% de suberina, 25,9% de lignina, 28,0% de polissacarídeos e 0,9% de cinzas.

A composição química da cortiça de *Kielmeyera coriacea* é similar a composição química da cortiça de *Quercus suber* mundialmente comercializada.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7989**: pasta celulósica e madeira: determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro, 2010. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – ABTCP. **Normas técnicas ACBCP**. São Paulo: ABTCP, 1974.

ARELLO, E. F. **Aspectos gerais do comportamento “in vitro” de *Kielmeyera coriacea* Martius (Guttiferae)**: produção e enraizamento de brotações. 1991. 148 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1991.

BATMANIAN, G. J.; HARIDASAN, M. Primary production and accumulation of nutrients by the ground layer community of Cerrado vegetation of central Brazil. **Plant and Soil**, The Hague, v. 88, n. 3, p. 437-440, Oct. 1985.

FORTES, M. A.; **A cortiça**. Revista, 2001, 25 p.

FORTES, M. A.; ROSA, M. E.; PEREIRA, H. **A cortiça**. Lisboa: IST Press, 2004, 259 p.

GRAÇA, J. A. R. **A estrutura da suberina e as suas relações com as propriedades da cortiça**. Lisboa: Instituto Superior de Agronomia, 2000. 40 p.

GRAÇA, J.; PEREIRA, H. Methanolysis of bark suberins: analysis of glycerol and acid monomers. **Phytochemical Analysis**, v. 11, n.1, p. 45-51, 2000.

HOLLOWAY, P. The composition of suberin from the corks of *Quercus suber* L. and *Betula pendula* Roth., **Chem. Phys. Lipids** 9, 158 – 170, 1972.

KLAUBER, A. **Die Monographie des Korkes**. Berlin, 1920.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY (TAPPI). **Atlanta TAPPI Press**, 1993.

MIRANDA, H. S. M.; SATO, M. N. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. In: SCASRIOT, A.; SOUSA-SILVA, J. C.; FELFILI, J. M. (Org.). **Cerrado: ecologia, biodiversidade e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. p. 93-105.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DA MADEIRA DE MOGNO AFRICANO (*Khaya ivorensis*)

Leila Vanderlei Moura Salustiano da Silva, Alexandre Miguel do Nascimento, Gisele Lustoza de Siqueira.

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

leilasalustiano@ufrj.br

1. INTRODUÇÃO

A *Khaya ivorensis* A. Chev., é uma das espécies vulgarmente conhecida como mogno africano, pertence à família Meliaceae, natural da África Ocidental. O mogno africano foi introduzido recentemente no Brasil na região Amazônica, visando substituir o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), devido a proibição legal da exploração e comercialização dessa madeira, além da alta resistência do mogno africano à sua principal praga o microlepidóptero *Hypsiphyla grandella* (GASPAROTTO et al, 2001). Devido suas características tecnológicas e a beleza de sua madeira, apresenta elevado valor econômico no mercado internacional. É usada para fins mais exigentes como em movelaria, fraqueado, construção naval e em sofisticadas construções de interiores (FALESI & BAENA, 1999). Pode-se dizer que o mogno africano apresenta potencial econômico, no entanto no Brasil ainda são escassos os conhecimentos tecnológicos a cerca dessa espécie. Neste contexto este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar as propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Khaya ivorensis*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material utilizado foi obtido de duas árvores isoladas, localizadas no município de Seropédica-RJ. As árvores apresentaram DAP aproximado de 90 e 100 cm e idade em torno de 30 anos. As toras foram levadas para o Laboratório de Usinagem e Beneficiamento da Madeira do Departamento de Produtos Florestais – DPF, do Instituto de Florestas – IF, da UFRRJ, onde foi feito o desdobro primário. Seleccionadas as peças radiais, foram produzidos os corpos de prova para a realização dos ensaios físicos e mecânicos que seguiram as orientações da Norma Brasileira de Madeira e Estruturas de

Madeira – NBR 7190-1997 da Associação Brasileira de Normas Técnicas.

As características avaliadas foram: densidade básica e aparente, variação volumétrica, resistência e rigidez à compressão paralela e perpendicular às fibras, resistência ao cisalhamento paralelo às fibras e dureza Janka.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios e desvio padrão das densidades básica e aparente, contração radial, tangencial e volumétrica da madeira de *Khaya ivorensis* estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão das propriedades físicas da madeira de *Khaya ivorensis*.

Propriedades	Média	Desvio
Densidade básica (g.cm ⁻³)	0,63	0,06
Densidade aparente (g.cm ⁻³)	0,73	0,07
Contração radial (%)	4,03	0,54
Contração tangencial (%)	6,09	0,54
Contração volumétrica (%)	10,15	0,96
Coefficiente de anisotropia	1,51	0,22

O resultado encontrado para densidade básica foi superior aos valores apresentados por Rezende *et al.* (2012) e Carvalho *et al.* (2010), que, ao avaliarem as propriedades físicas da madeira de *Khaya ivorensis* crescida no Brasil, obtiveram os seguintes valores médios de densidade básica, 0,487 g.cm⁻³ e 0,471 g.cm⁻³ com desvio de 0,027 g.cm⁻³ respectivamente.

Essa diferença pode ter ocorrido devido à idade da madeira utilizada pelos autores, que no caso dos autores citados apresentavam cerca de 10 anos, ou seja, madeira mais juvenil.

Rezende *et al.* (2012) encontrou valores próximos para contração radial, tangencial e volumétrica, 4%, 7% e 10,6% respectivamente. No entanto divergiu dos valores observados por Glass e Zelinka (2010), de 2,5%, 4,5% e 8,8%

para contração radial, tangencial e volumétrica, provavelmente porque a madeira utilizada por eles era oriunda da África e não do Brasil.

Os resultados de densidade e contração obtidos também foram superiores aos valores observados na literatura para o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*), que apresenta densidade básica em torno de $0,520 \text{ g.cm}^{-3}$, contração radial de 3,0%, tangencial de 4,1% e volumétrica de 7,8%, porém foram próximos (LPF, 2001; GLASS & ZELINKA, 2010).

Em relação ao coeficiente de anisotropia, a madeira apresentou um resultado considerado excelente, segundo a literatura (SILVA, 2001).

Na tabela 2 encontram-se os resultados das propriedades mecânicas analisadas.

Tabela 2: Valores médios e desvio padrão em kgf.cm^{-2} , das propriedades mecânicas da madeira de *Khaya ivorensis*.

Teste	Propriedades	Média	Desvio
Compressão Paralela	f_c	492	119
Compressão Perpendicular	E_c	145.200	23.662
	f_{c90}	114	13,2
	E_{c90}	17.601	3.635
Dureza Janka	Tang.	495	108
	Radial	503	98
	Long.	558	76
Cisalhamento Paralelo	f_v	153	19,6

Onde: f_c é a resistência à compressão; f_v é a resistência ao cisalhamento; E_c é o módulo de elasticidade na compressão. E_{c90} modulo perpendicular as fibras.

O resultado obtido de resistência à compressão paralela e resistência ao cisalhamento foram superiores aos encontrados na literatura, porém próximos. Kretschmann (2010) obteve para compressão paralela às fibras, o resultado de 445 kgf.cm^{-2} ; para o cisalhamento paralelo as fibras, 103 kgf.cm^{-2} , e para dureza 370 kgf . Para o mesmo autor, os valores dessas propriedades mecânicas para a madeira de mogno brasileiro foram de 467 kgf.cm^{-2} para compressão paralela, 85 kgf.cm^{-2} para o cisalhamento paralelo e 360 kgf para dureza. Foi possível observar pouca diferença entre os valores encontrados entre as duas espécies. O mogno africano crescido no estado do Rio de Janeiro apresentou dureza superior ao encontrado na literatura.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para as propriedades físicas e mecânicas, de arvores com madeira madura, a espécie *Khaya*

ivorensis apresentou valores próximos aos da espécie *Swietenia macrophylla*.

Apresentou potencial de uso para fins mais exigentes.

5. BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, A.M.; SILVA, B.T.B.; LATORRACA, J.V.F. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). **Cerne**, Lavras, v. 16, suplemento, p. 106-114, 2010.

FALESI, I.C.; BAENA, A.R.C. **Mogno-africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1999. 52p.

GASPAROTTO, L.; HANADA, R.E.; ALBUQUERQUE, F.C.; DUARTE, M.L.R. Mancha areolada causada por *Thanatephorus cucumeris* em mogno africano. **Fitopatologia brasileira**, Brasília, v. 26, n. 3, p.660-661, 2001.

GLASS, S.V.; ZELINKA, S.L. Moisture relations and physical properties of wood. In: Forest Products Laboratory-FPL. **Wood Handbook: wood as an engineering material**. Madison: FPL/USDA, 2010, chapter 4, p. 80-98.

KRETSCHMANN, D.E. Mechanical properties of wood. In: Forest Products Laboratory-FPL. **Wood Handbook: wood as an engineering material**. Madison: FPL/USDA, 2010, chapter 5, p. 100-145.

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS – LPF, 2001. **Banco de dados de madeiras brasileiras: mogno**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/features.php?ID=242&caracteristica=176>>. Acesso: 03 jul. 2013.

REZENDE, R.N.; LIMA, J.T.; SILVA, J.R.M.; MONTEIRO, T.C.; PAULA, L.E.R.. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas das madeiras de *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis* (mogno africano). In: XIII Encontro Brasileiro em Madeira e em Estruturas de Madeira – EBRAMEM XIII, 2012; Vitória, ES: IBRAMEM; 2012. Cd-rom.

SILVA, J. C. A retratibilidade da madeira. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 59, n. 11, p. 68-70, 2001.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



USO DE PRODUTOS ALTERNATIVOS NA PRESERVAÇÃO DE MADEIRA DE *Corymbia citriodora*

Sergio Marques Bernardo de Barros, Márcio Torreão Interamnense, Wesly Borges Vasconcelos,
Antonio Américo Cardoso Júnior.

*Universidade Estadual de Goiás, Universidade Estadual de Goiás, Centro Universitário de Mineiros,
Universidade Federal de Sergipe
sergio.barros@florestal.eng.br*

1. INTRODUÇÃO

A madeira sendo um material biológico está constantemente sujeita ao ataque por agentes degradadores, o que pode afetar não só a estética, mas também a resistência mecânica, inviabilizando seu uso para os mais variados fins.

Para suprir a crescente demanda por madeira resistente aos organismos xilófagos e diminuir a pressão sobre as florestas nativas, o uso de tratamento preservativo em espécies de menor durabilidade tem sido empregada, principalmente nas espécies de ciclo curto, de rápido crescimento e renovação contínua como as espécies do gênero *Eucalyptus sp.* e *Pinus sp.* Os tratamentos caseiros são processos mais simples de se realizar e incluem os tratamentos que não demandam de pressão exterior para forçar a entrada do preservativo na madeira. Entre eles estão o pincelamento ou aspersão, imersão rápida ou prolongada, banho quente-frio, substituição de seiva e boucherie (TRUGILHO, 2001).

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é identificar novos produtos de tratamento para a madeira de *Corymbia citriodora*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material foi coletado no Instituto de Pesquisas Agropecuária (IPAF), pertencente ao Centro Universitário de Mineiros (UNIFIMES), localizado na Microrregião Sudoeste do Estado de Goiás - 013 clima tipo Aw segundo a classificação de Köpen (EMBRAPA, 2004), tendo como coordenadas 17°27'16" de Latitude Sul e 52°36'10" de longitude Oeste de Greenwich (W.GR).

O solo é composto na sua maior parte por areias quartarênicas de acordo com a classificação brasileira de solos (EMBRAPA, 2004). No período do experimento (Dezembro/2005 –

Outubro/2006), as estações foram definidas entre chuvosa (Dezembro/2005 a Maio/2006) e seca (Junho a Agosto/2006), sendo que a maior precipitação aconteceu em Dezembro/2005 (328,25mm), tendo uma média de 121,22mm no período, (Dados obtidos pela Estação Agroclimatológica do IPAF).

Utilizou-se madeira de *Corymbia citriodora*, através da coleta de duas árvores, uma com 4 anos de idade aproximadamente e (15cm DAP) e a outra com 8 anos (35cm DAP), das quais originou-se duas toras. Uma das toras foi submetida ao tratamento de substituição de seiva, utilizando os sais hidrossolúveis (CB), Sulfato de Cobre II e Ácido Bórico.

Foi realizado o tratamento de substituição de seiva com o auxílio de um tambor (100L), colocou-se a tora verticalmente dentro do mesmo, em seguida adicionou-se a solução preservativa até atingir um nível de 40 cm na tora.

Fez-se também o uso de 300 ml de óleo queimado sobre a solução, tendo como função a não evapotranspiração da mesma. A tora permaneceu na solução durante sete dias, quando foi invertida sua posição, deixando por mais três dias.

Após o tratamento, a tora foi colocada sobre uma grade para secagem e também para completar a fixação dos sais da solução preservativa, durante um período de trinta dias.

Após o tratamento, as toras foram levadas a uma serraria onde se retirou uma prancha de 2,20 metros de cada tora. Então 10 corpos de prova (estacas) com dimensões de 30 x 5 x 2 cm foram retirados da prancha da tora tratada e 20 corpos de prova de mesma dimensão da não tratada.

O experimento foi realizado com 6 tratamentos cada qual com 5 estacas: Tratamento 1 - substituição de seiva (CB), Tratamento 2 - CB mais pincelamento com neutrol, Tratamento 3 - pincelamento com neutrol, Tratamento 4 -

pincelamento com óleo queimado, Tratamento 5 - banho quente-frio, Tratamento 6 - testemunha. Dentre os 10 corpos de prova retirados da tora que recebeu o tratamento de substituição de seiva, metade foram destinados ao tratamento 1 e metade ao tratamento 2.

No tratamento 2, fez-se o pincelamento das estacas com neutrol, que é uma tinta betuminosa com composição básica de Asfalto em solvente Alifático, (duas demãos) cada qual com intervalo de 1h em repouso.

No tratamento 3, as estacas da prancha sem nenhum tratamento, foram pinceladas com neutrol, (duas demãos) cada qual com intervalo de 1h em repouso.

O tratamento 4, consistiu no pincelamento das estacas, com Óleo Queimado (Óleo de Cáster), (três demãos) cada qual com intervalo de 1h em repouso.

No tratamento 5, colocou-se as estacas em um recipiente com óleo quente, com temperatura entre 90° a 100°C durante um período de 4hs. Em seguida foram emersos em outro recipiente com óleo frio (temperatura ambiente), permanecendo por 24hs.

As outras 5 estacas retiradas da prancha que não continha tratamento serviram como Testemunha (tratamento 6).

As estacas ficaram em repouso por mais 48hs e posteriormente instaladas no campo de apodrecimento. As mesmas foram afixadas ao solo numa profundidade de 20 cm ficando o restante, acima do nível do solo. O período de avaliação foi de Dezembro de 2005 à Outubro de 2006 passando assim estações de chuva e de seca.

O experimento foi instalado dentro de um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 6 tratamentos e 5 repetições por tratamento. As análises foram realizadas, pelo programa SISVAR – Sistema para Análise de Variância (FERREIRA, 2000).



Fig. 1: Distribuição do experimento no campo. (Fonte: Vasconcelos, 2006)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tratamento testemunha pode-se verificar que dois dos corpos de prova não sofreram ataque

algum dos agentes xilófagos, e que os demais sofreram um ataque máximo na ordem de 40%. No tratamento denominado substituição de seiva (CB), todos os corpos de prova sofreram ataque. O valor mínimo percentual foi de 58% e o máximo de 69,5% em relação ao volume total da peça. No tratamento CB mais pincelamento com neutrol o valor mínimo de ataque está na faixa de 37% e o máximo chegou aos 61%. No tratamento pincelamento com Neutrol, as peças 1 e 2 não sofreram ataque e as peças 3, 4 e 5 sofreram ataque máximo na ordem de 56%. O tratamento com óleo queimado teve grande ação dos agentes xilófagos, sendo o valor mínimo na ordem de 64% e o máximo de 75%. No tratamento denominado banho quente-frio pode-se observar que apenas a peça 3 não foi atacada, este tratamento teve um valor máximo de 52% de ataque em relação ao seu volume total.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O tratamento de pincelamento com óleo queimado foi o que teve menor resistência ao ataque de agentes xilófagos, isto devido a sua alta viscosidade inibindo assim a penetração do produto na madeira.

O tratamento que apresentou maior resistência aos agentes xilófagos foi o pincelamento com neutrol, sendo ainda estatisticamente igual ao tratamento banho quente-frio com óleo queimado e a testemunha. Esta teve uma maior resistência quando comparada aos demais tratamentos, isto em função de seus corpos de prova terem sido retirados numa região que possivelmente estava sofrendo o início do processo de cernificação da madeira;

O tratamento de substituição de seiva mais neutrol, apresentou uma baixa resistência aos agentes xilófagos em relação aos tratamentos banho quente-frio com óleo queimado, neutrol e a testemunha e se superou aos tratamentos pincelamento com óleo queimado e substituição de seiva com CB.

5. BIBLIOGRAFIA

EMBRAPA. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ª ed. Brasília – DF, 2004, 416p.

FERREIRA, D. F. **Análise Estatística por meio do SISVAR**. Lavras - MG, UFLA, 2000, 66p.

TRUGILHO, P. F. **Tratamento e Preservação da Madeira-2001**, Notas de Aula, UFLA, Lavras - MG. 33p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



A RESPONSABILIDADE SOCIAL EM EMPRESAS FLORESTAIS BRASILEIRAS

Silvana Heidemann Rocha, Anselmo Chaves Neto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Universidade Federal do Paraná
heidemann@utfpr.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Responsabilidade social ou responsabilidade socioambiental, desenvolvimento econômico sustentável ou sustentabilidade, dentre outros, são termos que gradualmente ganham espaço no mundo corporativo internacional e nacional, bem como vêm constituindo temas de pesquisa em diversas áreas das ciências, devido a um momento de redefinição de valores e de papéis na sociedade, em que é crescente a preocupação com, por exemplo, poluição, contaminação das águas e alimentos, exaustão dos recursos naturais do planeta, mudanças climáticas, concentração de riqueza, condições injustas de trabalho e práticas não éticas na política e nos negócios (MANCINI, 2008; CINTRA, 2011).

Nesse contexto, desde as três últimas décadas vêm sendo propostos relatórios de avaliação empresariais mais amplos que os tradicionais demonstrativos contábeis (CINTRA, 2011).

Em relação à responsabilidade socioambiental de empresas ligadas ao setor madeireiro, essa em geral é avaliada mediante indicadores de certificação florestal, embora, conforme Busch (2008), a sociedade brasileira não adquiriu ainda conhecimento e sensibilidade para perceber que a certificação florestal é uma certificação socioambiental.

Este trabalho tem o objetivo de analisar como empresas brasileiras ligadas ao setor florestal vêm adotando e relatando práticas de responsabilidade socioambiental.

A relevância desta pesquisa reside na atualidade do tema, bem como no fato de que em geral os métodos de avaliação de uma empresa de qualquer setor produtivo levam em conta apenas seus aspectos econômicos e financeiros, e como nas bolsas de valores de diversos países vêm sendo propostos que a responsabilidade socioambiental de uma empresa, independente do setor produtivo a que pertença, também deva ser fator de avaliação da mesma, resta saber se, no Brasil, as empresas florestais estão acompanhando essa tendência mundial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para examinar a responsabilidade socioambiental de uma empresa florestal aqui sob investigação, este estudo se baseou nos dados divulgados nos relatórios de sustentabilidade dessas empresas, referentes aos anos de 2009 e 2010, sendo que em geral elas adotam o modelo de relatório de sustentabilidade da *Global Reporting Initiative* (GRI), organização não governamental sem fins lucrativos, com sede em Amsterdam, Holanda.

A versão atual dos relatórios de sustentabilidade da GRI, relatório G3.1 propõe 84 indicadores para avaliar a responsabilidade socioambiental de uma empresa, sendo 30 indicadores ambientais, 11 de direitos humanos, 15 de práticas trabalhistas e trabalho digno, 10 de sociedade, 9 de responsabilidade sobre o produto e 9 indicadores econômicos (GRI, 2012).

Um relatório de sustentabilidade que segue as diretrizes da GRI é classificado em A, B ou C, dependendo do número de indicadores relatados pela empresa, sendo que se o relatório for auditado por auditores externos ele recebe ainda o sinal de mais (+).

A presente investigação ficou delimitada às empresas brasileiras ligadas ao setor florestal, constituídas sob a modalidade jurídica de sociedade anônima de capital aberto, listadas na BM&FBOVESPA que pertencem ao setor de atuação materiais básicos, madeira e papel. O quadro 1 apresenta os anos de constituição dessas empresas e os de seu início de apresentação de relatórios de sustentabilidade.

Os relatórios de sustentabilidade em geral podem ser obtidos nas páginas eletrônicas das próprias empresas, bem como no banco de dados da GRI disponíveis em <http://database.globalreporting.org/search>, acesso em 31/05/2012, sendo que ainda não há um padrão definido para tais relatórios. No Brasil, os relatórios de sustentabilidade ainda não são obrigatoriamente auditados por auditores externos.

Quadro 1: Empresas brasileiras do setor florestal listadas na BM&FBOVESPA, de acordo com o ano de constituição e o ano em que começaram a apresentar relatórios de sustentabilidade – Junho/2013

Nome da empresa	Ano de constituição	Início dos RS
Celulose Irani S.A.	1941	2006
Companhia de Melhoramentos de São Paulo S.A.	1890	-
Duratex S.A.	1962	2004
Eucatex S.A.	1951	-
Fibria S.A.	1941	2009
Klabin S.A.	1978	2007
Santher S.A.	1938	-
Suzano Holding S.A.	1954	2004
Suzano Papel e Celulose S.A.	1987	-

Nota: RS – Relatório de Sustentabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O quadro 2 a seguir apresenta a classificação concedida aos relatórios de sustentabilidade elaborados pelas respectivas empresas florestais. Os relatórios de sustentabilidade examinados neste trabalho se configuram mais como relatórios propagandísticos, visando à divulgação da empresa junto ao público externo, em geral sendo voltados a futuros investidores, do que necessariamente como relatórios técnicos, tais como são os demonstrativos financeiros. Isso dificulta realizar estudos comparativos, uma vez que os dados estão espalhados ao longo do relatório, que em geral contém entre 100 e 180 páginas, entre texto, fotografias e imagens. Além disso, algumas vezes os relatórios de sustentabilidade informam erradamente as páginas onde encontrar os resultados dos indicadores da GRI, não apresentam a unidade de medida dos dados em tabelas, apresentam gráficos com títulos incompletos, ou, ainda, apresentam dados separados por unidade produtiva (filiais) o que dificulta sobremaneira as comparações e a obtenção de uma visão geral da empresa. Em geral, os relatórios aparentam terem sido feitos às pressas, mas é possível perceber uma preocupação das empresas em fornecer informações a respeito dos indicadores da GRI.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Apesar do Brasil ter sido sede de duas importantes conferências mundiais sobre

Quadro 2: Classificação dos relatórios de sustentabilidade referentes aos anos de 2009 e 2010 de empresas florestais brasileiras listadas na BM&FBOVESPA - Junho/2013

Nome da empresa	Ano do RS	Nº de páginas do RS	Classificação concedida ao RS
Celulose Irani	2009	102	A+
	2010	137	A+
Duratex	2009	144	C
	2010	174	A
Fibria	2009	132	B+
	2010	188	B+
Klabin	2009	70	-
	2010	83	C+
Susano Papel e Celulose	2009	136	C+
	2010	107	C+

Nota: RS – Relatório de Sustentabilidade. Em 2009, a empresa Klabin não utilizou o modelo de relatório de sustentabilidade da *Global Reporting Initiative*.

desenvolvimento econômico sustentável, a Rio 92 e a Rio +20, é muito precária ainda a prática de empresas brasileiras elaborarem seus relatórios de sustentabilidade, sendo que a grande maioria delas nem sequer participa desse debate atual internacional.

5. BIBLIOGRAFIA

BUSCH, S. E. **Responsabilidade socioambiental de empresas fornecedoras de madeira certificada do tipo plantação**. São Paulo, 2008. 301p. Tese (Doutorado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo.

CINTRA, Y. C. **A integração da sustentabilidade às práticas de controle gerencial das empresas no Brasil**. São Paulo, 2011. 191p. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade). Faculdade de economia, administração e contabilidade. Universidade de São Paulo, São Paulo.

GLOBAL REPORTING INICIATIVE. **GRI G3 and G3.1 Update-Comparison Sheet**. Disponível em <https://www.globalreporting.org/resource/library/G3.1-Comparison-Sheet.pdf>, acesso em 25/05/2012.

MANCINI, S. **Gestão com responsabilidade socioambiental**. São Paulo, 2008. 210p. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental). Universidade de São Paulo, São Paulo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DURABILIDADE NATURAL DA *Acacia mearnsii* (De Wild.) EM CAMPO DE APODRECIMENTO

Amanda Grassmann da Silveira, Andressa Jaqueline Tomazeli, Rômulo Trevisan, Elio José Santini, Arci Dirceu Wastowski.

Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen

amandagrassmann@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), pertencente à família Leguminosae, é uma espécie florestal originária da Austrália e de múltiplos usos, sendo árvore de grande importância econômica e ornamental e que apresentou boa adaptação na região Sul do Brasil, devido sua tolerância à forte ocorrência de geadas (ROVERSI et al., 2002). Possui rápida taxa de crescimento destacando-se entre as espécies com maior potencialidade tanto para a extração do tanino, a partir da casca, como para o uso da madeira, na produção de energia, celulose, papel e chapa de fibra (FLEIG, 1993). Segundo Quer e Silva (1992) o aspecto mais importante da acácia-negra está na sua capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico e de incorporação de matéria orgânica, caracterizando-se como recuperadora de solos, além de contribuir na formação da cobertura florestal, devido ao seu rápido crescimento e fácil propagação.

A espécie é uma das principais essências florestais cultivadas no Estado do Rio Grande do Sul, juntamente, com o eucalipto e o pinus, aonde vem sendo explorada por milhares de pequenos produtores que suprem empresas do setor florestal brasileiro visando o atendimento de demandas tanto do Brasil como do exterior e geração de renda e de empregos diretos e indiretos (EMBRAPA FLORESTAS, 2003).

Toda madeira apresenta certa fragilidade a organismos xilófagos e, dependendo das condições ambientais a que é exposta, apresenta uma maior ou menor deterioração (LELIS et al., 2001; PAES et al., 2007). Desse modo, os resultados obtidos em ensaios de campo possibilitam a classificação da sua resistência, podendo-se recomendar ou não o seu uso em ambientes externos.

Segundo Fosco Mucciet al. (1992), os ensaios de campo, embora constituam métodos simples, reproduzem fielmente as condições reais de serviço nas quais as peças de madeira são expostas às intempéries e avaliadas quanto ao grau de deterioração.

Diante do exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a durabilidade natural da acácia negra em campo de apodrecimento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), município de Frederico Westphalen, no dia 19 de julho de 2011. Foram utilizadas 5 árvores, que após serem transformadas em 5 moirões roliços, com dimensões de 1,30 m de comprimento e 12 cm de diâmetro, foram levados a campo e enterrados a uma profundidade de 40 cm do solo, dispostas aleatoriamente em uma área de aproximadamente 14 m².

Nos períodos de zero (tempo 1) e seis meses (tempo 2) foram retirados discos de 10 cm de espessura que foram pesados e colocados em estufa a 103°C, onde permaneceram até atingir peso constante e condição anidra. A partir deste procedimento foi determinado o teor de umidade das peças.

No campo, mensalmente, foram realizadas inspeções visuais para verificar o estado das peças e o desenvolvimento de organismos xilófagos e em laboratório, a determinação do grau de deterioração dos moirões foi feito por meio da solubilidade da madeira em hidróxido de sódio a 1 % (NaOH 1%). Todos os procedimentos foram realizados em triplicata e as médias obtidas, através da solubilidade da madeira, foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No tempo 1o teor de umidade das peças era de 30%, já no tempo 2 se encontrava em torno de 13%, não fornecendo condições propícias ao surgimento de organismos xilófagos. De acordo com os estudos de Alves & Mendes (2002) e Cruz (2001), o elevado teor de umidade é o fator mais importante no processo de deterioração da madeira, pois potencializa o risco de degradação do material por determinados agentes biológicos.

O período de 6 meses em que os moirões ficaram expostos permitiu a ocorrência de variações consideráveis na composição química da acácia-negra. No tempo 1a solubilidade da madeira era de 25%, já após os 6 meses as peças apresentaram solubilidade de 30% apresentando diferença significativa pelo teste de Tukey.

Os resultados obtidos no estudo indicaram a ocorrência não apenas da perda dos componentes extrativos da madeira, mas também a degradação da parede celular. O aumento da solubilidade da madeira é possível, pois a solução de hidróxido de sódio a 1% extrai carboidratos de baixo peso molecular, constituídos basicamente de polioses e celulose degradada, podendo indicar o grau de degradação por fungos, calor, luz, oxidação, entre outros (TAPPI, 1994).

Durante as avaliações a campo, não foi observada a presença de organismos xilófagos atuando na degradação da madeira, devido a isso, sua degradação pode ter sido causada, principalmente, por agentes atmosféricos, sobretudo luz solar e chuva, os quais, segundo Cruz (2001) provocam alterações de cor e textura, mudanças que puderam ser observadas na última inspeção realizada a campo.

4. CONCLUSÃO

Os dados obtidos com o trabalho mostraram que a condição de baixa umidade das peças, após 6 meses, não ofereceu condições favoráveis ao desenvolvimento de organismos deterioradores. Entretanto verificou-se a mudança de cor e textura dos moirões, causada em decorrência das condições atmosféricas, principalmente luz solar e chuva. Os testes de solubilidade mostraram que a composição química da madeira sofreu alterações consideráveis tanto à nível de extrativos, como na degradação da parede celular, fato demonstrado pelo aumento da solubilidade ao longo do período de exposição.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. V. da S.; MENDES, A. de S. **Biodegradação e preservação da madeira**. Brasília: LPF, 2002. 41p.

AUER, C. G.; SILVA, R. Fixação de nitrogênio em espécies arbóreas. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSI, M.; NEVES, M. C. P. **Microbiologia do solo**. Campinas: Universidade Estadual de São Paulo, 1992. p. 160-167.

CRUZ, H. **Patologia, avaliação e conservação de Estruturas de madeira**. Núcleo de Estruturas de Madeira, Laboratório Nacional de Engenharia Civil. Santarém, Fevereiro/Março de 2001.

EMBRAPA FLORESTAS. **Cultivo da Acácia-Negra**. Sistemas de produção, ISSN_Versão Eletrônica, Jan/2003.

FLEIG, F.D. Análise econômica de sistema de produção com acácia negra (*Acaciamearnsii* De Wild.) no Rio Grande do Sul. (**Tese Mestrado**). Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1993

FOSCO MUCCI, E. S. C.; LOPEZ, G. A.; MONTAGNA, R. G. Durabilidade natural de madeiras em contato com o solo – IV. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 4, parte 2, p. 558-563, 1992.

LELIS, A. T. et al. **Biodeterioração de madeiras em edificações**. São Paulo: IPT, 2001. 54 p.

PAES, J. B.; MELO, R. R.; LIMA, C. R. Resistência natural de sete madeiras a fungos e cupins xilófagos em condições de laboratório. **Cerne**, Lavras, v. 13, p. 160-169, 2007.

ROVERSI, T.; MATTEI, V. L.; SILVEIRA JÚNIOR, P.; FALCK, G. L. Superação da dormência em sementes de Acácia negra (*AcaciaMearnsii* De Willd.). **Revista brasileira de Agrociência**, v.8, n. 2, p. 161-163, mai-ago, 2002.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Química da UFSM *Campus* de Frederico Westphalen e à auxiliar Micheli Sauer pela ajuda prestada.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DE DOIS DIAGRAMAS DE CORTE NO RENDIMENTO DO DESDOBRO DE PINUS.

Vinícius Schappo Hillesheim, Alexsandro Bayestorff da Cunha, Luciane Gorski.

Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC

viniciusschappo@yahoo.co.br

1. INTRODUÇÃO

Segundo ABRAF (2012), o setor da madeira mecanicamente processada é composto pelas indústrias produtoras de serrados, compensados, laminados e demais produtos de maior valor agregado (PMVA). A estrutura produtiva do setor está bastante pulverizada, uma vez que é constituído por um grande número de empresas de pequeno porte com estrutura de produção tipicamente familiar. Os principais segmentos consumidores do mercado brasileiro são a indústria de móveis e da construção civil.

As serrarias que desdobram pinus na região serrana de Santa Catarina, de um modo geral, têm um baixo rendimento. Rendimentos atuais atingem 45% e a utilização de novas técnicas de desdobro podem representar significativos aumentos no aproveitamento das toras. Para obter melhor rendimento da tora, devem ser estabelecidos diagramas de cortes e seleção das toras por classe diamétrica.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o rendimento de uma serraria de *Pinus taeda* por meio de diferentes diagramas de corte, com intuito de definir a melhor forma de desdobro para uma determinada classe diamétrica e conseqüentemente aumentar o aproveitamento da matéria-prima no processo produtivo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi desenvolvido em uma empresa da região do planalto sul catarinense, cuja produção é constituída por peças com dimensões nominais de 50, 75, 100, 125, 150, 200, 250 e 300 mm de largura; 20, 23 e 27 mm de espessura e 3000 mm de comprimento, as quais são destinadas às fábricas de molduras, movelaria e caixaria para construção civil. São feitos também cabos de

madeira (27 X 27 mm) que são cortados em comprimentos de 1400, 1200, 1100 e 1000 mm.

A serraria tem um sistema de corte que conta com uma serra fita simples no desdobro principal, duas serras fita horizontais no processo de resserragem, uma com um cabeçote e outra com dois cabeçotes. Para o refilo das tábuas originadas da resserragem são utilizadas serras circulares múltiplas. Já no destopo, têm-se duas serras circulares destopadeiras trabalhando em paralelo. Os cabos são originados dos refilos, sendo cortados em serras circulares pneumáticas para determinação do comprimento e após o corte são refilados para retirada da casca nas circulares múltiplas.

A espécie utilizada no estudo foi o *Pinus taeda*, diâmetro variando entre 20 e 30 cm e comprimento de 3 m. As toras utilizadas foram separadas em 6 lotes, contendo 30 toras cada um, totalizando 180 toras. O critério utilizado para separar as toras foi à classe diamétrica que foi obtida pela média do diâmetro, o qual foi medido nas duas pontas e no meio da tora.

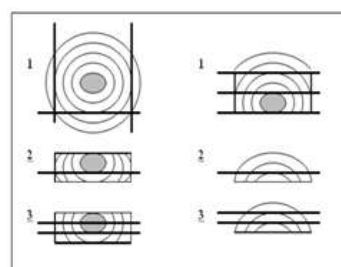


Figura 2: Sequência do processo de desdobro "Empresa". Desdobro principal e secundário.

No presente experimento foram comparados dois sistemas de desdobro, sendo um o sistema convencional, que é adotado pela empresa, que será chamado de "Empresa", e outro proposto que será denominado de "Fatiado", conforme apresentado nas figuras 2 e 3.

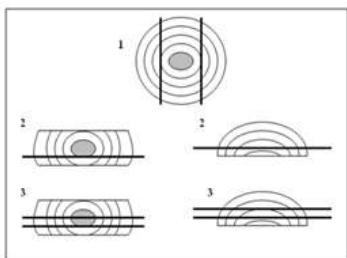


Figura 3: Sequência do processo de desdobro "Fatiado". Desdobro principal e secundário

Salienta-se que as demais operações dos processos (Figuras 2 e 3), refilo e destopo, seguem a mesma sequência do processo tradicional da empresa.

Após o processo de desdobro, foi mensurado cada lote de peças de madeira. O cálculo do rendimento de cada lote foi feito pela relação entre o volume de madeira serrada e o volume de toras utilizado no processo, expressando os resultados em termos percentuais.

2.RESULTADO E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no estudo demonstraram que o rendimento médio dos processos para as três amostras de cada sistema de corte foi de 50,03 e 47,60% para o desdobro "Empresa" e "Fatiado", respectivamente.

O método "Empresa" necessita da habilidade do operador da serra fita principal, pois precisa ser feito o melhor aproveitamento da tora para a retirada das costaneiras. Já o sistema de desdobro "Fatiado", oferece uma maior quantidade de peças largas e também como aspecto positivo que a tomada de decisão por parte do serrador principal fica mais simples, em virtude de realizar apenas dois cortes na tora, retirando a medula para madeira de 2,3 cm de espessura, que é destinada para a construção civil, com pouco valor agregado. As peças mais largas, destinadas à indústria moveleira e moldureira geram uma maior rentabilidade financeira para a empresa. Um dos problemas apresentado por este sistema é o alto fluxo de madeira gerado no desdobro primário, que ultrapassa a capacidade de produção do desdobro secundário.

Murara (2005) encontrou rendimento de 41% no desdobro convencional de *Pinus spp* com diâmetro de tora variando entre 18 e 28 cm. O mesmo autor encontrou 44,5% de rendimento, quando as toras foram separadas em duas classes diamétricas (18 – 24 cm, 24,1 – 28 cm) e foi

aplicado um método de desdobro otimizado. Fontes (1994), desdobrando *Pinus spp* por meio do sistema convencional de uma empresa de pequeno porte, encontrou para diâmetro de toras entre 15 e 29,5 cm, 30,47%. Vianna Neto (1984) estudando técnicas de desdobro em serrarias que utilizam toras com pequenos diâmetros, concluiu que o rendimento de madeira serrada aumenta de acordo com o incremento no diâmetro das toras utilizadas, onde a qualidade da matéria-prima pode influenciar em até 70% no êxito da obtenção de um ótimo rendimento. Assim, comparando-se os resultados com o do presente estudo, observa-se que são superiores aos dos autores, demonstrando eficiência produtiva nos dois métodos estudados, "Empresa" e "Fatiado".

3.CONCLUSÕES

O sistema de desdobro com melhor rendimento foi o "Empresa" que teve 2,43% a mais que o sistema de desdobro "Fatiado", porém o sistema "Fatiado" tem melhores resultados em obtenção de peças com maior largura, que são mais procuradas no mercado.

A utilização dos dois sistemas de desdobro deve ser feita, alterando-os conforme a necessidade, ou seja, se estiver necessitando de peças com larguras maiores utiliza-se o desdobro "Fatiado". Se não necessitar de peças específicas, se realiza o desdobro "Empresa", que obteve melhores rendimentos.

5.BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS (ABRAF). **Anuário estatístico da ABRAF 2012, ano base 2011**. Brasília: 2012.
- FONTES, P. J.P. **Auto-suficiência energética em serraria de *Pinus* e aproveitamento dos resíduos**. 1994.140p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-UFPR, Curitiba, 1994.
- MURARA, I. M. **Desdobro de toras de pinus utilizando diagramas de corte para diferentes classes diamétricas**. 2005,67p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-UFPR, Curitiba, 2005.
- VIANNA NETO, J. A. A. Considerações básicas sobre o desdobro de *Pinus spp*. **Silvicultura**. Curitiba, v. 9, n. 34, p.15-23, 1984.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



LEVANTAMENTO DE ORGANISMOS XILÓFAGOS PRESENTES EM DOIS AMBIENTES DE APODRECIMENTO

Amanda Grassmann da Silveira, Andressa Jaqueline Tomazeli, Rômulo Trevisan, Elio José Santini, Gabriel Valim Cardoso
Universidade Federal de Santa Maria, Campus Frederico Westphalen
 amandagrassmann@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um dos materiais mais utilizados pelo homem devido a sua boa trabalhabilidade, suas características estéticas desejáveis, resistência mecânica satisfatória, entre outras propriedades que tornam sua utilização abrangente. Porém, por ser uma matéria prima de origem orgânica, em situações de uso tende a cumprir a última etapa do processo biológico, a decomposição.

Durante a vida útil do material madeireiro pode ocorrer exposição à umidade excessiva, altas temperaturas, injúrias e estes fatores podem gerar deterioração química, física, mecânica e biológica. A propriedade da madeira de resistir à ação destes agentes deterioradores, sem nenhum tipo de tratamento preservativo, é conhecida por resistência natural (PAES, 2002).

Segundo Barillari (2002) a madeira e seus derivados, quando utilizados em contato direto com o solo, são atacados por vários agentes biológicos (BARILLARI, 2002) e estes são os principais responsáveis pelos maiores prejuízos na indústria madeireira.

Naturalmente, o material é deteriorado por organismos que consomem os polímeros naturais da parede celular como fonte de nutrição, e alguns deles possuem sistemas enzimáticos capazes de metabolizá-los (Oliveira et al. 1986). Diante do exposto o presente trabalho objetiva realizar o levantamento dos organismos xilófagos presentes em duas áreas com características edafoclimáticas diferenciadas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados do presente trabalho foram obtidos em uma área experimental na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), município de Frederico Westphalen. Esta que era subdividida em dois ambientes (mata nativa e campo aberto), cada

um composto por 7 moirões de *Acacia mearnsii*. (Figura 1).



Fig. 1: (A) Campo aberto e (B) Mata nativa.
 (Fonte: Silveira, 2011)

Em ambas as áreas foram realizados estudos referentes à densidade e porosidade do solo além de medições diárias de temperatura e umidade relativa do ar. Após 12 meses de exposição, foi realizada uma análise visual de acordo com o estado fitossanitário de cada peça e ainda um levantamento dos organismos que atacaram as mesmas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visualmente pode-se perceber que os moirões presentes no ambiente 1 (mata nativa) apresentavam maior número de danos referentes a agentes biológicos, com serragem solta, pequenos orifícios, mofo e esporulação branca. No ambiente 2 (campo aberto) a análise visual indicou que além da deterioração biológica houve ação também por parte dos agentes físicos, apresentando rachaduras ao longo das peças e coloração mais escura da madeira. Em relação ao levantamento de organismos presentes em cada ambiente (Figura 2), pode-se verificar a porcentagem de peças atacadas por ambiente a seguir.

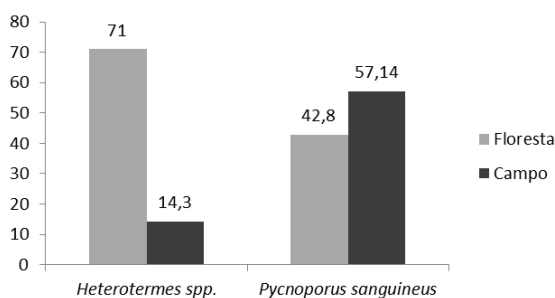


Fig. 2: Ocorrência de organismos nos ambientes. (Fonte: Silveira, 2011)

O gráfico mostra que em 71% das peças do ambiente 1 houve ataque de *Heterotermes spp* (cupins subterrâneos), enquanto que no ambiente 2 o percentual caiu para 14%. Quando observado o *Pycnoporus sanguineus*, fungo causador de podridão branca o ataque ocorreu em 42,8% dos moirões da mata e 57% dos moirões do campo aberto.

As características edafoclimáticas de cada ambiente são os fatores determinantes para explicar tais resultados. Segundo Oliveira et al. (1986) as condições de temperatura, dentre outros fatores, são importantes na determinação dos microrganismos aptos a colonizar a madeira e decompô-la e ainda tem forte influência na velocidade da decomposição.

A preferência de térmitas pela mata nativa está no fato de ser um solo mais poroso, ou seja, com maior aeração e oxigênio, permitindo o desenvolvimento destes organismos; a menor densidade do solo devido estes insetos não possuem revestimento de quitina, (substância que confere ao seu corpo resistência); e ainda a as temperaturas desejáveis relacionadas à maior umidade relativa desta área, tornando ambiente 1 ideal para os cupins.

Em relação a fungos, a temperatura ótima para o desenvolvimento da maioria dos fungos xilófagos varia entre 25° a 30°C. (MENDES e ALVES, 1988) Dados semelhantes obtidos com as temperaturas do ar registradas ao longo da avaliação, onde o ambiente 1 (Mata Nativa) apresentou valores mais amenos em praticamente todas medições, sendo que destas, raras situaram-se acima de 25°C, considerada a ideal pelos autores. No ambiente 2 (campo aberto) as temperaturas quase que em totalidade foram superiores ao 1, sendo encontrados mais valores dentro da faixa do ideal.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O trabalho assegura que as características edafoclimáticas de diferentes ambientes são determinantes no processo de deterioração da

madeira, pois são elas que definem o desenvolvimento de determinados organismos xilófagos. Com o trabalho observa-se que a mata nativa é o ambiente mais propenso à deterioração da madeira, devido ao severo ataque de cupins, e valores próximos ao campo quanto ao ataque de fungos.

5. BIBLIOGRAFIA

BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero Pinustratada com preservantes: avaliação em campo deapodrecimento.** 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.

MENDES, A. S.; ALVES, M. V. S. **A Degradação da Madeira e sua Preservação.** Brasília: Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 56 p. 1988.

OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T. de; LEPAGE, E.S.; CARBALLEIRA LOPEZ, G.A.; OLIVEIRA, L.C. de S.; CAÑEDO, M.D.; MILANO, S. Agentes destruidores da madeira. In: LEPAGE, E.S.; OLIVEIRA, A.M.F.; LELIS, A.T. de; CARBALLEIRA LOPEZ, G.A.; CHIMELO, J.P.; OLIVEIRA, L.C. de S.; CAÑEDO, M.D.; CAVALCANTE, M.S.; IELO, P.K.Y.; ZANOTTO, P.A.; MILANO, S. **Manual de preservação de madeiras.** São Paulo: IPT – Divisão de Madeiras, V.1, p.99-278, 1986.

PAES, J. B. Resistência natural da madeira de *Corymbiamaculata* (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson a fungos e cupins xilófagos, em condições de laboratório. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 761-767, 2002.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal e ao Laboratório de Tecnologia da Madeira da UFSM *campus* de Frederico Westphalen.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES DE PAINÉIS MDF UTILIZADOS NA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Lygia Maria Napoli¹, Fernanda Paula Szekut², Éverton Hillig³

Universidade Estadual do Centro Oeste - UNICENTRO

ly_napoli@hotmail

1. INTRODUÇÃO

O MDF (Medium Density Fiberboard) ou Painel de Fibras de Média Densidade é um painel de madeira reconstituída, em que fibras de madeira são aglutinadas e compactadas entre si com resina sintética através da ação conjunta de pressão e calor em prensa de pratos ou prensa contínua (ABIPA, 2012).

Atualmente, a grande utilização e comercialização do painel MDF deve-se a sua excelente trabalhabilidade, especialmente nas usinagens de borda e superfícies, oriunda da sua homogeneidade e características tecnológicas finais, além de sua aparência e qualidade, obtendo-se produtos de diferentes aplicações e dimensões, cada vez mais demandados nas indústrias de móveis (BELINI, 2007).

Apesar de se encontrar diversas referências que destacam as vantagens dos painéis tipo MDF, poucos são os trabalhos que se referem às propriedades físico-mecânicas desses painéis. Assim, visando avaliar a qualidade de painéis MDF comerciais utilizados em indústrias de móveis, realizou-se este estudo que teve como objetivo determinar as propriedades físicas de uma amostra de painéis MDF e comparar estas com os requisitos da norma brasileira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material analisado foi obtido numa indústria de móveis da região de Irati, Paraná, que utiliza painéis de MDF. Foram obtidas amostras aleatórias de diferentes painéis, com espessuras de seis, 18 e 25 mm. Todos os painéis analisados possuíam revestimento em *Finish Foil* (FF).

Seguindo as recomendações da norma NBR 15316-3 (ABNT, 2009), das amostras dos painéis foram confeccionados corpos-de-prova para os ensaios físico-mecânicos. Para todas as propriedades foram conduzidos 20 ensaios para cada espessura de painel, exceto tração perpendicular que foram 10.

Determinou-se as propriedades físicas de densidade aparente, teor de umidade, absorção de

água e inchamento em espessura. Os ensaios mecânicos forneceram os valores de ligação interna, módulo de ruptura à flexão e módulo de elasticidade à flexão. Os valores obtidos para cada propriedade analisada foram submetidos à análise estatística. As médias de cada propriedade foram comparadas aos requisitos da norma NBR 15316-2 (ABNT, 2009).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 tem-se a média e o desvio padrão das propriedades físicas referentes aos corpos-de-prova dos painéis de diferentes espessuras.

Tabela 1. Valores médios das propriedades físicas das amostras dos painéis MDF de diferentes espessuras.

Esp. (mm)		D _{ap} (g/cm ³)	TU (%)	AP 24 (%)	IE24 (%)
6	Média	0,84a	10,56a	14,58a	5,89a
	DP	0,008	0,96	2,81	0,46
18	Média	0,66 c	8,11 b	21,22a	6,84a
	DP	0,009	1,52	21,91	8,55
25	Média	0,69 b	9,63a	1,72 b	9,57 b
	DP	0,010	1,32	0,32	1,56

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de significância pelo teste de Tukey. DP = Desvio padrão; D_{ap} = Densidade aparente; TU = Teor de umidade; AP24 = Absorção de água em peso após 24 horas de imersão; IE24 = Inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água.

A análise do desvio padrão demonstra que os painéis de mesma espessura são homogêneos em densidade, com baixo desvio-padrão. Para teor de umidade, ocorreu maior variação entre os corpos-de-prova, mostrando serem menos homogêneos nesta propriedade. Todos os corpos-de-prova apresentaram valores que estão de acordo com os requisitos da norma tomada como base.

Nota-se que a absorção de água dos painéis de seis e de 18 mm foi alta e bem superior à absorção de água encontrada para o painel de 25 mm. Não há requisitos de absorção d'água para painéis MDF na norma brasileira, mas os valores encontrados para os painéis de 18 mm estão próximos aos encontrados por Torquato *et al.*

(2010) que verificaram uma variação de 8,54% a 16,38% para 24 horas de imersão em água, em painéis MDF de 15 mm de espessura.

Avaliando o inchamento em espessura, verifica-se que foi maior na espessura de 25 mm. Os valores médios de inchamento após 24h de imersão estão de acordo como os requisitos estabelecidos pela norma brasileira, observando que estão bem abaixo do valor máximo estabelecido. Estes baixos valores foram atribuídos ao revestimento dos painéis.

Na Tabela 2 estão os valores médios das propriedades mecânicas dos painéis de diferentes espessuras. Os melhores resultados encontrados para as propriedades mecânicas foram para os painéis de seis mm. Verificou-se que os painéis de maior espessura apresentaram menores valores médios de propriedades mecânicas.

Tabela 2. Valores médios das propriedades mecânicas das amostras dos painéis MDF de diferentes espessuras.

Esp. (mm)		MOE (N/mm ²)	MOR (N/mm ²)	L.I. (N/mm ²)
6	Média	2575,4 a	51,1 a	0,79 a
	DP	129,43	5,7	0,09
18	Média	2307,1 b	30,7 b	0,51 b
	DP	149,7	2,2	0,08
25	Média	1854,1 c	24,4 c	0,47 c
	DP	189,00	2,5	0,05

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de 95% de significância pelo teste de Tukey.; L.I. = Ligação Interna

Os valores médios de ligação interna verificados estão acima dos exigidos pela norma brasileira para os painéis de seis mm, que é de 0,65 N/mm², e abaixo do mínimo para os painéis de 18 mm e de 25 mm, que é de 0,55 N/mm². Para módulo de ruptura (MOR), os valores médios estão acima dos mínimos exigidos pela norma ABNT para as três espessuras de painéis estudadas.

Com relação ao MOE, apenas os painéis de 18 mm apresentaram médias superiores aos exigidos pela norma ABNT, que é de 2700 N/mm² para painéis de seis mm e de 2100 N/mm² para painéis de 18 mm e 25 mm. Torquato *et al.* (2010) encontraram valores que variaram de 2.886 a 3.241MPa para MOE paralelo de painéis MDF de quatro empresas diferentes.

Verifica-se que ocorreu diferença significativa das propriedades mecânicas entre as diferentes espessuras, confirmando que as propriedades mecânicas diminuem significativamente com o aumento da espessura do painel.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Verificou-se que as amostras ensaiadas atenderam os requisitos da norma brasileira NBR 15316-2 em termos de homogeneidade e de valores mínimos, exceto nos valores mínimos de MOE e Ligação Interna, na qual alguns corpos-de-prova apresentaram valores inferiores aos exigidos.

Verificou-se que o MOR, o MOE e a ligação interna dos painéis diminuíram com o aumento da espessura. Os painéis de 25 mm apresentaram tendência de absorver menos água, por outro lado tiveram maior inchamento em espessura, do que os painéis de seis e de 18 mm.

5. BIBLIOGRAFIA

ABIPA – ASSOCIACAO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. **Produtos e tecnologia: Nossos produtos.** Disponível em: <<http://www.abipa.org.br/produtosMDF.php>>. Acesso em: 18/07/2012.

ABNT - ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 15316-2.** Chapas de fibras de média densidade. Parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - ASSOCIACAO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 15316-3.** Chapas de fibras de média densidade. Parte 3: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2009.

BELINI, U. L. **Caracterização e alterações na estrutura anatômica da madeira do Eucalyptus grandis em três condições de desfibramento e efeito nas propriedades tecnológicas de painéis MDF.** 89f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Piracicaba, 2007.

TORQUATO L. P., IWAKIRI, S., BONDUELLE, G. M., ALBUQUERQUE, C. E. C., MATOS, J. L. M. Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de painéis de fibras de média densidade (MDF) produzidos pelas indústrias brasileiras. **Revista Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 2, p. 275-280, abr./jun. 2010.

AGRADECIMENTOS

À empresa que concedeu os painéis e ao amigo Matheus Moraes e Silva pelo auxílio.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE IMEDIATA DO CARVÃO VEGETAL COMERCIAL PRODUZIDO NA AGRICULTURA FAMILIAR NO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU, SC.

Larissa Cardoso Kuster¹, Martha Andreia Brand², Adriel Furtado de Carvalho³, Gustavo Friederichs¹

¹Graduando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC., ²Prof^a do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do estado de Santa Catarina – UDESC,

³Mestrando em Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

(larissakuster1@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A produção do carvão vegetal é uma atividade econômica característica da região de Biguaçu, no estado de Santa Catarina – Brasil. Esta é de grande importância principalmente como complemento de renda para agricultores familiares. A região não apresenta aptidão para agricultura extensiva devido ao revelo íngreme, e o solo não apresentar características físicas e químicas para produção. Sem o uso equilibrado do ecossistema local, o êxodo rural na região só tende a aumentar. DE LUCA (2011) relata sobre o sistema de manejo praticado na região que “A agricultura de corte e queima é prática comum em diversos povos que vivem em sistemas tropicais. Este tipo de uso da terra está atrelado ao manejo florestal, pois são as florestas, em diferentes tipologias e estágios sucessionais, que servem de subsídio base para o estabelecimento dessas roças-de-toco.

De acordo com IBGE (2010) a produção anual de carvão vegetal no Estado de Santa Catarina é de 4.885t, contudo o mesmo órgão não apresenta informações sobre a produção de carvão vegetal na Microrregião de Florianópolis. A importância de se padronizar e estabelecer um mercado consumidor na região de Biguaçu é de extrema importância para a situação econômica das famílias. Uller-Gómez e Gartner (2008); e Fantini (2009) revelam estudos que 30% das famílias inseridas nas áreas de estudo possuem a produção de carvão vegetal como principal fonte de renda.

A área de estudo se caracteriza pelos agricultores familiares venderem a produção crua para terceiros e estes fazerem todo o processo de embalagem e comercialização na produção. O objetivo do trabalho foi analisar a qualidade energética do carvão produzido na agricultura familiar e o carvão vegetal comercializado na região de Biguaçu-SC, com o

intuito de padronizar o processo de produção e melhorar o comércio do mesmo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram coletados e triturados em moinho martelo amostras de dois produtores rurais e amostras do carvão vegetal mais conhecido na região de estudo. Determinou-se o poder calorífero superior (DIN 51900); o teor de carbono fixo, teor de materiais voláteis e teor cinzas em balança termogravimétrica (TGA) (ASTM D-1762).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise energética do carvão vegetal comercializado na região e dos agricultores familiares encontra-se na Tabela 1. Pode-se observar que o teor de voláteis apresentou diferença significativa entre o carvão 3 com as demais amostras; as amostras 4 e 6 não obtiveram diferença entre si. As amostras 1 e 2 também não apresentaram diferença. Quanto ao teor de cinzas a amostra 3 e 6 se diferenciaram estatisticamente entre si e com as demais. O teor de carbono fixo as amostras 4 e 6 são estatisticamente iguais, a amostra 3 difere estatisticamente entre todas as amostras envolvidas; não há diferença estatística entre a amostra 1 e 2 também ocorrendo entre a 2 e 5. Para o poder calorífero superior a amostras 1, 2 e 4 são iguais estatisticamente, bem como as amostra 5 e 6 são iguais entre si.

Tabela 1: Propriedades energéticas do carvão vegetal da região de Biguaçu, Santa Catarina

Amostra	Teor de Voláteis (%)	Teor de Cinzas (%)	Teor de Carbono Fixo (%)	PCS (kcal/kg)
1	26,26 b	2,60 b	71,27 c	7176,50 ab
2	27,07 ab	2,52 c	70,80 cd	7253,88 ab

3	16,83 d	1,34 d	81,83 a	7103,00 bc
4	19,01 c	2,46 bc	78,56 b	7350,13 a
5	28,06 a	2,25 bc	69,53 d	6860,50 d
6	18,68 c	2,95 a	78,37 b	6940,50 cd

Nota. Amostras: 1: Carvão produtor Adelmo; 2: Carvão produtor Romão; 3: Carvão comercial “Três Riachos”; 4: Carvão comercial “Bet”; 5: Carvão comercial “Carbomar”; 6: Carvão comercial “Sempre Vivo”. Médias seguidas da mesma letra não apresentam variação estatística significativa para o Teste de Tukey ($P > 0,05$).

Uller-Gómez e Gartner (2008) e Fantini et al. (2010) têm apresentado informações através de estudos na região de Biguaçu, demonstrando que a produção de carvão não só existe como representa um imenso significado econômico para os agricultores familiares desta região. Em Biguaçu, Estado de Santa Catarina, a agricultura familiar utiliza como complementação de renda, a produção de carvão vegetal a partir de espécies da floresta ombrófila densa, porém não se conhece a qualidade deste produto.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

- O teor de cinza, teor de carbono fixo e poder calorífero superior do carvão vegetal dos produtores rurais assemelham-se entre si.
- O carvão vegetal comercial 3 (TRÊS RIACHOS) apresentou melhor qualidade em relação aos demais, quando avaliado seu teor de carbono fixo, teor de voláteis e cinzas.
- A diferença entre o carvão vegetal 4 (BET) é muito pequena sendo este avaliado como de melhor qualidade pelo valor do poder calorífero superior e teor de carbono fixo.
- Os carvões vegetais dos dois produtores rurais apresentaram índices inferiores ao carvão comercial porém este é classificado como sendo de boa qualidade para queima.
- Sugere-se que com uma padronização e otimização no processo, o carvão produzido pelos produtores rurais apresentem uma melhoria na qualidade energética e na estabilização do mercado consumidor.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1762**: Standard Test Method for Chemical Analysis of wood charcoal. PA: American Society

DE LUCA, F. V. “**Botar a roça: agricultura de corte e queima e manejo de bracingais em**

Biguaçu/SC”. Florianópolis: TCC (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Catarina, 2011. 76p.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG e. V. **DIN 51900**: Determining the gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of net calorific value. Berlim, 2000.

FANTINI, A.C. **Projeto “Rede Sul Florestal”**. Edital MCT/CNPq/MDA/SAF/Dater Nº 033/2009.

IBGE, 2010. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**, Tabela 289 (Fonte: Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura, vários anos), disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=289&z=t&o=18&i=P> acessado em: 15/04/13.

RECH TD, MELLO MA DE, FANTINI AC, MUNIZ GIB DE, STEENBOCK W, DOROW R & GÓMEZ CU (2010) REDE SUL FLORESTAL: PD&I em sistemas florestais e produção de energia na agricultura familiar. Edital MCT/CNPq/MEC/CAPES/CT AGRO/CT HIDRO/FAPS/EMBRAPA Nr 22/2010 - Redes Nacionais de Pesquisa em Agrobiodiversidade e Sustentabilidade Agropecuária –REPENSA, Florianópolis. (Projeto de pesquisa).

ULLER-GÓMEZ, C.; GARTNER, C. **Um caminho para conhecer e transformar nossa comunidade**. Relatório final de pesquisa vinculada ao TOR 23/2006. Florianópolis: EPAGRI/MB2, 2008. 111p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq, FAPESC; a Rede Sul Florestal, FATMA, EPAGRI/Lages, ICMBio; CAV/UEDESC, UFSC e UFPR.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROGRAMA DE QUALIDADE PARA PRODUTOS EM MADEIRA LAMINADA COLADA

Francisco Raphael Cabral Furtado, Rodrigo Figueiredo Terezo, Vinicius Schappo Hillesheim.
Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC
 francisofur@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria brasileira dos chamados Produtos de Madeira de Maior Valor Agregado (PMVA) ainda é bastante incipiente quando comparado as indústrias de compósitos e aços, sendo necessária a adoção de estratégias e ações para o seu adequado desenvolvimento.

Produtos como portas, molduras e pisos de madeiras (sólidos e laminados) são alguns dos poucos produtos que se enquadram na definição de PMVA. Em contrapartida existe uma gama de produtos em que se pode agregar valor com técnicas de processamento e diferentes níveis de tecnologia, aproveitando o potencial madeireiro da região onde a empresa está inserida (TAKESHITA *et al*, 2010 e ANDRADE *et al*, 2012).

Elementos estruturais em Madeira Laminada Colada (MLC) é um produto que pode ser inserido no grupo PMVA e em programas de qualidade (CALIL, C. N., 2011).

Dentre os exemplos citados pertencentes ao PMVA, somente a MLC não participa de programas de qualidade tais como: Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H) e Programa Nacional de Qualidade da Madeira (PNQM).

Na atualidade tem-se como certificadoras do PBQP-H o *Bureau Veritas Certification*, a Fundação Vanzolini, a BSI, Bracert e a ICQ Brasil. Já para o PNQM tem-se como certificadora a empresa BM Trada. Portanto, caso o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO não possa certificar este setor, faz-se necessário a contratação de uma empresa certificadora ou

instituições de pesquisa idôneas, cujos laboratórios estejam credenciados junto ao INMETRO (INMETRO, 2013).

Neste contexto o presente trabalho propõe um programa de qualidade para produtos em MLC de uso estrutural e não estrutural para o mercado da construção civil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a elaboração da proposta do programa de qualidade foi realizada uma pesquisa sobre os produtos ofertados e o perfil das empresas brasileiras de MLC.

Foram identificadas 08 empresas. O estado de São Paulo sedia 06 empresas, o estado de Goiás e o estado do Rio Grande do Sul sediam 01 empresa cada. Entretanto, destas 08 somente 06 empresas têm a MLC como principal fonte de receita.

É um número considerável de empresas, face a pouca tradição brasileira em construções com madeira. Isto propicia a elaboração de um programa de qualidade em produtos MLC. Para tanto foram consultadas as seguintes normas técnicas para a elaboração da proposta deste programa: NBR 7190; NBR 9487; Eurocode 5, AITC 113-2001; AITC 109-98; ASTM 4761-96; Portaria Inmetro n.º73/2006; Inmetro NIE-DQUAL-142; Formulário FOR-DQUAL-144; ABNT NBR ISO/IEC 17000:2005; NBR ISO 9000:2005; NBR ISO 9001:2000; NIT DICOR 021; NBR ISO/IEC 17025:2005; Resolução Conmetro n.º04/2002; Lei n.º 8078/1990; Lei n.º 9.933/1999.

Não obstante foram realizadas visitas em empresas produtoras de MLC e de empresas participantes do PNQM.

3. RESULTADOS

Com base na metodologia de pesquisa aplicada, tem – se como resultado as seguintes etapas da implantação de um programa de qualidade para os produtos em MLC.

3.1. DEFINIÇÕES

- 3.1.1. Embalagem Primária
- 3.1.2. Licença para Uso da Marca de Conformidade
- 3.1.3. Características da Madeira laminada colada (MLC)
- 3.1.4. Padrão de Identidade da MLC
- 3.1.5. Rastreabilidade
- 3.1.6. Regulamento de Avaliação da Conformidade (RAC)

3.2. ETAPAS DO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DA CONFORMIDADE

- 3.2.1. Solicitação
- 3.2.2. Análise da Documentação
- 3.2.3. Ensaio Iniciais
Desempenho das linhas de cola
- 3.2.4. Avaliação inicial do sistema de gestão da qualidade de fabricação
- 3.2.5. Emissão do Atestado de Conformidade.
- 3.2.6. Avaliação de manutenção
- 3.2.7. Ensaio de Manutenção
Desempenho do elemento estrutural
- 3.2.8. Avaliação periódica do sistema de gestão da qualidade de fabricação
- 3.2.9. Emissão do Atestado de Manutenção da Conformidade
- 3.2.10. Tratamento dos desvios no processo de avaliação da conformidade

3.3. TRATAMENTO DE RECLAMAÇÕES

3.4. SELO DE IDENTIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE

3.5. AUTORIZAÇÃO PARA O USO DO SELO DE IDENTIFICAÇÃO DA CONFORMIDADE

- 3.5.1. Manutenções da Autorização
- 3.5.2. Suspensão ou Cancelamento da Autorização

3.6. RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES

- 3.6.1. Para o fabricante autorizado
- 3.6.2. Obrigações do OAC

3.7. PENALIDADES

3.8. USO DE LABORATÓRIO DE ENSAIO

- 3.8.1. Para Ensaio Iniciais
Cisalhamento e Tração

- 3.8.2. Para os Ensaio de Manutenção
Cisalhamento; Tração e Flexão

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As oportunidades que surgem com a implantação de um programa de qualidade são: demonstrar maior credibilidade aos elementos estruturais em MLC, conferir maior segurança nas construções, efetivar a participação das empresas em programas nacionais de qualidade na habitação, estimular uma proteção não tarifária às empresas, promover a proteção do meio ambiente, melhoria da qualidade do produto e processos, reduzir os custos e majorar a lucratividade destas empresas.

A aplicação deste modelo de programa de qualidade promove o emprego de estruturas em madeira com garantia, excluindo do mercado os produtos de má qualidade que somente denigrem a imagem da madeira no Brasil.

5. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, A. ; TAKESHITA, S. ; OLIVEIRA, W. E. ; JANKOWSKY, I. P. **Setor Brasileiro de Pisos de Madeira: Oportunidades e Ameaças.** In: XIII EBRAMEM Encontro Brasileiro em Madeiras e Estruturas de Madeira, 2012, Vitória. Alegre : CAUFES, 2012. v. 1. p. 360-360.

TAKESHITA, S. ; ANDRADE, A. ; JANKOWSKY, I. P. ; VIEIRA NETO, R.P. . **Desenvolvimento de Indicadores de Desempenho para o Programa de Qualidade de Pisos de Madeira.** In: XII Ebramem Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2010, Lavras.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA, INMETRO. A atividade de avaliação da conformidade. Disponível em : <www.inmetro.gov.br/qualidade/index.asp>. Acessado em: 10/03/2013.

CALIL, C. N. **Madeira laminada colada (MLC): controle de qualidade em combinações espécie-adesivo-tratamento preservativo.** 2011. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.



I CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA
MADEIRA (CBCM)

III SIMPÓSIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DO RJ
(SIMADERJ)



ESTABILIDADE TÉRMICA DE PAINÉIS DE MADEIRA USADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Edson Rubens da Silva Leite¹, Rafael Farinassi Mendes², Thiago de Paula Protásio²,
Roberto Luiz Azevedo¹, Lourival Marin Mendes²

¹Instituto Federal do Sul de Minas, ²Universidade Federal de Lavras

edsonrubens@mch.ifsuldeminas.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Apesar de existirem algumas hipóteses para justificar o comportamento do material madeira mediante a combustão, tais como densidade, umidade, porosidade e composição química, a estabilidade térmica de materiais usados na construção civil continua sendo investigada pelos pesquisadores, buscando compreender melhor os mecanismos de degradação e geração de calor. Dentro do controle de qualidade de painéis a propriedade tecnológica de resistência ao fogo é cada vez mais necessária na construção civil.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho de três tipos de painéis de madeira (compensado, OSB e cimento-madeira) quando submetidos ao processo de combustão.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados painéis do tipo OSB (densidade aparente de 0,65 g/cm³), compensado (densidade aparente de 0,45 g/cm³) e cimento-madeira (densidade aparente de 1,25 g/cm³), ambos produzidos com madeira de pinus. Para a determinação da estabilidade térmica dos painéis utilizou-se um aparato de teste de combustão, adaptado de Quirino & Brito (1991), que consiste de um combustor e um controlador de temperatura, colocados sobre uma balança de precisão de 5 mg e um anteparo de alumínio, cuja função é proteger o combustor da influência do ar durante a combustão da biomassa. Este aparelho possibilita a verificação da temperatura e da massa que está sendo consumida a cada instante durante a combustão. Isto permite elaborar curvas de temperatura x tempo e massa x tempo. A partir de valores obtidos em pontos característicos destas curvas, é possível elaborar o índice de combustão (IC).

A ignição ocorreu com a combustão de 20g de álcool, colocados em uma placa de petri, localizada sobre a base de alumínio e abaixo da grelha. Esta quantidade de álcool foi consumida entre 3 a 4 minutos. A cada minuto foi registrado a temperatura e massa do material consumida. Adotou-se a temperatura final como sendo 100°C e uma zona de combustão ativa (ZCA) que se inicia ao término da combustão do álcool, atinge a temperatura de pico e retorna a temperatura mais próxima a 150°C. O índice de combustão (IC) foi calculado pela Equação 1:

$$\text{Índice de combustão} = \frac{A \times B}{100 \times C} \quad (1)$$

Em que: **A** é a porcentagem do tempo de teste no qual a temperatura permanece acima de 150°C, tomada em relação ao tempo total até atingir a temperatura de 100°C; **B** é a porcentagem da temperatura máxima atingida no teste em relação à média de temperatura na zona de combustão ativa; **C** é a porcentagem da massa total de massa restante a ser queimada ao atingir 150°C.

Para os testes de combustão foram utilizados corpo de prova de 2,5 x 2,5 x 1,5 cm (comprimento x largura e espessura, respectivamente) e realizadas três repetições. Foram utilizadas aproximadamente 20g em cada repetição.

Para as análises gráficas, foram utilizados os tratamentos que obtiveram o maior índice de combustão (IC) entre os tratamentos, por não ser possível utilizar valores médios para este tipo de gráfico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores máximos, mínimos, média e coeficiente de variação dos índices de combustibilidade dos painéis avaliados.

Tabela 1: Valores máximos (Máx), mínimos (Mín), média e coeficiente de variação (CV) do IC dos painéis

Painéis	Máx.	Mín.	Média	CV
Compensado	4,91	3,29	4,28	16,53
OSB	1,68	1,41	1,55	7,14
Cimento-madeira	0,25	0,20	0,22	9,2

Percebe-se pela Tabela 1 que o menor índice de combustão foi atingindo pelos painéis de cimento-madeira. Isto se deve ao material inorgânico (cimento) e a maior densidade do painel (1,25 g/cm³). Espera-se que o maior índice, indique um material que mantenha por mais tempo na zona de combustão ativa (ZCA), consumindo a maior quantidade de massa.

Ao analisar o comportamento dos painéis de madeiras durante a combustão, verifica-se, pela Tabela 2 e Figura 1, que os painéis de compensado possuem a maior perda de massa iniciando o processo a um minuto antes do OSB e 2 minutos antes do cimento-madeira. Na Tabela 2, temos a porcentagem de perda de massa dos painéis quando termina a influência do álcool e inicia-se a queima do material, ou seja, o início da zona de combustão ativa (ZCA), o final da zona combustão ativa e final da incandescência.

Tabela 2: Consumo percentual de massa no início e final da zona de combustão ativa e no final da incandescência

Painéis	CONSUMO DE MASSA (%)		
	Início ZC	Final ZC	FI (100')
Compensado	22,79	92,77	95,49
OSB	35,46	76,92	78,06
Cimento-madeira	11,61	13,69	14,05

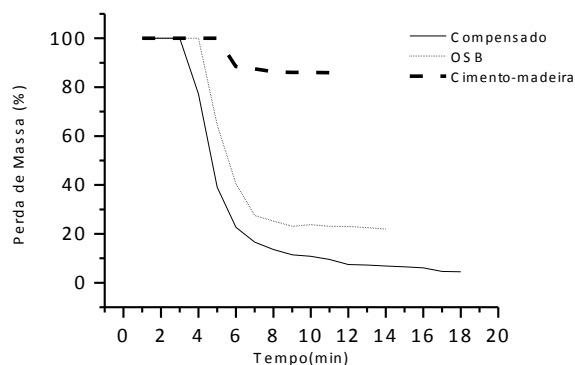
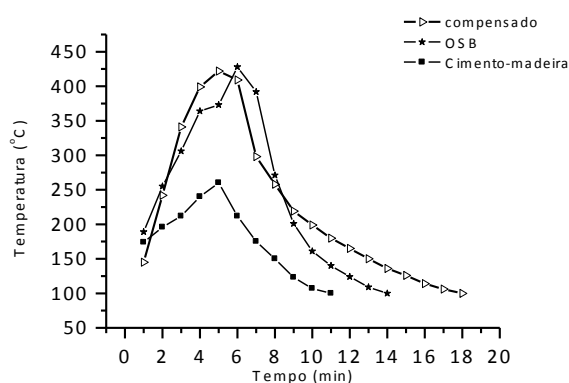


Figura 1: Perda de massa dos painéis.

Observa-se pela Tabela 2 que apenas 13,69% do painel de cimento-madeira foi consumido ao final da zona de combustão ativa, portanto

altamente resistente ao fogo. O contrário aconteceu com o painel de compensado que ao chegar ao final da zona de combustão ativa consumiu 92,77% de sua massa, apresentado pouca resistência ao fogo.

Na Figura 2 observa-se que o painel OSB gerou maior pico de temperatura e consumiu menor quantidade de massa, mostrando ser mais estável termicamente que o painel compensado. Enquanto que o painel de cimento-madeira consumiu pouca massa e gerou as menores temperaturas de combustão.



4. CONCLUSÕES

Entre os painéis estudados o de cimento-madeira é o que melhor atende a propriedade de resistência ao fogo, registrando o menor índice de combustão e a menor perda de massa, além de gerar as menores temperaturas quando comparado aos painéis OSB e compensado.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941: Madeira – Determinação da densidade básica.** Rio de Janeiro, 2003. 6p.

QUIRINO, W. F; BRITO, J. O. Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal. Brasília: **Ibama**, 1991. 18 p. (Série técnica; 13)

AGRADECIMENTOS

Fapemig, Capes, CNPq e ao Instituto Federal Sul de Minas (Câmpus Machado).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES DE FLEXÃO DE VIGAS LVL DE PINUS TROPICAIS

Hernando Alfonso Lara Palma; Adriano Wagner Ballarin

Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista / Câmpus de Botucatu

larapalma@fca.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

O LVL é um produto de madeira em forma de painel, composto de lâminas coladas e dispostas em orientação paralela à grã. O LVL foi desenvolvido originalmente como opção à madeira serrada, particularmente nas aplicações estruturais com grandes vãos. O uso corrente do LVL tem sido em aplicações residenciais e comerciais, tais como: vigas, batentes de portas e janelas, vigas de pisos, estruturas de telhados, confecção de paredes estruturais e não-estruturais, escadas, partes de móveis e abas de vigas tipo I (TAMMELA, 1998).

Estes painéis são fabricados com as mesmas dimensões e formatos dos painéis compensados convencionais (1200 mm de largura e 2400 mm de comprimento) ou na forma de placas contínuas de até 25 m de comprimento, e apartir destas se obtém elementos estruturais de dimensões requeridas pelos clientes (ENGINEERED WOOD SYSTEMS, 2000).

Este trabalho teve como objetivo geral avaliar o desempenho em flexão estática na condição de menor inércia (flexão na cara) de vigas de painéis LVL de dimensões comerciais de pinus tropicais da região de São Paulo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram fabricados painéis LVL com um “mix” de lâminas de pinus tropicais (*P. caribaea* var. *caribaea*, *P. caribaea* var. *bahamensis*, *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. oocarpa*), provenientes de plantios de diferentes regiões do estado de São Paulo. Foram fabricados painéis LVL com dimensões nominais de 28mm x 1220mm x 2440mm, compostos por 13 lâminas de 2,2 mm de espessura nominal. O adesivo utilizado foi à base de fenol-formaldeído.

As lâminas secas e selecionadas visualmente foram classificadas através da constante dinâmica C_{LL} , determinada por ensaios de ultra-

som com o uso do equipamento de marca *Steinkamp* modelo BP-7, com a utilização de transdutores piezolétricos de faces planas e frequência de 45 kHz. As lâminas foram classificadas em dois grupos: baixo e alto módulo de elasticidade. Após, foram montados os painéis LVL atendendo a dois tratamentos pré-estabelecidos:

- T1-LVL: homogêneo 1 (somente com lâminas classificadas com alto MOE_d).
- T2-LVL: lâminas combinadas (3 lâminas de alto MOE_d na face e 3 lâminas na contra-face e 7 lâminas de baixo MOE_d no miolo)

Para cada tratamento foram feitas três repetições, perfazendo um total de 6 painéis. Os ensaios de flexão em relação ao eixo de menor inércia na direção longitudinal (determinações do módulo de elasticidade e da resistência) foram realizados atendendo as recomendações da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1986a).

Foram ensaiados 36 corpos-de-prova (seis por cada painel). O ensaio foi realizado em máquina universal de ensaios eletromecânica DL 10000 MF EMIC computadorizada, com cargas aplicadas no meio do vão (fig. 1).



Fig. 1: Ensaio de flexão estática.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta valores das grandezas mensuradas nas lâminas utilizadas na produção dos painéis para os ensaios principais.

Tabela 1: Valores médios das propriedades das lâminas.

	Espes. (mm)	Dens. (g/cm ³)	Veloc. (m/s)	C _{LL} (MPa)
média	2,1	0,617	4887	15026
mediana	2,0	0,619	5006	15829
mínimo	1,8	0,402	3364	5581
máximo	2,6	0,893	5799	23188

Os grupos de alto e baixo módulo de elasticidade foram estabelecidos utilizando-se como divisor a mediana do C_{LL}, apresentada na tabela 1. Assim, lâminas com C_{LL} menor que 15829 MPa foram enquadradas como de baixo módulo de elasticidade e as lâminas com C_{LL} maior ou igual a 15829 MPa foram consideradas de alto módulo de elasticidade.

Na tabela 2 são apresentados valores médios obtidos nos corpos-de-prova da resistência (f_{M,l}) e módulo e elasticidade (E_{s,l}) à flexão estática longitudinal.

Tabela 2: Valores de resistência e módulo de elasticidade à flexão estática.

	Tratamentos (MPa)			
	T1	T2	T1	T2
	f _{M,l} (MPa)		E _{s,l} (MPa)	
médio	111,87 ^A	114,97 ^A	14662 ^A	15139 ^A
mínimo	86,81	91,07	13155	13876
máximo	131,30	134,30	16075	16357
d.pad	11,4	9,9	850,0	670,4
C.V.(%)	10,22	8,63	5,80	4,43

1) numa mesma linha, letras maiúsculas comparam resistências à flexão entre tratamentos; 2) tratamentos com pelo menos uma letra igual não diferem significativamente (p>0,05); 3) As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey, em nível de significância de 5%.

A disposição das lâminas nos corpos-de-prova para o ensaio de flexão foi um fator altamente importante. Os dois tratamentos constituídos por lâminas com altos valores de módulos de elasticidade nas capas e contracapas apresentaram bom desempenho no ensaio de flexão estática longitudinal, uma vez que a

região tracionada possuía apenas lâminas com altos valores de módulos.

Considerando as relações para a resistência da madeira apresentada pela ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997b), a resistência à tração (no ensaio de flexão) é da ordem de 9/7 da resistência à compressão paralela ($f_{c0,m}/f_{t0,m} = 0,77$). Considerando a relação anterior e o valor médio da resistência à compressão paralela dos pinus tropicais, a resistência média à flexão seria de 50 MPa. Considerando o módulo de elasticidade à flexão equivalente a 85% do módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras resultaria num valor teórico referencial para os pinus tropicais de 8435 MPa. Assim, os valores médios obtidos para os dois tratamentos estão acima dos valores referenciais da norma.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para a resistência e rigidez dos painéis LVL, justificou-se a construção dos painéis somente com lâminas de maior módulo de elasticidade e aqueles construídos com lâminas de maior módulo de elasticidade na face e contra-face.

Os tratamentos estudados revelaram um bom desempenho mecânico, sobrepassando os limites médios de referência da ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1997b) estabelecidos para madeira sólida original.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9533**: compensado – determinação da resistência à flexão estática. Rio de Janeiro, 1986a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997b.

ENGINEERED WOOD SYSTEMS. **PRL-501**: performance standard for APA EWS laminated veneer lumber. Tacoma, 2000.

TAMMELA, I. Laminated veneer lumber (LVL) manufacturing. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1, 1998, Belo Horizonte: SIF/UFV/DEF, 1998. p.162-168.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DEMARCAÇÃO DA MADEIRA JUVENIL E ADULTA DE *Corymbia citriodora*

Hernando Alfonso Lara Palma; Adriano Wagner Ballarin

Faculdade de Ciências Agrônômicas – Universidade Estadual Paulista / Câmpus de Botucatu
larapalma@fca.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira juvenil corresponde a uma região central na árvore de forma cilíndrica, com diâmetro aproximadamente uniforme, estendendo-se desde a base até o topo da árvore (ZOBEL; BUIJTENEN, 1989).

A madeira juvenil, de uma forma geral, caracteriza-se por menor densidade, maior ângulo das microfibrilas na camada S_2 da parede celular, fibras mais curtas, contração transversal menor, maior contração longitudinal, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina e hemicelulose, menor conteúdo de celulose e menor resistência, em relação à madeira mais adulta (ZOBEL, 1984).

Através da literatura, observa-se que os estudos sobre a madeira juvenil em coníferas estão consolidados, porém em madeiras de folhosas os limites de formação da madeira juvenil ainda não estão claramente conhecidos.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a região de transição entre o lenho juvenil e adulto da madeira de *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*) com 29 anos de idade da região de Anhembi – SP.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram selecionadas aleatoriamente 3 árvores de um talhão de 0,95 ha, plantadas com um espaçamento inicial de 3,0m x 2,0m, e realizados 4 desbastes até o corte.

De cada árvore foi coletada uma prancha central, retirada à altura do DAP, para a obtenção de material para determinar o comprimento das fibras, com a finalidade de demarcar a madeira juvenil e adulta. De cada prancha, foi retirada uma bagueta de 1cm de largura e comprimento igual ao diâmetro da amostra, passando pela medula, e de cada bagueta foram retiradas

amostras de 1cm de comprimento a partir da medula.

Após o processo de maceração e individualização das fibras, foram preparadas 5 lâminas de cada amostra e realizadas 6 medições de comprimento de fibras em cada lâmina, perfazendo um total de 30 medições em cada amostra. Para o estudo anatômico (comprimento das fibras), foram seguidas as recomendações de Coradin e Muñiz (1992).

As medições de comprimento das fibras foram realizadas em equipamento de análise de imagens, composto de microscópio trinocular, câmera digital de alta resolução e software Axio Vision 3.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios do comprimento das fibras. As Figuras 2, 3 e 4 mostram as curvas resultantes do comprimento médio das fibras na direção radial, junto aos trechos de cerne e alburno obtidos por meio de fotos digitais da madeira das árvores estudadas.

Tabela 1: Comprimento médio das fibras.

	Valores médios (μm)		
	Árvore 1	Árvore 2	Árvore 3
Juvenil			
média	1052,21	1071,40	942,65
mínimo	668,68	736,71	566,26
máximo	1244,61	1213,29	1145,74
desvpad	182,673	160,088	168,719
CV (%)	17,36	1071,40	17,90
Adulta			
média	1220,19	1196,94	1036,25
mínimo	1160,40	1129,91	981,24
máximo	1264,53	1243,84	1099,41
desvpad	33,846	50,414	48,424
CV (%)	2,77	4,21	4,67

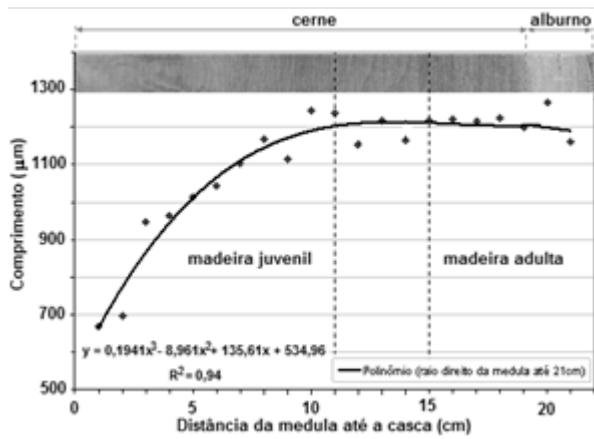


Fig. 1: Variação do comprimento médio das fibras ao longo do raio – árvore 1.

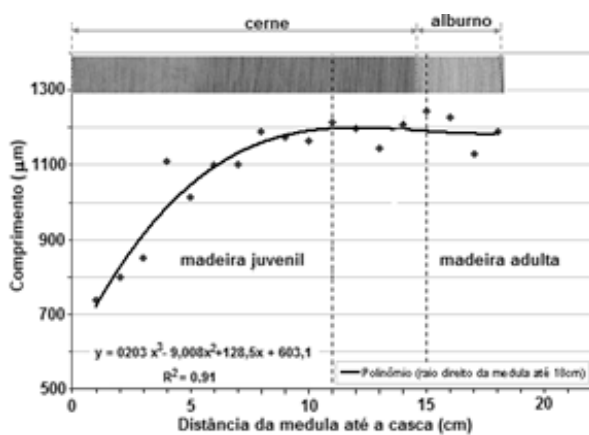


Fig. 2: Variação do comprimento médio das fibras ao longo do raio – árvore 2.

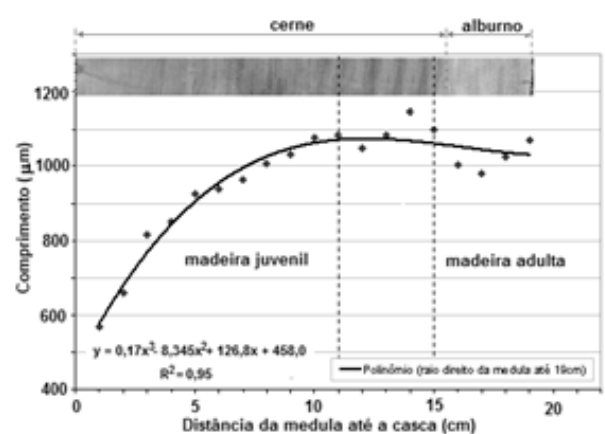


Fig. 3: Variação do comprimento médio das fibras ao longo do raio – árvore 3.

O comprimento das fibras nas três árvores, apresenta um aumento acentuado da ordem de 86%, 64% e 92%, aproximadamente até o décimo primeiro centímetro (cerca de 50% do raio médio) a partir do centro da amostra. Entre 11 e 14cm a taxa crescimento das fibras é menor (0,65%) e apresenta uma estabilização do valor, este comportamento – crescimento menor e taxa

de crescimento em volta de 1% - é semelhante ao definido por Shiokura (1982 apud Zobel e Sprague, 1998, p.76) como uma outra forma de determinar a região de madeira juvenil. A partir do 15cm até 21cm do raio médio, a taxa de crescimento foi quase constante com leve redução perto da casca.

Utilizando-se da inspeção visual da tendência do comprimento das fibras (nas árvores individuais), pode-se concluir que a região da madeira juvenil fica definida desde a medula até 11cm do raio, aproximadamente. Entre 11cm e 15cm fica uma região de transição e a partir de 15cm do raio fica definida a região de madeira adulta.

A região inicial de aumento do comprimento das fibras até estabilização do valor, que corresponde à madeira juvenil, está presente na região de madeira de cerne, para as três árvores. A madeira adulta no alburno (árvore 2 e 3) e parte no cerne e alburno na árvore 1.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A região de madeira juvenil da *Corymbia citriodora* (*Eucalyptus citriodora*) ocorre aproximadamente até os 11cm do raio (cerca de 50% do raio médio) e a região de madeira adulta desde os 15cm do raio até a casca.

A madeira juvenil da espécie se localiza integralmente na região de cerne e a madeira adulta no alburno e parte no cerne.

5. BIBLIOGRAFIA

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. VAN. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, Berlin, 1989. 361p.

ZOBEL, B. J. The changing quality of the world wood supply. **Wood Sci Technol**, n. 18, p. 1-17, 1984.

CORADIN, V. T. R.; MUNIZ, G. I. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: Angiospermae II-Gymnospermae**. Brasília: IBAMA. DIRPED.LPF, 1992. 17p. (Série Técnica, 15)

ZOBEL, B. J.; SPRAGUE, J.R. **Juvenile wood in forest trees**. Berlin: Springer-Verlag, 1998. 300p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE QUALITATIVA DO LENHO DE *STRYPHNODENDRON POLYPHYLLUM* MART. OCORRENTE EM TRÊS REMANESCENTES DE MATA ATLÂNTICA

Kelly Cristina Moreira dos Santos¹, Claudia Franca Barros² e Cátia Henriques Callado¹.

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro, ²Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

kellyuerj@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Stryphnodendron* apresenta uma ampla distribuição nas regiões fitogeográficas do Brasil, (SCALON, 2007) e se destaca por seus efeitos farmacológicos, entre os quais: atividade anti-inflamatória e ação antiofídica (DE PAULA, 2010). *S. polyphyllum* é uma espécie endêmica para o Brasil, de ampla ocorrência, com distribuição nas regiões nordeste, sudeste e centro oeste, no Cerrado e na Mata Atlântica, seja na Floresta Ombrófila Densa ou na Floresta Estacional Semidecidual. A morfologia externa da espécie varia muito em relação ao ambiente em que ocorrem. Tal variação tem levado alguns autores a sugerirem a criação de um novo táxon que separe as populações que ocorrem na Floresta Ombrófila Densa daquelas que ocorrem no Cerrado e na Floresta Estacional Semidecidual (SCALON, 2007). O ambiente pode estar diretamente relacionado à morfologia e anatomia das plantas, uma vez que o crescimento e desenvolvimento são influenciados pela disponibilidade hídrica, temperatura, características do solo e fatores geográficos, associados à plasticidade fenotípica das espécies (FISHER et al., 2007). Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo comparar anatomia do lenho de indivíduos de três populações de *S. polyphyllum*, oriundas de remanescentes de Mata Atlântica do Rio de Janeiro e Minas Gerais, avaliando qualitativamente uma possível variação fenotípica entre os indivíduos desta espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico foi obtido por método não destrutivo a partir de coletas *in situ* realizadas em duas áreas de Floresta Ombrófila Densa: no Parque Estadual da Ilha Grande e na Reserva Biológica do Tinguá, localizadas no Rio de Janeiro, e em uma área de Floresta Estacional Semidecidual, na Reserva Particular do Patrimônio Natural Feliciano Miguel Abdala em

Minas Gerais. Foram obtidas amostras de cinco indivíduos de cada área de coleta. Estas amostras foram processadas segundo as técnicas usuais para anatomia da madeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O lenho de *S. polyphyllum* se caracteriza por apresentar camadas de crescimento distintas, demarcadas pelo achatamento radial das fibras e maior espessamento de suas paredes no lenho tardio. Os elementos de vaso têm porosidade difusa; distribuem-se em arranjos radiais; são solitários ou em agrupamento de 2 ou 3 elementos; apresentam contorno circular a oval, apêndices em uma ou ambas as extremidades, placa de perfuração simples e pontoações intervasculares, parênquimo-vasculares e raio-vasculares alternas, areoladas e ornamentadas. As fibras libriformes apresentam paredes de delgada a espessa, pontoações areoladas, presente tanto nas paredes radiais quanto nas tangenciais. O parênquima axial paratraqueal é vasicêntrico e/ou aliforme. Os cristais prismáticos ocorrem em câmaras formando séries cristalíferas no parênquima axial e nas fibras. Os raios são exclusivamente unisseriados, homogêneos, compostos por células procumbentes. As fibras gelatinosas (fig. 1D) foram observadas nas amostras de *S. polyphyllum* obtidas na Floresta Estacional Semidecidual. Sonsin et al. (2012) analisando o lenho de amostras provenientes do Cerrado também verificaram a ocorrência de fibras gelatinosas em *S. polyphyllum*. A formação das fibras gelatinosas caracteriza o lenho de tensão das Angiospermas (FAHN, 1974) e sua presença pode estar relacionada ao lenho de tração, quando ocorre tortuosidade em caules ou galhos (ESAU, 1974). Paviani (1978), estudando o sistema subterrâneo de plantas do cerrado brasileiro, demonstrou a importância da presença de fibras gelatinosas em condições hídricas desfavoráveis, indicando que tais fibras provavelmente tenham função no

armazenamento de água. Tal hipótese também é aceita por Chalk (1989), ressaltando que a parede secundária dessas fibras é formada por celulose altamente higroscópica, o que implica em uma grande capacidade de reter água. Este resultado sugere que as fibras gelatinosas, observadas somente nas amostras procedentes desta área mais seca, a Floresta Estacional Semidecidual, poderiam estar relacionadas a respostas ambientais em relação a períodos de seca.

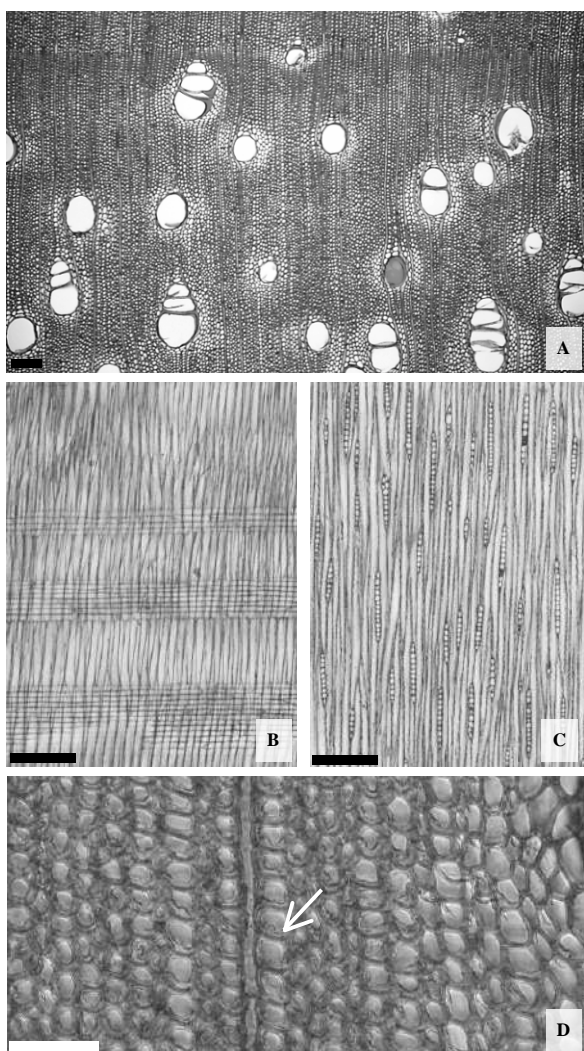


Fig. 1: Lenho de *S. polyphyllum*. A: seção transversal. B: seção longitudinal radial. C: seção longitudinal tangencial. D: seção transversal, detalhe das fibras gelatinosas (seta) (Barras pretas = 200 μm e Barra branca = 50 μm).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A análise qualitativa do lenho de *S. polyphyllum*, revelou que a única diferença entre as três populações da espécie é a presença de fibras gelatinosas nos indivíduos oriundos da Floresta Estacional Semidecidual. Esse caráter isolado

indica uma adaptação ao ambiente mais seco da Floresta Estacional Semidecidual, mas torna-se relevante a análise futura de dados quantitativos do lenho na tentativa de contribuir para um melhor entendimento das relações de variações intraespecíficas ou interespecíficas do gênero.

5. BIBLIOGRAFIA

CHALK, L. **Anatomy of Dicotyledons: Wood structure and conclusion of the general introduction**. Oxford: Oxford University Press, p. 28-38, 1989.

DE PAULA, R. C. et al. Antiophidian properties of plant extracts against *Lachesis muta* venom. **Journal of Venomous Animals and Toxins including Tropical Diseases**. v. 16, n. 2, p. 311-323. 2010.

ESAU, K. **Anatomia das plantas com sementes**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 293 p, 1974.

FAHN, A. **Plant anatomy**. London: Pergamon Press, 611p, v. 2, 1974.

FISHER, J.B. et al. Wood vessel diameter is related to elevation and genotype in the Hawaiian tree *Metrosideros polymorpha* (Myrtaceae). **American Journal of Botany**, v. 94, p. 709-715, 2007.

PAVIANI, T. I. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência & Cultura**, v. 30, p. 1076-1086, 1978.

SCALON, V. R. **Revisão taxonômica de *Stryphnodendron* Mart. (Leguminosae-Mimosoideae)**. São Paulo, 2007. 264 p. Tese (Doutorado Botânica). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

SONSIN, J. O. et al. A comparison of the wood anatomy of 11 species from two cerrado habitats (cerrado and adjacent gallery forest). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 170, p. 257-276, 2012.

AGRADECIMENTOS

À Haroldo C. Lima, Viviane R. Scalon e Walter Silva. Aos administradores da RPPN Feliciano Miguel Abdala e do Centro de Estudos Ambientais Desenvolvimento Sustentável. Ao INEA e IBAMA pelas licenças de coleta e à FAPERJ, CAPES e CNPq pelas bolsas de pesquisa e/ou auxílios financeiros outorgados.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANATOMIA DO LENHO DE *RUSTIA FORMOSA* (CHAM. & SCHLTDL. EX DC.) KLOTZSCH (IXOROIDEA - RUBIACEAE)

Renata Cesar¹, Kelly Cristina Moreira dos Santos¹ e Cátia Henriques Callado¹¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro

renatacesar5@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A família Rubiaceae Juss. é bastante representativa, com cerca de 660 gêneros e 11.150 espécies (Robbrecht & Manen, 2006).

A família está dividida em três subfamílias: Cinchonoideae, Ixoroideae e Rubioideae (Bremer, B. 1996). A subfamília Ixoroideae compreende cerca de um quinto de todos os gêneros de Rubiaceae e apresenta cinco tribos: Gardenieae, Octotropideae, Pavetteae, Aulacocalyceae e Coffeae. O gênero *Rustia* Klotzsch está subordinada à esta subfamília e apresenta 15 espécies de hábito arbustivo e/ou arbóreo e ocorrência na região neotropical, desde a Nicarágua até o sul do Brasil (Delprete, 1996), se destaca por sua presença na maioria dos inventários florestais realizados na Mata Atlântica do estado do Rio de Janeiro. Este trabalho tem por objetivo ampliar o conhecimento relativo às espécies arbóreas da subfamília Ixoroideae, ocorrentes na Mata Atlântica e, nesta etapa, visa a descrição estrutural qualitativa do lenho de *Rustia formosa* (Cham. & Schltdl. ex DC.) Klotzsch.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi desenvolvido no Parque Estadual da Ilha Grande, município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro (23°10'45"S, 23°11'24"S; 44°11'01"W, 44°11'47"W). As amostras do lenho foram obtidas com a utilização de Sondas de Pressler. O material botânico foi processado segundo as técnicas usuais para anatomia da madeira (Johansen, 1940; Sass, 1958; Burger & Richter, 1991) e analisados sob microscopia óptica e de polarização.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie se caracteriza por apresentar camadas de crescimento indistintas. A porosidade é difusa, com elementos de vaso distribuídos em arranjos radiais ou diagonais (raros).

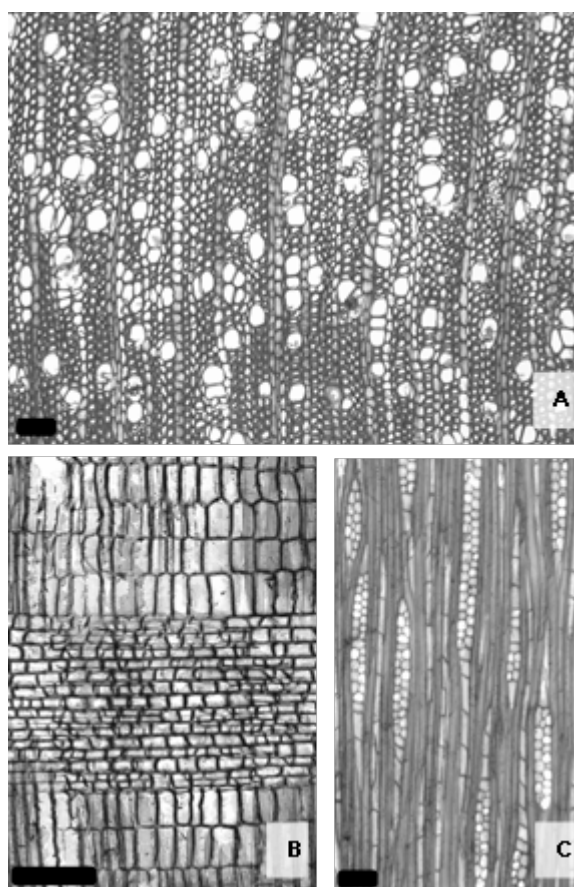


Fig. 1: Lenho de *Rustia formosa*. A: seção transversal. B: seção longitudinal radial. C: seção longitudinal tangencial. (Barras = 100 μ m).

Os elementos de vaso podem ser solitários ou em agrupamentos de dois a três elementos, apresentam contorno de circular a oval, com placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, poligonais e ornamentadas. As pontoações raio vasculares são similares às pontoações intervasculares em tamanho e forma. As fibras são septadas, com pontoações nas paredes radiais e tangenciais (raras). O parênquima axial é ausente ou extremamente raro. Os raios apresentam de uma a três células de largura, são constituídos por

células procumbentes no corpo e eretas e/ou quadradas nas margens, que podem apresentar de 1 a 4 células de altura. Observa-se a presença de raios fusionados (raro); de células perfuradas de raio, com placas de perfuração simples e de células radiais com paredes disjuntivas.

Os caracteres anatômicos observados em *Rustia formosa* estão de acordo com aqueles referidos para a família e subfamília em questão (Record & Hess, 1943; Koek- Noorman, 1969a, 1977; Koek- Noorman & Hogeweg, 1974; Jansen *et al.*, 2002). Elementos de vaso solitários e em agrupamentos radiais de poucos elementos, fibras libriformes septadas e parênquima axial ausente ou extremamente raro são características próprias do lenho tipo II, segundo a classificação anatômica de Koek & Noorman (1977). A presença dessas características na espécie estudada corrobora os resultados de Jansen e colaboradores (2002), que defendem a posição do gênero na tribo Condamineae subfamília Ixoroideae. Entretanto, a presença de corpos silicosos nas células do raio e de células com paredes disjuntivas, características observadas neste trabalho para *Rustia formosa*, não são citadas para tribo Condamineae (Jansen *et al.* 2002).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos permitiram descrever a estrutura anatômica do lenho de *Rustia formosa* e acrescentar características ainda não conhecidas para este táxon. No que se refere á presença de corpos silicosos na família Rubiaceae, as citações são de modo geral observadas para as Cinchonoideae. Apenas *Posoqueria latifolia* (Rudge) Schult. da subfamília Ixoroideae, apresenta esta característica. Todavia, o posicionamento taxonômico desta espécie tem sido questionado e a mudança para subfamília Cinchonoideae tem sido sugerida (Jansen *et al.* 2002). Nesse sentido, a ocorrência de inclusões inorgânicas em *R. formosa* poderá indicar também um novo posicionamento taxonômico da espécie .

5. BIBLIOGRAFIA

Bremer, B. 1996. **Phylogenetic studies within Rubiaceae and relationships to other families base don molecular data.** *Opera Bot. Belgica*, 7: 33-50.

BURGER, L.M. & RICHTER, H.G. 1991. **Anatomia da Madeira.** Nobel, São Paulo. 154p.

Delprete, P. 1995. **Three new species of *Rustia* (Rubiaceae, Condamineae) from Panama and Ecuador.** *Novon* 5: 133-139.

Jansen, S.; Robbrecht, E.; Beeckman, H. & Smets, E. 2002. **A survey of the systematic wood of the Rubiaceae.** *IAWA J.* 23(1):1-67.

JOHANSEN, D.A. 1940. **Plant Microtechnique.** New York, MacGraw – Hill Book Company, 11:523.

Koek-Noorman, J. 1969a. **A contribution to the wood anatomy of South American (Chiefly Suriname) Rubiaceae. I.** *Acta Bot. Neerl.* 18(1):108-123.

Koek-Norman, J. & Hogeweg, P. 1974. **The woody anatomy of Vanguerieae, Cinchoneae, Codamineae, and Rondeletieae (Rubiaceae).** *Acta Botanica Neerlandica*, 23(5-6): 627-653

Koek-Noorman, J. 1977. **Systematische Holzanatomieeiniger Rudiaceen.** *Berichteder Deutschen Botanischen Gesellschaft* 90:183-190.

Record, S.J. & Hess, R.W. 1943. **Timbers of the New World.** Yale Univ. Press, New Haven. 457-472.

Robbrecht E, Manen J. 2006. **The major evolutionary lineages of the coffee family (Rubiaceae, angiosperms). Combined analysis (nDNA and cpDNA) to infer the position of *Coptosapelta* and *Luculia*, and supertree construction based on rbcL, rps16, trnL-trnF and atpB-rbcL data. A new classification in two subfamilies, Cinchonodeae and Rubioideae.** *Systematics and Geography of Plants* 2006; 76:85-146.

SASS, J.E. 1958. **Elements of Botanical Microtechnique.** New York–London, McGraw-Hill Book Company Inc. 222 p.

AGRADECIMENTOS

A Walter da Silva, Carla Y' G. Manão, Sebastião J. da Silva Neto, Jeanne A. T. Glória por todo auxílio prestado. Ao CEADS e Laboratório de Anatomia Vegetal da UERJ pela infraestrutura. Ao INEA, CAPES, FAPERJ e CNPq pelas bolsas de pesquisa e/ou recursos financeiros outorgados.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



UTILIZAÇÃO DE BRIQUETES COMO FONTE ALTERNATIVA DE ENERGIA PARA O SETOR DE CERÂMICA VERMELHA NA REGIÃO DO SERIDÓ/RN

Rosimeire Cavalcante dos Santos¹, Andréa Karina Pinto Batista², Renato Vinícius Oliveira Castro³, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro⁴

¹Engenheira Florestal Professora Dra. da Universidade Federal do Rio Grande do Norte ²Geógrafa Aluna do Curso de Especialização em Manejo Sustentável do Semiárido da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ³Engenheiro Florestal Professor Dr. da Universidade Federal de Brasília, ⁴Engenheira Florestal Professora Dra. da Universidade Federal de Viçosa

meire_caico@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O setor de cerâmica vermelha é um dos mais importantes para a economia do Estado do Rio Grande do Norte, e de modo mais expressivo, para a economia da Região do Seridó, com destaque para o município de Parelhas. Apesar da sua expressiva contribuição em emprego e renda, o mesmo enfrenta sérios problemas relacionados à dependência de uma única fonte de energia, que é a “lenha”, utilizada na fase de queima dos produtos.

Segundo a Agência de Desenvolvimento Sustentável do Seridó (2008), mesmo que incipiente, é perceptível a ocorrência de uma mudança no perfil da matriz energética do setor cerâmico no Estado do Rio Grande do Norte, em função, principalmente, da escassez da lenha que é utilizada, na maioria dos casos, de forma mal planejada. Dada à dimensão do número de cerâmicas na região que ainda utiliza exclusivamente a lenha faz-se necessário desenvolver pesquisas que respondam sobre a viabilidade de associação de outra fonte de energia à lenha, ou mesmo substituição sistemática, de modo a reduzir a pressão sobre a caatinga do semiárido nordestino e diversificar a matriz energética desse setor.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade do uso de briquetes como fonte alternativa à lenha, pelo setor de cerâmica vermelha na Região do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte, a partir de parâmetros de qualidade dos produtos e consumo de combustível durante a queima.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realização deste trabalho foi feito um estudo de caso na Cerâmica Bela Vista, localizada no sítio Boa Vista, município de Parelhas/RN. Esse empreendimento utiliza briquetes associados ou não à lenha para queima dos produtos. Durante esse trabalho foi utilizada a lenha proveniente da poda de cajueiro (*Anacardium occidentale* L) e algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) D.C.) oriundas de plano de manejo florestal e briquetes confeccionados com resíduos da indústria moveleira, especificamente pó de serragem.

Os briquetes foram produzidos na própria fábrica. Após captação do resíduo foi realizada a secagem do material ao ar livre durante um período de, aproximadamente, 72 horas. Em seguida o mesmo foi levado para um galpão coberto. A partir daí ocorreu a fase de compactação utilizando-se briquetadeira da marca Lippel®, modelo BL 85. A pressão média exercida por impulsão foi de aproximadamente 6 a 8 ton.força⁻¹ e temperatura média de 150°C, sem utilização de aglomerantes artificiais. O estudo foi realizado a partir de três tratamentos, com duas repetições em cada tratamento, ou seja, duas queimas por tratamento. Na Tabela 1 estão descritos os tratamentos adotados na experimentação.

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos adotados no estudo.

Tratamentos	Repetições	Combustível	Quantidade	
			Kg	%
Tratamento I	1	Lenha	15.720	100
		Briquete	-	-
	2	Lenha	15.360	100

		Briquete	-	-
Tratamento II	1	Lenha	11.560	73
		Briquete	4.200	27
	2	Lenha	9.520	65
		Briquete	5.000	35
Tratamento III	1	Lenha	8.840	56
		Briquete	7.000	44
	2	Lenha	10.600	64
		Briquete	6.000	36

A queima dos produtos foi realizada em um tipo de forno intermitente, de chama reversível, denominado forno abóbada ou redondo.

Para a aferição dos dados da qualidade dos produtos e consumo de lenha foram elaboradas planilhas onde foram observados e registrados o consumo e a massa dos combustíveis. Uma segunda planilha foi elaborada para registros referentes à qualidade e classificação dos produtos desenformados após resfriamento. A classificação dos produtos foi realizada como de primeira, segunda e terceira qualidade, conforme critérios referentes à cor e deformações no produto, como empenamentos e/ou assimetrias em geral.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os dados do consumo de lenha e briquetes utilizados em cada tratamento como combustíveis pela Cerâmica Bela Vista durante o processo de queima, como também a qualidade dos produtos e as porcentagens de perdas, de acordo com os parâmetros da empresa.

Tabela 1 – Qualidade dos produtos, perdas (%) e consumo de lenha e briquetes (kg), por tratamento, utilizados como combustíveis na Cerâmica Bela Vista.

	Trat. I	Trat. II	Trat. III
Lenha (%)	100	70	58,9
Briquetes (%)	-	30	41,1
Consumo de lenha (kg)	15.540	10.540	9.720
Consumo de briquete (kg)	-	4.600	6.500
Produtos de primeira qualidade (%)	46,55	23,35	25,75
Produtos de segunda qualidade (%)	52,65	74,6	70,45
Produtos de terceira qualidade (%)	0,15	0,4	0,35
Perdas (%)	0,65	1,7	3,45

Como pode ser observado nos resultados (Tabela 1), ao ser utilizado como combustível somente lenha a porcentagem de produtos de primeira qualidade foi maior, com menor porcentagem de perdas. Esse fato, provavelmente, está relacionado à falta de experiência em relação ao controle de alimentação das câmaras de combustão com um combustível de maior densidade energética como é o caso dos briquetes levando a variações bruscas de temperaturas quando o forno recebe esse combustível. Essa consequência é pronunciada ao avaliar a maior porcentagem de perdas para uma maior proporção de utilização dos briquetes durante a queima dos produtos.

De acordo com o Instituto Nacional de Tecnologia (2012) a queima de produtos cerâmicos em fornos abóbada pode ser controlada de modo que resulte em produtos de melhor qualidade, embora, segundo o estudo, não haja homogeneidade de distribuição do calor nas partes inferiores do forno, além das temperaturas, raramente alcançarem patamares acima de 700°C, o que gera produtos de qualidade inferior. No entanto, o INT (Instituto Nacional de Tecnologia) não estudou variação quanto ao tipo de combustível.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Produtos de melhor qualidade foram observados em maior porcentagem no tratamento com 100% lenha. Não houve diferença significativa no consumo médio de combustível entre os tratamentos. É viável a utilização de briquetes associados à lenha como fonte alternativa de energia em fornos abóbada, especialmente para diversificar a matriz energética do setor de cerâmica vermelha e para colaborar na redução da pressão sobre a caatinga.

5. BIBLIOGRAFIA

AGÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SERIDÓ. **Diagnóstico do uso da lenha nas atividades agroindustriais do território do Seridó/RN**. Caicó, 2008. 130p.

INT-Instituto Nacional de Tecnologia. **Estudo comparativo dos fornos tipo caipira x tipo abóbada**. Rio de Janeiro, 2012.

AGRADECIMENTOS

FAPERN, CERAMICA BELA VISTA, LABORATÓRIO DE PAINÉIS E ENERGIA DA MADEIRA DA UFV, UECIA/EAJ/UFRN.



ESTUDO DA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE ANGICO-CASCUDO, *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Benth.) Altschul

Mirella Riva, Norman Barros Logsdon, Zenésio Finger

Universidade Federal de Mato Grosso

mirellariva25@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O estudo da estabilidade dimensional, até o final do século XX, era realizado com a avaliação de apenas três instantes do ensaio: madeira verde, com umidade acima do limite de saturação; madeira seca ao ar ($U \cong 12\%$); e, madeira completamente seca ($U = 0\%$). Estudos mais recentes indicam que o diagrama de retrações não pode ser reproduzido com apenas esses três pontos, portanto, é necessário recuperar os dados sobre estabilidade dimensional da maioria das espécies arbóreas.

O objetivo deste trabalho foi obter as principais características do ensaio de estabilidade dimensional, incluindo os diagramas de inchamentos e de retrações, de angico-cascudo, *Anadenanthera peregrina* var. *falcata* (Benth.) Altschul. A variação da densidade aparente com o teor de umidade também foi avaliada, tanto no umedecimento quanto na secagem.

Kollmann, segundo Kollmann e Côté Jr. (1984). Especificou o diagrama de inchamentos, como se apresenta na Figura 1.

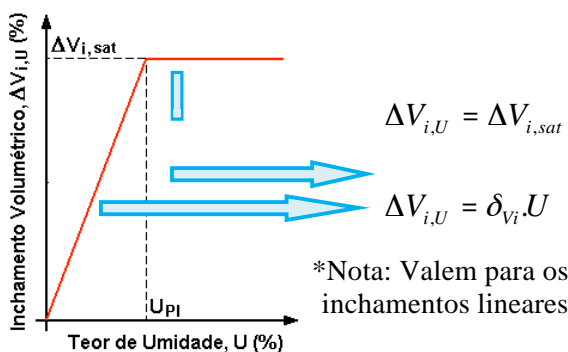


Fig. 1: Diagrama de inchamentos (modelo)

Logsdon e Finger (2000) especificaram o diagrama de Retrações, como se apresenta na Figura 2.

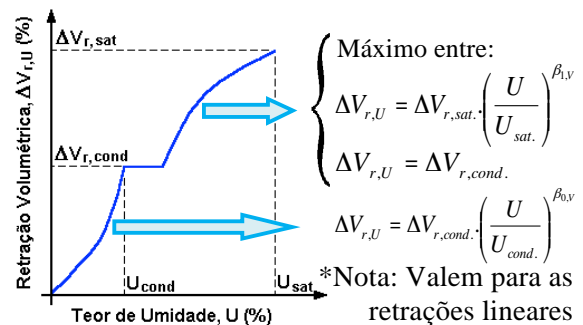


Fig. 2: Diagrama de retrações (modelo)

Também se deve a Kollmann, segundo Kollmann e Côté Jr. (1984), a definição da variação da densidade aparente com teor de umidade no umedecimento da madeira, dada pelas Expressões (1) e (2).

$$\text{Para } 0\% \leq U < U_{pl} \rightarrow \rho_u = \rho_0 \cdot \frac{\left(1 + \frac{U}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\delta_{vi} \cdot U}{100}\right)} \quad (1)$$

$$\text{Para } U \geq U_{pl} \rightarrow \rho_u = \rho_0 \cdot \frac{\left(1 + \frac{U}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\Delta V_{i,sat}}{100}\right)} \quad (2)$$

Já a variação da densidade aparente com o teor de umidade durante a secagem da madeira foi especificada por Logsdon (2002), como se apresenta nas Expressões (3) e (4).

$$\text{Para } 0\% \leq U \leq U_{cond} \rightarrow \rho_u = \rho_0 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right) \cdot \left[1 - \frac{\Delta V_{r,cond}}{100} \cdot \left(\frac{U}{U_{cond}}\right)^{\beta_{0,v}}\right] \quad (3)$$

Para $U_{cond} \leq U \leq U_{sat} \rightarrow$ O mínimo entre:

$$\rho_u = \rho_0 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right) \cdot \left(1 - \frac{\Delta V_{r,cond}}{100}\right) \quad \text{e}$$

$$\rho_u = \rho_0 \cdot \left(1 + \frac{U}{100}\right) \cdot \left[1 - \frac{\Delta V_{r,sat}}{100} \cdot \left(\frac{U}{U_{sat}}\right)^{\beta_{0,v}}\right] \quad (4)$$

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material foi coletado no município de Santo Antônio do Leverger em Mato Grosso. Para o estudo da estabilidade dimensional, tomou-se um lote formado por três árvores, de cada árvore foi retirado um disco na altura do DAP (1,30 m do solo), dos quais foram extraídos 4 corpos-de-prova de dimensões 2 cm x 3 cm x 5 cm respectivamente nas direções tangencial, radial e axial. Três corpos-de-prova, um de cada árvore, foram utilizados como amostra de controle. Utilizou-se o ensaio de estabilidade dimensional, proposto por Logsdon (2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificado o ajuste dos dados obtidos da amostra controle (várias leituras), aos modelos adotados através de análise de regressão, foram obtidos as médias, e os correspondentes intervalos de confiança, das principais características físicas e com elas construídas as “curvas médias” apresentadas nas Figuras (3) a (4). Observa-se nestas figuras, que os pontos experimentais estão ajustados às curvas médias, considerando a variabilidade intrínseca do material.

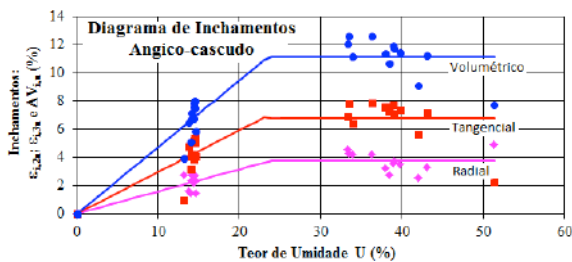


Fig. 3: Diagrama inchamentos

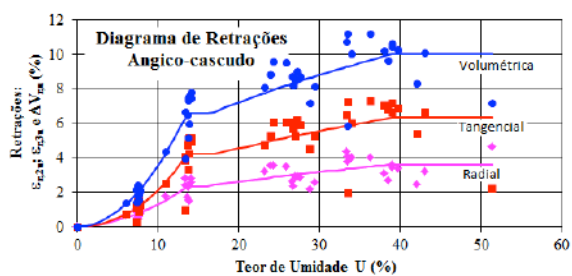


Fig. 4: Diagrama retrações

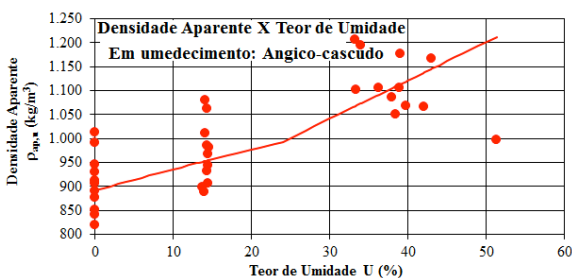


Fig. 5: Variação da densidade aparente com o teor de umidade durante o umedecimento

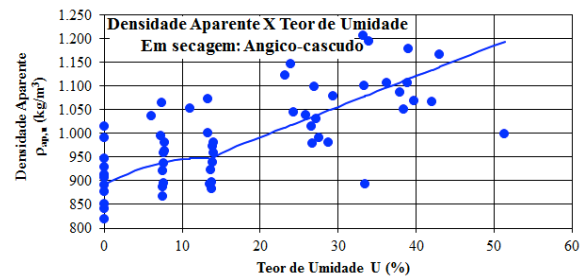


Fig. 6: Variação da densidade aparente com o teor de umidade durante a secagem

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados médios de densidade aparente ($\rho_{ap,12\%} = 0,9470 \text{ g/cm}^3$) e de densidade básica ($\rho_{bas} = 0,8010 \text{ g/cm}^3$) sugerem que a madeira de angico-cascudo possua elevada resistência mecânica (deve situar-se na classe de resistência D60) e pode ser utilizada em estruturas de madeira de grande porte. Quanto aos defeitos oriundos da secagem, os coeficientes de anisotropia, $A_i = 1,8973$ e $A_r = 1,8350$, sugerem madeira de qualidade normal, que apresentará alguns defeitos, mas pode ser utilizada em móveis que aceitem pequenos empenamentos (mesas, cadeiras, estantes etc.).

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de revisão da **NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro. 2011.

KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JR., W. A. **Principles of wood science and technology**. Vol. I. Solid Wood. New York, Tokyo: Springer-Verlag. 1984. 592 p.

LOGSDON, N. B. Estabilidade dimensional: Propostas para revisão da NBR 7190/97. In.: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeiras, VIII. (CD-ROM). **Anais...** Uberlândia, MG. 2002.

LOGSDON, N. B.; FINGER, Z. (2000). *Modelos para especificação das curvas dos diagramas de retrações e inchamentos*. Madeira: Arquitetura e Engenharia, ano 1, n. 3. CD-ROM. EESC/USP. São Carlos, SP. Set/Dez. 2000.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos da estudante envolvida neste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TEOR DE CARBONO NA MADEIRA DE FREIJÓ (*Cordia goeldiana* Huber)

Zaíra Morais dos Santos Hurtado de Mendoza, Pedro Hurtado de Mendoza Borges, Talita Cardoso Gonçalves, Thaianny Rodrigues de Souza, Henrique Augusto Schuck
 Universidade Federal de Mato Grosso – Faculdade de Engenharia Florestal
 zaira@ufmt.br

1. INTRODUÇÃO

O estabelecimento de plantios como fonte renovável de energia para atender a necessidade industrial, fornece um duplo benefício para o clima tais como geração de estoques de carbono e remoção de gases de efeito estufa da atmosfera por meio de sumidouros. A informação referente à quantidade de carbono estocado em árvores é essencial na estimativa da absorção e emissão do mesmo em ecossistemas florestais, apresentando importância devido à relação deste elemento com as mudanças climáticas e a disponibilidade acentuada de gases do efeito estufa na atmosfera (SANQUETTA, 2002). De acordo com esse mesmo autor, há duas maneiras de se mensurar o acúmulo ou as perdas de carbono em uma região: mensurando-se as mudanças no estoque e mensurando-se o fluxo de entrada e saída. Para medir o fluxo desse elemento nos ecossistemas pode-se fazer um estudo dos modelos que medem a concentração dele na atmosfera, com a utilização de sensoriamento remoto, modelos de simulação ou modelos que relacionem a retenção de nitrogênio e carbono em ecossistemas, por exemplo.

A metodologia padrão utilizada atualmente mensura as mudanças no estoque baseada em dados de inventários florestais consecutivos. Cruzando estes últimos dados com os de teores de carbono para cada material de cada espécie pode-se mensurar a quantidade de carbono armazenado e o seu estoque no plantio. Para se determinar o carbono em madeira são utilizadas adaptações de métodos usados na determinação de carbono nos solos que se baseiam nos princípios da combustão seca (queima direta em analisadores) e combustão úmida (uso de reagentes químicos). Conforme Machado et. al. (2003) a determinação por via úmida também denominada de análise por dicromato, vem

sendo o procedimento analítico de determinação de carbono do solo mais comum no Brasil.

Outros métodos também se baseiam neste princípio como os propostos por Walkley-Black e Mebius, modificados (TEDESCO, 1995).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo quantificar o teor de carbono na madeira de *Cordia goeldiana* Huber, proveniente de reflorestamento, através do método de combustão seca em analisadores. Essa espécie popularmente é conhecida como Freijó e atualmente vem sendo utilizada como reflorestamento para produção de biomassa e madeira para serraria em algumas regiões do País. Contudo ainda existem poucas pesquisas sobre ela na área de carbono, o que torna esse estudo, promissor para o setor.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material foi coletado em três árvores de um reflorestamento com 12 anos de idade, localizado nas coordenadas geográficas de 60°4'21.216" longitude Oeste e 12°50'2.55" latitude Sul de Greenwich. O plantio foi implantado no espaçamento de 2m x 2m sem nenhuma fertilização nem correção de pH do solo. A condução da floresta foi isenta de desrama e desbaste.

Após a derrubada das árvores obteve-se discos nas alturas de 0,2m; 0,5m; 0,8m; 1,3m e a partir desse ponto, a cada 1 metro contemplando toda a altura da árvore. Os discos foram cavaqueados, transformados em serragem e classificados em peneiras de 40 mesh. Em seguida as amostras foram secas e mantidas em estufa a uma temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até as análises laboratoriais.

A carbonização foi realizada em um analisador modelo HT 1300, sendo executada em duplicatas de aproximadamente 200mg de serragem para cada amostra. Após a combustão o software instalado em um computador que estava conectado ao analisador, determinou e armazenou os resultados que após cada intervalo de trabalho foram transcritos para o programa Excel, formando-se assim, o banco de dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio total encontrado para a espécie foi de 24,53%, e está abaixo de 50%, que é utilizado como padrão, pelo Intergovernamental Panel on Climate Change (IPCC). Vieira et. al.(2009) ao analisarem teores de carbono por combustão seca, na madeira de Canela-Amarela, com 5 anos de idade e proveniente de reflorestamento, encontraram valores de 42,1%. Em trabalhos realizados pelo método de combustão úmida, Mendoza et. al. (2005) analisando *Cordia* sp., aos 4 anos de idade, encontraram valor médio de carbono de 43,85%. Engel (2005), trabalhando com Figueira branca e Ipê amarelo encontrou teores de carbono de 43,28%. e 44,36% respectivamente para cada uma das espécies. Oliveira (2004) analisando Teca e Caixeta encontrou valores de 41,27 % e 45,36 %, respectivamente. O valor reduzido dos teores de carbono médios encontrados neste trabalho, possivelmente pode ser atribuído ao método utilizado para análise, pois segundo MENDOZA (2005), o método de combustão seca tende a apresentar menor valor de carbono do que o método de combustão úmida, porque ele hidrolisa além do carbono, outros compostos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O teor médio encontrado foi abaixo do valor padrão adotado pelo IPCC e inferior ao relatado em literatura para a mesma espécie. No caso de tecido lenhoso o método de combustão seca pode subestimar os resultados, prejudicando a análise real deste elemento químico nos indivíduos arbóreos.

5. BIBLIOGRAFIA

ENGEL, R. A. **Avaliação do teor de carbono na madeira das espécies Figueira Branca (*Ficus guaranítica* Schodat) e Ipê-amarelo (*Tabebuia alba* (Cham.) Sandwith), provenientes de reflorestamento.** Abril 2005. 25 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - UFMT.

MACHADO, P. L. O. A.; CAMPOS, A.C.; SANTOS, F.S.; **Métodos de Preparo de Amostras e de Determinação de Carbono em Solos Tropicais.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 1.ed. Rio de Janeiro 2003.9p. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/pdfs/circtec_19_2003_metodos_preparo.pdf> Acesso em: 30 out. 2011

MENDOZA, Z. M. S. H. **Projeto de Reflorestamento Para Sequestro de Carbono: Poço de Carbono da Peugeot.** 2005 p.99. UFMT

OLIVEIRA, W. G. **Biomassa e teor de carbono na madeira e na casca de Caixeta (*Simarouba amara* Aubl.) e Teca (*Tectona grandis* L.f.), provenientes de reflorestamento.** 2004. 21 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá – MT

ROCHA, M. T.; **Aquecimento global e o mercado de carbono: Uma aplicação do modelo CERT.** 2003. 169f. Tese (Doutorado em Ciências)- Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP.

SANQUETTA, C. R. **Métodos de determinação de biomassa florestal.** In: SANQUETTA, C. R. et al. (Eds.). *As florestas e o carbono.* Curitiba: [s.n.], 2002, p. 119-140.

TEDESCO, M. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais.** Porto Alegre : Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia. 1995.174 p. (Boletim Técnico de Solos,5)

VIEIRA, G.; SANQUETTA, C. R.; BARBEIRO, L. S. S. **Estoque Individual de Biomassa e Carbono em *Nectandra grandiflora* Nees (CANELA-AMARELA)** FLORESTA, Curitiba, PR, v. 39, n. 3, p. 547-554, jul./set. 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao laboratório de Tecnologia Química de Produtos Florestais da Faculdade de Engenharia Florestal - UFMT e ao Laboratório de Análise Total de Carbono da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - UFMT, pelo auxílio na coleta de dados.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DESCRIÇÃO DENDROLÓGICA E CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-MECÂNICA DA MADEIRA DE MAÇARANDUBA, *Manilkara huberi* (Ducke) Cheval.

Andressa Midori Yamauchi Bauflour, Mirella Riva, Norman Barros Logsdon, Zenésio Finger
 Universidade Federal de Mato Grosso
 dessinha_midori@hotmail.com, mirellariva25@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O projeto de estruturas de madeira pode ser realizado utilizando-se classes de resistência, definidas em norma, ou os resultados de ensaios específicos para a espécie utilizada. O cálculo utilizando classes de resistência é geralmente superestimado, pois utiliza a menor resistência e a maior densidade aparente da classe de resistência a que pertence à espécie utilizada. O cálculo utilizando os resultados de ensaios é mais racional, pois utiliza a resistência e a densidade aparente da espécie utilizada (LOGSDON *et al.*, 2008).

A atual norma brasileira para o “Projeto de Estruturas de Madeira”, NBR 7190 (ABNT, 1997), adota a umidade de referência de 12%, postura não alterada em seu projeto de revisão da ABNT (2011). Com isto os resultados dos ensaios devem ser reportados a 12% de umidade. O foco de sua antecessora era a madeira verde, cujos resultados não podem ser reportados à umidade de 12%, uma vez que a umidade inicial é desconhecida.

Desta forma, os resultados obtidos no passado foram perdidos, tornando necessária a recuperação de praticamente todos os dados sobre as espécies arbóreas florestais brasileiras.

Para reportar os resultados de ensaio ao teor de umidade de referência de 12%, a NBR 7190 (ABNT, 1997), recomenda:

Resistências:

$$f_{12} = f_{U\%} \cdot \left[1 + \frac{3 \cdot (U\% - 12)}{100} \right] \quad (1)$$

Rigidez:

$$E_{12} = E_{U\%} \cdot \left[1 + \frac{2 \cdot (U\% - 12)}{100} \right] \quad (2)$$

A NBR 7190 (ABNT, 1997) é omissa sobre essa correção para a densidade aparente, Logsdon (1998) propõe:

$$\rho_{12} = \rho_{U\%} + \rho_{U\%} \cdot \left[(1 - \delta_V) \cdot \frac{(12 - U\%)}{100} \right] \quad (3)$$

Na qual: $\delta_V = \frac{\Delta V}{U\%}$ e $\Delta V = \frac{V_{U\%} - V_{seca}}{V_{seca}} \cdot 100\%$.

A NBR 7190 (ABNT, 1997) define três caracterizações para resistência: Completa, que prevê todos os ensaios nas duas direções; Mínima, que prevê os ensaios de compressão (f_{c0}), tração (f_{t0}) e cisalhamento (f_{v0}), todos paralelamente às fibras; Simplificada, que prevê apenas o ensaio de compressão paralela às fibras (f_{c0}). Já para rigidez define duas: Completa, que prevê os ensaios de compressão paralela e normal às fibras (E_{c0} e E_{c90}); Simplificada, que prevê apenas o ensaio de compressão paralela às fibras (E_{c0}). Postura não alterada no seu projeto de revisão da referida norma (ABNT, 2011).

O objetivo deste trabalho é recuperar as principais características físico-mecânicas, da madeira de MAÇARANDUBA, *Manilkara huberi* (Ducke) Cheval., além de fazer sua descrição dendrológica.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram utilizadas as caracterizações mínimas de resistência e simplificada de rigidez, previstas na NBR 7190 da ABNT (1997). O material composto de três árvores de MAÇARANDUBA, *Manilkara huberi* (Ducke) Cheval foi coletado no município de Cotriguaçu – MT.

Para os ensaios físicos e mecânicos foi coletado de cada árvore um torete para a retirada dos corpos-de-prova, como se apresenta na Figura 1. De cada torete foram retirados 4 corpos-de-

prova, para cada tipo de ensaio, totalizando 12 corpos-de-prova para cada tipo de ensaio, que corresponde à amostragem mínima prevista na NBR 7190 (ABNT, 1997).

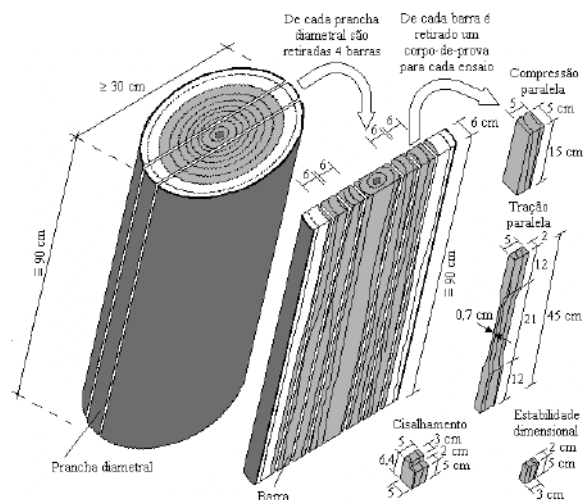


Fig. 1: Esquema de retirada e dimensões dos corpos-de-prova

Para obtenção das características físicas foi utilizado o ensaio de estabilidade dimensional proposto por Logsdon (2002). Já para obtenção das características mecânicas foram utilizados os métodos descritos na NBR 7190 (ABNT, 1997).

Foi feita uma secagem prévia, em sala climatizada (temperatura de 20 °C e 65% de umidade relativa do ar), a fim de realizar os ensaios com teor de umidade perto de 12%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie *Manilkara huberi* (Ducke) Cheval., MAÇARANDUBA, ocorre com frequência no norte do Mato Grosso, Pará, Roraima, Amazonas, Rondônia Acre e nordeste do Maranhão, também podem ser encontrados nas Guianas, Venezuela, Colômbia e Peru. Pode alcançar altura superior a 60 m. Nesta espécie o fuste é muito cilíndrico, a copa é capitata umbeliforme. Suas folhas são oblongas, discolores: verdes na face adaxial, e ferrugíneas na face abaxial (em folhas jovens a face abaxial é prateada). Sua casca é marrom-escuro ou avermelhada, com profundas fissuras cujos dentes de formato quadrado, formam placas alongadas regulares de difícil desprendimento; a casca viva é fibrosa e muito vermelha.

Foram obtidas as características físicas de: densidade aparente, $\rho_{ap,12} = 1,0193 \text{ g/cm}^3$; densidade básica, $\rho_{bas} = 0,8348$; coeficientes de anisotropia dimensional, no inchamento, de

$A_i = 1,7183$, e na retração, de $A_r = 1,6501$. E as seguintes características mecânicas: módulo de elasticidade longitudinal, $E_{c0,m} = 18620 \text{ MPa}$, resistência a compressão paralela às fibras, $f_{c0,m} = 67,57 \text{ MPa}$, resistência a tração paralela às fibras, $f_{t0,k} = 82,48 \text{ MPa}$ e resistência ao cisalhamento $f_{v0,k} = 11,77 \text{ MPa}$.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A madeira de MAÇARANDUBA tem elevada resistência mecânica e pode ser utilizada em estruturas de madeira de grande porte, pois sua resistência característica à compressão paralela às fibras ($f_{c0,k} = 67,57 \text{ MPa}$) a posiciona na classe de resistência D60. Os valores dos coeficientes de anisotropia dimensional sugerem madeira de qualidade normal, aos defeitos oriundos da secagem, indicando sua aplicação a móveis que aceitem pequenos empenamentos (mesas cadeiras, estante de livros etc.).

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro. 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de revisão da NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeiras**. Rio de Janeiro. 2011.

LOGSDON, N. B. Estabilidade dimensional: Propostas para revisão da NBR 7190/97. In.: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeiras, VIII. (CD-ROM). FECIV-UFU, Uberlândia, MG. 2002. **Anais...** Uberlândia, MG. 2002.

LOGSDON, N. B. **Influência da umidade nas propriedades de resistência e rigidez da madeira**. São Carlos, 1998. 174p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, São Carlos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudos da estudante envolvida neste trabalho, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT), pelo financiamento do projeto que deu origem a este trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DO ÂNGULO MICROFIBRILAR NO LENHO DE TRAÇÃO EM *Hevea brasiliensis* Muell Arg.

Letícia Maria Alves Ramos, João Vicente de Figueiredo Latorraca, Thayanne Caroline Castor Neto, Willberg Nascimento Souza
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 leticiaalves.ramos@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) pertence à família Euphorbiaceae, nativa da Amazônia, e é a fonte mais importante de borracha natural no mundo. Atualmente tem havido interesse na identificação das propriedades tecnológicas de sua madeira, a fim de destiná-la a outros usos que não seja para lenha e carvão (LEONELLO et al., 2012).

Uma dificuldade em se trabalhar com a madeira de seringueira é a presença, muitas vezes, de lenho de tração, que contribui com o baixo rendimento no processamento (RATNASINGAM & MA, 2010).

Microscopicamente, a madeira de reação se caracteriza por fibras longas e diferenciadas, chamadas de fibras gelatinosas, com uma espessa camada gelatinosa em seu interior, preenchendo quase totalmente o seu lume (DÉJARDIN et al., 2010). Também se caracteriza por altos níveis de celulose cristalina e pelo baixo ângulo microfibrilar, que fica próximo de 0° (DÉJARDIN et al., 2010).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é caracterizar a variação radial do ângulo microfibrilar no lenho de reação de *Hevea brasiliensis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados discos de 3 árvores de *Hevea brasiliensis* com 53 anos de idade. A coleta foi realizada na Fazenda Água Milagrosa em Tabapuã – SP, área de São José do Rio Preto. De cada árvore foram utilizados um disco da base e um disco do meio (50% do fuste). Foram retirados corpos-de-prova de 1 x 1 x 3 cm sistematicamente no sentido medula-casca.

Foram obtidos cortes histológicos com espessura de 10 µm do plano longitudinal tangencial, que foram dissociados em 1:1 de peróxido de hidrogênio e ácido acético, e aquecidos para ão

(80°C por aproximadamente 12 horas). O ângulo microfibrilar foi medido com o auxílio de um microscópio de luz polarizada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 1 e 2 temos os valores de ângulo microfibrilar para três árvores, dispostos a cada um centímetro no sentido radial e em duas alturas diferentes do fuste (base e meio do fuste). De maneira geral, os valores apresentaram uma tendência decrescente à medida que se aproxima da casca. Esta tendência é comum para o ângulo microfibrilar, como já discutido na literatura (DERESSE et al., 2008; RAMOS et al., 2011).

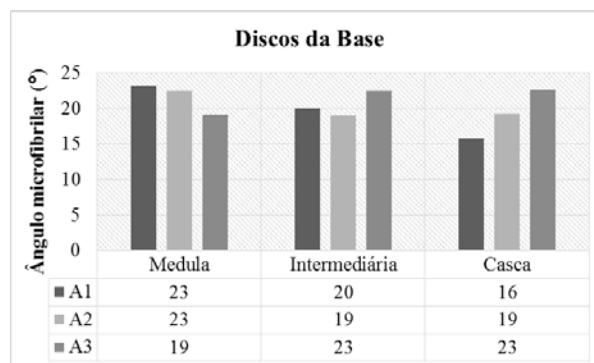


Figura 1 - Médias dos ângulos microfibrilares para os discos da base.

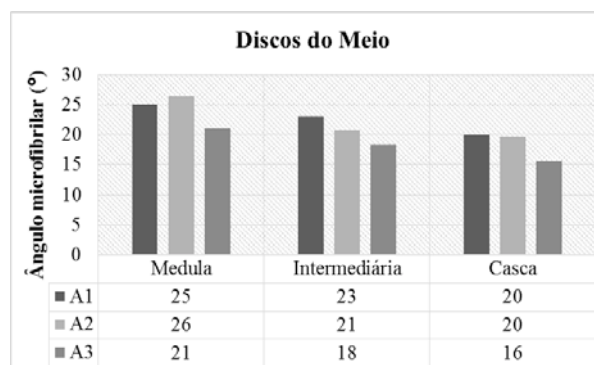


Figura 2 - Médias dos ângulos microfibrilares para os discos da base.

Ângulos mais altos são característicos do lenho juvenil, localizado na região central da tora. Característica esta que tem grande influência na retratibilidade da madeira, impactando diretamente nas sua qualidade tecnológica.

A árvore 3, na altura da base, entretanto, apresenta uma tendência atípica, com ângulos mais baixos nas proximidades da medula, seguido de uma aumento e um novo decréscimo. Nas tabelas 1 e 2, podemos observar a existência de fibras com ângulos muito baixos em todas as posições radiais (medula, intermediária e casca). Isto pode ser indicativo da presença de lenho de reação, pois as microfibrilas podem estar orientadas quase que paralelamente ao eixo longitudinal da planta (PILATE et al., 2004).

Tabela 1 - Estatísticas do ângulo microfibrilar para os discos da base. Legenda: M= medula; I= intermediária; C= casca.

Discos da base						
Árvore	Pos. Rad.	Mín.	Max	Média	Desv. Pad.	C.V. (%)
1	M	11	39	23	6	26,2
	I	6	35	20	6	29,2
	C	5	31	16	4	25,8
2	M	14	35	23	4	18,1
	I	11	34	20	4	18,4
	C	13	30	19	3	17,1
3	M	11	33	19	4	22,0
	I	9	33	22	5	23,7
	C	13	37	23	5	23,1

Tabela 2 - Estatísticas do ângulo microfibrilar para os discos do meio. Legenda: M= medula; I= intermediária; C= casca.

Discos do meio						
Árvore	Pos. Rad.	Mín.	Max	Média	Desv. Pad.	C.V. (%)
1	M	12	34	25	5	18,3
	I	8	35	23	5	21,3
	C	13	33	20	4	20,4
2	M	12	39	26	6	22,9
	I	8	38	21	5	25,9
	C	10	31	19	4	20,3
3	M	11	35	21	5	24,5
	I	8	30	18	5	25,6
	C	8	28	16	4	24,2

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A variação dos valores de ângulo microfibrilar dentro de cada posição radial pode estar relacionada com a presença de lenho de reação, devido à sua característica de apresentar valores mais baixos. Devem-se então realizar mais estudos anatômicos a fim de confirmar ou refutar esta característica como indicadora da presença de lenho de reação.

5. BIBLIOGRAFIA

DÉJARDIN, A.; LAURANS, F. ; ARNAUD, D.; BRETON, C; PILATE, G; LEPLÉ, J.C. Wood formation in Angiosperms. **Comptes Rendus Biologies**, v. 333, p. 325-334, 2010.

DERESSE, T., SHEPARD, R. K.; SHALER, S. Microfibril angle variation in red pine (*Pinus resinosa* Ait.) and its relation to the strength and stiffness of early juvenile wood. **Forest Products Journal**, v. 78, n. 7/8, 2003.

LEONELLO, E. C.; BALLARIN, A. W.; OHTO, J. M.; LARA PALMA, H. A.; ESCOBAR, J. F. Classificação Estrutural e Qualidade da Madeira do Clone GT 1 de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. **Floresta e Ambiente**, n.19, v. 2, p. 229-235, 2012.

PILATE, G.; CHABBERT, B.; CATHALA, B.; YOSHINAGA, A.; LEPLÉ, J. C.; LAURANS, F.; LAPIERRE, C.; RUEL, K. Lignification and tension wood. **Comptes Rendus Biologies**, v. 327, p. 889-901, 2004.

RAMOS, L. M. A.; LATORRACA, J. V. F.; PASTRO, M. S.; SOUZA, M. T.; GARCIA, R. A.; CARVALHO, A. M. Variação radial dos caracteres anatômicos da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill Ex Maiden e idade de transição entre lenho juvenil e adulto. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 92, p. 411-418, 2011.

RATNASINGAM, J.; MA, T. P. Optimizing the cutting of tension wood in rubberwood: na economic and quality perspective. **Journal of Applied Sciences**, v. 10, n. 20, 2010.

AGRADECIMENTOS

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - pela concessão da bolsa de mestrado.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA RETRATIBILIDADE DA MADEIRA DE *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke.

Neila Cristina de Lima Fernandes, Mara Lucia Agostini Valle, Claudene Menezes Atayde Calderon, Rafael de Azevedo Calderon, Vilene Santos Vasconcelos.

Universidade Federal do Acre – UFAC Campus Floresta

E-mail: neila.fernandes@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Para se obter um produto de qualidade é importante que se tenha um conhecimento da espécie a ser utilizada. De um modo geral, no Brasil, a prática de secagem de madeiras, além de ser pouco difundida, é também pouco utilizada por aqueles que atuam neste ramo. Por vezes, quando realizada, apresentam falhas que resultam em produtos de menor qualidade e aceitação no mercado (GATTO et al., 2004).

Ainda segundo Gatto et al. (2004), tal situação se reflete, de modo geral, pela negligência ou desconhecimento de aspectos tecnológicos de fundamental importância. Para sanar essas deficiências e tornar os produtos florestais mais competitivos no mercado consumidor, são necessárias investigações a cerca dos processos envolvidos na industrialização da madeira. Ferreira et al. (2004) complementam que o maior obstáculo para a utilização e aproveitamento das madeiras amazônicas é o desconhecimento das espécies, de suas características tecnológicas, fisiológicas e morfológicas.

Na Amazônia legal, são raríssimos os trabalhos encontrados sobre secagem de madeiras tropicais. Devido a esse fato, torna essencial o estudo das espécies madeireiras exploradas na região, como é o caso da *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke, conhecida no Acre popularmente como Cedro-ágono, Cedro-água ou Cedro aguano.

A espécie *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke, pertence a família Mimosaceae de ocorrência na América Latina com sete espécies catalogadas. É uma árvore decídua com 8 a 40 metros de altura e sua dispersão ocorre de forma anemocórica com frutificação entre os meses de outubro e agosto (CARVALHO, 2005). O cerne do cedro água é vermelho claro e marrom avermelhado possui boa trabalhabilidade e de fácil acabamento, utilizada em construções em

geral, mas principalmente na fabricação de móveis (IBAMA, 2013).

Por possuir amplo uso na região são necessárias pesquisas tecnológicas na caracterização física dessa espécie madeireira. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a retratibilidade da madeira de *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização do estudo utilizou-se a espécie *Cedrelinga catenaeformis* (Ducke) Ducke, por ser uma das espécies mais utilizadas pelas serrarias do município de Cruzeiro do Sul, Acre. As amostras para realização do estudo foram obtidas de madeiras serradas provenientes da serraria do Pólo Moveleiro do município.

Foram confeccionados 12 corpos de prova da espécie estudada de acordo com a norma NBR 7190, (ABNT, 1997). Após confecções dos corpos de prova, estas foram levadas ao Laboratório de Patologia Florestal, na Universidade Federal do Acre, Campus Floresta, em Cruzeiro do Sul - Acre.

Os corpos de prova foram saturados e em seguida foram determinadas a retratibilidade linear e volumétrica e a densidade básica da espécie, conforme as equações 1, 2 e 3, respectivamente:

Equação 1:

$$R = \frac{D_v - D_0}{D_0} \cdot 100$$

Em que:

R = Retratibilidade linear (%);

D_v = Dimensão verde ou saturada da amostra, em centímetros (cm);

D₀ = Dimensão da amostra a 0% de umidade, em centímetros (cm).

Equação 2:

$$R_v = \frac{V_v - V_0}{V_v} \cdot 100$$

Em que:

R_v = Retratibilidade volumétrica máxima (%);

Vv = Volume verde ou saturado da amostra, em centímetros cúbicos (cm³);

V0 = Volume da amostra a 0% de umidade, em centímetros cúbicos (cm³).

Equação 3:

$$\rho_{bas} = ms / V_{sat}$$

Em que:

ρ_{bas} = Densidade básica (g/cm³)

ms = Massa seca (g)

Vsat = Volume saturado (cm³)

Após determinação das características físicas acima descritas avaliou-se o Fator de Anisotropia (FA), definido pela relação entre as contrações tangencial e radial (T/R).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 pode-se verificar os dados encontrados no presente estudo.

Tabela 1: Parâmetros físicos da espécie estudada.

Espécie	DB*	RL	RT	RR	RV	FA
Cedro água	0,49	0,17	6,36	5,46	11,63	1,2

*DB (g/cm³) = densidade básica; RL (%) = retratibilidade longitudinal; RT (%) = retratibilidade tangencial; RR (%) = retratibilidade radial; RV (%) = retratibilidade volumétrica; FA = fator de anisotropia.

Levando em consideração a densidade da madeira, a espécie foi classificada como madeira leve 0,49 g/cm³, de acordo com a classificação de Marques et al. (1997), Gonzalez e Gonçalves (2001) e Ibama (2013) encontraram densidade básica da madeira do cedro água de 0,47 g/cm³ e 0,44 g/cm³ respectivamente, um pouco inferior ao obtido neste trabalho, mas, pertencendo à mesma classificação. Já Lobão et al. (2010), classificaram a madeira como média, 0,57 g/cm³, diferentemente da classificação do estudo.

No que diz respeito à retratibilidade as maiores variações dimensionais ocorrem no plano tangencial aos anéis de crescimento, depois no plano radial e quase desprezível no plano longitudinal. A Tabela 1 mostra os valores médios das contrações tangencial, radial, longitudinal e volumétrica da espécie estudada. Comparando os valores encontrados com os de Gonzalez e Gonçalves (2001), somente a retração tangencial não teve valor superior.

O Fator de Anisotropia, segundo Lobão et al. (2010), é um índice muito importante para o estudo das contrações, ao passo que, quanto maior for esse fator, maior será a tendência da madeira ao fendilhamento e empenamento, determinando, com isso a qualidade da madeira,

varia geralmente entre 1,5 e 2,5. Pautado na classificação de Nock et al. (1975), a madeira da espécie estudada pode ser classificada como excelente, por apresentar FA entre 1,2 e 1,5, ou seja, apresenta uma menor tendência a fendilhamento ou empenamento durante os trabalhos de secagem. Já segundo estudo de Gonzalez e Gonçalves (2001), cujos FA foi de 1,7, a madeira da espécie foi considerada normal, apresentando pequena tendência às rachaduras de topo fortes e moderada tendência ao torcimento forte.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que esta espécie possui uma madeira leve de excelente qualidade para utilização em serraria.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Projeto de Estruturas de Madeiras. São Paulo: 107 p, 1997.
- CARVALHO, P. E. R. Cedro. Taxonomia e Nomenclatura. Circular técnica 113. Embrapa Colombo, PR, 2005.
- FERREIRA, G. C.; GOMES, I. J.; HOPIKNS, G. J. M. Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no Estado do Pará como “angelim”. Acta Amazônica, Manaus, v.34, n.3, jul/set 2004. p.71-76.
- GATTO, D. A.; SANTINI, E. J.; HASELEIN, C. R.; DURLO, M. A. Qualidade da madeira serrada na região da quarta colônia de imigração italiana do Rio Grande do Sul. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 223-233, 2004.
- GONÇALEZ, J.C.; GONÇALVES, D.M. Valorização de duas espécies de madeira *Cedrelinga catenaeformis* e *Enterolobium shomburgkii* para a indústria madeireira. Brasil Florestal, Nº 70, junho de 2001.
- LOBÃO, M.S.; CHAGAS, M.P.; COSTA, D.S.P.; FERREIRA, A.T.B.; SETTE JR, C.R.; CARVALHO, I.L.; TOMAZELLO, M.F. Agrupamento de espécies florestais pela similaridade das características Físico-anatômicas e usos da madeira. Cerne, Lavras, v. 16, p. 97-105, jul.2010.
- MARQUES, M.H.B.; MELO, J.E.; MARTINS, V.A. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Brasília: IBAMA, 1997. 141 p.
- NOCK, H.P.; RICHTER, H.G.; BURGER, L.M. Tecnologia da madeira. Curitiba: UFPR, departamento de Engenharia e Tecnologia Rural, 1975.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DA IDADE DE 36 MESES DO CLONE DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* NAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO CARVÃO VEGETAL.

Jair Figueiredo do Carmo, Maristela Volpato⁽¹⁾, Fábio Henrique Della Justina do Carmo, Fellipe Juski Lazarotto, Augusto César Gabiatti⁽²⁾

Universidade Federal de Mato Grosso, Engenharia Florestal, Campus de Sinop.

e-mail:carmo.jair@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso da madeira como fonte energética vem sendo intensificado diante da necessidade da busca de energias que contribuam para reduzir a dependência do consumo do petróleo. O carvão vegetal é um dos produtos obtidos a partir da carbonização da madeira, possuindo diversas vantagens, como o fato de ser produzido através de fonte renovável.

O Brasil é tido como o maior produtor mundial de carvão vegetal. Segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas, em 2011 foram consumidos 16.987.058 m³ de madeira de *Eucalyptus* em tora para produção de carvão vegetal (ABRAF, 2012). Diante disso o objetivo do trabalho é propor idades de corte reduzidas que não interfiram na qualidade desejada para a madeira destinada a produção do carvão.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material utilizado para o estudo foi o clone H-13, com 36 meses de idade, proveniente do plantio pertencente à empresa BR Foods, no município de Lucas do Rio Verde-MT. Foram selecionados cinco indivíduos, os quais foram seccionados em toretes de 70 cm. Do centro desses foram retirados discos de 2,5 cm de espessura que se destinaram à determinação da massa específica da madeira. O restante dos toretes foi utilizado para a produção de carvão e análise química da madeira.

A massa específica da madeira foi determinada pelo método de imersão em água. Foi determinado o teor de extrativos totais utilizando os solventes ciclohexano, acetato de metila e metano, e a também a lignina insolúvel em ácido sulfúrico.

A carbonização da madeira com umidade de 15 a 18% foi realizada com controle do

aquecimento em três marchas de carbonização sendo (1) 1,36°C.min⁻¹, (2) 1,19°C.min⁻¹ e (3) 1,14°C.min⁻¹. A massa específica aparente do carvão foi determinada com uso de mercúrio. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o programa STATISTICA Soft 7, sendo submetidas à análise de variância e teste de Tukey no nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A massa específica básica média da madeira encontrada foi igual a 0,432 g.cm⁻³. Silva (2001) mencionou que para produção de carvão vegetal utilizando-se madeira de *Eucalyptus*, é desejável que a massa específica básica esteja entre 0,4 a 1,2 g.cm⁻³.

O teor de extrativos totais para o clone utilizado foi de 2,29%, e lignina insolúvel 14,23%. O teor de extrativos encontrado é semelhante ao encontrado por Gomide et al. (2005) que ao avaliar dez clones de *Eucalyptus* sp. encontrou teores de 1,76% a 4,13%. Já para lignina insolúvel o valor encontrado está bem abaixo dos encontrados na literatura.

Como pode ser observado na tabela 1 somente o rendimento de carvão e gases não condensáveis foram significativamente afetados pela marcha de carbonização, ocorrendo um decréscimo em carvão na medida em que se aumentou o tempo e temperatura final de carbonização. Oliveira et al. (2010), trabalhando *Eucalyptus pellita* aos 5 anos, com temperaturas finais variando de 450 a 550°C, observaram influência da temperatura final de carbonização maior que a do tempo final, apresentando variação no RGC (30,13 a 32,11%). Para o rendimento gravimétrico de gases condensáveis Frederico (2009) obteve valores semelhantes para clones de *Eucalyptus* sp. com três anos de idades, sendo de 44,01% a 45,91%.

⁽¹⁾ Bolsista do CNPq - Brasil

⁽²⁾ Parte integrante da monografia do co autor

Tabela 1: Rendimentos gravimétricos médios de carvão (RGC), líquido pirolenhoso (RLP) e gases não condensáveis (RGNC) em função da marcha de carbonização.

Marchas	RGC (%)	RLP(%)	RGNC(%)
(1)1,36°C.min ⁻¹	33,34 a	43,20 a	23,47 b
(2)1,19°C.min ⁻¹	31,17 b	44,45 a	24,38 ab
(3)1,14°C.min ⁻¹	29,34 c	44,03 a	26,63 a

Valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

Os resultados da massa específica aparente do carvão vegetal do presente estudo variaram de 0,262 a 0,280 g.cm⁻³, não havendo influência significativa da marcha de carbonização. De acordo com Santos (2008) o valor ideal para a massa específica aparente do carvão vegetal deve ser superior a 0,25 g.cm⁻³ quando este é destinado ao uso siderúrgico.

Conforme a tabela 2 o teor de cinzas não foi significativamente afetado pela marcha de carbonização. A marcha 1 apresentou o menor teor de carbono fixo, o que era esperado, uma vez que a mesma apresenta o menor tempo e temperatura final de carbonização. Além disso, foi verificado o observado por Oliveira et al. (2010), teor de carbono fixo inversamente proporcional ao teor de materiais voláteis.

Ao analisar o teor de carbono fixo no carvão da madeira de eucalipto Frederico (2009) encontrou valores entre 80,13% e 83,74%. Nesse trabalho o carbono fixo variou de 71,42% a 82,63%.

Os teores de cinzas obtidos para as três marchas de carbonização, 1,21% a 1,45%, inviabilizam o carvão para uso siderúrgico, já que de acordo com Santos (2008) de modo geral o teor de cinzas para esse uso deve ser menor que 1%.

Tabela 2: Valores médios de cinzas (Ci), materiais voláteis (M.V) e carbono fixo (C.F) em função da marcha de carbonização.

Marchas	Ci (%)	M.V (%)	C.F(%)
(1)1,36°C.min ⁻¹	1,40 a	27,18 a	71,42 c
(2)1,19°C.min ⁻¹	1,21 a	20,67 b	78,13 b
(3)1,14°C.min ⁻¹	1,45 a	15,92 c	82,63 a

Valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O material utilizado no estudo se mostrou potencial para fins energéticos, mesmo apresentando baixo teor de lignina insolúvel. Em relação a carbonização, a condição mais propícia

para a produção de carvão vegetal a partir do material utilizado é a encontrada na marcha 2, com temperatura final de 450°C e duração de sete horas. Quanto a uso siderúrgico o carvão seria inviabilizado pelo alto teor de cinzas que apresentou em todas marchas de carbonização.

5. BIBLIOGRAFIA

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico 2012** – ano base 2011. Brasília-DF, 2012, 150p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br>>. Acesso em: 20/10/2012.

SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* HILL ex. MAIDEN, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** 2001. 160 f. Dissertação (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

FREDERICO, P. G. U. **Efeito da região e da madeira de eucalipto nas propriedades do carvão vegetal.** 2009. 75 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GOMIDE, J. L.; et al. Caracterização tecnológica, para produção de celulose, da nova geração de clones de *Eucalyptus* no Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.1, p.129-137, 2005.

OLIVEIRA, A. C.; et al. **Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell.** Sci. For., Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 431-439, set. 2010.

SANTOS, M.A.S. Uso do carvão vegetal em alto forno. In: FÓRUM NACIONAL DE CARVÃO VEGETAL, 1, 2008, Belo Horizonte. **Anais...**Belo Horizonte: SIF, 2008.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil, pelo apoio financeiro ao presente trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DE DANOS CAUSADOS POR INCÊNDIO EM PLANTIOS DE *Acacia mangium* Willd, UTILIZADOS COMO PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO DE VOÇOROCA

Ademilson Coneglian, Luana Daurêa Pimentel Biazzi, Sergio Marques Bernardo de Barros,
Ismael Martins Pereira
Universidade Estadual de Goiás
coneglian@ueg.br

1. INTRODUÇÃO

A escolha de espécies arbóreas para reabilitação de áreas degradadas envolve o enquadramento de práticas conservacionistas de caráter mecânico (terraços, bacias de contenção, paliçadas) e de caráter vegetativo (reflorestamento), utilizadas em conjunto, contribuem para a estabilização da voçoroca e redução da erosão na área afetada (MACEDO et al. 1998). A *Acacia mangium* é uma espécie leguminosa da família Fabaceae, considerada pioneira, e vem despertando a atenção dos pesquisadores pela rusticidade, rapidez de crescimento e por apresentar ótima capacidade de adaptação às condições edafoclimáticas brasileiras (VEIGA et. al., 2000).

O incêndio florestal é resultante de combustível residual (matéria orgânica acumulada ou biomassa), liberando fumaça, monóxido de carbono e outros produtos que provocam alterações físicas, químicas e biológicas no ecossistema florestal (SOARES, 1985).

O mais visível e conhecido efeito do fogo sobre a vegetação é o dano causado às árvores. Na realidade, mesmo um pequeno incêndio superficial pode provocar a morte de mudas e de pequenas árvores, podendo deixar cicatrizes que facilitam a infestação de fungos e insetos. Soares (1985) e Soares (1994) reportam que outro fator importante a ser considerado é a intensidade do calor, que pode transpassar a casca e prejudicar a atividade fisiológica do câmbio, em muitos casos causam a mortalidade da mesma.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi investigar o impacto do fogo nas características estruturais da comunidade arbórea de *Acácia mangium*, responsável pela estabilização da voçoroca na área da UEG, Ipameri-GO.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A área de estudo consiste numa área de Preservação Permanente (APP), onde existe uma erosão do tipo voçoroca situado nas coordenadas Lat. 21°09'S e Long. 44°50'W, da fazenda experimental pertencente à Universidade Estadual de Goiás (UEG), município de Ipameri, Estado de Goiás. A altitude da área é de 800m, onde predomina o clima da Cwb de Köppen, com verão úmido e inverno seco. As médias anuais de temperatura e precipitação são de 19,3°C e 1.517 mm, respectivamente, de acordo com os dados da Estação Meteorológica da Unidade Universitária de Ipameri.

Na área estudada ocorreu o incêndio florestal no dia 25 de Julho de 2012, detectado por volta das 13:00 horas, quando foi dado início aos os trabalhos de controle. O fogo foi dominado e extinto por volta das 16:00 horas do mesmo dia, evitando-se que a área total fosse queimada. O incêndio Florestal atingiu por totalidade a área de 1,0 ha do talhão pertencentes ao Projeto de Recuperação da Voçoroca conduzido pela UEG, onde havia o plantio de *Acacia mangium* que no momento do sinistro encontrava-se com 35 meses de idade e contendo indivíduos de até 6 metros de altura e cerca de 30 cm de diâmetro. Segundo os registros da UEG de Ipameri, o espaçamento inicial dos plantios foi de 3,00 x 3,00m. A causa do incêndio, identificada foi de origem decorrente da prática de queima das pastagens vizinhas, caudado por incendiário.

Os dados no dia do sinistro foram de céu claro; temperatura de 18,2 e 27,4°C (observações feitas às 13:00 e 16:00 horas, respectivamente); a umidade relativa estimada estava 30% e a velocidade do vento oscilou entre 1 e 9,4 m/s, na direção norte ao sentido do incêndio florestal.

A última precipitação significativa, de 22,9 mm, havia sido registrada no dia 02 de Maio de 2012; portanto, 44 dias antes da ocorrência do sinistro.

Os parâmetros do comportamento do fogo determinados foram à altura da chama ou de

queima, porcentagem de queima em relação à altura da árvore, intensidade do fogo, altura de crestamento e porcentagem de crestamento em relação à altura da árvore.

A altura das chamas ficou marcada nas árvores pela carbonização das suas cascas; através de uma regra de três simples, determinou-se a porcentagem de queima em relação à altura da árvore, para cada nível de queimada.

Foi calculada a intensidade do fogo em função da velocidade do vento e da temperatura às 13:00 horas e 16:00 horas do dia do incêndio ocorrido, altura média das chamas de cada nível de queima, a estimativa da altura de crestamento letal da copa das árvores através das equações matemáticas sugeridas por SOARES e TOZZINI (1987).

Para a determinação e classificação do nível de queimada após um mês da ocorrência do incêndio levou-se em consideração os quatro níveis descritos por Soares & Tozzini (1987), verificados por intermédio da análise visual da área queimada, assim classificados: Nível I - Incêndio superficial sem crestamento letal das copas; Nível II - Incêndio superficial com crestamento parcial das copas; Nível III - Consumo parcial das copas pela chama; Nível IV - Consumo total das copas pela chama.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os parâmetros observados, o nível I de queimada não houve danos às árvores, equiparados com os dados obtidos por NOSTES e DAVIDIS (1975) citado por SOARES e TOZZINI (1987).

Quanto ao nível de queima II, a altura média das chamas atingiu aproximadamente 51,25% da altura total das árvores e a intensidade média do fogo chegou a 40,96 kcal/m.s. Essa intensidade não excedeu o limite de 132 kcal/m.s. que segundo BROWN e DAVIS (1973) seria o limite máximo das coníferas para suportar os danos.

Com relação ao nível de queima III, o fogo chegou a queimar cerca de 55 % da altura média das árvores, e a intensidade média alcançada pelo fogo foi de 535,28 kcal/m.s, com base nesse resultado as árvores teriam chances de sobrevivência, mas seu incremento em crescimento foi reduzido.

Somente duas árvores atingiram a altura de crestamento letal que ultrapassou a altura total das árvores, cessando sua atividade fisiológica total do fuste e copa. Por conseguinte, o nível de queima IV, consumiu totalmente as copas, com intensidade de fogo média de 683,97 kcal/m.s,

tornando-se árvores inativas fisiologicamente, responsáveis pelo trabalho de estabilização da voçoroca.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A espécie estudada apresentou um comportamento diferenciado quanto à temperatura atingida no câmbio durante um incêndio florestal, em função do período de exposição à temperatura letal 60 °C.

Às árvores atingidas no nível IV de queimada, devem ser abatidas, por se tornarem ineficientes no trabalho de ação ao controle de voçoroca e a fim de evitar que se tornem hospedeiras de insetos e fungos.

As árvores que sobreviveram ao crestamento parcial das copas, inferior a 90% da altura média total das mesmas, sugere-se que sejam mantidas sob monitoramento, para averiguar se haverá resposta vegetativa até a próxima estação de crescimento.

Para árvores que se enquadraram ao nível de queima I, II e III, monitorar o ataque de fungos e insetos, para prosseguirem apta a manutenção da estabilização de voçoroca.

5. BIBLIOGRAFIA

- BROWN, A. A. e DAVIS, K. P. Forest Fire: Control and Use. New York, McGraw Hill, 685p, 1973.
- MACEDO, J. R. et al. Revegetação da área de contribuição e estabilização de voçorocas através de praticas mecânicas e vegetativas. *Pesq. and. CNPS*, n.9, Embrapa Solos. p.1-6, 1998.
- SOARES, RV. e TOZZINI, D.S. Relações entre o comportamento do fogo e danos causados a um povoamento de *Pinus taeda*. *Revista Floresta*, Curitiba: FUPEF, V. XVII, nº 1 e 2, p.9-13, 1987.
- SOARES, RV. Incêndios Florestais. Controle e Uso do Fogo. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná (FUPEF), Curitiba, PR, 213p., 1985.
- SOARES, RV. Os incêndios florestais no Brasil: Problemas e perspectivas. In: CURSO DE ATUALIZAÇÃO EM CONTROLE DE INCÊNDIOS FLORESTAIS, 1994, Curitiba. Anais...Curitiba: UFPRISCAIDSM/FUPEF, , p. 1-11, 1994.
- VEIGA, R. A. A.; CARVALHO, C. M.; BRASIL, M. A. M. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium*. *Revista Cerne*, v. 6, n. 1, p. 103-107, 2000. Disponível em: <<http://www.dcf.ufla.br>>. Acesso em: 22 Abr. 2012.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DO RENDIMENTO E PRODUTIVIDADE DO DESDOBRO DA MADEIRA SERRADA DE *Qualea sp.*

Jair Figueiredo do Carmo, João Vicente de Figueiredo Latorraca, Andréia Alves Botin, Fábio Henrique Della Justina do Carmo, Maristela Volpato
Universidade Federal de Mato Grosso, Engenharia Florestal, Campus de Sinop
 e-mail: carmo.jair@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira, intensamente utilizada devido suas propriedades estruturais, possui grande aceitação no mercado, sofrendo diversos processos de beneficiamento até seu uso final. Em serrarias, o desdobro é realizado com o objetivo principal de aproveitar a matéria-prima de modo a obter um melhor rendimento, no entanto a deficiência na automação do processo gera um baixo aproveitamento, aumentando os custos e gerando grande quantidade de resíduos. Diante disso foi realizada a análise do rendimento e produtividade do desdobro de toras de Cambará (*Qualea sp.*) em diferentes classes diamétricas na região norte do Estado de Mato Grosso.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido em uma serraria de pequeno porte localizada no município de Sinop-MT. Foram selecionadas vinte toras inclusas em quatro classes diamétricas, sendo cinco para cada classe. As classes utilizadas foram de 40 a 50 cm, 50,1 a 60 cm, 60,1 a 70 cm e 70,1 a 80 cm.

O rendimento foi determinado com a medição das peças após o desdobro, realizado em serra-fita horizontal. Todas as tábuas tiveram seus comprimentos e larguras medidos, já a espessura era definida em 23 mm. As peças de aproveitamento foram contabilizadas, tendo espessura de 23 mm, largura de 5 mm e comprimentos variados. Foi obtido o rendimento através da eq. (1). Sendo, R: rendimento em porcentagem, S: volume de madeira serrada por tora (m³) e T: volume de cada tora antes do desdobro (m³).

$$R: \left(\frac{S}{T} \right) * 100 \quad (1)$$

O rendimento de madeira serrada foi analisado por classe diamétrica. A análise da

produtividade foi realizada através da velocidade de avanço e alturas de corte. A análise estatística foi realizada com o programa SISVAR, sendo realizado o teste de Tukey no nível significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise estatística, pode-se observar que houve diferença significativa para os volumes iniciais e serrados, conforme a tabela 1, onde a classe D apresentou o maior volume médio inicial (2,13 m³) e maior volume serrado (1,39 m³). Isso era previsto, já que a classe possui os maiores diâmetros.

Tabela 1: Volume inicial (V.I), volume serrado (V.S) e rendimento médio em madeira serrada em função das classes diamétricas.

Classe	V.I (m ³)	V.S (m ³)	Rendimento médio (%)
A	0,73 a	0,42 a	57,03 a
B	1,09 ab	0,67 a	62,25 a
C	1,38 b	0,79 a	57,38 a
D	2,13 c	1,39 b	65,28 a
Média			60,49

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey

Em relação ao rendimento não houve diferença entre as classes. No entanto, observa-se que para o rendimento das classes A, B e D ocorreu um aumento gradativo de acordo com o aumento do volume das toras. Já na classe C houve uma redução de volume se comparada com a classe B, isto pode ser devido ao fato das toras da classe C apresentarem maior quantidade de defeitos, como falhas internas, rachaduras, ataques por insetos, podridão e outros, resultando na perda de madeira em forma de refilo e costaneiras.

O rendimento médio encontrado no estudo de Biasi e Rocha (2007) foi de 53,90%. Já Biasi (2005), obteve um rendimento de 62,63%

serrando madeira de Cambará em serra-fita vertical, estando próximo ao obtido nesse estudo (60,49%).

Segundo Gomide (1974 *apud* Biasi e Rocha, 2007), rendimentos entre 45% e 55% são considerados normais para folhosas e de acordo com Senai (1994) é um nível satisfatório em relação à média da região Amazônica, que é de 50%. Diante disso, com rendimento médio obtido, 60,49%, pode-se dizer que a serraria possui um ótimo rendimento, mesmo apresentando maquinários com pouca inovação tecnológica e elevado tempo de uso.

Mesmo não havendo diferença estatística para rendimento entre as classes diamétricas, a tendência de variação de aproximadamente 8%, entre as classes A e D é importante para o processo produtivo, porque além de reduzir custo há menor geração de resíduos pela serraria.

Na avaliação da produtividade observou-se que ocorreram diferenças entre as velocidades de avanço para as quatro classes (tabela 2). A classe D apresentou a menor velocidade de avanço do carro porta-toras (9,16 m.min⁻¹) e maior altura de corte média (43,45 cm), isto porque possui toras de maiores diâmetros, resultando na necessidade de um maior tempo para o corte das mesmas.

Tabela 2: Valores médios de velocidade de avanço e altura de corte por classe diamétrica

Classe	Velocidade de avanço (m.min ⁻¹)	Altura de corte (cm)
A	12,26 b	27,86 a
B	11,69 b	33,67 b
C	10,79 ab	36,64 b
D	9,16 a	43,45 c

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de significância de 5% pelo teste de Tukey

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As classes diamétricas, estatisticamente, influenciaram o rendimento, sendo que o aumento ocorreu gradativamente entre as classes A, B e D. Já a classe C apresentou uma queda de rendimento devido a ocorrência de rachaduras no topo de algumas toras dessa classe.

As velocidades de avanço para os quatro tratamentos propostos apresentaram diferenças estatísticas significativas. Assim, é possível concluir que a produtividade da serraria foi

influenciada pelos tratamentos propostos. A classe D possui a menor valor de velocidade média de avanço e o maior valor de altura de corte média, diferenciando-se assim das demais classes e influenciando a produtividade final da serraria.

Melhorias no armazenamento das toras a fim de minimizar ou evitar rachaduras e ataque de insetos podem contribuir para aumentar o rendimento da serraria. Realizar um planejamento prévio de desdobro por classe diamétrica e espécie também pode melhorar o rendimento e a produtividade da serraria.

5. BIBLIOGRAFIA

BIASI, C. P. Rendimento e eficiência no desdobro de três espécies tropicais. **Dissertação (Pós-Graduação)**, 2005. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_ms/2005/d434_0593-M.pdf> Acessado em 05 mai. 2010.

BIASI, C. P.; ROCHA, M. P da. Rendimento em madeira serrada e quantificação de resíduos para três espécies tropicais. **Floresta**, Curitiba-PR, 2007. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/floresta/article/viewFile/7845/5537>. Acesso em: 19 abr. 2010.

SENAI – **Estudo Diagnóstico da Empresa Madeireira ICOMAKI LTDA**, Projeto SENAI/BRASIL – CIDE/CANADÁ, 1994, 101p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Serraria Pérola Ltda., localizada no Município de Sinop-MT, por disponibilizar o local para o presente estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA DO CARVÃO DE *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin

Gustavo Friederichs, Martha Andreia Brand, Adriel Furtado de Carvalho, Larissa Cardoso Küster, Silvana Nisgoski
 Universidade do Estado de Santa Catarina, Universidade Federal do Paraná
 gustavofriederichs@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Santa Catarina produz mais de 2500 toneladas de carvão vegetal, de origens não relacionadas com produtos da silvicultura (IBGE, 2011). Em Biguaçu, litoral catarinense, agricultores familiares fazem uso do sistema de roça de toco, para extração de madeira de espécies nativas e, posterior plantio de culturais anuais. A madeira é convertida em carvão vegetal em fornos artesanais, este destinado a padarias, restaurantes e residências.

A *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin, da família Melastomataceae, é nativa e endêmica do domínio da Floresta Atlântica, ocorrendo em sete estados brasileiros, desde Santa Catarina até a Bahia (GOLDENBERG, 2013).

A antracologia pode ser utilizada para a fiscalização da origem do carvão vegetal. O uso dessa ferramenta torna-se eficaz na determinação de espécies florestais, assim minimizando a pressão antrópica sobre recursos florestais (GONÇALVES, 2010; MUÑIZ *et al.*, 2012).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi a caracterização macroscópica do lenho carbonizado de *Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin, visando facilitar a identificação em fragmentos de carvão vegetal.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Coletou-se 5 árvores de *M. cinnamomifolia* na comunidade de Três Riachos, em Biguaçu, em SC (27° 25' 7,25" S; 48° 48' 11,74" O). Seccionou-se as árvores e retirou-se discos a altura do peito que foram encaminhados ao Laboratório de Tecnologia da Madeira, da Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, SC. Foram confeccionados 10 corpos de prova de dimensões aproximadas de 2,5 x 2,5 x 2,5 cm, para cada árvore, embalados em papel alumínio, carbonizados em forno tipo mufla, em rampa de aquecimento descrita na tabela 1.

Tabela 1: Rampa de aquecimento/carbonização:

Tempo (horas)	Temperatura (°C)
Início	25
00:20	150
01:27	200
03:04	250
04:48	350
06:02	450
06:32	Desligamento da mufla

As imagens foram obtidas através de estereomicroscópio Stemi 2000-C, da Zeiss. A medição de elementos celulares foi realizada com o software AxioVision Rel 4.8, integrado no equipamento. Seguiu-se as normas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (ZENID & CECCANTINI, 2007), para descrição macroscópica da anatomia da madeira e, adaptada ao objeto do presente estudo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Fig. 1 apresenta a seção transversal e a Fig. 2 a radial do carvão vegetal de *M. cinnamomifolia*.



Fig. 1: Plano transversal (aumento de 10x).

O carvão apresentou elementos de vaso de porosidade difusa, poros solitários, múltiplos de 2 e 3, com frequência de 6 vasos/mm² e diâmetro tangencial de 132,25 µm. Observaram-

se obstruções do tipo tilose. Os vasos se apresentaram em arranjo tangencial. Parênquima axial: indistinto a olho nu e, em lentes de 10 e 25 vezes de aumento.

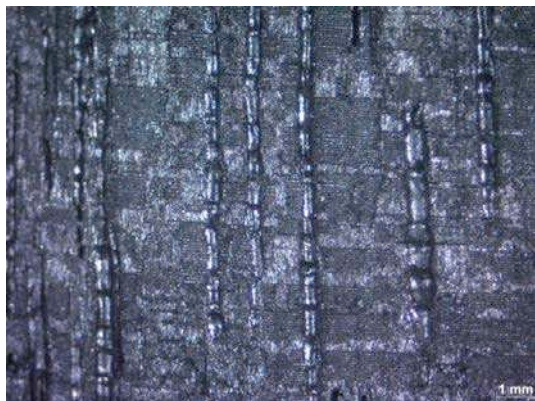


Fig. 2: Plano radial (aumento de 25x).

Os raios apresentaram altura média de 143,48 μm , podendo ser visíveis a olho nu, na seção radial.

As camadas de crescimento do carvão são distintas e demarcadas por zonas fibrosas atenuadas através de foco de luminosidade.

As mensurações realizadas estão de acordo ao encontrado por Marcon & Costa (2000), não sendo possível a visualização de parênquima paratraqueal escasso e mácula medular.

4. CONCLUSÕES

A caracterização da estrutura anatômica de *M. cinnamomifolia* através do seu carvão vegetal é possível, necessitando-se uma separação de fragmentos de carvão com características semelhantes.

A estrutura anatômica da espécie se manteve após a carbonização (temperatura final de 450 $^{\circ}\text{C}$).

Sob lente de lupa conta fio, de 10 e 25x, é possível a visualização de um grupo de características como zona fibrosa e porosidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOLDENBERG, R. *Miconia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobra-sil/FB9688>> Acessado em 05 de julho de 2013.

GONÇALVES, T. A. P. **Anatomia do lenho e carvão de espécies arbóreas em áreas de cerrado do Estado de São Paulo**. Botucatu, 2010. 106p. Dissertação (Mestrado em Ciência

Florestal) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

IBGE. Base de Dados @Estados: Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2011. Rio de Janeiro: **IBGE**, 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=sc&tema=extracaovegetal2011>> Acessado em 03/jul/2013.

MARCON, M.L.; COSTA, C.G. Anatomia da madeira de quatro espécies do gênero *Miconia* Ruiz & Pavón (Melastomataceae). **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 51, n 78/79, p. 5-20, 2000.

MUÑIZ, G.I.B; NISGOSKI, S.; SHARDOSIN, F.Z.; FRANÇA, R.F. Anatomia do carvão de espécies florestais. **Cerne**, Lavras, v.18, n.3, p.471-477, 2012.

ZENID, G.J.; CECCANTINI, G.C.T. **Identificação macroscópica de madeiras**. Laboratório de Madeira e Produtos Derivados do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo– IPT. São Paulo, 23p., 2007.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) que são as instituições financiadoras do projeto REDE SUL FLORESTAL: PD&I em sistemas florestais e produção de energia na agricultura familiar e as instituições de ensino e pesquisa: Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI/Lages), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO/PR) a ao Núcleo de Pesquisas em Florestas Tropicais (NPFT/UFSC), que participam do projeto em rede.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES MECÂNICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus botryoides* NO SENTIDO RADIAL

Silvia Helena F. da Silva, Patrícia S. B. dos Santos, Pedro Henrique G. de Cademartori, Jalel Labidi, Darci A. Gatto

Engenharia de Materiais (PPGCEM), Universidade Federal de Pelotas, Brazil; Departamento de Engenharia Química e Ambiental, Universidade do País Basco, Espanha; Centro de Ciências Florestais e da Madeira (PPGEF), Universidade Federal do Paraná, Brasil; Departamento de Engenharia Química e Ambiental, Universidade do País Basco, Espanha; Engenharia de Materiais (PPGCEM), Universidade Federal de Pelotas, Brazil.

E-mail (silviahfuente@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A madeira do gênero *Eucalyptus* spp., embora amplamente utilizada nos diversos setores madeireiros, possui limitações intrínsecas ao próprio material, como por exemplo, tensões de crescimento, defeitos de secagem e elevado percentual de lenho juvenil, as quais restringem seu aproveitamento tecnológico.

A madeira de lenho juvenil começa a ser formada nas primeiras fases da vida da árvore, constituindo a região cilíndrica central, da base ao topo (GATTO et al, 2007). A madeira juvenil apresenta menor densidade e menor resistência mecânica, o que afeta diretamente o módulo de elasticidade (EVANS et al, 2000). A literatura ainda menciona que as características dos componentes celulares variam abruptamente na região do lenho juvenil e de modo mais constante no lenho adulto.

Nesse sentido, é fundamental conhecer o comportamento das propriedades da madeira quando solicitadas em lenho juvenil, de transição e adulto.

O presente estudo objetivou analisar o comportamento das propriedades mecânicas da madeira de *Eucalyptus botryoides* no sentido radial.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material estudado foi obtido de povoamento homogêneo localizado em Charqueadas – Rio Grande do Sul, com idade aproximada de 50 anos.

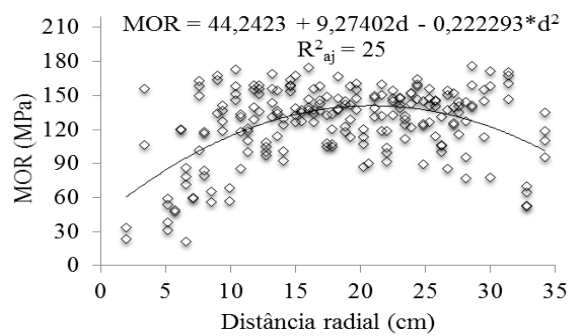
A seleção do material foi por extração ao acaso. Toras de quatro árvores, entre a posição no diâmetro a altura do peito (DAP) e 25% da altura comercial foram seccionadas para posterior confecção das amostras. O pranchão central foi desdobrado em quatro tábuas, e estas foram desmembradas em amostras no sentido da medula-casca. O material foi mantido em câmara climatizada (20°C de temperatura e 65% de umidade relativa) até obtenção do teor de umidade de equilíbrio (~12%).

Os ensaios mecânicos destrutivos seguiram a norma adaptada ASTM D143-94 para o teste de flexão estática, em que utilizou-se um vão de 140 mm e célula de carga de 2 ton. para a obtenção do módulo de elasticidade estático (MOE) e módulo de ruptura (MOR). Já o módulo de elasticidade dinâmico (MOE_d) foi determinado por meio de ensaio ultrassônico conforme descrito por Missio et al. (2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

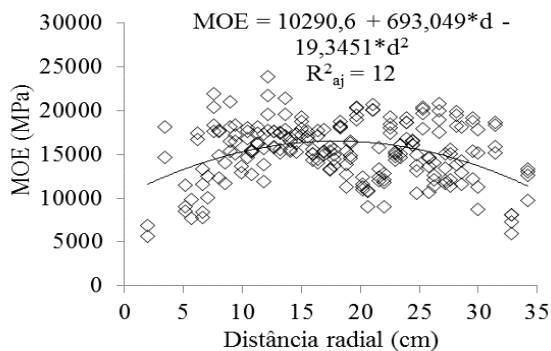
O módulo de ruptura (MOR) apresentou um aumento nos valores com variação acentuada na presença de lenho juvenil, mantendo-se mais homogêneo no lenho adulto (Figura 1). Os resultados médios obtidos próximo a medula e a casca foram, respectivamente 27,53 e 60,30 MPa. A tendência crescente observada neste comportamento no sentido radial está de acordo com o verificado na literatura (Teixeira et al., 2011).

Figura 1: Variação radial do módulo de ruptura (MOR), no sentido radial.



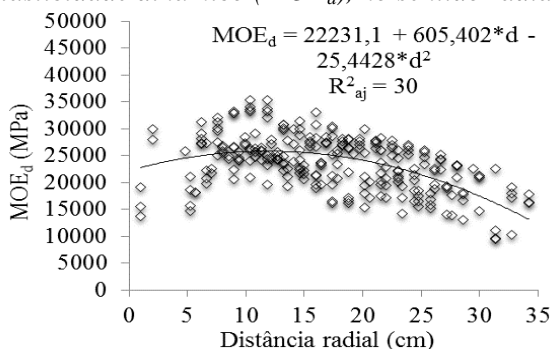
Para o módulo de elasticidade (MOE) (Figura 2) observou-se comportamento crescente similar ao MOR, porém com menor intensidade. A elevação do MOE no sentido medula-casca é mais evidente próximo a medula, especificamente entre 1 e 10 cm de distância radial. Próximo a medula o valor médio foi de 6277 MPa, enquanto que próximo a casca foi de 7118 MPa.

Figura 2: Variação radial do módulo de elasticidade estático (MOE), no sentido radial.



Observa-se (Figura 3) um gradiente de variação maior nos valores do módulo de elasticidade dinâmico (MOE_d) perto da medula e, posteriormente, maior homogeneidade ao longo da distância radial. O comportamento de crescimento acentuado na região de lenho juvenil é condizente com as informações verificadas pelo MOE.

Figura 3: Variação radial do módulo de elasticidade dinâmico (MOE_d), no sentido radial



4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os valores médios de MOR, MOE e MOE_d apresentaram maior variação na região do lenho juvenil, além de crescimento na distância radial, principalmente o MOR e o MOE. A resistência mecânica da madeira de *Eucalyptus botryooides*, representada pelo MOR, foi a propriedade que apresentou a maior distinção entre os valores médios obtidos próximo a medula e próximo a casca. Recomenda-se o uso de peças retiradas próximas a casca em caso de necessidade de maior resistência mecânica.

5. BIBLIOGRAFIA

EVANS, J. W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effectin ref alder analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. **Forest Products Journal**, Madison, v.50, n.7/8, p. 75/87. 2000.

GATTO, D.A.; HASELEIN, C.R.; BULIGON, E.A.; CALEGARI, L.; STANGERLIN, D.M.; OLIVEIRA, L.S. Estimativa da idade de segregação do lenho juvenil e adulto para *Platanus x acerifolia* (Ait.) Willd. **Cerne**, Lavras, v.13, n.4, p. 393-398. 2007.

MISSIO, A.L.; GATTO, D.A.; MODES, K.S.; SANTINI, E.J.; STANGERLIN, D.M.; CALEGARI, L. Ultrasonic method for estimation of modulus of elasticity of *Eucalyptus grandis* wood. **Agrária**, Recife, v.8, n.1, p. 102-107. 2013.

TEIXEIRA, B. M. dos R.; EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. de C.; DELLA LUCIA, R. M. Avaliação radial e longitudinal das propriedades mecânicas e da massa específica básica da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.39, n.92, p. 463-468.. 2011.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam agradecer o Programa “Ciência Sem Fronteiras” nas modalidades “Pesquisador Visitante Especial” (PVE) e “Doutorado Pleno Exterior” (DPE), bem como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PRESERVANTES DA MADEIRA

Roger Ravasi, Elio José Santini, Daniela Lilge

UFSM. UFSM, Universidade Federal Do Pampa

rogeravazi@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Essencialmente o que deve ser observado em um produto preservante de madeira é a característica de apresentar baixa toxicidade aos seres vivos, além do efeito protetor dessa substância contra os organismos xilófagos. Ainda é importante observar os custos do produto, que não devem ultrapassar os gastos com a madeira preservada (WILKINSON, 1979). As formulações preservativas são divididas conforme suas características físicas e químicas, podendo ser classificadas em 2 grupos; preservativos oleossolúveis e preservativos hidrossolúveis (HUNT e GARRAT, 1953).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada nesse trabalho foi a revisão bibliográfica através de pesquisa em artigos, apostilas da área, livros técnicos, sites especializados em preservação da madeira, notas de aula e boletins informativos.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

De forma generalizada os produtos preservativos ditos oleossolúveis são aqueles que são formados por um solvente que contém uma mistura de óleo (COSTA, 2003). Os preservativos oleossolúveis naturais têm como características a cor escura e um odor característico além de uma viscosidade alta em temperatura ambiente. A maioria é resistente à lixiviação e ótimos inseticidas e fungicidas. (SILVA, 2007) A seguir serão descritos os principais preservativos oleossolúveis.

O Creosoto é um preservativo com características oleosas, advindo da destilação do alcatrão da hulha, normalmente utilizados na preservação de postes e dormentes. (PAES, 2002).

As principais características do Óxido de bis (tributil-estanho) (TBTO) são: a baixa toxidez contra os mamíferos, não causa irritações respiratórias, tem apresentado resultados 7,5 vezes maiores que o conhecido preservativo CCA no combate das podridões (ROCHA, 2001). O TBTO aumenta sua eficiência contra a

podridão parda quando misturado com o Pentaclorofenol, Ortofenifenol, e os boratos (SILVA, 2007).

O preservativo Pentaclorofenol (PCP) é altamente tóxico para agentes biodegradadores da madeira, não se volatiliza, e também não corrói os metais, apresentando resistência à lixiviação (MENDES, 1988). No Brasil o Pentaclorofenol é usado na forma de sais como preservativo de peças de madeira com ação fungicida e inseticida (ANVISA, 2012).

O tribromofenol (TBP) nos países da Ásia vem apresentando excelentes resultados contra os fungos manchadores. Mas no Brasil tem sua eficiência reduzida devido a problemas climáticos não favoráveis ao preservativo, os quais aumentam a exaustão do preservativo na peça de madeira ou o degradam, facilitando o desenvolvimento de agentes xilófagos (ROCHA, 2001). Este preservativo vem sendo usado para tentar substituir o pentaclorofenato de sódio, por ser economicamente mais viável e sofrer menor restrição ambiental, embora apresente menor eficiência contra os agentes biológicos (SILVA, 2007).

Geralmente os preservativos hidrossolúveis são formados de um ou mais componentes tóxicos. Em teoria, quanto mais compostos químicos em um só produto, maior será sua eficiência e abrangerá maior quantidade de espécies de fungos e insetos (MENDES, 1988). Os preservantes químicos hidrossolúveis são compostos à base de água. Os sais presentes nos preservativos hidrossolúveis têm uma grande vantagem de ordem prática e econômica: a sua comercialização em pó ou pasta, de forma concentrada, sendo sua diluição feita apenas antes do uso (SILVA, 2007).

Segundo Rocha (2001), o Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) é um produto preservante que tem grande aceitação no mercado mundial, sendo que 80% de toda madeira tratada no mundo sofre tratamento com CCA (arseniato de cobre cromatado). De acordo com Santini (1988), o CCA é um preservativo utilizado em várias formulações, se diferenciando por suas

concentrações de cobre, cromo e arsênio. O cobre e o arsênio são muito tóxicos aos agentes biodegradadores, aumentando, assim, a durabilidade do produto, sendo, portanto, recomendado para diversas finalidades.

Moreschi (2005) afirma que a formulação do Borato de Cobre Cromatado (CCB) vem sendo utilizada como um produto alternativo ao CCA, que em sua formulação utiliza o boro ao invés do arsênio. Em relação às diferenças ao se utilizar esses produtos, o CCB apresenta maior perda por lixiviação e sua toxidez não é tão elevada para insetos, sobretudo para madeira que ficará exposta por extenso período. Se o preservativo CCB for utilizado nas condições climáticas e de solo normais do Brasil, sua duração pode ultrapassar 30 anos.(BARILLARI, 2002).

O Arseniato de Cobre Amoniacal (ACA) é conhecido também, de Chemonite.. Depois que ocorre a secagem da madeira, a amônia evapora, proporcionando assim a precipitação do Arseniato de cobre. A adição de amônia causa maior permeabilidade, e porque gera abertura na estrutura da parede celular, forma um complexo de cobre, diminuindo os efeitos da corrosão nos metais e retarda a formação de precipitados de Arseniato de Cobre (SILVA, 2007).

O Cromato de Cobre Ácido (ACC – Celsure) em sua formulação contém sulfato de cobre, dicromato de sódio e trióxido de cromo e não apresenta função inseticida. O cromo tem efeito na redução da corrosão causada pelo sulfato de cobre e precipita o cobre na forma de cromato de cobre insolúvel (ROCHA, 2001). O cromato de cobre ácido também é conhecido pelo nome Celcure, que é utilizado em tratamentos de preservação da madeira que usam pressão ou não, proporcionando ótima proteção (SANTINI, 1988).

O desenvolvimento do cloreto de zinco cromatado (CZC) se deu com o intuito de diminuir a lixiviação e o efeito de corrosão em metais do cloreto de zinco puro, sendo usado em larga escala, em decorrência da escassez de creosoto, depois da Primeira Guerra Mundial. (MORESCHI, 2005).

Já os Compostos de Boro são preservativos incolores, sem odor, possuem baixa toxidez para o homem e sua penetração é alta em peças de madeira verde. Porém, sua utilização é restrita, sendo que as peças tratadas não devem ser expostas à chuva e a outras formas de umidade (MORAIS, 2008).

4. CONCLUSÃO

No decorrer da pesquisa foi encontrado pouco material sobre o assunto de preservativos da madeira. A parte didática sobre os preservativos utilizados na preservação da madeira foi descrita por professores de cursos de graduação em engenharia florestal. Em contrapartida, são poucos os professores na área, o que limita a quantidade de informações sobre o assunto e o acesso às informações.

5. BIBLIOGRAFIA

BARILLARI, C. T. **Durabilidade da madeira do gênero *Pinus* tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento**. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

ANVISA - AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Nota técnica sobre reavaliação toxicológica do ingrediente ativo do Pentaclorofenol e seus sais**. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 5 mar 2012.

COSTA, A. F. **Como preservar a madeira no meio rural**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 31 p. il. (Comunicações Técnicas Florestais, v.5, n.2)

HUNT. G.M., GARRATT. G.A. **Wood preservation**. 1.ed. New York: Mc Graw Hill, 1953. 417p.

MENDES, A. S.; **A degradação da madeira e sua preservação**. Brasília: IBDF/LPF, 1988. 57 p.

MORAIS, A. Produtos para tratar madeira previnem perdas. **Revista Madeira**, nº117, nov., 2008.

MORESCHI, J.C. **Produtos preservantes de madeira**. Curitiba, 2005. Universidade Federal do Paraná. Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal, BR-PR, 2005, 31p.

PAES, J.B. Corrosividade causada por soluções produzidas com creosoto vegetal. **Revista Arvore-Viçosa**, vol. 26, nº 5, 2002. p. 621-627.

ROCHA, M. P. **Biodegradação e Preservação da Madeira**. Fupef – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Série Didática 01/01. Curitiba, 2001. 94p.

SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1988. 17 125p

SILVA, J.;Preservantes. Viçosa MG. **Revista Madeira** Ed Nº103 Março d2007

WILKINSON, J. G; **Industrial timber preservation**. London: Associates Business Press, 1979. 531p



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAR EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO ADICIONAL UTILIZANDO MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA (MEV)

Saly Takeshita, Ivaldo Pontes Jankowsky
 Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – USP
 saly@usp.br

1. INTRODUÇÃO

Processos de secagem ao ar livre, convencionais ou tratamentos térmicos à alta temperatura são ferramentas utilizadas para reduzir a higroscopicidade da madeira e consequentemente diminuir a incidência de defeitos.

Esta ação do calor inicia automaticamente um processo gradativo de destruição de componentes da parede celular e extrativos, que se degradam de diferentes maneiras, sucessivas, originando uma variada gama de compostos químicos (BEALL; EICKNER, 1970). Para Byrne e Nagle (1997), a degradação térmica mais intensa das polioses inicia-se à temperatura em torno de 200°C. Tal degradação causa mudanças na higroscopicidade, resistência da madeira aos fungos, na coloração e alteração das propriedades mecânicas.

Por outro lado Takeshita (2012) verificou que a utilização de temperaturas mais brandas, em torno de 90°C promoveu uma redução na higroscopicidade da madeira, porém há necessidade de aprofundar os estudos para averiguar os efeitos desta faixa temperatura na estrutura da madeira.

O objetivo deste estudo foi utilizar a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) para identificar possíveis alterações na estrutura anatômica da madeira tratada termicamente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A Microscopia Eletrônica de Varredura foi realizada no Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Aplicada à Pesquisa Agropecuária (NAP/MEPA) da ESALQ/USP. Foram captadas imagens da face transversal das amostras para avaliar as modificações ocorridas nas estruturas da madeira após tratamentos térmicos.

Neste experimento foi utilizada a espécie comercialmente conhecida como Tachi preto (*Tachigali myrmecophyla* (Ducke) Ducke).

O tratamento térmico adicional, após a secagem convencional, utilizou temperatura de 90°C por 96 horas com umidade de equilíbrio de aproximadamente 12%.

As amostras para captação de imagem apresentavam dimensões de aproximadamente 5 x 5 x 5 mm. Neste experimento adotou-se o polimento da superfície utilizando o micrótomo de deslize para melhor uniformidade. Foram comparadas amostras (i) in natura, secas ao ar; (ii) submetidas à secagem convencional a 60°C; e (iii) submetidas a tratamento térmico adicional a 90°C.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1, 2 e 3 apresentam as imagens obtidas utilizando MEV. A partir das imagens obtidas foi possível visualizar a diferença entre os tratamentos aplicados.

Nas amostras in natura, somente secas ao ar, a estrutura anatômica da madeira manteve-se praticamente inalterada. Nas amostras submetidas à secagem convencional observou-se que em alguns pontos aleatórios da madeira ocorreu uma pequena separação em um dos lados da fibra. Já as amostras tratadas termicamente, esta separação entre as fibras é mais acentuada e frequente, em alguns pontos a fibra está totalmente separada. Pelas imagens obtidas observa-se que estas fissuras ocorrem na linha de união entre as paredes das fibras, na lamela média.

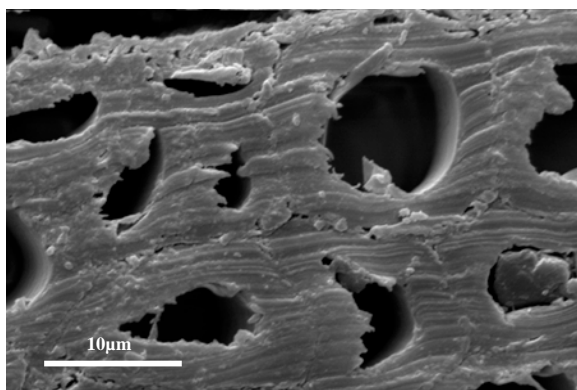


Fig. 1: Amostra in natura – seca ao ar.

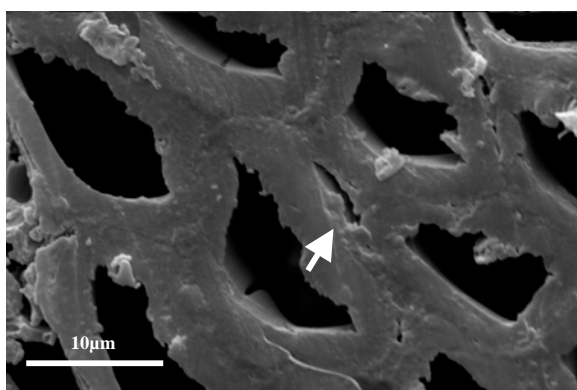


Fig. 2: Amostra submetida à secagem convencional.

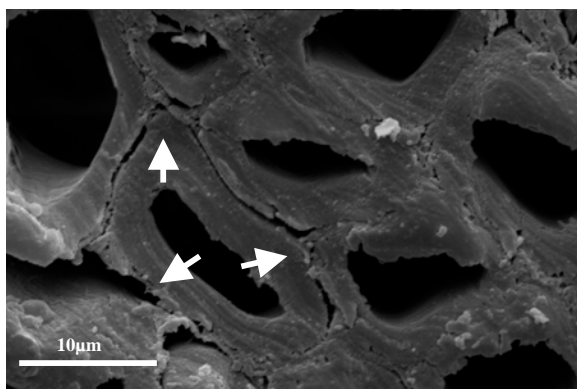


Fig. 3: Amostra submetida à temperatura de 90°C.

4. CONCLUSÕES

O tratamento térmico adicional após secagem convencional a 90°C promoveu alterações visíveis, apresentando separação entre fibras na linha de união entre elas.

5. BIBLIOGRAFIA

BEALL, F.C.; EICKNER, H.W. **Thermal degradation of Wood components – A review**

of the literature. Madison: Forest Products Laboratory, 1970. 130 p.

BYRNE,C.E.; NAGLE,D.C. Carbonization of wood for advanced materials applications. **Carbon**, Elmsford, v.35, n.2, p. 259-266, 1997.

TAKESHITA, S. **Redução na higroscopicidade e na movimentação dimensional da madeira de folhosas submetidas a tratamentos térmicos**. 2011. 107p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pela concessão da bolsa e ao Núcleo de Apoio à Pesquisa em Microscopia Aplicada à Pesquisa Agropecuária (NAP/MEPA) pela utilização do equipamento para captação de imagens.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO DE TORAS APREENDIDAS E ARMAZENADAS NA REGIÃO OESTE DO PARÁ.

Silvia Camila Pereira Ferreira, Luciana Karla Valéria dos Santos Sousa
 Universidade Federal do Oeste do Pará
 silvinhacamila@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A durabilidade natural da madeira é interpretada como a capacidade que a mesma apresenta ao resistir à ação dos agentes deterioradores, tanto os biológicos como os físicos e químicos. Quanto à resistência a madeira pode apresentar alta, média ou baixa resistência ao ser submetida a esses agentes. Sabe-se que o cerne é a parte de maior resistência e maior durabilidade da madeira. Mas, tal durabilidade varia de espécie para espécie entre árvores com diferentes idades (GOMES et al, 2002). O tipo de ambiente influencia na ocorrência dos organismos xilófagos, bem como na atuação dos fatores abióticos e no processo de decomposição da madeira (TREVISAN et al, 2008). Segundo SUSIN et al, 2008 é possível estudar os processos que envolvem a degradação da madeira avaliando a durabilidade da mesma. O objetivo deste trabalho foi avaliar o nível de degradação de toras armazenadas sob cobertura com e sem contato com o solo em diferentes espaços de tempo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi realizado com 49 toras oriundas de apreensões realizadas por órgão fiscalizador federal no oeste do Pará e armazenadas em pátio coberto, em contato ou não com o solo, do referido órgão em diferentes períodos que variaram de 2 (dois) a 3 (três) anos. Sendo analisadas após dois anos de armazenamento a espécie *Cordia goeldiana* (freijó) e após três anos as espécies *Pouteria* sp. (abiurana), *Hymenolobium* sp. (angelim), *Handroanthus* sp. (ipê), *Manilkara* sp. (maçaranduba), *Bowdichia* sp. (sucupira), *Diploptropis* sp. (sucupira preta) e *Vouacapoua americana* (acapu).

As toras foram avaliadas *in loco* de forma individual, onde foram atribuídas notas de acordo com a intensidade da degradação, conforme tabela 1.

Tabela 1: Notas atribuídas às toras analisadas de acordo com a intensidade da degradação.

Notas	Degradação
0	Ausente
1	Nível inicial
2	Nível avançado

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados a seguir representam o nível de degradação das toras armazenadas sob cobertura em contato ou não com o solo.

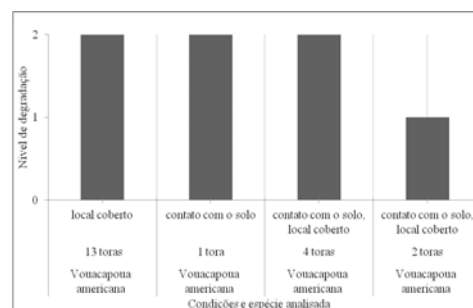


Figura 1: Intensidade de degradação da *Vouacapoua americana* após 3 (três) anos armazenada.

Segundo Gonzaga (2006) a madeira da *Vouacapoua americana* é resistente. Porém, na fig. 1 observou-se que a maioria das toras analisadas apresentaram nível de degradação avançado sob cobertura e em contato ou não com o solo.

A *Pouteria* sp. após três anos de armazenamento e em contato com o solo apresentou 3 (três) toras com nível de degradação inicial, enquanto que uma tora não apresentou degradação, sendo que a mesma não estava em contato com o solo.

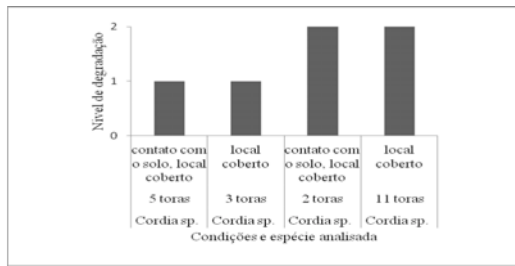


Figura 2: Intensidade de degradação da *Cordia goeldiana* após 2 (dois) anos de armazenamento.

O gênero *Cordia* segundo Lincoln (1986) é relativamente durável. Mas, de acordo com a fig. 2 após 2 anos armazenada em local coberto com e sem contato com o solo 13 (treze) toras de *Cordia* sp. apresentaram nível de degradação avançado. Enquanto que, as demais apresentaram nível inicial.

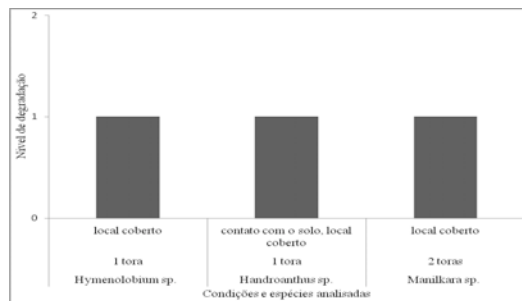


Figura 3: Intensidade de degradação de *Hymenolobium* sp., *Handroanthus* sp. e *Manilkara* sp. após 3 (três) anos de armazenamento.

Ferreira et al, (2004) observou que a madeira de *Hymenolobium* sp. é altamente resistente a degradação. Segundo Lincoln (1986) as espécies do gênero *Handroanthus* apresentam alta resistência e durabilidade. Gomes et al, (2002) estudando espécie pertencente ao gênero *Manilkara* observou resistência a degradação após anos em ambiente sombreado e com contato com o solo. Observou-se na fig. 3 que após 3 (três) anos de armazenamento em local coberto e sem contato com o solo as toras das espécies dos gêneros *Hymenolobium* e *Manilkara* apresentaram nível inicial de degradação. E, a espécie do gênero *Handroanthus* armazenado em local coberto e em contato com o solo apresentou nível de degradação inicial.

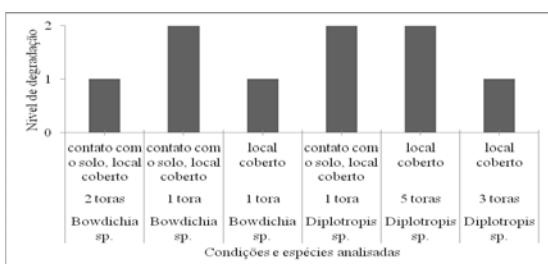


Figura 4: Intensidade de degradação das espécies *Bowdichia* sp. e *Diplotropis* sp. após 3 (três) anos de armazenamento.

O gênero *Bowdichia* apresentou nível avançado e inicial de degradação. No entanto, Lincoln (1986) relatou que espécies pertencentes a este gênero são muito duráveis e não sujeitas ao ataque de insetos ou decomposição. As toras de *Diplotropis* sp. apresentaram também nível avançado e inicial de degradação. Gomes et al, (2002) estudando *Diplotropis* sp. observou que após 3 (anos) em ambiente sombreado e em contato com o solo a espécie já apresenta deterioração.

4. CONCLUSÕES

Conclui-se que a maioria das toras analisadas apresentou nível de degradação avançado considerando os períodos de dois e três anos de armazenamento, e que o contato com o solo pode influenciar na aceleração deste processo ao longo dos anos.

5. BIBLIOGRAFIA

FERREIRA, G.C.; GOMES, J.I.; HOPKINGS, M.J.G. **Estudo anatômico das espécies de leguminosae comercializadas no estado do Pará como "angelim"**. Acta Amazonica. vol.34, nº3, Manaus, Julho/Setembro 2004.

GOMES, J.I.; FERREIRA, G.C. **Durabilidade de quatro madeiras amazônicas em contato com o solo**. Boletim, Belém Pará, v.1. n.1 p.3, 2002.

GONZAGA, A.L. **Madeira: Uso e conservação**. Instituto do patrimônio histórico e artístico natural, Brasília. p.247, 2006.

LINCOLN, W.A. **Word woods in colours**. 2.ed. Stobart Davies Ltd. 1986.

SUSIN, F.; STANGERLIN, D.M.; MELO, R.R.G.; GATTO, D.A.; MÜLLER, M.T. **Avaliação da resistência mecânica de três espécies florestais submetidas ao contato com o solo de campo aberto e floresta**. Disponível em: http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CA/CA_00344.pdf. Acessado em: 19.jun.2013

TREVISAN, H.; MARQUES, F.M.T.; CARVALHO, A.G. **Degradação natural de toras de cinco espécies florestais em dois ambientes**. Revista Floresta, Curitiba, v. 38, n.1, jan/mar. 2008.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO DE SERRAGEM DE *EUCALYPTUS* SP E *PINUS* SP PARA A PRODUÇÃO DE BRIQUETES

Verônica Scalet, Renan Tarenta Meirelles Brasil, Luis Ricardo Oliveira Santos, Fábio Minoro Yamaji

Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

ve.scalet@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil, as principais fontes de biomassa são a cana de açúcar, gramíneas, palmáceas e espécies florestais, além de resíduos agrícolas e de indústrias madeireiras e de Papel e Celulose (COUTO, 2010). Entre os resíduos de indústrias madeireiras um dos mais comuns são os de *Eucalyptus* sp e *Pinus* sp.

Por isso, a caracterização desses materiais é importante para que, conhecendo suas propriedades, seja possível aplicá-las com mais intensidade na produção de energia limpa. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar as propriedades desses resíduos e comparar a serragem de *Eucalyptus* sp com a serragem de *Pinus* sp para a produção de biocombustível sólido.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material foi coletado de serrarias na região de Itapetininga-SP. A caracterização do material foi realizada por intermédio da determinação do teor de umidade, densidade a granel, granulometria e análise imediata. O teor de umidade foi obtido conforme NBR 7190/97, pela diferença da massa inicial e massa seca de cada amostra submetida à secagem na temperatura aproximada de 103 °C.

Para a densidade foi utilizada uma proveta de 1000 ml, tarando-se seu peso em balança, acrescentando os materiais na proveta até o seu volume total e então o peso foi medido. Tal procedimento foi realizado seis vezes, obtendo-se a média dos valores.

Para os teores de cinzas, voláteis e carbono fixo foi utilizada a norma NBR 8112. Para o teor de cinzas foi utilizado mufla a $\pm 600^{\circ}\text{C}$ e para o teor de voláteis mufla a $\pm 900^{\circ}\text{C}$, sendo o

procedimento realizado em duplicatas. O teor de carbono fixo foi obtido pela subtração da soma entre teor de cinzas e teor de voláteis do total (eq. (1)).

$$C_{\text{carbono F}_{\text{ixo}}} = 100 - (\% C_{\text{inzas}} + \% V_{\text{oláteis}}) \quad (1)$$

A granulometria foi realizada com uma amostra de 100g e a pesagem de cada amostra retida nas peneiras de 5, 10, 20, 40, 60 mesh e fundo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade inicial da amostra e a densidade estão apresentados na tabela 1. A diferença de umidade entre as amostras foi de 8%, sendo a serragem de *Pinus* sp a que apresentou valor mais elevado, o que a torna menos viável para a produção de energia, uma vez que a secagem do material, embora resolva o problema do excesso de umidade, pode inviabilizar economicamente seu uso.

Para a densidade, foi realizada a ANOVA com F a 5%, como resultado, obteve-se que há diferença entre os valores de densidade obtidos nas duas amostras, sendo a densidade do *Pinus* sp a mais elevada.

Tabela 1: Teores de umidade e densidade verificadas para as amostras:

Amostra	Teor de umidade (%)	Densidade (g/cm ³)
Serragem <i>Eucalyptus</i> sp	49,8	0,203
Serragem <i>Pinus</i> sp	54,3	0,225

A granulometria verificada nas amostras está apresentada na figura 1. A maior diferença entre as amostras foi observada na peneira de 20 mesh (quase 9% a mais para o *Eucalyptus* sp), sendo a amostra de *Pinus* sp a que apresentou menor

granulometria com 17,3 % retidos na peneira de 60 mesh somados ao fundo contra 9,6% para a amostra de *Eucalyptus* sp.

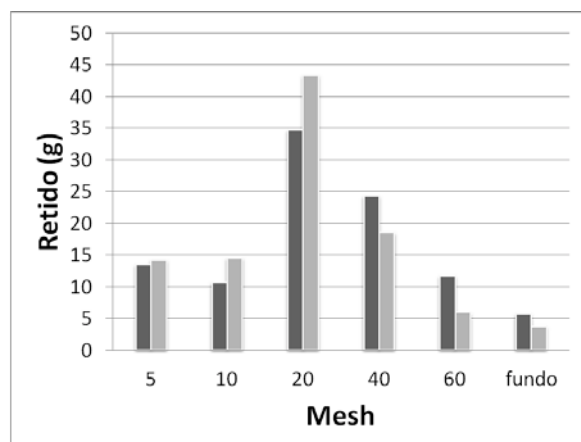


Fig. 1: Granulometria das amostras de *Pinus* sp (barra clara) e *Eucalyptus* sp (barra escura).

Os teores de cinza, voláteis e carbono fixo estão apresentados na tabela 2. A amostra de *Pinus* sp foi a que apresentou maior teor de cinzas (5,5%), porém por apresentar menor teor de voláteis, apresentou maior porcentagem de carbono fixo (82,6 %) tornando o material interessante para uso como fonte de energia.

Tabela 2: Teores de cinza, voláteis e carbono fixo para cada uma das amostras.

Amostra	% Cinzas	% Voláteis	% Carbono Fixo
Serragem <i>Eucalyptus</i> sp	2,0	17,0	81,0
Serragem <i>Pinus</i> sp	5,5	11,9	82,6

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Ambas as amostras se mostraram satisfatórias para o uso como biomassa para a produção de energia, tendo como maior empecilho o elevado teor de umidade, que pode ser corrigido com a secagem do material, porém é necessário se atentar para os custos de tal processo, que pode inviabilizar o uso do material. As próximas etapas do trabalho são a verificação do poder calorífico e a comparação com outros materiais como cavacos.

5. BIBLIOGRAFIA

COUTO, L. **Produção de biomassa florestal em escala comercial a partir de plantações adensadas de eucalipto em curta rotação.** 1º Encontro de Energias Inteligentes. RENABIO Londrina-PR, 2010.

LOBÃO, M.S. et al. **Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades.** Viçosa-MG, Sociedade de investigações florestais. v.28, n.6, p.889-894, 2004.

TORRESI, S. I. C., PARDINI, V. L., FERREIRA, V. F. **Biomassa renovável e o futuro da indústria química.** Revista Química Nova, vol. 31, nº 8. 2008.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DESEMPENHO DE LIGAÇÕES ADESIVAS PRODUZIDAS COM MADEIRAS NATIVAS E ADESIVO PVA

Mônica Letícia Mackedanz Ribeiro, Aline Scheer Knuth, Érika da Silva Ferreira, Leonardo da Silva Oliveira

Universidade Federal de Pelotas – UFPel, Centro de Engenharias, Engenharia Industrial Madeireira, monica_mackedanz@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira, por ser um material de origem renovável e apresentar diferentes características que possibilitam seu emprego para os mais variados fins, é objeto constante de estudos que relacionam suas propriedades (químicas, físicas e mecânicas) ao processo de adesão.

A colagem da madeira ou a reconstituição da madeira maciça em produtos colados apresenta-se como uma alternativa para melhorar o aproveitamento da matéria-prima, pois reduz a exigência em qualidade da madeira (nós, bolsa de resina e outros); entretanto, a qualidade do adesivo utilizado para esses processos deve ser observada como um critério de excelência na qualidade do produto (LIMA et al., 2008).

Algumas características da madeira afetam a colagem, tais como: a densidade, que afeta a penetração do adesivo; a presença de extrativos, que podem causar decréscimo do umedecimento, levando a uma colagem de qualidade inferior, além de interferir na reação de polimerização do adesivo; pontuações areoladas entre fibras, que limitam a penetração do adesivo na madeira e o teor de umidade da madeira, que deve estar entre 6 a 20%. Teores de umidade mais baixos implicam em linhas de cola menos resistentes, além de envolverem riscos em formação de bolhas e delaminação (SKEIST, 1977; GILLESPIE et al. 1978; IBDF, 1982; MARCATI e DELLA LUCIA, 1996).

Na indústria madeireira, muitas pesquisas envolvendo adesivos foram dedicadas à otimização da adesão, em madeiras de uso já consagrado e em novas espécies de madeira com potencial para serem utilizadas na indústria moveleira e da construção civil, o que levou ao desenvolvimento, nas últimas décadas, de adesivos com características próprias para a colagem desses materiais (VITAL et al., 2006).

De acordo com Faherty e Williamson (1997) apud Santos e Del Menezzi (2010), a utilização de ensaios que avaliam o cisalhamento na linha

de colagem torna-se mais eficiente para se testar a resistência das ligações realizadas por adesivos.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes densidades em madeiras nativas na resistência ao esforço de cisalhamento por compressão em juntas coladas com formulações comerciais de adesivos PVA (acetato de polivinila).

2. MATERIAL E MÉTODOS

No desenvolvimento deste estudo foram utilizadas madeiras nativas doadas por uma marcenaria de pequeno porte localizada no município de Pelotas – RS. As espécies selecionadas são amplamente comercializadas no estado do Rio Grande do Sul, sendo: Pinheiro brasileiro – P (*Araucaria angustifolia*) – 0,55g/cm³, Cedrinho – C (*Erismia uncinatum*) – 0,68 g/cm³ e Grápia – G (*Apuleia leiocarpa*) – 0,87g/cm³.

A determinação da densidade aparente (12% de umidade de equilíbrio) das espécies avaliadas foi realizada de acordo VITAL (1984).

Para as diferentes classes de densidade empregadas foram utilizadas três formulações de adesivo PVA da marca *Franklin International* (*Titebond* original – I, tipo II e III), totalizando 09 tratamentos com 20 repetições cada (tabela 1).

O processo de colagem foi realizado de acordo com os parâmetros fornecidos pelos boletins técnicos dos adesivos empregados, sendo utilizada gramatura do adesivo de 200g/m² (em linha simples).

A confecção dos blocos para colagem, corte dos corpos de prova e o ensaio de resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola foram realizados de acordo com as especificações da norma ASTM D 905 (2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tab. 2 apresenta os valores médios de resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola.

Tabela 2: Valores médios de resistência ao cisalhamento por compressão na linha de cola e percentagem de falha na madeira (%)

Tratamento	n	Resistência (KPa)	Falha (%)
1 – PI	20	7.093,2 ^a	54,0 ^{bc*}
2 – PII	20	8.947,7 ^{abc}	90,0 ^d
3 – PIII	20	8.526,9 ^{ab}	51,5 ^b
4 – CI	20	11.149,7 ^{cd}	91,0 ^d
5 – CII	20	11.222,3 ^d	78,5 ^{cd}
6 – CIII	20	11.446,9 ^d	50,5 ^b
7 – GI	20	12.380,7 ^d	23,5 ^a
8 – GII	20	15.359,1 ^e	37,0 ^{ab}
9 – GIII	20	10.451,5 ^{bcd}	33,5 ^{ab}

n = número de corpos de prova. *Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Por meio da análise da Tab. 2 pode-se observar um aumento de resistência da ligação adesiva em função do aumento de densidade das espécies avaliadas, tornando, desta forma, o processo de colagem mais efetivo. A mesma tendência foi constatada por Plaster et. al. (2008), avaliando a colagem em madeiras de clones de eucalyptus com diferentes densidades. Entretanto, quando é avaliada a porcentagem de falha na madeira nota-se uma redução significativa desta variável em função do tipo de adesivo e densidade aparente avaliada, onde a espécie com densidade superior apresentou dificuldade na mobilidade do adesivo sendo constatada por meio dos resultados de % de falha observados na tab. 2.

A tab. 3 apresenta a análise de variância multifatorial dos dados, onde foi avaliado individualmente o efeito do adesivo e espécie, além da interação dos mesmos, sendo constatada uma diferença estatisticamente significativa.

Tabela 3: Análise de variância dos efeitos principais e sua interação

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	G.L.	Quadrado Médio	F	Valor P
Efeitos					
Principais					
A:Adesivo	1,11455E8	2	5,57273E7	10,73	0,0000
B:Espécie	6,45111E8	2	3,22555E8	62,10	0,0000
Interação					
AB	1,71834E8	4	4,29586E7	8,27	0,0000
Resíduos	8,88205E8	171	5,19418E6		
Total	1,8166E9	179			

De modo geral, pode-se constatar que ocorreu a influência do tipo de adesivo, classe de densidade e da interação dos efeitos avaliados no desempenho das ligações adesivas produzidas neste estudo.

4. CONCLUSÕES

Por meio do desenvolvimento do presente estudo pode-se concluir que o emprego de diferentes densidades de madeiras nativas influenciou diretamente no desempenho das juntas coladas com três formulações comerciais de adesivos PVA (acetato de polivinila).

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS: Standart test for strenght properties of adhesive bonds in shear by compression loading. **ASTM D-905**. Annual book of ASTM Standarts, 1994.

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; TRUGILHO, P. F.; MORI, C. L. S. de O. Colagem da madeira de clones de *Eucalyptus* com três adesivos comerciais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 77, p. 73-77, mar. 2008.

MARCATI, C. R.; DELLA LUCIA, R. M. Comportamento do angico-vermelho (*Piptadenia peregrina* Benth.) à adesão com PVA (acetato de polivinila) e resorcinol formaldeído. **Cerne**, Lavras, v.2 n.1, 1996.

SANTOS, C. M. T.; DEL MENEZZI, C. H. S. Efeito da gramatura sobre a resistência ao cisalhamento da linha de cola de duas madeiras tropicais: seru (*Allantoma lineata*) e marupá (*Simarouba amara*). **Floresta**, Curitiba, PR, v. 40, n. 2, p. 345-354, abr./jun. 2010.

VITAL, B. R.; MACIEL, A. da S.; DELLA LUCIA, R. M. Qualidade de juntas coladas com lâminas de madeira oriundas de três regiões do tronco de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliotii*. **Revista Árvore**, SIF, v.30, n.4, p. 637-644, 2006.

VITAL, B. R. Métodos de determinação de densidade da madeira. **Boletim técnico**, Viçosa-MG, SIF, 1984. 21p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DESEMPENHO DE UMA SERRARIA DE EUCALIPTO EM RIO NOVO DO SUL, ESPÍRITO SANTO

Djeison Cesar Batista¹, Allan Ewerton Rezende Euflosino¹

¹Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo
djeison.batista@ufes.br

1. INTRODUÇÃO

Conforme informações do Centro de Desenvolvimento do Agronegócio (CEDAGRO, 2011), existem 319 empresas que atuam no processamento mecânico de madeira de eucalipto no Espírito Santo, entre marcenarias e serrarias. Destas, 60 estão localizadas nas Microrregiões Caparaó e Polo Cachoeiro.

A realidade da maioria das pequenas serrarias da Região Sul do Espírito Santo não é diferente da apresentada por Vital (2008), caracterizadas como empresas isoladas, de pequeno capital, que realizam operações inadequadas e com equipamentos obsoletos e em mau estado de conservação. Conforme CEDAGRO (2011), as serrarias capixabas também enfrentam dificuldades com disponibilidade e qualidade da mão de obra, oferta de toras, elevados encargos sociais e impostos. A soma desses fatores negativos resulta em empreendimentos de baixo desempenho operacional e antieconômicos.

A primeira etapa para que pequenas serrarias tornem-se mais produtivas é a realização de uma análise de desempenho. As principais ferramentas utilizadas com sucesso neste tipo de análise são o rendimento, a eficiência operacional e amostragem de trabalho (BATISTA; CARVALHO, 2007; BATISTA, SILVA, CORTELETTI, 2013).

Em seguida, são propostas melhorias no processo que possam aumentar o rendimento, a eficiência operacional e o trabalho produtivo das empresas, dando-se início a um processo de melhoria contínua da gestão da produção.

O objetivo deste estudo foi avaliar o desempenho de uma serraria localizada no município de Rio Novo do Sul, Região Sul do Estado do Espírito Santo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na serraria da empresa Eucalyptus Produtos de Madeira LTDA., localizada na cidade de Rio Novo do Sul, Região Sul do estado do Espírito Santo. A linha de produção avaliada estava equipada com serra de fita vertical simples, serra circular refiladeira simples, serra de fita vertical de reaproveitamento, serra circular destopadeira simples e mesa de destopo com três discos. A empresa estava produzindo sarrafos (38 x 60 x 2.200 mm e 38 x 90 x 2.200 mm), pranchinhas (38 x 145 x 2.200 mm) e ripas (10 x 75 x 2.200 mm).

Para a avaliação do rendimento em madeira serrada foram utilizadas 20 toras de *Eucalyptus* sp. representativas do estoque do pátio, com amplitude de diâmetro entre 17 e 25 cm (sem divisão em classes) e 2.250 mm de comprimento médio. A metodologia para a determinação do volume sem casca e cálculo do rendimento foi realizada conforme Silva (2010).

O método da amostragem de trabalho foi utilizado para a avaliação do trabalho produtivo e, concomitantemente, foi determinada a eficiência operacional. A metodologia utilizada foi a mesma de Batista, Silva e Corteletti (2013). Para tanto, a linha de produção foi avaliada durante um dia (expediente de nove horas).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em um dia de trabalho (nove horas) a serraria desdobrou 238 toras, cada uma com volume médio igual a 0,0719 m³, resultando em 17,1122 m³ de toras por dia, o que classifica a empresa como de pequeno porte, conforme critério estabelecido por Rocha (2002).

O volume médio de madeira serrada por tora foi igual a $0,0378 \text{ m}^3$, resultando em rendimento médio igual a 52,6%, o que é menor que a média de 55% das serrarias capixabas (CEDAGRO, 2011), porém está dentro do intervalo de 45 – 55% proposto por Vital (2008) para serrarias de folhosas.

O rendimento médio foi menor que o apresentado por Silva (2010), que obteve 53,6% em uma serraria de pequeno porte localizada na mesma região, processadora de eucalipto, mesmo maquinário e produto semelhante. Entretanto, o rendimento foi maior que o de Batista e Carvalho (2007), principalmente por causa do maquinário, em que estes autores avaliaram uma linha de produção que tinha como máquina primária uma serra circular dupla de dois eixos (ou quádrupla). Esta máquina produz mais serragem que a serra de fita, por causa da diferença significativa de espessura das ferramentas de corte (disco denteado x lâmina denteada).

A eficiência operacional média da serraria foi igual a $2,14 \text{ m}^3/\text{operário}/\text{dia}$, e encontra-se abaixo da eficiência de outras empresas da Região Sul do Espírito Santo, como observado por Silva (2010) e Batista, Silva e Corteletti (2013), que obtiveram médias de 2,77 e $5,06 \text{ m}^3/\text{operário}/\text{dia}$, respectivamente. Destaca-se que as três serrarias processam o mesmo tipo de matéria-prima e possuem maquinário semelhante em termos de tipo de máquinas e níveis tecnológico e de mecanização.

De acordo com os dados obtidos pelo método da amostragem do trabalho, 60,9% das atividades da serraria foram classificadas como trabalho produtivo, ao passo que 39,1% foram classificadas como tempo perdido. O trabalho produtivo está abaixo do valor mínimo de 75% sugerido por Martins e Laugeni (2003). Da mesma forma, o resultado foi inferior aqueles de Silva (2010) e Batista, Silva e Corteletti (2013), com médias iguais a 69,6% e 77,1%, respectivamente.

As principais atividades de contribuíram para o tempo perdido foram o recuo “morto” do carro portadoras, a movimentação e a falta de toras na rampa de abastecimento. Esses resultados reforçam a importância do conceito de técnicas modernas de serrarias, em que a serra de fita vertical simples não é uma máquina adequada para o desdobro primário de toras de reflorestamento, caracterizadas pelos pequenos

diâmetros. Nesse caso, a eficiência operacional seria maior com a utilização de uma serra circular primária que efetue cortes duplos. A produção também deve ser gerida de forma mais eficaz, para que a máquina primária seja continuamente abastecida com matéria-prima.

4. CONCLUSÕES

O desempenho da serraria foi considerado ruim, de acordo com os resultados de trabalho produtivo e eficiência operacional, que estão abaixo daqueles de empresas da mesma região e que possuem as mesmas características de maquinário (tipo e nível tecnológico de mecanização) e matéria-prima.

5. REFERÊNCIAS

- BATISTA, D. C.; CARVALHO, A.M. Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através de estudo de tempo, rendimento e eficiência. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 75, p. 31-38, set. 2007.
- BATISTA, D.C.; SILVA, J.G.M.; CORTELETTI, R.B. Desempenho de uma serraria com base na eficiência e na amostragem do trabalho. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 20, n. 2, p.271-280, abr./jun. 2013.
- CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DO AGRONEGÓCIO. **Dimensionamento do mercado capixaba de produtos florestais madeiráveis**. Vitória: CEDAGRO, 2011. Relatório final.
- MARTINS, P.G.; LAUGENI, F.P. **Administração da produção**. 1ª ed., 7ª tiragem. São Paulo: Saraiva, 2003.
- ROCHA, M. P. **Técnicas e planejamento de serrarias**. Edição revisada e ampliada. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2002.
- SILVA, J.G.M. **Desempenho e amostragem do trabalho de uma serraria no município de Alegre, Espírito Santo**. 2010. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.
- VITAL, B. R. **Planejamento e operações de serrarias**. Viçosa: UFV, 2008.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DO COMPRIMENTO DAS FIBRAS DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden

Tamires Fioresi, Magda Rosa, Andreia Vanize Trautenmüller, Elder Eloy, Rômulo Trevisan.
Universidade Federal de Santa Maria - Campus Frederico Westphalen
 tamires_fioresi@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira de folhosas, como o eucalipto, apresenta características próprias, sendo que suas propriedades físicas e mecânicas são favoráveis à ampla variedade de usos.

Na estrutura anatômica da madeira encontram-se variações nos sentidos axial (base-topo) e radial (medula-casca) dentre e entre espécies durante a formação de seu lenho, variações estas, dependentes das características de crescimento, da carga genética e da classe sociológica da árvore.

Segundo Tomazelo Filho (1985), Andrade (1987) e Esteban et al. (2003), com o passar do tempo, as células cambiais passam a produzir elementos com maiores dimensões até atingir a sua estabilização ao longo do raio. Assim, as fibras localizadas nas camadas de crescimento, mais próximas da medula apresentam menores dimensões do que aquelas localizadas mais próximas da casca.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a variação do comprimento das fibras em árvores dominantes de *Eucalyptus grandis*, com 18 anos de idade, no sentido medula-casca.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira utilizada no estudo foi proveniente de um povoamento de *Eucalyptus grandis*, com 18 anos de idade, pertencente à Empresa Flosul Indústria e Comércio de Madeiras Ltda, localizada no município de Capivari do Sul - RS. O povoamento foi implantado em maio de 1990 com espaçamento de 3,0 x 1,7 m.

Foram selecionadas quatro árvores com diâmetro dominante de $34,2 \pm 3,4$ cm utilizando o conceito de Assmann. Após foi amostrado um disco, a 1,30 m do solo (diâmetro à altura do peito) de onde se retirou uma bagueta central de 2 cm de largura,

contendo a medula. A metodologia usada para coleta das amostras, processamento, maceração e confecção de lâminas foi realizada conforme as normas da IAWA (IAWA-Committee, 1989).

Para a determinação da variação radial do comprimento das fibras, os dados amostrados de cada centímetro, no sentido medula-casca, foram submetidos à análise de regressão. Esses foram processados pelo pacote “*Statistical Analysis System*” (SAS, 1993) pelo procedimento *Stepwise* de modelagem de regressão. Os modelos foram definidos pela eq. (1):

$$C_t = f\left(P; \frac{1}{P}; P^2; \frac{1}{P^2}; \sqrt{P}\right) \quad (1)$$

Onde: C_t = comprimento de fibra da árvore dominante, μm ; P = posição linear no sentido medula-casca, cm.

O melhor modelo foi selecionado com base no coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa (S_{xy}), valor de F calculado e análise da distribuição dos resíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação de regressão para estimar a variação radial do comprimento das fibras nas árvores dominantes, com coeficiente de variação igual a 9,5%, erro padrão da estimativa de 116 μm e coeficiente de determinação igual a 0,70, foi expressa conforme eq. (2).

$$C_t = 660,59 + 214,65\sqrt{P} \quad (2)$$

Onde: C_f = comprimento de fibra, μm ; P = posição linear no sentido medula-casca, cm.

Nessa análise, a adição de mais variáveis independentes no modelo, não foi possível para um nível de 5% de probabilidade de erro.

Dessa forma, para analisar as diferenças de comprimento das fibras no sentido medula-casca,

os dados foram plotados em função da posição linear, ajustando-se a equação selecionada pelo procedimento *Stepwise*. Os valores observados e estimados de comprimento das fibras da madeira de *Eucalyptus grandis*, podem ser observados na Fig.1.

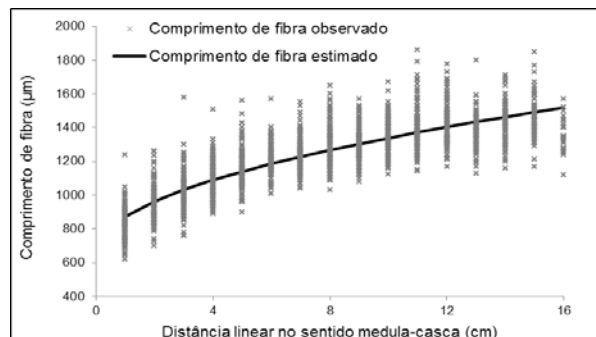


Fig. 1: Variação do comprimento das fibras das árvores dominantes de *Eucalyptus grandis* em função da posição relativa no sentido medula-casca.

Analisando os valores estimados para o comprimento das fibras na Fig. 1, observa-se uma variação de 830 μm a 1510 μm . Esses valores se enquadram nos resultados citados por Coradin e Muñiz (1992), em que a classificação do comprimento de fibras curtas para folhosas, situa-se entre 900 μm a 1600 μm . Outros autores estudando o *Eucalyptus grandis*, como Shimoyama (1990) e Ballarin et al. (2008), obtiveram valores médios de 1000 μm e 1029 a 1145 μm para o comprimento de fibras, respectivamente.

O padrão de variação no sentido radial, com valores crescentes em direção à casca, está em conformidade com os encontrados por Barrichelo e Brito (1976), Tomazello Filho (1985), Andrade (1987), Shimoyama (1990), Esteban et al. (2003 apud SILVA et al., 2005) e Trevisan (2010), para o gênero *Eucalyptus*.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados da avaliação da variação no comprimento das fibras em árvore dominante de *Eucalyptus grandis* com 18 anos de idade permitem concluir que ocorre uma variação crescente no comprimento das fibras, no sentido medula-casca, e, devido à amplitude de usos da madeira, bem como, a influência que as características anatômicas exercem sobre a utilização do material, observa-se a importância dos estudos que avaliem as variações existentes nos diferentes planos anatômicos.

5. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, M. C. D. **Variação das características das fibras em função da densidade básica de cavacos da madeira de *Eucalyptus grandis*** Hill ex Maiden. Botucatu (SP). 1987. 43f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de São Paulo, Botucatu, 1987.

BALLARIN, A. W.; PALMA, H. A. L.; LEONELLO, E. C. Delimitação da madeira juvenil e adulta de *Eucalyptus grandis* em São Paulo, Brasil. **Florestal Venezolana**, vol. 52, p. 93-98, jan. – jun. 2008.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O. **A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel**. Brasília/DF, PRODEPEF, 1976. 145p. (Série de Divulgação nº 13).

CORADIN, V. T.R.; MUÑIZ, G. I. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I. Angiospermae II. Gimnospermae**. IBAMA LPF, Brasília. 1992. 17 p. Série Técnica (15).

ESTEBAN, L. G. et al. *Madera y su anatomia*. Madri: **AMVE Ediciones**, 2003. 327p.

SHIMOYAMA, V. R. S. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp.** 1990. 93p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba-SP, 1990.

SILVA, J. R. M.; MUÑIZ, G. I. B.; LIMA, J. T. e BONDUELLE, A. F. Influência da morfologia das fibras na usinabilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.479-487, 2005

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, Piracicaba, v. 29, p. 37-45, abr. 1985.

TREVISAN, R. **Efeito do desbaste nos parâmetros dendrométricos e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis*** W. Hill ex Maiden. 2010. 174p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DA INCORPORAÇÃO DE FALHA DE PINHÃO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE PAINÉIS DE MADEIRA AGLOMERADA DE *Eucalyptus dunnii*

André Luiz de Souza Brighenti, Lisiane Nunes Hugen,
Alexsandro Bayestorff da Cunha, Polliana D'Angelo Rios
Universidade do Estado de Santa Catarina
andbrighenti@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A produção de painéis aglomerados tem como principal mercado consumidor as indústrias moveleiras, as quais estão constantemente em busca por matérias-primas e produtos que gerem maior valor agregado. A produção de painéis com aplicação de resíduos de diferentes origens pode contribuir para o atendimento da demanda e promover a adequação final destes resíduos, gerando novos materiais e preservando os recursos naturais. Neste sentido, diversos países têm desenvolvido novas pesquisas em busca da substituição total ou parcial, da madeira como matéria-prima (MENDES et al., 2009).

De acordo com Carvalho (1994), um dos resíduos gerados em grande volume na Serra Catarinense é a falha do pinhão, não sendo consumido na alimentação, não sendo manufaturado e nem mesmo utilizado para a geração de energia. Este resíduo é proveniente da *Araucária angustifolia*, espécie característica e exclusiva da Floresta Ombrófila Mista.

Desta forma, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da incorporação da falha de pinhão nas propriedades físicas de painéis aglomerados produzidos com madeira de *Eucalyptus dunnii*, com intuito de ampliar o uso dos resíduos, bem como fornecer informações de um potencial produto alternativo para o segmento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas toras de *Eucalyptus dunnii* provenientes de reflorestamento com 13 anos de idade da Empresa Klabin, localizado no município de Palmeira - SC, e falhas de pinhão coletadas em pequenas propriedades do município de Painel - SC.

O preparo do material foi diferenciado para as duas matérias-primas. As toras de *E. dunnii* foram descascadas manualmente, processadas em um picador de tambor para a geração dos

cavacos e no moinho de martelo para as partículas. O material foi classificado por meio de peneiras, sendo utilizadas as partículas que passavam na peneira de 8 mesh e ficavam retidas na de 14 mesh. Já as falhas de pinhão foram utilizadas inteiras, havendo somente a necessidade de se fazer a lavagem em virtude de estarem espalhadas nas propriedades rurais.

Os dois materiais foram secos em estufa a temperatura de 80° C até atingirem 4+/-1% de umidade. O adesivo utilizado na produção dos painéis foi composto pela resina uréia formaldeído a 12% base peso seco das partículas (psp) e por emulsão de parafina a 1% psp.

Os tratamentos foram caracterizados por diferentes proporções de falha de pinhão em relação às partículas de *E. dunnii*, como segue:

- Tratamento 1: 100% *E. dunnii*
- Tratamento 2: 75% *E. dunnii* + 25% falha
- Tratamento 3: 50% *E. dunnii* + 50% falha
- Tratamento 4: 25% *E. dunnii* + 75% falha
- Tratamento 5: 100% falha

Foram produzidos 4 painéis em cada tratamento, os quais foram manufaturados a partir da aplicação do adesivo por meio de uma pistola que pulverizava as partículas em um tambor rotativo que girava a 20 rpm. Os painéis foram produzidos com dimensão de 40 x 40 cm, submetidos a pré - prensagem e posteriormente a um ciclo de prensagem com 40 kgf/cm² de pressão, temperatura de 160°C por 8 minutos.

Os painéis foram acondicionados em câmara climatizada (temperatura de 20+/-2°C e umidade relativa de 65+/-3%), até estabilização do peso. Os corpos de prova foram retirados dos painéis e ensaiados em suas propriedades físicas de acordo com a NBR14810-3 (2006).

A análise dos dados foi realizada por meio da Análise de Variância, seguida do Scott - Knott ao nível de 5% de probabilidade, quando necessário. Os resultados também foram comparados com os limites estabelecidos pela NBR 14810-2 (2006) e na CS 236-66 (1968).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os resultados médios das propriedades físicas dos painéis, onde pode-se observar que a densidade média foi de $0,69\text{g/cm}^3$, ou seja, superior ao esperado no experimento que era $0,65\text{ g/cm}^3$, no entanto não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Tabela 1: Propriedades físicas dos painéis.

Trat.	Densidade (g/cm^3)	AA (%)		IE (%)	
		2h	24h	2h	24h
1	0,72a	14,92a	39,01a	7,20a	17,60a
2	0,70a	21,54b	55,00b	11,12b	23,63b
3	0,71a	30,45c	72,28c	16,31c	41,01c
4	0,71a	38,64d	85,49d	23,74d	50,19d
5	0,65a	56,02e	104,48e	37,15e	69,70e
Média (%)	0,69	33,23	72,94	19,73	41,62
CV (%)	10,54	24,25	17,41	23,91	13,50

AA: Absorção de água.

IE: Inchamento em espessura.

Segundo Mendes (2001), painéis com maior densidade apresentam maior resistência mecânica, entretanto a sua estabilidade dimensional é prejudicada. Este autor atribui este comportamento à maior quantidade de partículas de madeira e, conseqüentemente, à maior densificação do material durante o processo de prensagem. Vital & Wilson (1980) exemplificam que em condições com baixa umidade relativa, o aumento em espessura independe da densidade do painel, no entanto, quando a exposição ocorre em altas umidades, tende a aumentar com o aumento da densidade. Nos ensaios de absorção 2h e 24h, houve diferença estatística entre todos os tratamentos, onde o 100% partículas de *E. dunnii* foi o que apresentou melhor desempenho e 100% falha de pinhão o que teve efeito mais negativo. Trianoski (2010) cita que a absorção de água é influenciada por diversas variáveis, como espécie, área superficial específica, disponibilidade de resina, e por outras relacionadas à composição química. Este fato reporta a composição química da falha de pinhão, que pode ter interferido negativamente. Os valores de inchamento em espessura refletem a mesma situação da absorção, sendo todos os tratamentos diferenciados entre si e o melhor novamente o tratamento composto por 100% partículas de *E. dunnii*. No entanto, quando realizada a comparação com as normas NBR 14810-2(2006) e a CS 236-66 (1968), tem-se o tratamento 1 como o único que atende a primeira norma em função de estabelecer inchamento máximo em 2h de 8% e os

tratamentos 1 e 2 atendendo a segunda que fixa 35% de inchamento máximo.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A densidade média dos painéis foi de $0,69\text{g/cm}^3$, não havendo diferença entre os tratamentos.

Para absorção e inchamento, houve diferença estatística entre todos os tratamentos. À medida que aumentou a proporção de falhas houve um incremento nos coeficientes das variáveis.

Somente o tratamento 1 atendeu aos requisitos da NBR 14810-2 (2006) e os tratamentos 1 e 2 as especificações da CS 236-66 (1968).

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 14810** - Chapas de madeira aglomerada. 2006.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 640, 1994.

Commercial Standart CS 236-66. Mat formed Wood particleboard, 1968.

MENDES, L.M.; IWAKIRI, S.; MORI, F.A.; GUIMARÃES JÚNIOR, J.B.; MENDES, R.F. *Eucalyptus urophylla* stands wood utilization at two different ages for production of particleboard panels. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 3, p. 288-294, 2009.

MENDES, L. M. **Pinus spp na produção de painéis de partículas orientadas (OSB)**. 2001. 156 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – UFPR, Curitiba, 2001.

TRIANOSKI, R. **Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada**. 2010. 260 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – UFPR, Curitiba, 2010.

VITAL, B. R.; WILSON, J. B. Efeito da forma geométrica dos flocos e partículas, da densidade das chapas e do tipo de adesivo nas propriedades mecânicas das chapas de madeira aglomerada. **Árvore**, Viçosa, v. 4, n. 2, p. 179-187, 1980.

AGRADECIMENTOS

Às Empresas Klabin e Sudati, ambas das Unidades de Otacílio Costa-SC. Aos produtores rurais parceiros do Projeto Kaiuvá. À UDESC pela concessão da bolsa de iniciação científica.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO E COMPACTAÇÃO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE BAMBU PARA FINS ENERGÉTICOS

Paula Martucheli Amaral, Pamela Beatriz Moreira de Oliveira, Fabio Minoru Yamaji, José Mauro Santana da Silva, Saulo Philipe Sebastião Guerra
Universidade Federal de São Carlos
 paulaa.martucheli@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A busca por diferentes fontes de energias renováveis tem aumentado cada vez mais, e, estudos referentes a essa área tem se tornado cada vez mais desenvolvidos. A técnica de pellets e briquetes consiste na compactação desses resíduos de biomassa, onde realiza-se a aglomeração de partículas finas por meio de pressão, com auxílio ou não de aglutinante, gerando um sólido compacto de volume reduzido que facilita no armazenamento e transporte, de maneira econômica. O briquete concentra uma grande quantidade de energia em uma pequena unidade de área, apontando assim um eficiente nível energético (QUIRINO, 1991). E, justamente por possuir qualidades vigentes de energia potencial, volume reduzido para transporte econômico, e demais particularidades, têm-se necessária sua caracterização.

Todos os bambus do gênero *Bambusa* são de origem asiática (CIARAMELLO, 1968; MONTALVÃO FILHO et al., 1984). *B. vulgaris* var. *vittata* é uma espécie popularmente conhecida como bambu-imperial e seus colmos apresentam coloração amarela com listras verdes. *B. vulgaris* var. *vulgaris* é conhecida como bambu-verde e apresenta colmos de coloração verde, tornando a amarelo quando em estágio de envelhecimento. (CÂNDIDO et al. 1991; CERRI, 1991).

O objetivo do presente trabalho é analisar a compactação de diferentes materiais de bambu (*Bambusa vulgaris*), realizar a caracterização dos mesmos e analisar seus possíveis potenciais como combustíveis sólidos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material analisado neste trabalho foi coletado no estado de Pernambuco/BR, sendo eles, *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris* (Material 1) e *Bambusa vulgaris* var. *vittata* (Material 2). As

pesquisas foram feitas na Universidade Federal de São Carlos - Campus Sorocaba.

Estudou-se a densidade a granel, teor de umidade, granulometria, teor de cinzas e voláteis, expansão longitudinal e ensaios mecânicos de resistência. Os equipamentos utilizados foram: balança hidrostática, balança determinadora de umidade - modelo MX-50, balança de precisão, mufla, máquina universal de ensaios - modelo DL 30.000, paquímetro de metal, peneiras (20, 35, 60 e 100 mesh), prensa hidráulica, moldes e demais materiais. Cada característica analisada implica um ponto relevante para determinação da utilização do material estudado como combustível.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em uma umidade de aproximadamente 12%, o material 1 apresentou uma densidade a granel de $0,1299\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e o material 2 obteve $0,4585\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Barrichello (1980) percebeu que fatores anatômicos e morfológicos que influenciam a densidade podem ser a espessura das paredes das fibras do lenho tardio, percentagem de lenho inicial e largura das fibras do lenho tardio e, quanto mais massa fibrosa houver no colmo, maior será a sua densidade. Na granulometria, o material 1 apresentou uma maior porcentagem na peneira de 60 mesh (36,63%), enquanto o material 2 a maioria foi na peneira de 35 mesh (51,99%).

Tabela 1: Valores encontrados para os teores de voláteis e cinzas.

Teor	Valor encontrado (%)	
	Material 1	Material 2
Voláteis	73,95	75,54
Cinzas	7,09	7,19

Barrichello (1980), preconizou em termos gerais, teores de matérias voláteis entre 75% e

85% para a madeira. Estudos realizados por Kleinlein (2010) ainda em relação ao teor de voláteis, encontraram como maior valor 81,64% e menor 78,63% nas espécies *B. vulgaris* var *vulgaris*, portanto, se encontram dentro ou próximos dos valores encontrados na literatura. Em relação ao teor de cinzas, na literatura, em um experimento realizado por Gomide et al. (1987) para a *B. vulgaris* foi entre 2,2 e 3,2%, onde o maior foi encontrado em plantas com um ano e o menor com plantas com quatro anos, enquanto o valor por Junior et al. (2011) foi de 2,06% para *B. vulgaris* Schrad, e estes são considerados altos. A discrepância nos valores comparados, segundo Junior et al. (2011) pode esta relacionada a composição química, física, anatômica de materiais lignocelulósicos, juntamente com a espécie, variedade, idade, clima, tipo de solo, parte de onde se extrai as fibras, entre outros. Também pode-se levar em consideração a interferência do método da colheita do material. Em relação às expansões sofridas pelos briquetes, o material 1 obteve 0,47% de expansão diamétrica e 7,55% de variação em sua altura. No material 2, o diâmetro variou em 0,22% e 7,30% em altura. Segundo Buzin (2009) até 20% de expansão é considerado normal e valores acima deste são considerados anormais ou catastróficos, então, tanto o material 1 quanto o material 2 sofreram expansões que se encontram dentro do padrão. Nos ensaios mecânicos, o material 2 se mostrou mais resistente à força máxima média que o material 1, e também apresentou maiores valores em relação a tensão máxima média e no módulo de elasticidade.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os materiais apresentaram valores próximos nos teores de voláteis e estes, se encontram dentro do padrão. Já em relação aos teores de cinzas, mesmo sendo próximos, se diferem da literatura. O material 2 apresenta uma maior resistência comparado ao material 1, em termos de força máxima média, tensão máxima média e módulo de elasticidade. Todos os dados podem ser influenciados pelas condições do local em que o material se encontra, anatomia, idade, método de colheita e teor de metais presentes no material.

5. BIBLIOGRAFIA

BARRICHELO, L.E.G. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* – Principais características da madeira sob o ponto de vista tecnológico. In: INSTITUTO DE PESQUISAS E ESTUDOS

FLORESTAIS (IPEF). Piracicaba. 1980.

BUZIN, P.J.W.K. **Desenvolvimento de briquetes autorredutores a partir de carepas de processamento siderúrgico para utilização em forno elétrico a arco**. Tese (Mestrado em Engenharia de Minas) – Centro de Tecnologia da Escola de Engenharia, Universidade do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul. 2009.

CÂNDIDO, J. F., RIBEIRO, J. B. **Culturas florestais – I (algaroba - aroeira - bambu)**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 44p.

CERRI, C. **O rei do oriente**. Revista Globo Rural, março, 1991. 58p.

CIARAMELLO, D. **Bambu tem mil e uma possibilidades**. Coopercotia, março, 1968. 38p

MONTALVÃO FILHO, A., GOMIDE, J. L., CONDÉ, A. R. **Variabilidade da constituição química e das características dimensionais das fibras do Bambusa vulgaris**. Revista Árvore, v.1, n.8, p.12-27, 1984.

GOMIDE, J.L.; OLIVEIRA, R.C.; COLODETTE, J.L. **Influencia da idade de Bambusa vulgaris nas suas características químicas e anatômicas, visando a produção de polpa celulósica**. IN: CONGRESSO ANUAL DA ABCP. São Paulo. 1981.

KLEINLEIN, W.A. **Caracterização energética de biomassas amazônicas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Pará. 2010.

JUNIOR, M.G.; NOVACK, K.M., BOTARO, V.R.; PROTÁSIO, T.P.; COUTO, A.M.; **Caracterização físico-química de fibra e polpas de Bambusa vulgaris Schrad para utilização em compósitos poliméricos**. 2011.

QUIRINO, W. F.; BRITO, J. O. **Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal**. Brasília: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. 1991.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Fábio Minoru Yamaji, aos colegas Walbert Chrisostomo e Diego Aleixo da Silva pela compreensão e colaboração.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTUDO DO PERFIL TÉRMICO DE FORNOS TIPO “CAIPIRA” UTILIZADOS PELO SETOR CERÂMICO NA REGIÃO DO SERIDÓ/RN

Rosimeire Cavalcante dos Santos¹, Áurea de Paula Medeiros e Silva², Renato Vinícius Oliveira Castro³, Angélica de Cássia Oliveira Carneiro⁴

¹Engenheira Florestal Professora Dra. da Universidade Federal do Rio Grande do Norte ²Geógrafa Aluna de Mestrado do Curso de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ³Engenheiro Florestal Professor Dr. da Universidade Federal de Brasília, ⁴Engenheira Florestal Professora Dra. da Universidade Federal de Viçosa

meire_caico@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Qualquer que seja o combustível utilizado em processos de conversão, o maior aproveitamento energético ocorre sob influência predominante do tipo de sistema e das características do combustível. No Estado do Rio Grande do Norte a madeira é utilizada como fonte de energia de forma preponderante, assumindo, dessa forma, destaque na matriz energética do setor industrial daquele estado, e, em especial, do setor de cerâmica vermelha.

No entanto, apesar dos avanços tecnológicos observados naquele setor, o polo cerâmico situado na Região do Seridó do referido estado utiliza ainda, predominantemente, fornos do tipo “Caipira” na fase de queima dos produtos. Esses fornos possuem como características uma estrutura rudimentar que colabora para o maior consumo de madeira, além de proporcionar distribuição irregular do calor na parte interna gerando como consequências altas porcentagens de perdas e produtos de baixa qualidade.

Dentro desse contexto, o objetivo do trabalho foi caracterizar o perfil térmico de fornos tipo “caipira” utilizados pelo setor de cerâmica vermelha na região do Seridó/RN, visando propor intervenções estruturais que possam colaborar para a redução no consumo de madeira, aumento da produtividade e qualidade dos produtos e redução nas perdas durante o processo de queima.

O Trabalho foi desenvolvido na Cerâmica Esperança localizada no município de Parelhas/RN a qual apresenta estimativa de produção de aproximadamente 800 milheiros/mês, sendo 97% referente a telhas. Para tanto realiza, em média, cinco queimas semanais, sendo a madeira o recurso energético exclusivo utilizado para a etapa de queima dos produtos, com consumo médio de 100 m³ por semana em quatro fornos do tipo “Caipira”.

Para caracterizar o perfil térmico dos fornos foram realizados 4 tratamentos (queimas), com três repetições. Para todos os tratamentos foi utilizado o mesmo tipo de madeira e o mesmo lote de argila. Na superfície dos fornos foram marcados 15 pontos que margeavam o fio de cobre que é, atualmente, o único indicador para controle do processo. Com base na distância entre o fio e a superfície da carga os operadores estabelecem o final da queima. Nas Figuras 1 e 2 estão apresentadas, respectivamente, imagens do arame utilizado, para controle empírico do processo, durante a queima e dos pontos marcados na superfície dos fornos para monitoramento das temperaturas.



2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Figura 1 – Arame utilizado para controle do processo de queima em fornos “Caipira”.

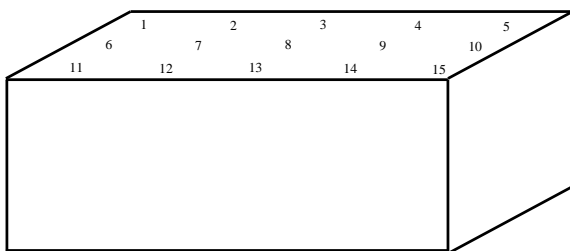


Figura 2 – Pontos de monitoramento da temperatura durante a queima em fornos “Caipira”.

As tomadas de temperatura, nos 15 pontos marcados, foram realizadas em intervalos de 30 minutos a partir do pré-aquecimento até o final da queima utilizando um pirômetro de mira laser.

Posteriormente houve tabulação dos dados e a confecção das curvas de temperatura em função da distância entre o fio de arame e os produtos cerâmicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 3 estão apresentadas as tendências das temperaturas alcançadas e dos tempos decorridos nos tratamentos de 1 a 4.

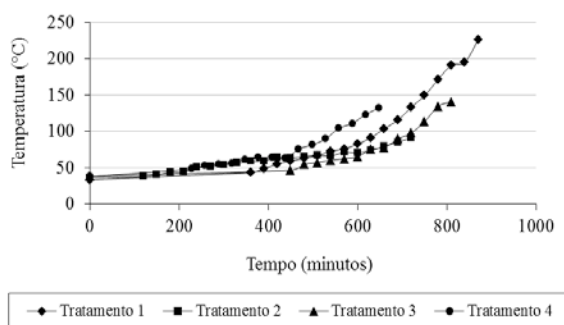


Figura 3 – Temperaturas alcançadas nos tratamentos 1, 2, 3 e 4.

Conforme pode ser observado na Figura 3 as temperaturas alcançadas nos 4 tratamentos foram muito distintas assumindo, inclusive particularidades em relação ao tempo decorrido durante o processo. Esses resultados indicam a heterogeneidade do processo de queima em fornos “Caipira” em função da sua estrutura e falta de controle.

Como pode ser visto na Figura 3 nos resultados as temperaturas na superfície dos fornos não ultrapassaram 250°C o que indica grande perda de energia entre a câmara de combustão e a parte superior da carga. Esses resultados estão de acordo com as conclusões dos estudos do EELA (2012) as quais referem que há distribuição deficiente de calor nas diversas regiões do forno “Caipira”, o que determina a baixa produção de peças de primeira qualidade, podendo se situar somente entre 5 e 20% em função da deficiência da sinterização completa. Além disso, as temperaturas são muito diferentes ao longo da altura do forno e assim, quando a queima é encerrada, as peças colocadas nas camadas superiores do forno geralmente ainda estão num patamar de temperatura muito baixo, indo atingir temperaturas mais altas somente depois de algumas horas, e mesmo assim abaixo do ideal para a plena sinterização das peças (que seria em torno de 850°C ou mais).

O ciclo de queima observado nesse trabalho, no máximo de 900 minutos o qual difere dos resultados observados pelo EELA (2012) que encontrou, em média, tempo total do processo equivalente a 38 horas ou 2280 minutos. Provavelmente a forma empírica de controle do processo promove variações consideráveis no tempo total do processo.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os fornos “Caipira” apresentam perfil térmico muito heterogêneo com temperatura finais de processo entre 650°C e 900°C , além de ausência de controle do tempo. Controle de temperatura ao longo da altura do forno serão realizadas na segunda fase do trabalho, assim como consumo de madeira e características físicas da mesma. Recomenda-se alterações estruturais nos fornos como cobertura e chaminé e inserção de grelhas para aumento na eficiência da combustão e do aproveitamento energético.

5. BIBLIOGRAFIA

INT-Instituto Nacional de Tecnologia. Estudo comparativo dos fornos tipo caipira x tipo abóboda. Rio de Janeiro, 2012.

AGRADECIMENTOS

FAPERN, CERAMICA ESPERANÇA, LABORATÓRIO DE PAINÉIS E ENERGIA DA MADEIRA DA UFV, UECIA/EAJ/UFRN.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)
I Simpósio de Ciência e Tecnologia da Madeira do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUALIDADE DA MADEIRA: AVALIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA COMO PARÂMETRO PARA UTILIZAÇÃO

Sâmia Valéria dos Santos Barros¹, Jorge Luis Monteiro de Matos², Claudete Catanhede do Nascimento³

Universidade Federal do Paraná-UFPR^{1,2}, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA³
samia_vsb@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A utilização intensiva da madeira como matéria-prima para fins industriais ou construtivos só pode ocorrer a partir do conhecimento adequado de suas propriedades tecnológicas (KLOCK, 2000), uma vez que conhecimento mais preciso da matéria-prima pode maximizar seu potencial de uso e minimizar os problemas do processo produtivo.

No âmbito tecnológico, a densidade da madeira vem merecendo a maior atenção, já que este caráter é um bom indicador das propriedades mecânicas e do potencial de utilização da madeira. Constitui uma das propriedades físicas mais importantes da madeira, pois dela dependem a maior parte de suas propriedades físicas e tecnológicas (HANS, 1974; ARAÚJO, 2002).

Segundo Moreschi (2010), o conhecimento da densidade básica é uma informação útil sobre a qualidade e para a classificação de uma madeira, sendo um reflexo da quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume. O mesmo autor cita que são fatores que afetam a densidade básica: espécie florestal; teor de umidade da madeira; relação de lenho inicial e lenho tardio; largura dos anéis de crescimento; posição de retirada do material no tronco; local de crescimento da árvore; e métodos silviculturais empregados, como desbaste, poda e adubação.

Considerando que a densidade básica assume tal importância na caracterização tecnológica da madeira nos diversos segmentos de base florestal, bem como no potencial de utilização da madeira, o presente trabalho objetivou determinar e comparar as variações da densidade básica em posições equidistantes no cerne e alburno da madeira de *Inga alba* (SW.) Willd. e *Protium tenuifolium* Engl.

2. MATERIAL E METODOS

Os estudos de campo foram conduzidos na Estação Experimental de Silvicultura Tropical – EEST de propriedade do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, localizado no KM 23, vicinal ZF-2, BR-174, Manaus-AM. Nesta área foram selecionadas aleatoriamente 3 (três) árvores de cada espécie. As árvores foram derrubadas e desdobradas em toras e retirados discos de 5 cm de espessura. Os discos foram encaminhados a oficina do LEAM-INPA para confecção dos corpos de prova, nas dimensões 2,0x2,0x3,0 cm.

A densidade básica foi determinada pelo método da imersão (deslocamento de líquido). As amostras foram submersas em água até atingirem saturação completa, para obtenção do volume verde, com auxílio de um balcão com água e balança analítica de precisão. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa a temperatura de $\pm 103^{\circ}\text{C}$, para obtenção do peso seco (eq. 1). A determinação seguiu as recomendações de Vital (1984) e NBR 11941 da ABNT (2003).

$$Db = \frac{Ps}{Vv} \quad (1)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta as variações da densidade básica no sentido alburno-cerne das espécies *Inga alba* e *Protium tenuifolium*.

Observou-se que as espécies apresentaram comportamento linear crescente no sentido alburno-cerne, ou decrescente no sentido cerne-alburno.

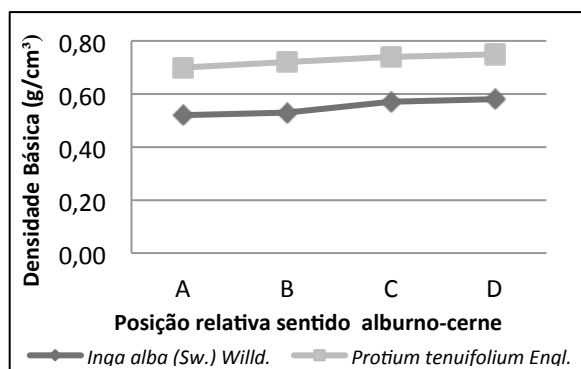


Fig. 1: Variação da densidade básica da madeira para as espécies estudadas.

As madeiras de *Inga alba* e *Protium tenuifolium* apresentam diferença nos valores de densidades básica entre o cerne e alburno, onde verificou-se que os valores de densidade foram maiores para o *Protium tenuifolium*.

Nota-se que as maiores densidade foram registradas no cerne das espécies, sendo identificado o valor de 0,58 g/cm³ para *Inga alba* e no *Protium tenuifolium* 0,75 g/cm³.

Na tabela 1 verificaram-se os valores mínimos e máximos da densidade básica entre as espécies.

Tabela 1: Valores mínimos e máximos da densidade básica das espécies estudadas:

Espécie	Min	Max
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,52	0,58
<i>Protium tenuifolium</i> Engl.	0,70	0,75

Observou-se uma variação significativa nos valores mínimo e máximo das espécies, onde cada espécie apresentou uma faixa de densidade diferente. De forma geral, o menor valor observado foi de 0,52 g/cm³ e o maior 0,75 g/cm³.

Segundo Burger e Richter (1991), a densidade básica da madeira das espécies florestais varia de 0,13 a 1,4 g/cm³. Desta forma, os resultados encontrados classificam as madeiras na classe 0,50-0,75 g/cm³ como madeiras de densidade média.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As madeiras de *Inga alba* e *Protium tenuifolium* apresentam diferença de densidades básica entre o cerne e alburno. A densidade da *Inga alba* variou de 0,52-0,58 g/cm³, e para *Protium tenuifolium* de 0,70-0,75 g/cm³

A madeira das espécies apresenta média densidade básica, podendo ter boa resistência mecânica.

Tal resultado é de importância prática, uma vez que a densidade da madeira foi mais homogênea permite a sua inserção em processos mais sistemáticos de produção.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, H. J. B. Agrupamento das espécies madeiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do projeto de colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas. Dissertação (mestrado). Piracicaba: 168 p. 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. Madeira: Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, Mar/2003. 6p.

BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da Madeira**. 1 ed. São Paulo. 1991. 154p.

HANS, A.S. Artificial *Eucalyptus grandis* X *tereticornis* hybrids: survival, growth and wood density studies. **East African Agricultural and Forestry Journal**, n.39, p.321-324, 1974.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H.E. Moore**. Curitiba: 2000. 291p. Tese. (Doutorado em Ciências Florestais) Curso de Engenharia Florestal. Universidade Federal do Paraná-UFPR.

MORESCHI, J. C. **Propriedades da madeira**. Ministério da Educação e do Desporto. Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 175p. 2010.

VITAL, B.R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa-MG: SIF, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 2).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INCT-Madeiras da Amazônia pelo financiamento, e a equipe do LEAM pela colaboração para realização deste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO CONTÍNUA DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE UM PAINEL DE AGLOMERADO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR.

Dieimes Ribeiro Resende, José Benedito Guimarães Júnior, Andrey de Oliveira Costa, Wigor Souza Faria, Rafael Farinassi Mendes.

Universidade Federal de Goiás-UFG

dieimesribeiro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A primeira empresa a produzir painéis de aglomerados foi a Placas do Paraná S.A. em 1966, situada em Curitiba-PR. A partir deste momento surgiram várias outras empresas no país, e desde então o aglomerado é uma das principais matérias-primas para o setor moveleiro brasileiro (ABIPA, 2002; citado por SOUZA, K. B., 2012).

Pesquisadores vêm mostrando a viabilidade do emprego de resíduos de diversas origens para a produção de aglomerados, pois, além de contribuir para o atendimento da demanda de painéis, gera materiais que preservam os recursos naturais e oferece um destino adequado aos resíduos (Mendes et al., 2009; citado por Freire et al., 2011). Dentre esses diversos resíduos lignocelulósicos, o bagaço da cana-de-açúcar é o mais cotado e promissor para a substituição da madeira, levando em consideração as semelhanças químicas e anatômicas (Widyorini et al., 2005; citado por Freire et al., 2011).

Desta maneira, o presente trabalho teve como objetivo realizar uma avaliação contínua da absorção de água e inchamento em espessura em painéis aglomerados de bagaço de cana de açúcar submetidos a diferentes tratamentos com parafina.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 20 corpos de prova retirados de acordo com a ABNT NBR 14810-3/2006, oriundos de 5 painéis de aglomerado de bagaço de cana-de-açúcar de origem industrial, com densidade aparente média de 0,7 g/cm³, espessura de 1,5 cm e adesivo uréia-formaldeído 8%. Aplicou-se parafina nas laterais de 10 corpos de prova como primeiro tratamento, e nos 10 corpos de prova restantes foi aplicado parafina nas faces como segundo tratamento. Todos os corpos de prova foram imersos em

água, sendo mensurado comprimento, largura, espessura e massa a cada hora em um período de 12 horas. Após, os corpos de prova permaneceram por mais 12 horas em repouso submersos em água e por fim foi mensurado novamente comprimento, largura, espessura e massa por mais 12 horas, totalizando 36 horas. Em seguida à tabulação dos dados, foi calculada a absorção de água e inchamento em espessura, onde os resultados obtidos foram avaliados por análise de variância em delineamento inteiramente Casualizado, usando regressão e o teste Scott Knott com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura.

Tabela 1: Valores médios de absorção e inchamento em espessura.

Tratamento	Absorção (%)	Inchamento em espessura (%)
Laterais expostas	27,14 A	11,53 B
Faces expostas	40,76 B	9,87 A
CV (%)	21,50	25,10

Estatisticamente, há diferença entre os dois tratamentos na absorção de água e inchamento em espessura, considerando 5% de nível de significância.

Pelas médias da tabela 1, a absorção de água é maior com a entrada de água pelas faces e o inchamento em espessura é maior com a entrada de água pelas laterais.

A partir dos dados, foram gerados quatro gráficos e uma equação para a situação de cada gráfico, para se observar o comportamento dos corpos de prova no decorrer do tempo.

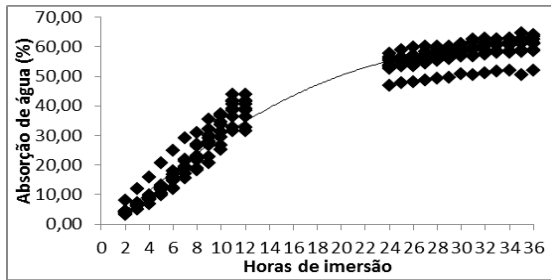


Fig. 1: Gráfico de Abs. com faces expostas.
(Fonte: Resende, D. R.; 2013).

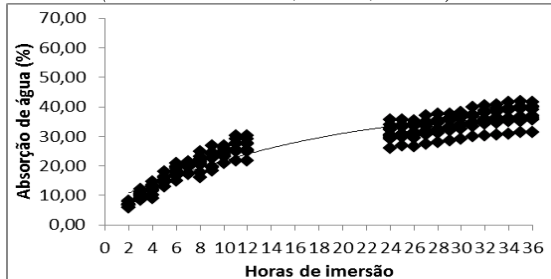


Fig. 2: Gráfico de Abs. com laterais expostas.
(Fonte: Resende, D. R.; 2013)

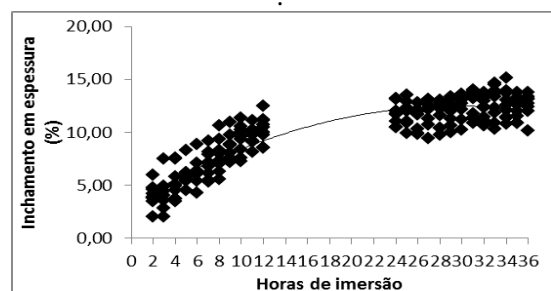


Fig. 3: Gráfico de I.E. com faces expostas.
(Fonte: Resende, D. R.; 2013).

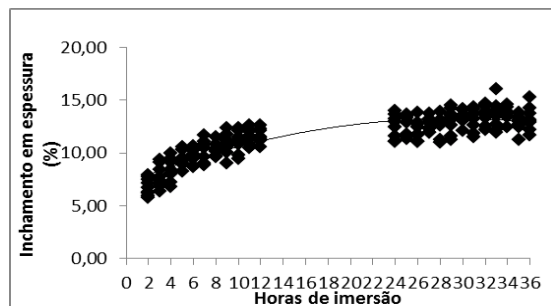


Fig.4: Gráfico de I.E. com laterais expostas.
(Fonte: Resende, D. R.; 2013).

Com relação aos gráficos da fig. 1, fig. 2, fig. 3 e fig. 4 obtiveram-se as seguintes equações respectivamente:

$$\text{Abs.} = -0,061H^2 + 3,9007H - 3,308, \text{ com } R^2 = 0,96 \quad (1)$$

$$\text{Abs.} = -0,0245H^2 + 1,6585H + 7,6692, \text{ com } R^2 = 0,89 \quad (2)$$

$$\text{I.E.} = -0,0105H^2 + 0,623H + 3,2261, \text{ com } R^2 = 0,83 \quad (3)$$

$$\text{I.E.} = -0,0072H^2 + 0,419H + 7,1202, \text{ com } R^2 = 0,78 \quad (4)$$

*H (Horas de imersão). *Abs.(Absorção). * I.E. (Inchamento em espessura).

A absorção e o inchamento em espessura aumentam consideravelmente a cada hora nas primeiras horas do experimento, esse aumento por hora é cada vez menor no decorrer do tempo e após 24 horas pode-se considerar que não há mais aumento na absorção e inchamento em espessura. Nas primeiras 6 horas a absorção foi maior pelas laterais, a partir daí a absorção passou a ser maior pelas faces. Durante todo o tempo o inchamento em espessura foi superior com entrada de água pelas laterais. A norma de comercialização CS 236-66 (CS, 1968) estabelece um valor máximo de inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água entre 30% e 35% para painéis aglomerados. Desse modo, de acordo com os resultados após 24 horas, os painéis encontram-se aptos a serem utilizados em locais de alta umidade.

2. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados, conclui-se que a cada hora imerso em água, há um aumento cada vez menor de absorção de água e inchamento em espessura, e após 24 horas não ocorre mais aumento. A absorção de água é maior pelas faces e o inchamento em espessura é maior com entrada de água pelas laterais dos corpos de prova.

3. BIBLIOGRAFIA

IWAKIRI, S.; ANDRADE, A.S.; JUNIOR, A.A.C.; CHIPANSKI, E.R.; PRATA, J.G.; ADRIAZOLA, M.K.O. Produção de painéis aglomerados de alta densificação com uso de resina melanina-uréia-formaldeído. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 4, p. 323-328, out./dez. 2005

SOUZA, K.B.; ALMEIDA, K.N.S.; JÚNIOR, J.B.G.; NETO, R.M.G. Comparação das propriedades físicas de painéis aglomerados de Pinus de origem industrial e laboratorial. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4, 2012.

FREIRE, C.S.; SILVA, D.W.; SCATOLINO, M.V.; CÉSAR, A.A.S.; BUFALINO, L.; MENDES, L.M. Propriedades físicas de Painéis aglomerados comerciais confeccionados com bagaço de cana e madeira. **Floresta e Ambiente**, v.8, n.2, p.178-185, 2011.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE XILÓFAGOS MARINHOS (TEREDINIDAE) NA RESTINGA DA MARAMBAIA, RJ EM FUNÇÃO DA SALINIDADE DA ÁGUA E LOCAL DE COLETA.

Rodrigo Abreu de Oliveira Santos, Henrique Trevisan, Acacio Geraldo de Carvalho.

Mestrando, UFRRJ, Pós-doutorando, UFRRJ, Professor Associado IF, UFRRJ

rodrigoabreusantos@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em ambientes marinhos, estruturas e barcos de madeira sofrem a ação de moluscos e crustáceos perfuradores. Estes organismos xilófagos são os mais importantes agentes biológicos deterioradores da madeira nesse ecossistema, principalmente em regiões de manguezais. A ação desses organismos pode provocar prejuízos para a indústria naval e de pesca (Santhakumaran, 1983). Os xilófagos possuem importante papel ecológico nos processos de ciclagem de nutrientes, pois são capazes de retirar energia dos nutrientes orgânicos da madeira e disponibilizar matéria orgânica para o ecossistema, que de outra forma não seria acessível a outros organismos. Sendo assim, entender como variáveis ambientais, como a salinidade da água, influenciam na ocorrência desses organismos, é fundamental para o conhecimento zoológico e ecológico desse organismos, fornecendo assim subsídios para auxiliar o desenvolvimento de técnicas e procedimentos que visem impedir ou dificultar à ação deterioradora desses organismos sobre estruturas de madeira de importância econômica ou social. Dessa forma, a pesquisa tem como objetivo registrar e identificar espécies de teredos que ocorrem na Restinga da Marambaia, RJ, e associar sua ocorrência com o teor de salinidade da água e ao local de coleta.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Restinga da Marambaia, Rio de Janeiro, RJ. Coletores de madeira foram especificamente confeccionados para a captura de teredos, como sugerido por Junqueira (1987). Seis pontos foram escolhidos ao longo do canal que margeia a porção noroeste da Restinga, ligando a Baía de Sepetiba à praia da Marambaia (Tabela 1). A salinidade da água foi medida quinzenalmente com o uso de um salinômetro manual, em cada ponto de coleta.

Os coletores foram retirados com dois, três e quatro meses de exposição no campo, em cada amostragem. A identificação das espécies foi feita em laboratório, com o uso de uma lupa estereoscópica e auxílio de chave sistemática, definida por Müller e Lana (2004). Os valores de salinidade foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância no programa Biostat 5.3.

Tabela 1: Características dos pontos escolhidos para a captura de teredos.

Próximo do mar	A1
Distante cerca de 600m do mar	A2
Afastado mais de 1km do mar	A3
A menos de 500 m do mar	B1
Interior da Restinga	B2
Afastado mais de 1km do mar	B3

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada diferença estatística entre os valores médios de salinidade. O ponto A1 apresentou teor médio de salinidade de 30%. Devido a um evento de forte atividade marítima (“ressaca”), os coletores que deveriam ser retirados após três e quatro meses de exposição, neste ponto, foram perdidos. Dessa forma, somente o coletor que ficou exposto por dois meses neste local foi analisado, fornecendo 56 indivíduos capturados, sendo destes: 36 de *Bankia gouldi*, um de *Bankia fimbriatula*, 10 de *Lyrodus floridanus* e seis de *Teredo navalis*. Mesmo com apenas uma coleta, o coletor instalado neste ponto, mais próximo do mar em relação aos demais, demonstrou-se mais diverso e colonizado por teredos (Tabela 2). O ponto A2 apresentou salinidade média de 31,25% e 52 teredos, sendo destes: 16 indivíduos de *B. gouldi*, 12 de *B. fimbriatula*, 20 de *L. floridanus*,

dois de *T. navalis* e um de *Neoteredo knoxi* (Tabela 2). Já o ponto A3, com salinidade média de 25,62, só apresentou um indivíduo de *B. fimbriatula* (Tabela 2). Uma grande quantidade de cracas foi encontrada incrustadas nos coletores deste ponto, o que pode explicar a menor presença de teredos, como observado por outros autores (Junqueira et al., 1989).

Não foi observado indivíduos ocorrendo nos coletores instalados no bosque de mangue. As salinidades médias encontradas foram 31%, 32,2% e 28,17% (B1, B2 e B3, respectivamente). Como nestes ambientes a presença da água não é perene, pode-se sugerir que esta condição seja a variável que mais influenciou para que os organismos não tenham ocorrido nos coletores. Pode-se especular, ainda, que em um período maior de exposição à colonização pudesse ocorrer. Nesse contexto, Lopes & Narchi (1997) observaram, também em uma região entremares, a fixação de teredos somente após os coletores ficarem expostos ao meio por sete meses.

Tabela 2. Espécies de teredos coletados na restinga da Marambaia, RJ.

Espécies	Pontos de coleta		
	A1	A2	A3
<i>B. gouldi</i>	36	16	-
<i>B. fimbriatula</i>	1	12	1
<i>L. floridanus</i>	10	20	-
<i>T. navalis</i>	6	2	-
<i>N. knoxi</i>	-	1	-
<i>Bankia</i> sp.1	2	1	-
<i>Bankia</i> sp.2	1	0	-

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O local de coleta influenciou no número de indivíduos e na diversidade de teredos capturados. A salinidade não foi o fator preponderante que influenciou na ocorrência dos organismos, sendo esta mais atribuída com as características do local da coleta. Coletores confeccionados com madeira de pinus não são colonizados por teredos, em manguezal, quando submetidos por quatro meses de exposição nesse ecossistema. A proximidade do mar, em ambiente com água perene, é fator que influencia para aumentar a diversidade e ocorrência de teredos.

5. BIBLIOGRAFIA

JUNQUEIRA, A.O.R. **Estudo Experimental dos Teredinidae Rafinesque, 1815 (Mollusca-Bivalvia) do Estuário da Lagoa da Tijuca, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Rio de Janeiro.** 1987. 252f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas-Zoologia). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

JUNQUEIRA, A.O.R.; SILVA, S.H.G.; MARTINS-SILVA, M.J. Avaliação da infestação e diversidade de Teredinidae (Mollusca-Bivalvia) ao longo da costa do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, v.81, p.275-280, 1989.

LOPES, S.G.B.C.; NARCHI, W. Levantamento e distribuição das espécies de Teredinidae (Mollusca-Bivalvia) no manguezal da Praia Dura, Ubatuba, SP. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, São Paulo, v.41, n.1/2, p.29-38, 1993.

MÜLLER, A. C.; LANA, P. C. **Manual de identificação de moluscos bivalves da família dos teredinídeos encontrados no litoral brasileiro.** Curitiba: Editora UFPR, 2004. 146p.

SANTHAKUMARAN, L.N. Incidence of marine wood-borers in mangroves in the vicinity of Panaji coast, Goa. **Mahasagar-Bulletin of the National Institute of Oceanography**, India, v.16, p.299-307, 198



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DO DIÂMETRO DAS TORAS NA SECAGEM AO AR LIVRE DE *Eucalyptus saligna* NO MUNICÍPIO DE ENCRUZILHADA DO SUL, RS

Tamires Fioresi, Magda Rosa, Anderson Pertuzzatti, Rômulo Trevisan, Luciano Denardi
 Universidade Federal de Santa Maria – Campus Frederico Westphalen
 tamires_fioresi@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As árvores quando recém-abatidas apresentam consideráveis quantidades de água que deve ser parcialmente removida por meio da secagem, definida por Hart (1966), como o equilíbrio dinâmico entre a transferência de calor do ar para a madeira, superfície de evaporação, difusão de umidade através da peça e movimentos de água livre.

Além dos fatores climáticos, o processo de retirada de água da madeira é influenciado por características inerentes ao próprio material, como a espécie, teor de umidade inicial, diferença de lenhos, massa específica e diâmetro das toras (PONCE; WATAI, 1985), bem como a permeabilidade, componentes anatômicos, dimensões das peças (RESENDE et al. 2010) e presença de casca (KLITZKE, 2003).

Nesse contexto, o presente estudo teve por objetivo avaliar a influência do diâmetro das toras na secagem ao ar livre de *Eucalyptus saligna* no município de Encruzilhada do Sul, RS.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização desse trabalho foram utilizadas 24 toras, provenientes de árvores de *Eucalyptus saligna* de um plantio comercial, com espaçamento de 3,0 x 2,0 m, pertencente à empresa Terras Verdes Florestadora Ltda., localizado no município de Encruzilhada do Sul - RS.

A seleção das árvores foi em função de três classes de diâmetro a 1,30 m do solo (DAP – diâmetro à altura do peito), denominadas de classe 1 (10-15 cm), classe 2 (15-20 cm) e classe 3 (20-25 cm). Após o abate e seccionamento, a primeira tora, com 2,20 m de comprimento, foi selecionada e identificada para a secagem ao ar livre. Das extremidades de cada tora foi retirado, no dia da instalação do experimento, um disco com,

aproximadamente, 3 cm de espessura que foi pesado em balança digital de 0,01g de precisão para posterior determinação do teor de umidade inicial.

Cada tora foi pesada individualmente em balança mecânica com capacidade de 300 kg e precisão de 0,2 kg, e posteriormente, foi montada uma pilha em formato piramidal irregular e sem orientação quanto à classe diamétrica, que permaneceu sob influência das condições do ambiente de dezembro de 2011 a outubro de 2012.

Os discos foram secos em estufa a 103°C até massa constante para determinação da umidade inicial conforme a Norma NBR11941/2003, da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2003). Foi considerada como estimativa da umidade inicial de cada tora a média dos dois discos correspondentes.

Com a obtenção da umidade inicial e das pesagens individuais foi possível determinar a massa inicial das toras, e com pesagens periódicas a cada 15 dias estabelecer a variação da umidade das toras, através da eq. (1):

$$U_a = M_a \frac{U_i + 100}{M_u} - 100 \quad (1)$$

em que: U_i : umidade inicial (%); M_u : massa úmida (g); M_a : massa atual (g).

Os dados amostrados foram submetidos à análise de regressão utilizando o pacote estatístico “Statistical Analysis System” (SAS, 1993) no qual foi, primeiramente, aplicado o procedimento de seleção de variáveis - *Stepwise*. O modelo foi definido pela umidade (U), em porcentagem, em função do tempo de secagem (t), em dias, eq. (2):

$$U = f\left(t; \frac{1}{t}; t^2; \frac{1}{t^2}; \ln t; \right) \quad (2)$$

Após esse procedimento, no modelo escolhido para descrever a umidade das toras em função do

tempo de secagem, foram adicionadas variáveis *Dummy*, que assumiram valores de 0 e 1, conforme a classe de diâmetro, da seguinte forma: $D_i = 1$, se a árvore estiver presente na classe de diâmetro i ; e $D_i = 0$, se a árvore não estiver presente na classe de diâmetro i , conforme eq. (3).

$$U = f(X; D_i; D_i.X) \quad (3)$$

em que: U: umidade da tora, em porcentagem; X: tempo de secagem selecionado pelo procedimento *Stepwise* de regressão, em dias; D_i : *Dummy* (classes de diâmetro, em que $i = 1, 2$ e 3); $D_i.X$: interação entre as variáveis D_i e X.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação de regressão selecionada ($TU = 109,65 - 16,53.lnt$) para estimar a variação do teor de umidade (TU), em relação ao tempo de secagem (t), apresentou um coeficiente de variação igual a 28%, coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{aj.}$) de 0,84 e erro padrão da estimativa de $\pm 9\%$.

Com base no modelo selecionado, os teores de umidade em função do tempo de secagem foram então relacionados com as respectivas classes de diâmetro e submetidos à análise de regressão com o emprego de variável *Dummy*.

Com o objetivo de verificar as diferenças de teor de umidade existentes entre as classes de diâmetro detectadas na análise de variância, os dados dessa característica foram plotados em função do tempo de secagem ajustando-se a equação selecionada pelo procedimento *Stepwise*. Os valores de teor de umidade são mostrados na fig. 1 e foram estimados, para as três classes de diâmetro, pela equação: $TU = 106,96 - 14,46.lnt + 3,869D_1 + 4,733D_2 - 4,179(D_1.lnt) - 2,211(D_2.lnt)$, em que: TU = teor de umidade, %; t = tempo de secagem, dias; D_1 e D_2 = variáveis *Dummy* correspondentes às classes 1 (10-15 cm) e 2 (15-20 cm), respectivamente; $D_1.lnt$ e $D_2.lnt$ = interações tratamento (*Dummy*) com a variável lnt .

De forma geral, observou-se que as toras de *Eucalyptus saligna* apresentaram teor de umidade igual a 109% no início do processo e, após 83, 128 e 198 dias de secagem para as classes 1, 2 e 3, respectivamente, as mesmas atingiram o valor médio do ponto de saturação das fibras (PSF).

A perda de umidade em magnitudes diferentes, para toras com diâmetros desiguais, também foi constatada por Vital et al., (1985), onde os

menores diâmetros, ao final de 175 dias de secagem ao ar livre, apresentaram menores valores de umidade (16% a 27%) que toras de maiores diâmetros (acima de 50%).

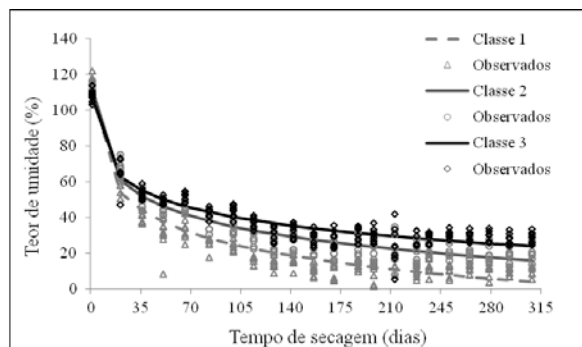


Fig. 1: Variação no teor de umidade de toras de *Eucalyptus globulus* em diferentes classes de diâmetro.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As classes de diâmetro influenciaram a secagem de *Eucalyptus saligna*, visto que, as toras de menores diâmetros apresentaram teores de umidade inferiores no final do processo quando comparadas com as de maiores diâmetros.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 11941: Madeira-determinação da densidade básica. Rio de Janeiro. ABNT, 2003 6p.

HART, C. A. **The drying of wood**. Raleigh: North Carolina Agriculture Extension Service, 1966. 24 p.

KLITZKE, R. J. **Secagem da madeira**. Curitiba: UFPR, 2003. 98 p.

PONCE, R. H.; WATAI, L. T. **Secagem da madeira**. Brasília: Instituto de Pesquisa Tecnológica, 1985. 72p.

REZENDE, R. N.; LIMA, J. T.; PAULA, L. E. R.; FARIA, A. L. R. Secagem ao ar livre de toras de *Eucalyptus grandis* em Lavras, MG. **Cerne**, v.16, suplemento, p. 41-47, jul. 2010.

VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; VALENTE, O. F. Estimativa do teor de umidade de lenha para carvão em função do tempo de secagem. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 9, n. 1, p. 10-27, 1985.



RETRATIBILIDADE DA MADEIRA DAS ESPÉCIES FLORESTAIS *Inga alba* (Sw.) Willd. E *Protium tenuifolium* Engl.

Sâmia Valéria dos Santos Barros¹, Jorge Luís Monteiro de Matos², Claudete Catanhede do Nascimento³

Universidade Federal do Paraná-UFPR^{1,2}, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA³
samia_vsb@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A estrutura e composição da madeira, bem como suas propriedades físicas e mecânicas variam significativamente entre espécies, entre árvores de uma mesma espécie, e até em partes de uma mesma árvore (LOPES et al., 2012). Uma característica importante para avaliar a qualidade da madeira é a retratibilidade, uma vez que pode limitar o seu uso em diversos segmentos, tais como pisos, instrumentos musicais, esquadrias, estruturas, entre outros. A retratibilidade pode ser definida como a capacidade que a madeira possui de inchar ou contrair conforme ganha ou perde água, ou seja, devido à adsorção ou dessorção de água abaixo do ponto de saturação das fibras – PSF (MORESCHI, 2010; GONÇALVES, 2000).

O parâmetro comumente utilizado para medir o grau de retratibilidade da madeira é o fator anisotrópico (FA), definido pela razão entre a contração tangencial em relação a contração radial (CT/CR), variando de 1 a valores maiores que 3 para diversas espécies. Geralmente, madeiras com FA de 1,2 a 1,5 são consideradas estáveis. O FA 1,5 a 2,0 é moderadamente estável, e com FA maior que 2,0, sendo dimensionalmente instável (GALVÃO et al., 1985).

A madeira apresenta diferentes características de retratibilidade nas espécies. Dependendo de como a secagem é efetuada, e do próprio comportamento da madeira, pode acarretar alterações da forma e à formação de fendas e empenos (OLIVEIRA et al., 2010).

Panshin & De Zeeuw (1964) afirmaram que a contração na direção tangencial é aproximadamente duas vezes maior que na direção radial. A contração longitudinal não é preocupante, pois apresenta baixos valores para todas as espécies, em torno de 1%.

Desta forma, os estudos sobre a madeira de espécies florestais devem ter como princípio a caracterização tecnológica como base científica para classificar a qualidade da matéria-prima. Portanto, objetivou-se com este estudo, analisar a retratibilidade da madeira das espécies *Inga alba* (Sw.) Willd., e *Protium tenuifolium* Engl.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos de campo foram conduzidos na Estação Experimental de Silvicultura Tropical – EEST de propriedade do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, localizada no km 23, vicinal ZF-2, BR-174, Manaus-AM. Nesta área foram selecionadas aleatoriamente três árvores de cada espécie. As árvores foram derrubadas, desdobradas em toras e retirados discos de 5 cm de espessura. Os discos foram encaminhados a oficina do LEAM-INPA para confecção dos corpos de prova, nas dimensões 2,0x2,0x3,0 cm.

Cada corpo de prova, inicialmente em estado verde foi mensurado nas direções longitudinal, tangencial e radial com auxílio de um paquímetro digital nos pontos previamente marcados nos corpos de prova. Em seguida, as amostras foram acondicionadas em estufa para secagem, com temperatura constante de $\pm 103^{\circ}\text{C}$, para obtenção da massa e determinação da contração volumétrica, e nos planos radial e tangencial, de acordo com eq.(1). A determinação seguiu as recomendações da MB26 da ABNT (1940).

$$CT = \frac{Du - Do}{Du} \times 100 \quad (1)$$

A determinação do coeficiente anisotrópico (CA) em cada corpo de prova, no cerne e alburno, foi realizada pela razão entre a contração no plano tangencial e radial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores referentes às contrações analisadas para as espécies *Inga alba* e *Protium tenuifolium* evidenciaram uma tendência de acréscimo e decréscimo, respectivamente, no sentido medula-casca, conforme elucida fig. 1.

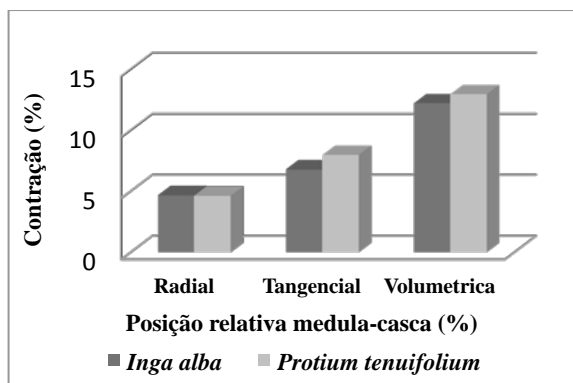


Fig. 1: Valores médios das variações das contrações encontradas para as madeiras.

Observou-se que os valores obtidos para o plano tangencial foram aproximadamente, o dobro do plano radial para ambas as espécies. A contração tangencial variou de 6,69 a 6,86% para *Inga alba*, e 6,49 a 9,64% para *Protium tenuifolium*. Resultado esperado, e corrobora com relatos de Durlo et al., (1992) para folhosas de modo geral. Verificou-se uma tendência de decréscimo da contração tangencial e radial em direção à casca. Os valores encontrados para retratibilidade volumétrica tiveram um comportamento crescentes no sentido medula-casca variando de 10,95 a 13,42% *Inga alba*, e decrescente para *Protium tenuifolium* variando de 11,44 a 14,89%.

Na tabela 1 é apresentado o Coeficiente Anisotrópico das espécies.

Tabela 1: Valores médios do Coeficiente de Anisotropia das espécies estudadas:

Espécie	Cerne	Alburno
<i>Inga alba</i> (Sw.) Willd.	0,94	0,92
<i>Protium tenuifolium</i> Engl.	0,95	0,93

Observou-se que os valores de coeficiente anisotrópico entre cerne e alburno são semelhantes entre as espécies, sendo maiores os valores no cerne. Verificou-se um decréscimo no sentido medula-casca. Considerando que os valores obtidos são menores que 1, a madeira dessas espécies apresenta-se dimensionalmente estável, e com menor tendência ao empenamento e ao fendilhamento.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos deste trabalho permitem concluir que as espécies apontaram uma tendência de variação da retratibilidade no sentido medula-casca; os valores no sentido tangencial foram maiores; os valores médios do coeficiente anisotrópico foram satisfatórios, evidenciando madeiras estáveis, para usos diversos.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Ensaio físicos e mecânicos da madeira – MB-26/40**. Rio de Janeiro, 1940. 16p.

DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: Retratabilidade**. Santa Maria, CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel. 1985. 112p.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento de madeira**. Bauru: SP, 2000. 242 p.

LOPES, O. P.; MELO, L. E. L.; SILVA, C. J.; SILVEIRA, T. A.; NOBRE, J. R. C. Variação da retratibilidade da madeira de *Astronium lecointei* Ducke em função da posição radial. **Anais XIII EBRAMEM**. Vitória/ES, 23 a 25 de julho de 2012.

MORESCHI, J. C. **Propriedades da madeira**. Ministério da Educação e do Desporto. Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 175p. 2010.

OLIVEIRA, T.S.O.; FILHO, M. T.; FIEDLER, N.C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010.

PANSHIN, A. J.; ZEEUW, C. de. **Textbook of wood technology**. 3º ed. New York: MacGraw Hill, 1964. v. 1, 705p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao INCT-Madeiras da Amazônia pelo financiamento, e a equipe do LEAM pela colaboração para realização deste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTABILIDADE DIMENSIONAL DAS MADEIRAS DE *Cedrelinga catenaeformis* Ducke E *Cedrela odorata* L., EM CRUZEIRO DO SUL-ACRE.

Claudene Menezes Atayde Calderon, Neila Cristina de Lima Fernandes,
Rafael de Azevedo Calderon, Vilene Santos Vasconcelos, Fiana Natacha Lima de Oliveira
Universidade Federal do Acre – UFAC/Campus Floresta/Cruzeiro do Sul
claudenecalderon@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O setor moveleiro no município de Cruzeiro do Sul, Acre, é de grande importância na economia regional e, recentemente, vem recebendo apoio do governo do Estado para sua estruturação.

Este setor trabalha em torno de 20 a 30 espécies madeireiras e, dentre estas, as madeiras de *Cedrelinga catenaeformis* Ducke (cedro água) e *Cedrela odorata* L. (cedro), se destacam das demais pela boa trabalhabilidade.

A madeira de *C. cateaeformis*, pertence à família Leguminosae, e é muito utilizada na construção civil e naval, celulose e papel e móveis (Loureiro *et al.*, 1979).

A madeira de *C. odorata*, pertence à família Meliaceae, e é utilizada principalmente na fabricação de móveis (Loureiro *et al.*, 1979).

Para a obtenção de um móvel de qualidade, o conhecimento sobre a retração da madeira é fundamental, uma vez que afeta diretamente na estabilidade dimensional do produto final. A retratibilidade da madeira está relacionada às variações das dimensões da madeira quando há alteração no seu teor de umidade (IPT, 1985).

As variações das dimensões da madeira nos sentidos tangencial, radial e longitudinal devem ser cuidadosamente avaliadas, pois diferem conforme a direção e a espécie avaliada. A partir das retratibilidades tangencial e radial, pode-se obter um índice que indica a maior propensão ao empenamento e fendilhamento de peças (Oliveira *e t al.*, 2010). Segundo Kollman e Côté (1968), a diferença entre a retratibilidade tangencial e a radial pode ser explicada pela influência restritiva dos raios na direção radial e também pelo arranjo helicoidal diferente das microfibrilas nas paredes tangenciais e radiais. Outras duas teorias são: influência das pontoações, influência do lenho inicial e tardio no anel de crescimento. Uma das causas das propriedades anisotrópicas da madeira é a

orientação das micelas, fibrilas e fibras que formam o tecido lenhoso. Considerando que o conhecimento sobre a retratibilidade de madeiras para a confecção de móveis é um parâmetro muito importante na determinação da qualidade foi avaliada a estabilidade dimensional das espécies de *C. catenaeformis* e *C. odorata*., utilizadas pelo setor moveleiro do município de Cruzeiro do Sul, Acre.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Área de estudo

Localizado na região do Alto Juruá, o município de Cruzeiro do Sul, é a segunda cidade mais populosa e desenvolvida do estado com cerca de 78.000 habitantes (IBGE, 2010).

Espécies de estudo e amostragem

Este estudo foi realizado com madeiras das espécies *C. catenaeformis* (cedro água) e *C. odorata* (cedro), ambas muito utilizadas pelo setor moveleiro regional. Para obtenção das amostras seguiu-se a norma NBR 7190 (1997) para investigação de lotes de madeira serrada, considerados homogêneos. Foram obtidos 12 amostras, nas dimensões nominais 2cm x 3 cm x 5cm, para cada espécie.

Determinação da estabilidade dimensional

As amostras de cada espécie, foram saturadas em água até atingir peso constante, e tomadas suas dimensões na condição verde. Em seguida estas amostras foram secas em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até que atingissem peso constante, para obtenção das dimensões na condição seca.

As medições das amostras foram realizadas com paquímetro digital, com precisão de 0,01mm, tanto na condição verde quanto na seca. Foram determinadas as retratibilidades nas direções radial, tangencial, longitudinal e volumétrica, e fator de anisotropia, conforme recomendações da norma NBR 7190:1997.

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva e comparações de médias pelo teste de Tukey a 95% de probabilidade estatística.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das retratibilidades e fator de anisotropia das madeiras de *Cedrelinga catenaeformis* e *Cedrela odorata*, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios, desvio padrão e coeficientes de variação, das retratibilidades das madeiras de *C. catenaeformis* e *C. odorata*.

<i>C. catenaeformis</i>	RR	RT	RV	FA
Média	6,36	5,46	11,63	0,87
Desv.Pad.	0,60	0,81	0,72	0,19
CV(%)	10,53	6,72	16,13	4,66
<i>C. odorata</i>	RR	RT	RV	FA
Média	8,72	9,91	17,68	1,16
Desv.Pad.	1,78	2,44	3,30	0,28
CV(%)	4,89	4,06	5,36	4,09

RR: Retratabilidade Radial; RT: Retratabilidade Tangencial; RV: Retratabilidade Volumétrica; FA: Fator de Anisotropia.

Os valores encontrados neste trabalho são aproximados aos encontrados na literatura (Loureiro et al. 1979; IPT, 1989). Em geral, os valores da retratabilidade foram maiores para a espécie de *C. odorata*. No entanto, o coeficiente de variação foi maior para esta espécie, indicando que esta propriedade apresentou maior variação nas amostras avaliadas. Embora as madeiras das duas espécies tenham apresentado retratabilidade volumétrica média, o fator de anisotropia de ambas foi classificado como excelente. Estes valores são importantes, principalmente por se tratarem de madeiras utilizadas na fabricação de móveis, indicando que são adequadas para este fim. Na Tabela 2 pode-se observar a análise das retratabilidades e do fator de anisotropia entre as espécies.

Tabela 2: Comparação entre as espécies, dos valores de retratabilidades e fator de anisotropia das madeiras de *Cedrelinga catenaeformis* e *Cedrela odorata*.

	<i>C. catenaeformis</i>	<i>C. odorata</i>
RR	6,36 ^a	8,72 ^b
RT	5,46 ^a	9,91 ^b
RV	11,63 ^a	17,68 ^b
FA	0,87 ^a	1,16 ^b

RR: Retratabilidade Radial; RT: Retratabilidade Tangencial; RV: Retratabilidade Volumétrica; FA: Fator de Anisotropia. Valores seguidos por letras diferentes diferem estatisticamente ao nível de 95% de probabilidade.

Embora apresentem características gerais aproximadas e no setor moveleiro local cheguem a tratar como espécies da mesma família, na comparação da retratabilidade entre as espécies, observou-se diferença estatística significativa, demonstrando características distintas entre as espécies estudadas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As madeiras estudadas apresentaram excelente estabilidade dimensional, confirmando que são espécies de boa qualidade para a fabricação de móveis. Estudos sobre a composição química das madeiras e correlações entre as propriedades serão efetuados para caracterização das espécies.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997. (NBR-7190).
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Resultados do Censo 2010: População por município, Acre. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/tabelas_pdf/total_populacao_acre.pdf> Acesso: 12 de julho de 2013.
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Madeira**: o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: 1985. 189p. (Boletim ABPM, 36).
- IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Fichas de características das madeiras brasileiras**. 2ª. Ed. São Paulo : IPT, 1989. 418p. (publicação IPT no. 1791).
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J.C. **Essências madeireiras da Amazônia**. Manaus: INPA/SUFRAMA, U.A, 1979. 245p.
- OLIVEIRA, J.T.S.; TOMAZELLO FILHO, M.; FIEDLER, N.C. Avaliação da retratabilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Rev. Árvore**, vol. 34, no. 5, Viçosa, Sept./Oct. 2010.

AGRADECIMENTOS

Ao setor moveleiro do município de Cruzeiro do Sul, Acre, que sempre apoia atividades de pesquisa desenvolvidas pela Universidade Federal do Acre/*Campus Floresta*.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AValiação ENERGÉTICA DA MADEIRA E DA DESRAMA DE *Acacia mangium* WILLD CULTIVADOS NO PIAUÍ

José Benedito Guimarães Júnior¹, Suzane Sarno Soares¹, Tiago de Paula Protássio², Rosalvo Maciel Guimarães Neto², Paulo Fernando Trugilho²

Universidade Federal de Goiás¹, Universidade Federal de Lavras²

jbguimarãesjr@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Uma das espécies que vem se mostrando promissora é a *Acacia mangium* Willd., por se destacar pela elevada rusticidade, pelo seu rápido crescimento e pela sua alta fixação de nitrogênio, o que desperta a necessidade de estudos desta espécie a fim de se encontrar características desejadas à produção no setor madeireiro (MONTEIRO, 2011).

A madeira de *Acacia mangium* Willd. pode ser utilizada para celulose, compensados, laminados e produtos serrado (TONINI e HALFELD-VIEIRA, 2006). De acordo com Meierdörnberg, (2005), a mesma pode também ser utilizada para a produção de móveis maciços, construção pesada e leve, chapas e embalagens, energia, uma vez que a mesma possui um alto valor calorífico.

Essa cultura florestal necessita de uma prática silvicultural para melhorar a qualidade de sua madeira, que é denominada de poda ou desrama. Essa prática se baseia na retirada dos ramos laterais das árvores. Quando esse procedimento é feito, grande quantidade de material lignocelulósico é descartada no meio ambiente, gerando um impacto de ordem ambiental e um prejuízo econômico. Neste contexto, uma das alternativas para o aproveitamento desses resíduos é sua utilização para fins energéticos, seja como lenha, carvão vegetal, briquetes, pellets, dentre outros.

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi avaliar energeticamente a qualidade da desrama de *Acacia mangium* Willd.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste trabalho, foram utilizados materiais genéticos de árvores de *Acacia*

mangium Willd. Estas foram provenientes de um plantio da Fazenda Ipoeira da Empresa *Bee Happy*, localizada no sul do Piauí no município de Curimatá.

Foram selecionadas cinco árvores com idade de 42 meses, as quais apresentavam um bom estado fitossanitário, sendo retirados discos de seus DAP (diâmetro altura do peito).

Nesta mesma ocasião, foram selecionados, aleatoriamente, 50 galhos, oriundos da desrama. Os mesmos foram seccionados em discos e posteriormente, também selecionados aleatoriamente, aqueles que seriam avaliados.

Para a análise química imediata da madeira e da desrama as amostras foram transformadas em palitos sendo posteriormente levadas para o moinho e transformadas em serragem. Estas foram separadas em peneiras sobrepostas de 40 e 60 mesh, sendo utilizada apenas a fração que passou pela peneira de 40 mesh e ficou retida na peneira de 60 mesh.

O método de ensaio do teor de umidade, cinzas, materiais voláteis e carbono fixo obedeceu procedimento da ASTM E871-82.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, onde os tratamentos (madeira de *Acacia mangium* Willd e sua desrama) foram comparados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios de umidade na base seca, teor de voláteis, teor de cinzas e teor de carbono fixo para a madeira e a desrama de *Acacia mangium* Willd.

Tabela 1: Valores de análise química imediata da madeira e da desrama de *Acacia mangium* Willd.

Tratamento	Umidade (%)	Voláteis (%)	Cinzas (%)	Carbono Fixo (%)
Desrama Acácia	5,92 A	78,29 B	0,39 B	21,04 A
Madeira Acácia	6,66 A	84,24 A	0,67 A	15,37 B
CV (%)	8,69	2,53	30,49	11,92

O teor de umidade presente na madeira de *Acacia mangium* Willd. foi de 6,66% , enquanto que na desrama foi de 5,92%. Esse teor de umidade representa um baixo valor, sendo este de grande importância, pois a quantidade de água na madeira influencia no calor liberado, o que em um processo industrial ocasiona redução na produtividade.

Para o teor de materiais voláteis, a desrama apresentou valor inferior quando comparado com a madeira, sendo este de 78,29 %. Estes valores estão dentro do que preconiza BRITO e BARRICHELLO (1982), relatando que os voláteis se encontram na faixa entre 75% e 85%. Altos teores de voláteis indicam que o combustível possui maior facilidade de queimar-se ou liberar calor (gases), devido ao fato dos materiais voláteis, quando aquecidos se queimam rapidamente na forma gasosa.

Correlacionando com a quantidade de carbono fixo, observa-se que a desrama apresentou valor superior (21,04%). Nesse sentido pode-se dizer que este material libera menor quantidade de gases, deixando um bom percentual de material sólido (carbono fixo) para queima. Para Andrade (1989), o rendimento em carbono fixo é dos parâmetros que melhor expressam a qualidade da matéria prima lenhosa. Quanto maior for o rendimento em carbono fixo, melhor será a qualidade da biomassa para fins energéticos.

Quanto ao teor de cinzas a desrama apresentou maiores valores do que a madeira. Contudo tais valores se enquadram dentro da faixa comumente encontrada para folhosas. Para Paula et al. (2011) e Brand (2010), elevados teores de cinzas contribuem para redução do poder calorífico da madeira, uma vez que os minerais não participam da combustão, mas são contabilizados na massa do combustível.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De acordo com os resultados observados pode-se concluir que:

- ✓ A madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd apresenta potencial de ser utilizada para fins energéticos.
- ✓ A madeira de desrama apresentou melhores parâmetros de avaliação em comparação com a madeira de *Acacia mangium* Willd.

5. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, A.M. de. **Influência da casca de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden no rendimento e qualidade de carvão vegetal.** 1989. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1989.

BRAND, M. A. **Energia de biomassa florestal.** Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131 p.

BRITO, J.O., BARRICHELLO, L.E.G; ESALQ-USP; Aspectos Técnicos da utilização da madeira e carvão vegetal como combustíveis; **In:** 2º Seminário de Abastecimento Energético Industrial com Recursos Florestais; p.101-137; São Paulo; 1982.

MEIER-DÖRNBERG, J. Plantios florestais comerciais de *Acacia mangium* em Roraima. **In:** XAUD, H. A. M. (Org.). SEMANA DO ESTUDANTE, 2005, Boa Vista. **Florestas e meio ambiente:** Resumo. Boa Vista: EMBRAPA Roraima, 2005. 74p. (EMBRAPA Roraima. Documentos, 10)

PAULA, L. E. R.; TRUGILHO, P. F.; NAPOLI, A.; BIANCHI, M. L. Characterization of residues from plant biomass for use in energy generation. **Cerne**, Lavras, MG, v. 17, n.2, p. 237-246, 2011.

TONINI, H., HALFELD-VIEIRA, B. A. Desrama, crescimento e predisposição à podridão-do-lenho em *Acacia mangium*. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.7, p.1077-1082, julho, 2006.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTÊNCIA A TESTE DE CISALHAMENTO DA COLAGEM DE MADEIRA EM *Eucalyptus grandis*

Luis Fernando Flenik Costa, Pablo Santos Berthes da Silva, Angelo Garcia Costa,
Gabriela de Vargas Heinen, Clóvis Roberto Hasselein
Universidade Federal de Santa Maria
flenikcosta@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, as madeiras de reflorestamento, particularmente as do gênero *Eucalyptus*, têm despertado grande interesse pelo potencial que apresentam como fonte de matéria prima para a fabricação de móveis e a construção civil. Isso tem motivado vários trabalhos de pesquisa visando a uma melhor caracterização de suas propriedades (OLIVEIRA, 1998).

O uso de adesivo na madeira surge como interesse científico, pois praticamente todos os produtos sólidos de madeira, com exceção da madeira serrada, o consomem na sua fabricação (NEIVA & HELLMEISTER, 1989). A adesão entre componentes de madeira, bem como entre outros materiais, depende de uma série de parâmetros relacionados às características físico-químicas do adesivo e do material a ser colado, do procedimento adotado na colagem, da forma geométrica e do tamanho das peças a serem coladas e ainda, das condições a que as peças colado serão expostas, quando em serviço (SOBRAL FILHO, 1982).

Este trabalho teve por objetivo avaliar a resistência de três diferentes tipos de adesivos na madeira de *Eucalyptus grandis*, por meio de teste de cisalhamento.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira necessária para este experimento foi doada pelo Laboratório de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (LPF-UFSM), a qual veio em forma de tábuas onde posteriormente foram desdobradas e cortadas em corpos de prova de 30cm de comprimento por 6,5cm de largura e 2,0cm de espessura. Posteriormente os corpos de prova ficaram por 24 horas em estufa a 50°C para perda de umidade, chegando então à porcentagem necessária de umidade para o experimento entre 5 a 7%.

Posteriormente os corpos de prova foram colocados em câmaras climatizadoras para que estabilizassem e não ganhassem umidade.

Foram escolhidas três formulações diferentes de adesivos para este experimento. A primeira feita de amido envolve 110g de Amido e 75g de água, sendo misturado e levado ao fogo até atingir uma consistência mais pesada. A segunda necessita de 75g de amido, 4,5g de Soda Cáustica e 110g de água, 10g de água são usados para diluir a soda enquanto que os outros 100 são misturados ao amido a frio, e logo depois tudo é misturado. A terceira e última cola, é formada de 25g de uréia, 5g de Amido, 2,5g de Sal endurecedor e 5g de água, aqui a água é usada para dissolver o sal, e depois se mistura tudo a frio.

Posteriormente a colagem nos corpos de prova foi feita em linha simples, sendo distribuídos 200g/m² para as formulações de amido e soda, logo 4g por corpo de prova, e 180g/m² para a formulação de uréia, logo 3,5g por corpo de prova. Foram usados 24 corpos de prova nas dimensões citadas anteriormente, porém apenas 12 deles receberam cola (linha simples), 4 por tipo de cola. Após a colagem os corpos de prova foram prensados durante 24 horas em uma prensa fria, sendo posteriormente cortados conforme a norma D905 para teste de cisalhamento, no qual foram usados 10 corpos já cortados conforme a norma por cola. Os testes de cisalhamento foram efetuados com uma máquina universal de ensaios no LPF na Universidade Federal de Santa Maria.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do ensaio de cisalhamento obtiveram-se os resultados de resistência dos corpos de prova em Mpa (Mega Pascal). Na Tabela 1 pode-se observar a resistência média para cada tipo de cola.

Tabela 1 - Resistência média da colagem em *E. Grandis* ao cisalhamento em MPa

Cola/Espécie	Resistência média (Mpa)
Uréia	11,46
Amido+Soda	5,2530
Amido+ Calor	3,72

Abaixo a Análise de Variância para a resistência ao cisalhamento das colagens.

Tabela 2 - ANOVA com aplicação do teste F para resistência da colagem ao esforço de cisalhamento de *E. Grandis*

Fonte da Variação	SQ	gl	MQ	F	F-Crit
Entre grupos	141461,67	2	7073083,33	71,93	3,35
Dentro dos grupos	2655100	27	98337,04		
Total	16801267	29			

Abaixo o teste de médias.

Tabela 3 ó Teste Tukey para resistência média ao cisalhamento.

Adesivo	Resistência média (Kg)	Teste Tukey
Uréia	2365	a
Soda+ Amido	1105	b
Amido + Calor	770	b

Pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, o adesivo de Uréia diferiu estaticamente dos outros, enquanto que os adesivos de soda e amido não diferiram entre si.

Comparando a resistência média ao cisalhamento obtida na linha de cola por uréia com os valores encontrados na literatura por SERPA (2003) para *E. Grandis*, conclui-se que são praticamente idênticos, o que apenas ratifica os resultados obtidos. A avaliação das colas de Amido, muito inferiores a uréia, mostra que a sua resistência é insuficiente para aplicações industriais, mas que funcionam perfeitamente para usos domésticos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A cola de uréia se apresentou mais resistente ao teste de cisalhamento do que a cola de Amido e Soda, o que já era esperado. Porém as colas de Amido e Soda apresentam resistência suficiente para serem empregadas em colagens de uso doméstico ou de reparo. Espera-se que com esse trabalho o uso de colas caseiras possa ser visto com outros olhos e estudado mais profundamente em um futuro.

5. BIBLIOGRAFIA

NEIVA, G. S.; HELLMEISTER, J. C. **Estudo de resinas sintéticas em ligações estruturais em peças de madeira.** In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 3., 1989, São Carlos. **Anais...**São Carlos: 1989.

OLIVEIRA, J. T. S. **Caracterização da madeira de eucalipto para a construção civil.** 1998. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Carlos, São Carlos, 1998.

SERPA, P.N.; VITAL, B.R.; DELLA LUCIA, R.M.; PIMENTA, A.S. **Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*.** Revista *Árvore*, Viçosa, v.27, n.5, p.723-733, 2003.

SOBRAL FILHO, M. **Adesão e adesivos para madeira: teorias de adesão e a natureza das colagens com madeira.** Brasília: Ministério da Agricultura, 1982.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Produtos Florestais e seus funcionários pela oportunidade e disponibilização de material e ao Acadêmico de Engenharia Florestal Lenon A. Huller pela ajuda cujo qual não conseguiríamos terminar o trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DO ESPAÇAMENTO NOS ELEMENTOS ANATÔMICOS DE HÍBRIDO DE *E. grandis* X *E. urophylla* PARA FINS ENERGÉTICOS

Letícia Mayara Magnago, Marina Donária Chaves Arantes, Jordão Cabral Moulin, José Tarcísio Da Silva Oliveira, Marcos André Lagaas

Universidade Federal do Espírito Santo
 leticiamayaramagnago@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Florestas Plantadas – ABRAF o Brasil possui uma vasta área de florestas plantadas de eucalipto e pinus, acumulando em 2012 o total estimado de 6.664.812 hectares, sendo que a área ocupada por plantios de eucalipto corresponde a 76,6% das florestas plantadas. O país é reconhecido não somente como um dos principais países em termos de área de plantações florestais com espécies de eucaliptos, mas também como detentor de elevado nível científico-tecnológico nas diversas áreas da eucaliptocultura. A madeira de eucalipto, por ser de elevada versatilidade e produtividade, atende, na maioria dos casos, à necessidade como matéria-prima e, principalmente, para a produção com fins energéticos para o país. Sabendo-se da importância da madeira, torna-se necessário o conhecimento de suas características, sendo possível, assim, inferir sobre a qualidade do produto final. Quando se avalia uma madeira com fins energéticos uma característica que deve ser levada em consideração são seus constituintes anatômicos, como fibras, vasos e tecido parenquimatoso.

Algumas técnicas de manejo florestal podem ser responsáveis pela qualidade da madeira, a qual irá atender fins específicos. A escolha do espaçamento, por exemplo, é de fundamental importância para produção de biomassa florestal, tendo como objetivo proporcionar espaço suficiente para que cada árvore possa se desenvolver ao máximo com a melhor qualidade possível e menor custo (CHIES, 2005).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do espaçamento nos elementos anatômicos da madeira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados dois clones do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. As árvores são provenientes de um programa de fomento florestal com idade de doze meses, sendo amostradas três para cada espaçamento, 3x3 e 3x0,5 m.

As mensurações das estruturas anatômicas foram efetuadas em cortes histológicos (vasos) e em material macerado (fibras) com o auxílio do software analisador de imagem. As amostras obtidas dos discos da base das árvores foram amolecidas em água quente e posteriormente, com o auxílio de um micrótomo de deslize, foram realizados cortes histológicos com espessura de 20 µm. Em seguida, foram preparadas lâminas temporárias, com uso de glicerina e água. De posse das lâminas, foram realizadas fotomicrografias com auxílio de uma câmera fotográfica acoplada a um microscópio, em que se podem mensurar características relacionadas aos vasos. Para determinar variáveis referentes às fibras, as amostras foram maceradas utilizando peróxido de hidrogênio e ácido acético, conforme descrito por Nicholls e Dadswell por Ramalho (1987). Após este procedimento foram preparadas lâminas com glicerina e também analisadas por sistema de análise de imagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os valores médios de comprimento, largura, espessura da fibra, espessura da parede das fibras, frequência e diâmetro de vasos para os clones nos diferentes espaçamentos, submetidos ao método de Skottknott em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 1. Valores médios das variáveis das fibras e vasos da madeira dos clones do híbrido *E. grandis* x *E. urophylla* em dois espaçamentos.

Variável (μm)	Espaçamento (m)	
	3x3	3x0.5
Comprimento da fibra	768,49 b	825,028 a
Largura da fibra	18.20	19.17
Espessura da fibra	11.33	12.47
Espessura da fibra	3.43	3.35
Frequência de vasos	15.35	17.59
Diâmetro de vasos	61.38	69.39

A partir da análise dos resultados obtidos pôde-se observar que o comprimento das fibras diferiram estatisticamente entre os dois tratamentos, sendo que no espaçamento 3x0,5 m o comprimento foi significativamente maior do que no espaçamento 3x3 m. Contudo, Tienne et al. (2009) verificaram tendência de aumento dos valores do comprimento da fibra na madeira do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* com a ampliação do espaçamento.

As variáveis largura e espessura da fibra diferiram numericamente entre si nos dois tratamentos, com tendência de aumentar com o adensamento do espaçamento. Os valores de espessura da parede variaram numericamente entre os tratamentos, em que o espaçamento 3x3 m foi superior em relação ao 3x0,5 m. No entanto, estatisticamente essa variação não é significativa.

Em relação à frequência e diâmetro de vaso observou-se que numericamente o espaçamento 3x0,5 m possui maiores valores em relação ao espaçamento 3X3 m. O mesmo comportamento foi verificado por Lima et al. (2011).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O espaçamento teve influência significativa somente no comprimento das fibras da madeira. Assumindo tendência crescente com o adensamento do espaçamento.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTOS DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico 2013**: ano base 2012. Brasília, 2012, 148 p.

CHIES, D. **Influência do espaçamento sobre a qualidade e o rendimento da Madeira serrada de Pinus taeda L.** 2005, 123 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

RAMALHO, R. S. **O uso de macerado no estudo anatômico de madeiras.** Viçosa. MG: UFV, 1987. 4p.

LIMA, I. L. de.; GARCIA, R.; LONGUI, E. L.; BORGES, S. M. Dimensões anatômicas da madeira de *Tectona grandis* Linn. Em função do espaçamento e da posição radial do tronco. **Scientia Forestalis**, v. 39, n. 89, p. 61-68, 2011.

TIENNE, D. L. da C.; OLIVEIRA, J. do N. de.; PALERMO, G. P. de M.; SOUSA, J. da S.; LATORRACA, J. V. de F. Influência do espaçamento no ângulo das microfibrilas e comprimento de fibras de clone de eucalipto. **Revista Florestal Latino americana**, v. 24, n. 1, p. 67-83, 2009.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos que contribuíram de forma direta ou indiretamente para realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTÊNCIA A TESTE DE CISALHAMENTO DA COLAGEM DE MADEIRA EM *Eucalyptus cloeziana*

Luis Fernando Flenik Costa, Pablo Santos Berthes da Silva, Angelo Garcia Costa,
Gabriela de Vargas Heinen, Clóvis Roberto Hasselein
Universidade Federal de Santa Maria
flenikcosta@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso de madeira colada já provou ser uma forma econômica e eficiente de aproveitamento dessa matéria-prima, minimizando as consequências dos defeitos da madeira maciça (nós, resinas e outros). No entanto, para utilizar o potencial dos adesivos da melhor maneira, é necessário conhecer as suas características e qualidades na aplicação de cada um deles (LIMA *et al.*, 2008).

Atualmente, é de conhecimento no setor florestal brasileiro que a madeira do gênero *Eucalyptus* poderá ser a principal matéria-prima para atender a diversos segmentos industriais, seja na produção de múltiplos produtos de madeira, seja na produção de carvão vegetal e celulose (MORA e GARCIA, 2000).

Como é reconhecido atualmente, a qualidade do gênero *Eucalyptus*, este serve como material para a indústria em vários setores inclusive o de madeira colada fazendo-se um estudo prévio e sendo necessário um posterior mais aprofundado no uso de adesivos nesse gênero (LIMA *et al.*, 2008)..

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência da colagem da madeira de *Eucalyptus cloeziana* ao esforço de cisalhamento, com o uso de três tipos de adesivos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira necessária para que se fizesse o experimento de *E. Cloeziana* foi doada pelo Laboratório de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (LPF-UFSM), esta veio em forma de tábuas onde posteriormente foram desdobradas e cortadas em corpos de prova de 30cm de comprimento por 6,5cm de comprimento por 2,0cm de comprimento e foram colocadas em estufas a

50°C para secagem, ficando por 24 horas dentro da mesma sendo necessário que os corpos de prova chegasse a um grau entre 5 a 7% de umidade. Posteriormente estas amostras foram colocadas em câmaras climatizadoras para que não ganhassem umidade. Para os adesivos foram escolhidos três diferentes formulações, sendo elas compostas por Amido e água, Soda Caustica e Amido e Uréia e Amido.

As proporções das formulações estão indicadas nas tabelas abaixo:

Tabela 1: Proporção das formulações dos adesivos em gramas

	Fórmula 1	Fórmula 2	Fórmula 3
Amido	75	75	5
Água	110	110	5
Uréia			25
Soda Caústica		4,5	
Sal endurecedor			2,5

Na formulação 1 de Água e Amido foi usado calor para engrossar o adesivo e aumentar sua resistência, enquanto que os outros processos foram feitos a frio. A colagem foi feita em linha simples, sendo distribuídos 200g/m² para as formulações de amido e soda, logo 4g por corpo de prova, e 180g/m² para a formulação de uréia, logo 3,5g por corpo de prova. No total foram usados 24 corpos de prova, 8 por tipo de cola, sendo que desses 8 apenas 4 receberam colagem e linha simples. Após a colagem os corpos de prova foram prensados durante 24 horas em uma prensa fria, sendo posteriormente cortados conforme a norma D905 para teste de cisalhamento.

Os testes de cisalhamento foram efetuados com uma máquina universal de ensaios, na qual foi verificada a resistência de cada colagem em 10 diferentes corpos de prova cortados, como falado anteriormente, para cada tipo de adesivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os resultados serem obtidos, foi feito a média de resistência ao cisalhamento sendo a unidade em kgf/cm². A resistência média para cada cola está apresentada abaixo:

Tabela 2: Resistência média da colagem em *E. Cloeziana* ao cisalhamento em MPa

Cola/Espécie	<i>E. Cloeziana</i>
Uréia	12,57
Amido+Soda	4,65
Amido+ Calor	2,64

Abaixo é mostrada a Análise de Variância da resistência entre as colas.

Tabela 3: Análise de Variância entre as colas

FV	SQ	gl	MQ	F
Entre Grupos	229016 27	2	114508 13	73,0555 8
Dentro dos Grupos	423201 0	27	156741, 1	
Total	271336 37	29		

Pelo teste de médias Tukey a 5% de probabilidade feito, o adesivo de Uréia diferiu estatisticamente dos adesivos de Soda e Amido, que não diferiram estatisticamente entre si.

Comparando a resistência média ao cisalhamento obtida na linha de cola por uréia com os valores encontrados na literatura por SERPA (2003) para outras espécies de *Eucalyptus*, conclui-se que são muito parecidos, o que apenas ratifica os

resultados obtidos e assemelha as características da espécie de *E. Cloeziana* com as demais. Os baixos valores por parte das colas de amido evidenciam a impossibilidade de serem usados industrialmente.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A resistência ao cisalhamento foi dependente do tipo de cola utilizado, sendo a uréia o adesivo mais resistente comparado aos outros dois, que não diferiram entre si.

Apesar do adesivos a base de amido (com e sem soda) serem muito menos resistentes do que a uréia, inviabilizando seu uso industrial, são resistentes o suficientes para outros fins, (colagens simples, pequenas peças, uso doméstico, outros).

5. BIBLIOGRAFIA

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; TRUGILHO, P. F.; MORI, C. L. S. O. Colagem da madeira de clones de *Eucalyptus* com três adesivos comerciais. **Revista Ciência Florestal**, v. 36, n. 77, p. 73-77, mar. 2008.

SERPA, P.N.; VITAL, B.R.; DELLA LUCIA, R.M.; PIMENTA, A.S. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliotii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.5, p.723-733, 2003.

MORA, A.L.; GARCIA, C.H. **A cultura do eucalipto no Brasil**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2000. 111p.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Produtos Florestais e seus funcionários pela oportunidade e disponibilização de material. e ao Acadêmico de Engenharia Florestal Lenon A. Huller pela ajuda cujo qual não conseguiríamos terminar o trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA NA PRODUÇÃO DE PEQUENOS OBJETOS DE MADEIRA (POM), EM CRUZEIRO DO SUL-AC.

Neila Cristina de Lima Fernandes, Claudene Menezes Atayde Calderon, Rafael de Azevedo Calderon, Vilene Santos Vasconcelos, Fiana Natacha Lima de Oliveira.

Universidade Federal do Acre ó UFAC Campus Floresta

E-mail (neila.fernandes@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A madeira bruta ao passar por desdobro e beneficiamento gera ampla quantidade e diversidade de resíduos geralmente não utilizados devido a limitações tecnológicas e restrições de mercado (NOLASCO, 2000).

A falta de informação e as dificuldades intrínsecas ao aproveitamento do resíduo madeireiro (LOPES, 2009), bem como a ausência de padronização dos resíduos, distância entre a fonte desses e os fabricantes e, principalmente, por se preferir trabalhar com excesso de material e não se preocupar com as perdas (SOUZA, 2002) são alguns dos vários fatores que influenciam no melhor ou pior aproveitamento da madeira (PEREIRA et al., 2010).

Para Lopes (2009) os grandes benefícios da utilização de resíduos de madeira são a conservação do meio ambiente pela valorização desses, incentivo a economia, agregando-lhes valor, proporcionando assim, novas fontes de renda para a cultura local.

Abreu et al. (2009) assinalam que os resíduos de madeira têm uma grande potencial econômico que ainda é pouco explorado e, o seu aproveitamento como matéria-prima na confecção artesanal de pequenos objetos de madeira (POMs) é uma alternativa que vem ao encontro do sentimento atual favorável pela adoção de materiais que provoquem o mínimo impacto ambiental. Uma vez apresentados como òreaproveitadosõ podem difundir a madeira e ao mesmo tempo valorizar o trabalho artesanal.

Os POM apresentam propriedade mercadológica interessante em relação aos demais produtos de madeira, pois não sofrem exigência quanto à espécie de madeira. Se o produto atende às necessidades básicas de sua função, a espécie de madeira com a qual ele é confeccionado não interfere na sua aquisição (STERNADT, 2002).

As madeiras utilizadas na confecção deste POM foram: *Hymenolobium petraeum* (Angelim-pedra) que é fácil de ser trabalhada; acabamento de regular a bom na plaina, torno e broca. É moderadamente fácil de serrar e aplainar; fácil de pregar, parafusar e permite acabamento satisfatório. Sua densidade básica é considerada média (0,59 g/cm³). É largamente utilizada na fabricação de móveis estãndar (IPT, 2013a). E o *Euxylophora paraensis* (Amarelinho) que é difícil de aplainar, porém apresenta bom acabamento. As operações de torneamento, fixação, faqueamento e colagem são fáceis. Sua densidade básica é considerada média (0,69g/cm³). É muito utilizada na fabricação de alta qualidade em móveis decorativos (IPT, 2013b).

O objetivo desse trabalho foi desenvolver pequeno objeto em madeira, com um enfoque no aproveitamento de resíduos da madeira, visando o desenvolvimento regional e geração de renda de forma sustentável.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O POM foi selecionado por ser compatível aos resíduos já existentes e ao potencial industrial das marcenarias locais.

A mini cama foi moldada com sobras de madeira de qualidade, proveniente de floresta manejada, que seriam resíduos sem um fim específico em marcenarias. As medidas da mini cama foram de 35 cm x 25 cm, confeccionada em estilo colonial. A cabeceira provém da estrutura de um nó, proporcionando um design original, dando maior beleza à peça, a qual foi feita com madeira da espécie *Hymenolobium petraeum* (Angelim-pedra) e os pés em madeira de *Euxylophora paraensis* (Amarelinho). Nela se utilizou cola e pregos para garantir maior fixação, evitando que as peças se soltem.

O POM foi projetado com o apoio de softwares de desenho (Sketch Up e AutoCad), e executados o protótipo para ser avaliada as etapas de processamento, montagem e acabamento, assim como o resultado da questão do design do produto.

Primeiramente, dentro da metodologia de desenvolvimento dos projetos, foram analisadas as dimensões dos resíduos e quantidades geradas dentro da marcenaria para posterior separação e organização deste material. A partir desta etapa deu-se início a elaboração do projeto do produto e definição de operações e quantidades de peças a serem utilizadas. As etapas de fabricação e o resultado final da mini cama em estilo colonial podem ser visto na fig. 1.



Fig. 1: 01 - peças para a confecção da mini cama; 02a, 02b - lixamento; 03a, 03b - aplicação de selador; 04a, 04b - lixamento após selagem; 05a, 05b

- colagem e fixação das peças; 06 - cama pronta. (Fonte: FERNANDES, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O POM foi elaborado a partir de técnicas de baixo impacto ambiental, reaproveitando resíduos de madeira de marcenarias locais.

O objeto apresentado foi totalmente produzido com resíduos do processamento mecânico de madeira de amarelinho e angelim-pedra.

Diferentes espécies madeireiras combinadas na fabricação de objeto de madeira deram inspiração para confecção de peças de cores e desenhos diferenciados.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O trabalho foi concluído satisfatoriamente com o POM exposto à comunidade universitária da UFAC *Campus* Floresta em março deste ano, constatando-se por questionários uma boa aceitação do público. Será ainda exposto na Expo Juruá em setembro de 2013. Com isso, conclui-se ser tecnicamente viável a produção de pequenos objetos a partir de resíduos de madeira oriundos de indústrias moveleiras do município de Cruzeiro do Sul - Acre.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABREU, L.B.; MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M., 2009. Aproveitamento de Resíduos de Painéis de Madeira Gerados pela Indústria Moveleira na Produção de Pequenos Objetos. *Revista Árvore*. 33, n. 1, p. 171-177.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Disponível em: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=8 Acesso em: 10/03/2013a.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Disponível em: http://www.ipt.br/informacoes_madeiras3.php?madeira=48 Acesso em: 10/03/2013b.
- LOPES, C.S.D., 2009. Desenho de Pequenos Objetos de Madeira com Resíduo da Indústria de Processamento Mecânico da Madeira. *Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente ó INTERFACEHS*. 4, n. 3, artigo 1, 28 p.
- NOLASCO, A.M. Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta ó *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas. Projeto (Doutorado) ó Universidade de São Paulo. São Carlos (SP), 2000.
- PEREIRA, A.F.; CARVALHO, L.S.C.; PINTO, A.C.O., 2010. Resíduo de Madeira: limites e

possibilidades de seu uso como matéria-prima alternativa. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 9. 2010, São Paulo. Anais. São Paulo: Universidade Anhembi-Morumbi, 2010. 11 p.

SOUZA, M. H. de. Valorização de madeiras e dos resíduos pelo design de móveis e objetos de decoração. Brasília: LPF, 2002. 16 p.

STERNADT, G.H. Pequenos objetos de madeira - POM, compostagem de serragem de madeira. Brasília: LPF, 2002. 29p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO LONGITUDINAL DA DENSIDADE BÁSICA DE DOIS HÍBRIDOS DE *E. grandis* x *E. urophylla* COM DIFERENTES IDADES

Jordão Cabral Moulin, Marina Donária Chaves Arantes, Eduardo Nogueira Campinhos, Graziela Baptista Vidaurre, Leticia Mayara Magnago

Universidade Federal do Espírito Santo
jordao_cm@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O crescimento de uma árvore ocorre em função de vários fatores bióticos e abióticos, os quais ocasionam variação nas características dos elementos formados na madeira, como a variação do diâmetro, comprimento e espessura da parede celular, proporção de lenho inicial e tardio, arranjo dos elementos anatômicos (PALERMO et al., 2003).

Conforme Gonçalves (2000) os elementos anatômicos da madeira, especialmente a espessura da parede celular são responsáveis pela densidade da madeira. Essa propriedade física é uma das principais características da madeira, que está relacionada com aspectos tecnológicos e econômicos muito importantes, citam-se, como exemplos, a contração e o inchamento, a resistência mecânica das peças, o rendimento e a qualidade da polpa celulósica, a produção e a qualidade do carvão vegetal, e os custos operacionais ligados ao transporte e armazenamento da mesma (PEREYRA et al., 2006).

Segundo Haygreen e Bowyer (1989), a densidade da madeira pode variar significativamente entre a mesma espécie e até mesmo, dentro de uma árvore. De acordo com Oliveira et al. (2005), a determinação da densidade e a investigação da variação dessa propriedade dentro da árvore, tanto no sentido radial, como longitudinal, são importantes para o entendimento de sua qualidade, o que irá ocasionar a melhor utilização da madeira na indústria de base madeireira.

Diante do exposto, verifica-se a importância do estudo da variação da densidade dentro de uma mesma espécie. Em função disso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a densidade básica no sentido longitudinal de clones de eucaliptos com diferentes idades.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados dois clones do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*.

Os clones A e B foram avaliados com idade de 6 e 12 meses, sendo utilizado três árvores para cada tratamento, com espaçamento 3 x 3 m.

Os discos foram obtidos nas posições de 0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura total da árvore; com espessura de 2,5 cm em cada posição, esses corpos de prova foram dispostos em um dessecador e saturados com água sob vácuo para auxiliar o processo de saturação. Depois de retiradas do dessecador, o volume das amostras foi medido por deslocamento de água (VITAL, 1984) em uma balança com precisão de 0,01g. As amostras foram secas ao ar durante três dias e conduzidas a uma estufa a 103 ± 2 °C até massa constante, ou seja, massa seca, sendo determinada a densidade básica das mesmas utilizando a relação de massa seca da amostra e seu volume saturado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação da densidade dos clones com as duas idades, no sentido longitudinal da árvore pode ser visualizado na Figura 1, com tendência decrescente no sentido da base ao topo da árvore para os dois clones e duas idades, a maior variação de densidade foi proveniente do clone A com 6 meses de idade, sendo na base ao topo, de 0,41 a 0,29 g.cm⁻³.

Estudando o mesmo híbrido, Alzate et al. (2005) observaram a mesma tendência de resultado. Pois, de acordo com Klitzke, (2007), os maiores valores de densidade no sentido longitudinal são encontrados na base das árvores. Embora, Carvalho (2000) e Quilhó et al. (2006) encontraram diferentes resultados para o *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, sendo que a densidade decresceu da base da

árvore até o DAP e aumentou a partir deste ponto.

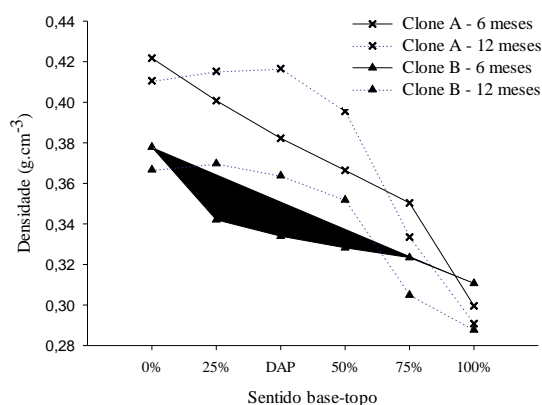


Figura 1: Variação da densidade no sentido base-topo da árvore

O resultado de densidade proveniente do clone A foi superior ao do clone B para as duas idades, sendo que o maior valor de $0,41 \text{ g.cm}^{-3}$ foi na posição de 0% do clone A.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Foi observado um resultado decrescente de densidade no sentido base-topo da madeira para os dois clones e duas idades estudadas. A densidade do clone A foi superior ao clone B, e foi verificado maior densidade nos clones com 12 meses de idade.

5. BIBLIOGRAFIA

ALZATE, S. B. A.; TOMAZELLO FILHO, M.; PIEDADE, S. M. S. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*. **Scientia forestalis**, Piracicaba, n. 68, p.87-95, 2005.

CARVALHO, A.M. **Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha**. 2000, 128 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

GONÇALVES, M. T. T. **Processamento de madeira**. Bauru: SP, 2000, 242 p.

HAYGREEN, J. G.; BOWYER, J. L.; **Forest products and wood science**. 2.ed. Ames: Iowa State University, 1989. 500 p.

KLITZKE, R. J. Secagem de madeira. In: **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro**. Eds.: OLIVEIRA, J. T. S.; FIEDLER, N. C.; NOGUEIRA, M. Jerônimo Monteiro: Suprema Gráfica e Editora, p.271-341, 2007.

Oliveira, T. da. S.; Hellmeister, J. C.; Tomazello Filho. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 115-127, 2005.

Palermo, G. P. de M.; Latorraca, J. V. de F.; Rezende, M. A. de.; Nascimento, A. M. do; Severo, E. T. D.; Abreu, H. dos S. Análise da densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. por meio de radiação gamadea cordocom as direções estruturais (longitudinal radial) e idade de crescimento. **Floresta e ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 47-57, 2003.

PEREYRA, O.; SUIREZS, T. M.; PITSCH, C.; BAÉZ, R. Estúdio de las propiedades físico-mecánicas y comportamiento em procesos industriales de La madera de Kiri, Gravillea, Paraíso y Toona. **Floresta**, Curitiba, v. 36, n. 2, p. 213 – 223, 2006.

QUILHÓ, T.; MIRANDA, I.; PEREIRA, H. Within-tree variation in wood fiber biometry and basic density of the Urograndis Eucalypt hybrid (*Eucalyptus grandis* × *E. Urophylla*). **IAWA Journal**, v. 27, n.3, p.243–254, 2006.

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. Viçosa: SIF, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 1).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e Fibria Celulose S.A., pela concessão de bolsas de Pós-graduação e também pelo fornecimento de material para realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DE EFICIÊNCIA EM SERRARIA DO MUNICÍPIO DE SÃO GABRIEL - RS.

Bruno Alves Garcia, Daniela Silva Lilge, Roger Ravasi, Elio José Santini

Universidade Federal do Pampa; Universidade Federal de Santa Maria

rogeravazi@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Rocha (2002), existem vários parâmetros que podem servir de base para os gestores de serrarias avaliarem o seu desempenho, dos quais, nomeadamente o rendimento e a eficiência, revelam com relativa transparência se as operações no empreendimento estão sendo executadas corretamente.

A eficiência expressa a relação entre o volume de toras serradas por período ou turno e o número de operários envolvidos em todas as operações de desdobro (ROCHA, 1999).

Segundo Latorraca (2004), a avaliação da eficiência está em desuso atualmente, devido à automação, onde o processo é controlado por poucos ou apenas um operador, através de comandos eletrônicos. Porém, o autor afirma que, em serrarias de pequeno e médio porte, onde o grau de automação é baixo, tal informação é importante para as tomadas de decisão do remanejamento do número de operários utilizados em cada atividade, além de se saber a produtividade de cada operário por ciclo de trabalho, o que possibilita uma avaliação custo/benefício de cada operário.

No cálculo da eficiência na serraria é usado o volume de toras para que o diâmetro da tora e o rendimento não influenciem o resultado obtido (ROCHA, 2002). Porém, para o mesmo autor, a eficiência é afetada por alguns fatores como uso de coníferas ou folhosas (madeira mais leve ou mais pesada, com baixa ou alta densidade, fuste mais retilíneo ou menos etc.); layout da serraria; uniformidade da matéria-prima e produtos (padronização); características e condições do maquinário; disponibilidade de energia; grau de mecanização e automatização da serraria.

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de uma serraria de pequeno porte no município de São Gabriel – RS.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A serraria objeto deste estudo está localizada no município de São Gabriel e é considerada uma das maiores e mais bem estruturadas serrarias do município, apesar de ser classificada como indústria de pequeno porte devido à quantidade de madeira desdobrada por turno.

A serraria funciona em dois turnos, manhã e tarde, de segunda à sexta. E apenas pelo turno da manhã no sábado, contando com 19 funcionários fixos de carteira assinada.

A matéria prima utilizada é basicamente a madeira de *Eucalyptus* spp. que chega na serraria na forma de toras para que seja realizado o desdobro primário e secundário.

Os processos de desdobro da madeira são realizados por seis funcionários. O processo de determinação da eficiência da serraria em questão foi feito a partir da cubagem de 450 toras inteiras de *Eucalyptus* spp, com casca, antes do desdobro.

A cubagem das toras inteiras foi realizada medindo a circunferência das duas extremidades da peça, com o auxílio de uma fita métrica, para o cálculo do diâmetro médio, que foi calculado através da seguinte equação:

$$d = \frac{C}{\pi}$$

Onde:

d = diâmetro da tora (m);

C = Circunferência média (m).

Em seguida, foi medido o comprimento das toras para determinação do seu volume. O cálculo de determinação do volume de cada uma das toras foi realizado, usando a seguinte equação:

$$v = \pi * \frac{d^2}{4} * C$$

Onde:

V = Volume (m³);

C = Comprimento da tora (m).

Após encontrar o volume individual de cada tora, foi encontrado o volume total de madeira bruta através da soma dos volumes de todas as toras avaliadas.

A eficiência foi calculada pela relação do volume de toras que são desdobradas em um dia de trabalho pela serraria e o número de funcionários envolvidos em todas as operações de desdobro da madeira, conforme a fórmula:

$$E = \frac{T}{O}$$

Onde:

E: Eficiência em m³/op./dia;

T: Volume de toras desdobradas no turno em m³;

O: Número de operários que trabalham no processo de desdobro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no desdobro de 450 toras de *Eucalyptus* spp ao longo de uma semana, pode-se totalizar um volume de 91, 6650 m³ de madeira bruta. Esse volume representa uma média de desdobro diário de 90 toras de *Eucalyptus* spp, gerando em média 18,333 m³ de madeira bruta desdobrada por dia. Assim, levando em consideração o número total de funcionários (seis) envolvidos nas operações de desdobro, a eficiência da serraria foi de 3 m³/op./dia.

Batista e Carvalho (2007), em estudo de desempenho operacional de serraria, encontraram resultados superiores ao deste estudo (4,96 m³/op./dia) na avaliação de eficiência.

Rocha (2002) citando alguns exemplos de eficiência em serrarias de diversas partes do mundo, indica que serrarias com alta automação e mecanização apresentam eficiência muito superior se comparadas à serrarias com baixo grau de automação. Na América do Norte, por exemplo, serrarias modernas geram eficiência de 22m³/operário/turno, enquanto que serrarias de pequeno porte na região Amazônica alcançam um grau de eficiência de 0,3m³/operário/turno.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Durante a realização deste trabalho foi possível observar que a serraria em questão é bem

estruturada e organizada, contando com variados tipos de serras e equipamentos, além de contar com funcionários capacitados para a realização das atividades de desdobro da madeira.

Contudo, os resultados obtidos após os cálculos de determinação da eficiência demonstraram que a mesma é de 3 m³/op./dia.

Esse baixo rendimento provavelmente é gerado pelo baixíssimo índice de automação desta serraria. Todas as movimentações de material em desdobro são feitas manualmente. Assim, o tempo gasto para desdobrar a matéria-prima é muito grande. Um investimento na automação do processo garantiria uma maior eficiência na serraria estudada.

BIBLIOGRAFIA

BATISTA, D. e CARVALHO, A. M. Avaliação do desempenho operacional de uma serraria através do estudo do tempo, rendimento e eficiência. **Scientia Florestalis**. Piracicaba, n. 75, p 31-38, 2007.

LATORRACA, J. V. F. **Processamento mecânico da madeira**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2004. 116p.

ROCHA, M. P. Desdobro primário da madeira. **Série Didática Fupef**, Curitiba, n.02, p.1-61, 1999.

ROCHA, M. P. Técnicas de planejamento em serrarias. **Série Didática FUPEF**, Curitiba, n. 02/01, 121 p., 2002.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO DA BIOMASSA UTILIZADA EM FORNOS CERÂMICOS

Luis Ricardo Oliveira Santos^{1,2}, Verônica Scarlet², João Lúcio de Barros², Mariana Provedel Martins², Fabio Minoru Yamaji²

¹lricardo@ufscar.br

²Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

1. INTRODUÇÃO

Segundo o Balanço Energético Nacional referente a 2009, aproximadamente 47% da energia interna do Brasil são provenientes de fontes renováveis, dos quais 30% correspondem à energia proveniente de biomassa (BEM, 2010). Observa-se que no Brasil, uma parte de todo combustível primário consumido, é representada pela madeira cuja utilização no setor industrial pode ocorrer na forma direta (queima de lenha e resíduos de reflorestamentos) ou na forma indireta (transformação da madeira de reflorestamento ou de origem nativa em carvão vegetal). Na busca por uma fonte de energia e no aproveitamento de resíduos da indústria madeireira, visando a melhorias no processo produtivo, no caso das cerâmicas, tem-se optado pelo uso em seus fornos de materiais de fontes renováveis para geração de calor em seu processo de cura da argila em forma de bloco cerâmico. As indústrias ceramistas analisadas para este trabalho são cerâmicas vermelhas, este segmento caracteriza-se pela cor avermelhada de seus produtos, que são tijolos, blocos, telhas, tubos, lajes para forro, lajotas, vasos ornamentais, agregados leve de argila expandida e outros.

O objetivo deste trabalho consiste na análise dos materiais utilizados nas cerâmicas como fonte de energia, realizando assim um estudo comparativo entre os materiais utilizados nos fornos, a partir da comparação de três materiais distintos como: lenha, cavacos e serragem. As amostras coletadas foram de *Eucalyptus* spp (lenha e cavacos) e *Pinus* spp (serragem). Neste estudo realizaremos a caracterização física como: determinação do teor de umidade, densidade, teor de cinzas, teor de voláteis destes materiais.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A metodologia empregada consistiu em visitas às indústrias cerâmicas e coleta de material para caracterização. Determinou-se o teor de umidade

do lote através da diferença da massa inicial e massa seca de cada amostra submetida à secagem na temperatura aproximada de 103 ± 2 °C, como determinado pela NBR 7190/97.

No formato de lenha cortou-se o material em formatos de anéis circulares, que após o corte foram pesados e colocados em estufa para a determinação do teor de umidade conforme norma. Determinou-se o volume saturado pelo método de deslocamento em água e pesadas em uma balança de 0,01 g de precisão, sendo a densidade básica das madeiras obtida pelo método descrito por Vital (1984). A determinação da densidade dos materiais serragem e cavacos tornou-se possível a partir do uso da proveta de volume de 2000 ml com seu peso determinado em balança, acrescentando-se os materiais na proveta até atingirem a marcação do volume total da proveta e então se medindo seu peso. Este procedimento foi realizado em triplicata e posteriormente realizou-se o cálculo das médias dos valores, obtendo assim os valores das densidades. Já o método de teor de cinzas, foi determinado conforme norma NBR 8112/83, adicionando-se os cadinhos de porcelana em forno mufla a 525°C a 30 min. para calcinação do cadinho, após este processo colocou-se os cadinhos de porcelana em dissecador por 30min. Após este período fez-se a pesagem do cadinho e adicionou-se aproximadamente 1g de material, no qual o material foi adicionado ao forno mufla, regulado a uma temperatura de 750 ± 10 °C, durante 3 horas. O teor de voláteis foi realizado conforme procedimento, para este período fez-se a pesagem do cadinho com sua respectiva tampa e adicionou-se aproximadamente 1g de material, no qual o cadinho foi adicionado à beira da porta aberta do forno mufla por 3 min, após este período colocou-se este cadinho para dentro do forno a 900 ± 10 °C e realiza o fechamento do forno mufla pelo tempo de 7 minutos, após este procedimento, fez-se a retirada dos cadinhos e

inseriu-se no dissecador e mantém as amostras por 30 minutos para resfriamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O trabalho objetivou caracterizar os diferentes materiais utilizados como fonte de energia para as indústrias de cerâmicas, obedecendo-se às normas estabelecidas. A tabela 1 demonstra os valores comparativos dos teores de umidades e de densidade dos três materiais analisados.

Tabela 1: Valores de Teor de Umidade e densidade:

Tabela 1: Valores médios das amostras analisadas		
Propriedades	%TU	Densidade (g/cm ³)
Físicas		
Serragem	83,24	0,307
Cavacos	53,61	0,281
Lenha (toras)	35,56	0,590

Pode se observar com base na tabela 1, que a serragem apresentou teor de umidade na base úmida de aproximadamente 83,24%, valor considerado elevado para fins de material de consumo para geração de energia. As amostras de cavaco apresentaram teor de umidade de 53,61% e a menor densidade 0,281g/cm³, devido a não conformidade do material e sua granulometria; já a lenha se mostrou com teor de umidade de 35,56% e apresentou maior densidade em comparação aos outros materiais no valor de 0,590g/cm³.

Tabela 2: Valores de Teor de cinzas, voláteis e carbono fixo:

Propriedades	%Teor de Cinzas	%Teor de Voláteis	%Carbono Fixo
Físicas			
Serragem	1,00	84,18	14,82
Cavacos	0,39	78,58	21,03
Lenha (toras)	0,88	80,59	18,53

Podemos observar que a tabela 2 apresenta um teor de voláteis para a serragem maior valor 84,18%, comparado com os demais materiais, já para % de carbono fixo os cavacos se apresentaram com valor de 21,03%. Isso o deixa interessante, pois combustíveis com alto índice de carbono fixo apresentam queima mais lenta.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com base nos dados apresentados, foi possível observar que a serragem e os cavacos

apresentaram teores de umidades elevados, sendo necessário para queima dos mesmos que uma parte da energia dos fornos seja utilizada para a secagem do material, para deste ponto em diante realizar a queima, acarretando assim um desperdício de energia. Já a lenha se mostrou com teor de umidade e com valores de densidade bastante aceitos pelas indústrias ceramistas, uma vez que o material com maior densidade apresenta maior volume para queima. Para os valores de teor de cinzas a serragem apresentou maior valor, sendo em alguns sistemas, pode ser um fator negativo, para o teor de carbono fixo o cavaco apresentou maior valor, valor este de interesse para fins energéticos. O uso da madeira (serragem, cavacos e lenha) como fonte de energia para as industriais cerâmicas, de modo geral está bem difundido, mas ainda os empresários do setor se deparam com a falta de dados e estudos relacionados ao setor ceramista. Visando preencher esta lacuna, este trabalho buscou caracterizar os materiais já utilizados nos meios cerâmicos, visando sanar à necessidade do setor na obtenção de dados, faz se necessário um estudo mais aprofundado das variáveis envolvidas neste processo produtivo. Com esta intenção iremos prosseguir com nossos estudos a fim de obtermos devidas respostas.

5. BIBLIOGRAFIA

- BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balço energético nacional**. Brasília, 1999. 153p.
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço energético nacional 2010**: ano base 2009. Rio Janeiro. 2010. 276 p.
- LOBÃO, M.S. et al. **Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades**. Viçosa-MG, Sociedade de investigações florestais. v.28, n.6, p.889-894, 2004.
- MOTTA. J. F.M. **As matérias-primas cerâmicas. Parte I: O perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos**. Cerâmica industrial. 6 (2) Março/Abril, 2001.
- SANTOS, G. M. **Serragem e gás natural como fontes energéticas em fornos de túneis na indústria cerâmica vermelha**. 8º Congresso de Engenharia e Ciências Térmicas. "ENCIT 2000". Porto Alegre. 2000. Art. S20P02, 9P.
- VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa, MG: Sociedade de investigações florestais, 1984. 21p.(Boletim Técnico, 1).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DAS DIMENSÕES DA MADEIRA NAS PROPRIEDADES DO CARVÃO VEGETAL

Amanda Ladeira Carvalho¹, Márcia Aparecida Pinheiro¹, Paula Oliveira Viana¹, Simone Feitosa Chagas¹, Ana Márcia M. L. Carvalho¹

¹Universidade Federal de Viçosa – UFV
marcia_ufv@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF (2011), o Brasil é o maior produtor mundial de carvão vegetal. Os principais consumidores deste insumo energético são os setores de ferro-gusa, aço e ferros-liga, e em menor escala as indústrias de cerâmica e de cimento, o comércio e o consumidor residencial. Na produção de carvão vegetal, vários fatores interferem na qualidade e no rendimento do mesmo, dentre eles, a tecnologia de carbonização empregada e as características da madeira são mais influentes.

O carvão vegetal para fins energéticos deve apresentar determinadas características. Uma propriedade muito importante para este setor é a friabilidade do carvão vegetal. Esta propriedade está relacionada à susceptibilidade do carvão em formar finos quando submetido à abrasão e choques mecânicos (CARDOSO, 2010). O carvão vegetal pode apresentar maior friabilidade em função de alguns fatores, como por exemplo, o diâmetro da madeira a ser carbonizada, normalmente quanto maior o diâmetro maior a friabilidade do carvão produzido.

De modo geral, madeiras de maiores diâmetros ao serem carbonizadas tendem a gerar carvões mais quebradiços. Árvores com diâmetros maiores têm maior área de cerne, estando mais propícias à formação de trincas e fissuras durante a carbonização, ocasionando maior geração de finos e conseqüentemente maior friabilidade (COUTINHO e FERRAZ, 1988).

Neste contexto, buscou-se neste trabalho relacionar as propriedades do carvão vegetal com o diâmetro da madeira utilizada na carbonização.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As carbonizações foram conduzidas em forno tipo container, utilizando toretes da madeira de *Eucalyptus urophylla*. A madeira apresentava-se sem casca e distribuídos em 3 classes de diâmetro classes 1 (< 10 cm), classe 2 (10 - 13 cm) e classe 3 (> 13 cm). Foram feitas duas carbonizações por classe de diâmetro, totalizando seis carbonizações. Após as carbonizações foram determinadas, segundo a ABNT (1981, 1986, 2003) as propriedades físicas (densidade a granel, densidade aparente e teor de umidade), químicas (materiais voláteis, teor de cinzas e teor de carbono fixo) e friabilidade do carvão (OLIVEIRA et al. (1982), proveniente da madeira de cada classe de diâmetro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 1, 2 e 3 estão apresentadas as médias das propriedades físicas, químicas e friabilidade do carvão vegetal, respectivamente.

Tabela 1: Propriedades físicas do carvão vegetal

Classe de diâmetro	Dens. Aparente (kg/m ³)	Dens. Granel (kg/m ³)	Umidade (%)
1	350,93c	170,38a	3,08b
2	450,80b	193,50a	3,94b
3	514,25a	196,25a	5,31a

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Foram observadas variações significativas em relação ao diâmetro nas propriedades físicas de densidade aparente e umidade, as quais apresentaram maiores médias na classe de maior diâmetro (3). Possivelmente a variação

da densidade aparente ocorreu devido a diferença da densidade básica das madeiras em cada classe diamétrica, já os valores umidade ficaram dentro da faixa de variação (2 a 8 %) para carvão vegetal proposta por Santos (2008).

Tabela 2: Propriedades químicas do carvão vegetal

Classe de diâmetro	Cinzas (%)	Materiais Voláteis (%)	Carbono Fixo (%)
1	1,11a	17,62a	81,27a
2	0,8ab	17,11a	82,09a
3	0,44b	19,58a	79,99a

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Nas propriedades químicas apenas o teor de cinzas, apresentou diferença significativa entre os diâmetros avaliados, sendo que maior média foi observada na classe de menor diâmetro (1). Possivelmente essa variação ocorreu em função da presença de maior quantidade de madeira juvenil na parte superior do tronco, que constituía a classe de diâmetro (1). A madeira juvenil normalmente apresenta maior quantidade de minerais.

Tabela 3: Friabilidade do carvão vegetal

Classe de diâmetro	Friabilidade (%)
1	16,62b
2	18,17b
3	25,83a

Médias na coluna seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 95% de probabilidade, pelo teste Tukey.

A friabilidade do carvão vegetal foi afetada pelo diâmetro da madeira conforme pode ser observado na Tabela 3. Observa-se que o carvão vegetal proveniente da classe 3 foi significativamente mais friável que os demais. Para as classes 1 e 2 não se observou diferenças significativas entre eles. Porém, de modo geral, houve um aumento da friabilidade do carvão com o aumento do diâmetro da madeira, também relacionado ao maior teor de umidade, como também comprovado por CARDOSO (2010).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O diâmetro influenciou as propriedades físicas, químicas e friabilidade do carvão vegetal. Do ponto de vista positivo para o setor de energia, observou-se com o aumento do diâmetro, o aumento da densidade e a redução do teor de cinzas, do ponto de vista negativo, a redução do carbono fixo e aumento da friabilidade.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT. **NBR 6922; NBR 9195:** Carvão vegetal: determinação da massa específica (densidade a granel e densidade aparente). RJ, 1981. 2 p.

ABNT. **NBR 8112:** Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 8 p.

ABNT. **NBR 14929:** Determinação do Teor de Umidade em Madeira, 2003. 17p

ABRAF. 2012. **Anuário estatístico 2012: ano base 2011.** Brasília, 2012. 149p.

CARDOSO, M. T. **Desempenho de um sistema de forno-fornalha para combustão de gases na carbonização de madeira.** 2010. 77p. Dissertação (MS em ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

COUTINHO, A. R., FERRAZ, E. S. B.. Determinação da friabilidade do carvão vegetal em função do diâmetro das árvores e temperatura de carbonização. **IPEF**, n.38, p.33-37, 1988.

OLIVEIRA, J. B. de. VIVACQUA FILHO, A. GOMES, P.A.. Produção de Carvão Vegetal - aspectos técnicos. In: PENEDO, W. R. *et al.* Eds. **Produção e utilização de carvão vegetal.** Belo Horizonte: CETEC, 1982. p.60-73.

SANTOS, M. A. S. Parâmetros de qualidade do carvão vegetal para uso em alto-forno. In: FÓRUM NACIONAL SOBRE CARVÃO VEGETAL, 1., 2008, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: UFMG, 2008.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, a CAPES, a FAPEMIG, a SECTES e a Embrapa Floresta.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DIFERENTES GRANULOMETRIAS DE ACÍCULA DE *PINUS TAEDA*

Camila Macedo Teixeira^{1,2}, Diego Aleixo da Silva², Mariana P. Martins², Fábio Minoru Yamaji²

²Universidade Federal de São Carlos – Campus Sorocaba

¹miit_@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A partir dos problemas ambientais gerados pela utilização de combustíveis fósseis, a área florestal vem buscando alternativas renováveis para essa produção energética, visando melhorias ambientais e uma diminuição na emissão de gases prejudiciais ao planeta (ALVES JUNIOR *et. al.*, 2003, *apud* CLEMENTINO, 2001).

Uma alternativa bastante estudada e que tem suscitado o interesse da comunidade científica positivamente e de forma abrangente é a utilização de briquetes e pellets como biomassa para a geração de bioenergia (YAMAJI *et al.*, 2013). Esses materiais podem ser feitos a partir de resíduos florestais de diversas espécies de árvores, tanto nativas como exóticas, e muitos estudos estão sendo feitos quanto à qualidade de cada material para a geração de energia.

Paulatinamente, as fontes renováveis ganham espaço principalmente no Brasil, que possui uma gama diversa e um enorme potencial que precisa e deve ser trabalhado na intrínseca, pois essas novas opções estão em perfeita consonância com o equilíbrio natural e o desenvolvimento sustentável (ALVES JUNIOR *et. al.*, 2003, *apud* CLEMENTINO, 2001)

Assim, esse trabalho visa estudar e buscar melhorias para alternativas energéticas com o intuito de substituir os combustíveis fósseis por combustíveis renováveis na forma de briquetes.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Inicialmente, todo o material de acículas de *Pinus taeda* foi devidamente separado e moído no moinho de Willey, sendo 300g moído a uma granulometria de 10-20 mesh, e outros 300g a uma granulometria de 35 mesh. Feita a trituração, separou-se o material moído em

granulometria diferente. O resíduo inicial não foi passado na peneira, pois foi completamente utilizado na briquetagem. Já o segundo foi levado para as peneiras de 35, 60, 100 e 200 mesh, sendo separado somente o que retido nas peneiras de 60 mesh em diante. Com isso, determinou-se a umidade de ambas as partículas para avaliar se as acículas já estavam em condições ideais para a briquetagem, e obtiveram-se os respectivos valores, 12,04% (menor granulometria) e 14,68% (maior granulometria). Assim, pode-se iniciar o processo de briquetagem do material, produzindo 14 briquetes de cada um (**Fig. 1**).



Fig. 1: Prensa para briquetagem (Fonte: TEIXEIRA, 2013).

Com isso, os briquetes foram imediatamente medidos quanto à altura e largura, para avaliar a sua expansão e, após seis dias, começou-se o processo de teste de tração por compressão diametral do material briquetado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a medição de largura e altura de cada briquete nos diferentes tipos de granulometria, foi possível observar a expansão do material, que se apresentou muito maior em granulometria menor, o que indica uma maior absorção de umidade, como segue na tabela abaixo (**tabela 1**).

Tabela 1: Expansão em diferentes granulometrias do Briquete

Partícula (mesh)	Altura Média Inicial (mm)	Altura Média Final (mm)	Expansão (mm)
20 – 100	19,86	23,14	3,28
60 – 200	18,93	20,63	1,7

Após a realização do Teste de Tração por compressão Diametral 500 kgf, foi possível observar a partir das figuras abaixo as diferenças entre as diferentes granulometrias do mesmo material (**Fig. 2;** **Fig. 3**).

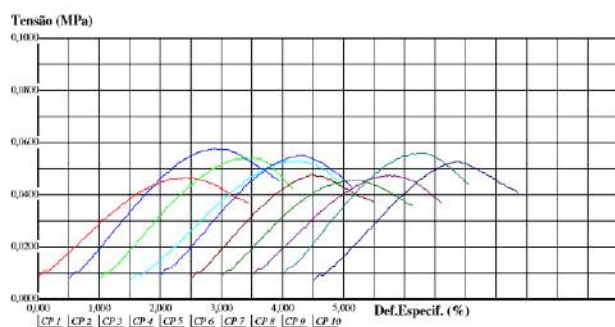


Fig. 2: Gráfico Teste de tração por compressão diametral 500 kgf em granulometria de 20 a 100 mesh. (Fonte: TEIXEIRA, 2013).

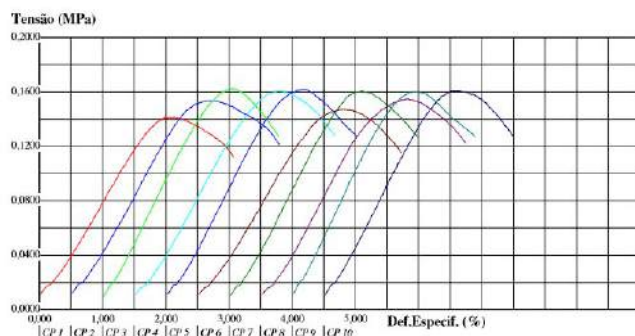


Fig. 3: Gráfico Teste de tração por compressão diametral 500 kgf em granulometria de 60 a 200 mesh. (Fonte: TEIXEIRA, 2013).

Como foi possível observar, as acículas com valores granulométricos mais altos (20-100 mesh) apresentaram resistência muito baixa (6,924 kgf) quando comparada à resistência ideal encontrada na literatura (50-60 kgf). Já o resíduo de acículas com granulometria menor (60-200 mesh), apresentou uma resistência maior (18,56 kgf), embora também não ideal. Isso ocorre devido à maior aderência entre as partículas de menor granulometria, resultante de interações intermoleculares mais fortes que estabilizam o briquete (YAMAJI *et al.*, 2010). É importante que a resistência mecânica dos briquetes atinja valores adequados para que não ocorra rupturas e possa levar à abrasão, que

ocasiona a perda de material. Diante disso, a avaliação mecânica dos briquetes pode ser usada como ferramenta para direcionar o seu uso, quer seja doméstico ou até mesmo em aplicações em altos fornos industriais (PROTÁSIO *et al.*, 2011).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A granulometria influencia na resistência de briquetes de acículas de *Pinus taeda*, todavia não é o único fator capaz de melhorar a qualidade do material, já que ela somente não foi capaz de fazer com que os briquetes atingissem a resistência ideal de comercialização e produção.

5. BIBLIOGRAFIA

CLEMENTINO, L. D. **A Conservação de energia Por Meio da Cogeração de Energia Elétrica**. São Paulo: Érica, 2001.

YAMAJI, F. M.; VENDRASCOS, L.; CHRISOSTOMO, W.; FLORES, W. P. **Análise do comportamento higroscópico de briquetes**. Energia na Agricultura, v. 28, n. 1, 2013.

YAMAJI, F. M.; CHRISOSTOMO, W.; VENDRASCOS, L.; FLORES, W. P. **The use of forest residues for pellets and briquettes production in Brazil**. Third International Symposium on Energy and Biomass Waste. Venice, 2010.

PROTÁSIO, T.P.; ALVES, I.C.N.; TRUGILHO, P.F.; SILVA, V.O.; BALIZA, A.E.R. **Compactação de biomassa vegetal visando à produção de biocombustíveis sólidos**. Pesquisa florestal brasileira, v. 31, p. 273-283, 2011.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CLASSIFICAÇÃO DA MADEIRA DE PARICÁ POR MEIO DE ENSAIOS NÃO DESTRUTIVOS

Rodrigo Figueiredo Terezo, Franciele Oliveira de Córdova

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) – Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV)

rtterozo@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O plantio de espécies nativas vem se apresentando como uma excelente alternativa de produção e comercialização de madeira nos últimos vinte anos, na região Amazônica. Dentre as diversas espécies plantadas, o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) encontra-se entre as pioneiras.

O paricá é indicado para embarcação, embalagens, paletes, brinquedos, artigos de esporte e palitos de fósforo. Sua densidade básica é de aproximadamente 490 kg/m³.

Para a indicação de uso da madeira, é necessária uma classificação física e mecânica. Uma das etapas da classificação mecânica consiste em determinar o módulo de elasticidade longitudinal (MOE) da madeira através de um método destrutivo ou não destrutivo. O ultrassom é um método não destrutivo consagrado que consiste na emissão de ondas mecânicas (de choque) inaudíveis pelo homem, apresentando a capacidade de propagar-se através de corpos gasosos, líquidos ou sólidos. Segundo Machado (2000), as frequências mais utilizadas em ensaios de madeira se estendem de 20 kHz até 1 MHz.

O objetivo desse trabalho é estimar o MOE de madeiras de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) com diferentes idades de crescimento, por meio de ensaios destrutivos e não destrutivos, visando a sua utilização em estruturas de madeira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As madeiras de árvores com idades de 6 e 10 anos foram doadas de plantios pertencentes à empresa Tramontina S/A, no município de Aurora do Pará (PA). Já as árvores de idade de 19 e 28 anos foram também doadas de plantações particulares, do município de Tomé-açu (PA).

As toras de 2,5m foram desdobradas e secas em estufa.

Para a caracterização por testes não destrutivos, foram realizados leituras da velocidade de propagação de ondas ultrassônicas, através do equipamento Sylvatest®. Este possui transdutores de onda longitudinal de formato cônico e frequência de 30 kHz.

A propagação da onda se deu sempre na direção longitudinal, com medidas na superfície e topo das amostras.

A classificação das peças seguiu as recomendações da atual norma brasileira NBR-15.521/2007 - Ensaio Não-Destrutivo – Ultrassom aplicado à madeira de dicotiledônea. Segundo a NBR - 15.521/2007, para a determinação da velocidade das ondas ultrassônicas deve-se aplicar a eq. (1).

$$V_{LL_{SATURADA}} = -1745 + V_{LL} + 16xU + \rho_{ap} \quad (1)$$

Onde $V_{LL_{SATURADA}}$ = velocidade longitudinal na peça saturada com umidade acima de 30% (m/s); V_{LL} = velocidade longitudinal na peça com umidade entre 12% e 30% (m/s); U = umidade da madeira (%); ρ_{ap} densidade aparente da madeira (kg/m³).

De posse dos valores médios das velocidades de propagação das ondas na direção longitudinal, determinadas pela eq. (1) para as peças de madeira na condição saturada, utilizou-se a tabela de classificação contida no NBR - 15.521/2007.

Para a análise dos ensaios de classificação dos lotes por meio do ultrassom foi empregado o método de Weibull. Para este estudo foi necessário verificar se os lotes possuíam seus desvios padrão equivalentes. Para isto empregou-se também o Teste de Cochran. Ao final foram analisadas as variabilidades das médias e a diferença significativa das médias entre os lotes por meio do Teste de Duncan.

Para a determinação dos valores de MOE destrutivo foi utilizada a NBR 7190/07 que recomenda o uso de testes de compressão paralela às fibras como quesito para a classificação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores médios da velocidade de propagação da onda ultrassônica para a condição saturada de cada lote de madeira e sua respectiva classe de resistência conforme a NBR 15521/07.

Tabela 1: Valores médios da velocidade da onda ultrassônica e classes de resistência dos lotes de paricá conforme NBR-15.521/07.

Leitura	Idade	Média Weibull (m/s)	Classe Resistência	f _{c0} (MPa)	E _{c0,m} 12% (MPa)
Superfície	06 anos	4073	UD-35	35	15000
	10 anos	3881	UD-30	30	14000
	19 anos	4051	UD-35	35	15000
	28 anos	3626	UD-25	25	12000
Topo	19 anos	4137	UD-35	35	15000
	28 anos	4073	UD-35	35	15000

f_{c0} = resistência a compressão paralela às fibras; E_{c0,m} = módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras.

Somente o lote de madeiras de 28 anos, com leitura aferida na superfície, seria enquadrado na classe C-20 da NBR-7190/97, sendo as demais, independentemente da posição de leitura do ultrassom, pertencentes à classe C-30 da NBR 7190/97.

Apesar de alguns lotes terem se enquadrado em classes distintas, ao serem analisadas as diferenças entre os valores médios de velocidade longitudinal saturada, observou-se uma igualdade entre os lotes com 95% de confiabilidade, tanto para as leituras na superfície como para as leituras de topo. Isso revela uma homogeneidade nas leituras da velocidade de propagação independentemente da idade das árvores.

A Tabela 2 mostra os valores obtidos por meio de ensaios destrutivos conforme NBR 7190/97.

Tabela 2: Valores de resistência à compressão e do módulo de elasticidade dos lotes de paricá conforme NBR-7190/97.

Idade	Resistência à Compressão			Módulo de Elasticidade		
	f _{c0}	Desv. Pad.	Coef. Var	E _{c0,m}	Desv. Pad.	Coef. Var
	(MPa)		%	(MPa)		%
6 anos	22,90	4,66	15,11	11.418,09	2.309,00	19,64
10 anos	20,05	5,53	18,42	10.479,19	1.869,49	17,29
19 anos	21,40	4,72	17,51	11.751,65	2.100,83	17,56
28 anos	22,08	5,02	17,04	10.582,63	2.222,20	20,60

f_{c0} = resistência a compressão paralela às fibras; E_{c0,m} = módulo de elasticidade à compressão paralela às fibras.

Observa-se que pela NBR 7190/97 a espécie é classificada como pertencente à classe C-20 de resistência. Para que os valores estimados por ultrassom sejam mais próximos dos valores de ensaio destrutivo, sugere-se a aplicação da constante com valor igual de 2.690 (substituindo

na eq. (1)) para leituras realizadas na superfície, e de 2.900 para leituras feitas no topo das peças de paricá (substituindo na eq. (1)).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Observou-se que tanto pelo método destrutivo como pelo método não destrutivo, a madeira de paricá foi classificada como de uso estrutural. Através dos dados obtidos, salienta-se a possibilidade de utilização do ultrassom como ferramenta de classificação. Neste sentido, recomenda-se a alteração da constante da eq.(1) da NBR 15521/07 quando do uso do ultrassom para o paricá e mais pesquisas para o uso de diferentes higrômetros resistivos, bem como diferentes frequências. Desta maneira, podem-se obter valores mais próximos da classe de resistência determinada por meio dos ensaios da NBR 7190/97, os quais são empregados nos critérios de dimensionamento de elementos estruturais em madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.521: **Ensaio não destrutivo - Ultrassom aplicado à madeira de dicotiledônea**. ABNT. Rio de Janeiro, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: **Projeto de estruturas de madeira**. ABNT. Rio de Janeiro, 1997.

MACHADO, José Maria S. R. S. **Avaliação da variação das propriedades mecânicas de pinho bravo (pinus pinaster Ait.) por meio de ultrassons**. 2000. 199 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal). Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2002.

5. AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Tramontina S/A e ao Sr. João de Deus pela doação das madeiras; à DALMASO pelo desdobro e secagem das madeiras; à Bento-Belém pelo transporte das amostras; ao GIEM e ao CNPq pelo aporte financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTUDO DA ANÁLISE TERMOGRAVIMÉTRICA PARA DETERMINAÇÃO DE VOLÁTEIS, CARBONO FIXO E CINZAS DA MADEIRA DE EUCALIPTO

Walbert Chrisostomo, Antonio Jose Felix de Carvalho, Alessandra Luzia Da Róz,

Roberto Emídio Ponciano de Almeida, Fábio M. Yamaji

EESC/USP, UFSCar

w.chrisostomo@usp.br

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento da cinética de combustão da biomassa é essencial para a compreensão e modelagem de fornos e caldeiras industriais. Tal conhecimento é também necessário para o projeto e operação de sistemas de conversão (SZEMMELVEISZ et al., 2009). Isso motivou uma série de investigações experimentais com base na análise termogravimétrica. Muitas informações podem ser obtidas a partir da análise termogravimétrica, por exemplo, parâmetros cinéticos, estabilidade térmica e transformação de fase durante a pirólise e combustão da biomassa (ZABANIOTOU et al., 2008). As medidas dinâmicas da análise termogravimétrica produzem dados equivalentes a uma análise imediata. A análise imediata de um combustível sólido determina o teor de água do material (umidade), o teor de material que se queima no estado gasoso (volátil), no estado sólido (carbono fixo) e o teor de material residual após a combustão (cinzas). Essas determinações, no entanto, demoram e requerem uma quantidade significativa de equipamentos de laboratório. Um método alternativo para realização da análise imediata é a análise termogravimétrica. As condições definidas desta técnica de análise térmica, como, amostras com menores dimensões, temperatura rápida e controle da atmosfera, reduzem o tempo de análise, bem como os equipamentos necessários. O objetivo deste trabalho foi a determinação da análise imediata do Eucalipto através da análise termogravimétrica.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras de Eucalipto utilizadas neste estudo, da espécie *Eucalyptus grandis*, foram obtidas a partir de resíduos de indústria madeireira. As amostras foram secas em estufa a 105°C e separadas em peneiras. Foram utilizadas nas análises, amostras com granulometria na faixa de 40 a 60 mesh.

As análises termogravimétricas foram realizadas em um equipamento da marca Perkin Elmer, modelo Pyris 1 TGA, sob atmosfera de ar sintético, a uma vazão constante de 20 ml/min. As análises foram realizadas a partir da temperatura ambiente, com aquecimento até 800 °C, com diferentes taxas de aquecimento: 5°C/min, 10°C/min, 15°C/min e 20°C/min. Optou-se por realizar o processo a baixas taxas de aquecimento, de maneira a definir bem as etapas de degradação do material.

A análise imediata com aquecimento em mufla das amostras de Eucalipto foi realizada de acordo com as normas ASTM E872 e ASTM E1755. A Figura 1 mostra o momento da análise com aquecimento em mufla.



Fig. 1: Análise Imediata em Mufla.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de combustão da biomassa é normalmente dividido em três fases, a evaporação da água, remoção e queima de materiais voláteis, e combustão do carbono fixo (SZEMMELVEISZ et al., 2009). As curvas termogravimétricas das amostras do Eucalipto, obtidas por diferentes taxas de aquecimento são apresentadas na Figura 2.

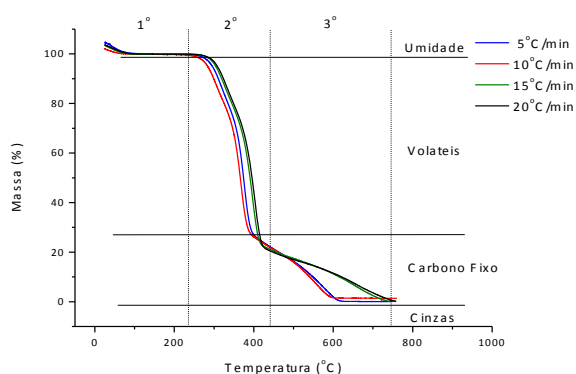


Fig. 2: Curvas TG do Eucalipto com diferentes taxas de aquecimento.

As curvas de decomposição podem ser observadas pelas linhas verticais pontilhadas. A primeira fase, temperatura abaixo de 200 °C, corresponde ao período de secagem, onde ocorre a evaporação da água durante toda a fase. A próxima etapa, representada pela segunda fase de decomposição, ocorreu entre 250 e 450 °C, correspondendo a uma diminuição significativa em massa das amostras devido à liberação de materiais voláteis a partir da decomposição térmica da hemicelulose, celulose e parte da lignina. Na terceira fase, a perda de massa não é tão significativa como na segunda, devido à decomposição dos componentes restantes, principalmente a lignina. O teor de cinzas é determinado pela combustão do carbono fixo (char). Os resultados da análise imediata do Eucalipto por análise termogravimétrica com diferentes taxas de aquecimento estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Análise Imediata do Eucalipto obtidos por TGA com diferentes taxas de aquecimento.

	Voláteis (%)	Carbono Fixo (%)	Cinzas (%)
5°C/min	73,59	25,52	0,89
10°C/min	73,90	25,89	0,21
15°C/min	79,05	20,63	0,32
20°C/min	80,41	19,24	0,35

A taxa de aquecimento na análise termogravimétrica influenciou nos resultados obtidos. O aumento da taxa resultou em um maior teor de voláteis e um menor teor de carbono fixo das amostras de Eucalipto. Os resultados obtidos com a taxa de 20°C/min foram os mais próximos dos obtidos pela análise por aquecimento em mufla.

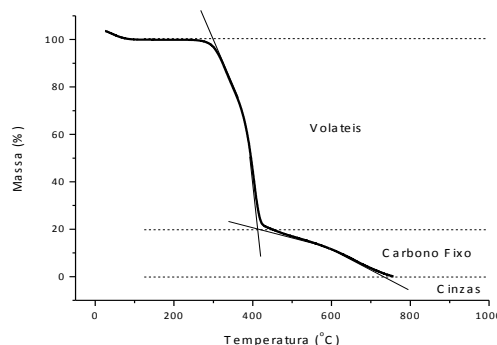


Fig. 3: Curvas TG do Eucalipto com diferentes taxas de aquecimento.

Os resultados obtidos nas análises imediatas do Eucalipto pelo método termogravimétrico e de aquecimento em mufla são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Análise Imediata do Eucalipto obtidos pelo método da Mufla e por TGA.

	TGA	Mufla
Voláteis	80,41%	83,62 %
Carbono Fixo	19,24%	16,06 %
Cinzas	0,35%	0,32 %

4. CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo mostraram que é possível a utilização da análise termogravimétrica para determinação da análise imediata do Eucalipto. A taxa de aquecimento na análise termogravimétrica influenciou nos teores de materiais voláteis e carbono fixo do material, podendo ser ajustada a fim de obter resultados próximos aos obtidos em análise imediata por aquecimento em mufla.

5. BIBLIOGRAFIA

SZEMMELVEISZ, K.; SZÁCS, I.; PALOTÁS, Á.B.; WINKLER, L.; Eddings, E.G. Examination of the combustion conditions of herbaceous biomass. **Fuel Processing Technology**, v.90, p.839-847, 2009.

ZABANIOTOU A.; IOANNIDOU, O.; ANTONAKOU, E.; LAPPAS, A. Experimental study of pyrolysis for potential energy, hydrogen and carbon material production from lignocellulosic biomass. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 33, p. 2433-2444, 2008.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CHEMICAL PROPERTIES OF THREE HARDWOODS

Patrícia S. B. dos Santos, Pedro Henrique G. de Cademartori, Silvia Helena F. da Silva, Darci A. Gatto, Jalel Labidi

Environmental and Chemical Engineering Department, University of the Basque Country, Spain., Wood and Forestry Science Centre (PPGEF), Federal University of Paraná, Brazil, College of Materials Engineering (PPGCEM), Federal University of Pelotas, Brazil, Environmental and Chemical Engineering Department, University of the Basque Country, Spain.
e-mail (patricia.bilhalva@hotmail.com)

1. INTRODUCTION

Technological use of wood is widely related to their properties and due to anisotropic and hygroscopic characteristics, wood show limitations when in service. These technological properties could vary as a function of anatomical composition and mainly of chemical composition of wood.

The three main structural polymeric components of wood are cellulose, hemicelluloses and lignin (HILL, 2006). According to Fengel and Wegener (1989), proportion and chemical composition of lignin and hemicelluloses differ between softwoods and hardwoods, whereas proportion and composition of cellulose is similar (40-50%) for all wood types. The same authors state the presence of organic and inorganic substances with low molecular weight in the chemical composition of wood, namely extractive and ash, respectively. These substances significantly influence in the properties and, consequently, in the wood quality.

Therefore, the knowledgment of chemical properties of wood are indispensable in order to corrected utilization of this material in nature or after modification through a specific technique.

In this context, the present study aimed to characterize the chemical properties of London plane (*Platanus x acerifolia*), pecan (*Carya illinoensis*) and açoita-cavalo (*Luehea divaricata*).

2. EXPERIMENTAL PROCEDURE

The raw material used in this study was collected in Rio Grande do Sul state, Southern Brazil. Açoita-cavalo trees (*Luehea divaricata*) were harvested from native forest (licensing process by the State Ministry of Environment), whereas London plane (*Platanus x acerifolia*)

and pecan (*Carya illinoensis*) trees were harvested from planted forests.

Logs measuring 2.5 m of length were cut from each tree for preparation of the samples. The samples were prepared only with heartwood and then were mill in a Willey knife mill (40 mesh). Thus, the milled wood was kept in a climatic chamber (20°C of temperature and 65% of relative humidity) for the stabilization of moisture content (~12%).

The ash content (TAPPI 211 om-93), ethanol-toluene extractives (TAPPI T204 om-97), holocellulose (WISE et al., 1946), α -cellulose and hemicelluloses (ROWELL, 1983), and Klason lignin (TAPPI 222 om-98) were determined by TAPPI standards (TAPPI, 2007).

3. RESULTS AND DISCUSSION

Ash content showed distinct behavior for each specie. Pecan presented the lowest average value (0.91%), whereas ash content of London plane and açoita-cavalo was 23.52 and 61.44 higher than the first, respectively. Ash content of pecan was lower than the value observed by Venkatachalam et al. (2007), which found values between 1.2 and 1.8%.

Extractives content of London plane and pecan was similar, which was around 3%. On the other hand, açoita-cavalo showed the lowest value of substances as waxes, tannins, fatty acids and resin acids, which are some of main compounds of extractives.

Holocellulose is the major part of wood chemical structure (65-70%) and is composed for cellulose and hemicellulose (ROWELL, 2005). In this study, holocellulose content remained between 63 and 70%, in which London plane wood presented the highest value (69.44%). Likewise, all the species showed similar values for α -cellulose, which was ~40%.

Hemicelluloses are one of the most important components of wood structure, represent 20-35% of chemical structure and could be found between the cellulose fibrils on the cell wall (TELEMAN, 2009). The average values found in this study were according to the percentage aforementioned, except for pecan, which showed average value lower than 20%. Nevertheless, Rowell (2005) reported that hemicelluloses content could vary between 15 and 25%.

Klason lignin content was similar for all species, in which presented values between 22 and 26%. These results corroborated with the values reported by Fengel and Wegener (1989), which stated that lignin content of most of forest species is between 20 and 40%.

Table 1: Average values of chemical properties of three hardwoods.

Analysis (%)	<i>London plane</i>	<i>Pecan</i>	<i>Açoita-cavalo</i>
Ash content	1,19 (0,09)	0,91 (0,02)	2,36 (0,02)
Extractives	3,20 (0,20)	3,48 (0,17)	1,77 (0,21)
Holocellulose	69,44 (2,11)	63,43 (2,47)	64,75 (0,85)
α -cellulose	40,86 (1,10)	44,60 (3,70)	40,67 (0,02)
Hemicelluloses	28,58 (1,05)	18,83 (2,73)	24,07 (0,84)
Klason Lignin	25,98 (0,41)	23,27 (5,16)	22,92 (3,65)

Values in parentheses corresponding to the standard deviation.

4. CONCLUSIONS AND PERSPECTIVES

Chemical properties of three hardwood showed suitable average values in relation to those found in the literature. The highest differences between the species were found for ash content and extractives content, whereas holocellulose content and Klason lignin presented similar average values.

5. REFERENCES

FENGEL, D.; WEGENER, G. **Wood Chemistry, Ultrastructure, Reactions**. Berlin/New York: Walter de Gruyter, 1989.

HILL, C.A.S. **Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes**. Chichester:

Wiley, 2006.

ROWELL, R.M. **The Chemistry of Solid Wood; Advances in Chemistry Series**. Washington: American Chemical Society, 1983.

ROWELL, R.M. **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites**. United States: CRC Press, 2005.

TAPPI Standards. TAPPI Test Methods, Atlanta, 2007.

TELEMAN, A. Hemicelluloses and Pectins. In: EK, M.; GELLERSTEDT, G.; HENRIKSSON, G. **Wood Chemistry and Wood Biotechnology (Pulp and Paper Chemistry and Technology)**. 1. ed. Berlin: Walter de Gruyter, 2009. p.101-120.

VENKATACHALAM, M.; KSHIRSAGAR, H.H.; SEERAM, N.P.; HEBER, D.; THOMPSON, T.E.; ROUX, K.H.; SATHE, S.K. Biochemical Composition and Immunological Comparison of Select Pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] Cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.24, p.9899-9907, 2007.

WISE, L.E.; MURPHY, M.; D'ADDIECO, A.A. 1946. Chlorite holocellulose, its fractionation and bearing on summative wood analysis and studies on the hemicelluloses. **Pap. Trade J**, v.122, n.2, p.35-42, 1946.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors would like to thank "Ciência Sem Fronteiras" mobility program (Visitor Researcher and Full PhD scholarships).

DENSIDADE APARENTE DE *Patagonula americana* L. E *Ocotea catharinensis* Mez.

Camila Berger, Joel Telles de Souza, Clovis Roberto Haselein, Bibiana Argenta
Universidade Federal de Santa Maria
 camilaberger@live.com

1. INTRODUÇÃO

A Massa Específica Aparente (MEA) corresponde à densidade medida a certo teor de umidade. Nas condições de uma atmosfera com 20 °C de temperatura e uma umidade relativa de 65%, a umidade de equilíbrio para a madeira é 12% (CISTERNAS, 1994). É uma das propriedades mais importantes da madeira para os mais diversos fins, visto que sua variação afeta a resistência mecânica e, muitas vezes, a variação dimensional da madeira. Está relacionada também com a anatomia da madeira, uma vez que é reflexo das dimensões das fibras ou traqueídeos (comprimento, largura e espessura da parede e do diâmetro do lume) (PANSHIN; De ZEEUW, 1980).

Haselein et al. (2002) afirmam existir uma estreita relação entre a massa específica da madeira e as propriedades mecânicas, sendo desta forma, qualquer fator que acarrete alteração na primeira irá produzir efeitos nas últimas.

A variação da densidade da madeira de diversas espécies florestais tem sido relacionada com as variações ambientais, como as variáveis geográficas e a precipitação (ZOBEL; van BUIJTENEN, 1989), que também afetam o desenvolvimento das árvores. De Paula et al. (1986) ensaiaram várias espécies de madeiras do Amazonas e procuraram relacionar as propriedades mecânicas com a massa específica e outras propriedades. Concluíram ser viável a utilização da densidade como uma estimativa das propriedades mecânicas.

Sendo assim, o objetivo do presente estudo foi determinar a massa específica aparente de *Patagonula americana* L. (Guajuvira) e da madeira de *Ocotea catharinensis* Mez (Canela-preta).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os materiais utilizados neste trabalho são provenientes da madeira da espécie *Patagonula americana* L. (Guajuvira) e da madeira da *Ocotea catharinensis* Mez, (Canela-preta) com 25 anos de idade, abatidas em uma propriedade

rural no município de Xanxerê no Estado de Santa Catarina.

Foram abatidas duas árvores e seccionadas em toras, a partir do DAP (diâmetro à altura do peito) até 4 metros de altura, sendo desdobradas em pranchões centrais de aproximadamente 8 cm de espessura, em seguida transportada para a marcenaria da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC). Os corpos de prova foram retirados descontando a medula e 2cm de cada lado da mesma, cortando-se com dimensões de 2 x 2 x 3 cm (dimensão radial, tangencial e longitudinal), respectivamente e enumerados de acordo com espécie e posição.

De cada árvore, foram retirados 20 corpos de prova no sentido base-topo, totalizando um total de 40 peças para cada espécie. Após a obtenção dos corpos de prova, estes foram levados para o Laboratório de Produtos Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (UFMS), sendo armazenados em câmara climatizada na condição de 20° C e 65% de umidade relativa, onde permaneceram até atingirem o equilíbrio higroscópico a um teor de umidade correspondente a 12%.

Para determinação da massa específica aparente, os corpos de prova foram pesados em balança analítica de precisão 0,01g e mensurados com o uso de um paquímetro digital para determinação de seu volume (método esteriométrico). Então, de posse destes dados, calculou-se a massa específica aparente, correspondente ao teor de 12% de umidade, dividindo-se a massa pelo volume (g/cm³).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fig.1, estão apresentados os valores médios encontrados para a massa específica aparente referente às espécies estudadas.

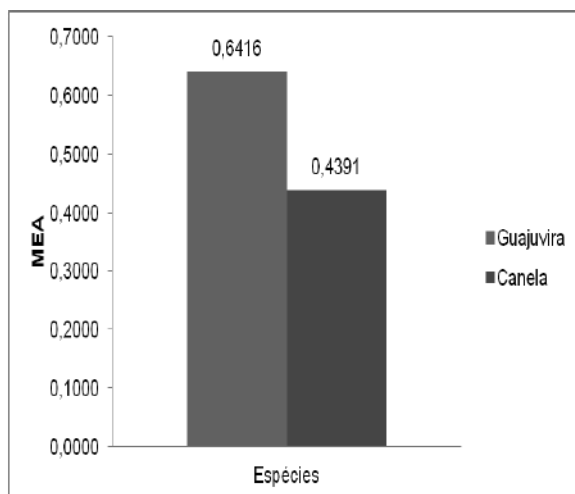


Fig. 1: Valores médios de massa específica aparente da madeira de Guajuvira e Canela-preta.

Observando a Figura 1, nota-se que houve diferença significativa para a massa específica aparente em nível $\alpha = 5\%$ de probabilidade de erro e $\text{Prob.}>F = 0,0000$, entre as espécies *Patagonula americana* e *Ocotea catharinensis*, onde o *Patagonula americana* apresentou a maior média $0,6464 \text{ g.cm}^{-3}$ e a *Ocotea catharinensis* menor média $0,4931 \text{ g/cm}^3$.

Comparando os resultados encontrados para ambas as espécies, com a classificação de Carvalho (2009) a madeira da Guajuvira é considerada como moderadamente pesada, e a madeira de canela-preta considerada madeira leve.

Souza et al. (2009a) observou que a massa específica aparente influenciou significativamente nas propriedades mecânicas em *Araucaria angustifolia*, aos 41 anos de idade. Em outro estudo Souza et al. (2009b), com a mesma espécie, encontrou que a resistência à ruptura da madeira aumenta com a massa específica no sentido medula-casca.

4. CONCLUSÕES

A densidade aparente da *Patagonula americana* foi superior, então espera-se que apresente uma maior resistência mecânica, sendo assim pode ser indicada para a construção civil e cabos de ferramentas. Já a densidade aparente da *Ocotea catharinensis* foi inferior, sendo indicada para outros usos que não necessitem maior resistência ao impacto.

5. BIBLIOGRAFIA

CARVALHO, A. Escola Superior de Tecnologia de Viseu - Estrutura Anatômica, Propriedades,

Utilizações. Disponível em: <http://www.estv.ipv.pt/PaginasPessoais/jqomarcelo/Tim3/tim3_TP1_Na2.pdf>. Acesso em: 25 de julho de 2009.

CISTERNAS, P.A. Conversion de densidades de la madera. **Ciencia e investigación forestal**, v.8, n.2, p.300-315, 1994.

DE PAULA, E.V.C.M et al. Propriedades mecânicas de trinta e nove espécies de madeiras no Amazonas. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2, São Carlos, 1986. **Anais...** São Carlos: USP, EESC, SET, LaMEM, 1986. v.1

HASELEIN, C. R. et al. Propriedades de flexão estática da madeira úmida e a 12 % de umidade de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith quando submetido a diferentes espaçamentos e doses de adubação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 147 – 152, 2002.

PANSHIN, A. J.; De ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 3.ed. New York: McGraw Hill, 1980. 722p.

SOUZA, T. J. et al. Influência da massa específica sobre as propriedades mecânicas de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. In: CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL, 2, 2009, Campina Grande (PB), 2009a. **Anais...**CD-Rom.

SOUZA, T. J. et al. Propriedade Físico-Mecânicas em função do raio da madeira de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze. In: JORNADAS DE JOVENS PESQUISADORES DA ASSOCIAÇÃO DE UNIVERSIDADES GRUPO MONTEVIDÉU, 17, 2009, Concórdia-Entre Rios (ARG), 2009b. **Anais...**CD-Rom.

ZOBEL, B. J.; van BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: it's causes and control**. Berlin: Springer Verlag, 1989. 363p. (Spring Series in Wood Science).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TEOR DE UMIDADE NA SECAGEM DA MADEIRA DE *Eucalyptus dunnii* e *Pinus elliottii*

Camila Berger, Joel Telles de Souza, Clovis Roberto Haselein, Walmir Marques de Menezes
 Universidade Federal de Santa Maria
 camilaberger@live.com

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por madeira industrializada, cresce também a necessidade do setor por técnicas de processamento de madeira que visem melhor custo-benefício e qualidade.

A adequada secagem da madeira serrada, antes de sua transformação em bens e produtos, é reconhecidamente a fase mais importante de todo o processamento que visa agregar valor ao produto final (JANKOWSKY, 1995).

No processo de secagem, fenômeno de dessorção, a primeira água a ser removida é a água livre presente nos lumes das células. Somente após a sua remoção é que se dá início a retirada da água de impregnação. As forças capilares que retêm a água livre são muito menores que as forças elétricas que mantêm a água de impregnação na parede celular (SKAAR, 1972).

De acordo com Skaar (1972), o PSF se refere ao teor de umidade da madeira (25-35%) em que, teoricamente, apenas as paredes celulares estão saturadas de água (higroscópica), porém com seus lumes e espaços intercelulares ausentes de água (livre).

O PSF tem grande importância prática na secagem da madeira, já que em teores abaixo desse ponto manifestam-se as indesejáveis variações dimensionais, além dos defeitos decorrentes das contrações, como, rachaduras, encaamentos e torcimentos (RASMUSSEN, 1961).

A secagem em estufa solar é recomendada por diversos autores (BAUER, 2003; SANTINI, 1981; HAQUE, 2002) como alternativa de substituição dos métodos que apresentam elevados custos de investimentos, manutenção e consumo energético.

Com isso, objetivou-se avaliar o teor de umidade final da madeira de *Eucalyptus dunnii* e *Pinus elliottii* em estufa solar.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As árvores de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus dunnii* utilizadas no presente experimento foram obtidas da propriedade da empresa Bragagnolo, localizada no município de Faxinal dos Guedes – SC. Para a padronização das amostras, tentou-se obter peças com uma mesma dimensão, sendo elas de 2,5 cm X 15 cm X 1 m. O volume utilizado foi de 1 m³ para cada espécie escolhida.

A secagem foi conduzida em estufa solar, na cidade de Xanxerê – SC, o tempo de secagem das madeiras de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus dunnii* foi definido previamente como sendo de 31 dias. Para este período, obteve-se um teor de umidade de 12% para ambas as espécies. Sendo a eq.(1) (SIAU, 1984), utilizada para obter o teor de umidade na madeira.

$$TU (\%) = \frac{M_u - M_s}{M_s} * 100$$

Onde:

TU (%) = Teor de Umidade

M_u (g) = Massa Úmida (em gramas)

M_s (g) = Massa Seca (em gramas)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de umidade inicial médio para a madeira de *Eucalyptus dunnii* na secagem em estufa solar, foi de 82,98% e após 31 dias, reduziu para 12,84%. Já para o *Pinus elliottii*, exposto a secagem juntamente com o *Eucalyptus dunnii*, entrou no processo com um teor de umidade médio de 159,54%, após os mesmos 31 dias, saiu com 12,04%. Estes resultados foram obtidos entre o final do inverno e início da primavera de 2011.

O teor de umidade final pode atingir valores mais baixos em estações mais quentes, Bond (2006) afirma que nos meses de verão é possível secar madeira até um teor de umidade final de 8 a 10%.

A relação entre o tempo de secagem e a diferença do teor de umidade inicial e o teor de umidade final requerido é proporcional, ou seja, quanto maior a diferença de teor de umidade no início e fim do processo maior será o tempo de secagem em que a madeira será submetida (HART, 1966). O mesmo autor ainda constatou que, para a secagem de duas peças com teores de umidade inicial diferentes, o tempo de secagem é distinto até o PSF. A partir deste ponto as peças necessitam do mesmo tempo adicional para completarem a secagem até o teor de umidade final requerido.

Haque (2002) realizando secagem em estufa solar na Austrália, em período de inverno, também verificou dificuldade em obter uma redução significativa do teor de umidade, finalizando a secagem para algumas cargas em 19%.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com os teores de umidades encontrados ao final do processo de secagem, pode-se concluir que são satisfatórios, qualificando a madeira tanto para usos nobres, como para outros fins. Entretanto, salienta-se que a madeira de *Pinus elliotti*, possuía o dobro da umidade inicial do *Eucalyptus dunnii* e nos mesmos 31 dias obteve o mesmo teor de umidade final, próximo aos 12%. Isso ocorreu certamente devido a alta taxa de secagem que espécies de coníferas aceitam.

5. BIBLIOGRAFIA

BAUER, K. **Development and optimisation of a low-temperature drying schedule for Eucalyptus grandis(Hill) ex Maiden in a solar-assisted timber dryer**. Hohenheim, 2003. 178 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Fakultät Agrarwissenschaften der Universität Hohenheim.

BOND, B. **Design and Operation of a Solar-Heated Dry Kiln**. Virginia Tech. 2006. 10 p.

HAQUE, M.N. **Modelling of solar kilns and the development of an optimized schedule for drying hardwood timber**. Sidney, 2002. 354f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – University of Sidney.

HART, C.A. **The drying of wood**. Raleigh: North Carolina Agricultural Extension Service, 1966. 24 p.

JANKOWSKY, I.P. Equipamentos e processos para secagem de madeiras. In. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. **Anais...** Piracicaba: IPEF/IPT, 1995. p. 109-118.

KOLLMANN, F.F.P. **Tecnología de la madera y sus aplicaciones**. 2 ed. Madrid: Graficas Reunidas, 1959. 675p.

PONCE, R.H.; WATAI, L.T. Manual de secagem da madeira. São Paulo: IPT, 1985. 72 p.

RASMUSSEN, E.F. **Dry kiln operator's manual**. Madison: United States Department of Agriculture - USDA, 1961. 197 p.

SANTINI, E. J. **Secagem de madeira serrada em estufa solar e sua comparação com os métodos convencionais**. Curitiba, 1981. 185 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná.

SIAU, J.F. **Transport processes in wood**. New York: Springer-Verlag, 1984. 245 p.

SKAAR, C. **Water in wood**. Syracuse: Syracuse University Press, 1972. 218 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DO ANELAMENTO DE TORAS SOBRE DEFEITOS EM TÁBUAS DE *Eucalyptus pellita* F. Muell

Ananias Francisco Dias Júnior, Pablo Vieira dos Santos, José Henrique Camargo Pace, Gilmar Correia Silva, João Vicente de Figueiredo Latorraca
 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 e-mail: ananiasjuniorr@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Eucalyptus* são amplamente plantadas no Brasil, onde a sua principal utilização é destinada ao abastecimento das indústrias de celulose e de carvão vegetal, de chapas de partículas e fibras, e madeira serrada. Para Santos et al. (2010) as variações da qualidade da madeira de eucalipto ocorrem em sua estrutura anatômica, composição química e propriedades físicas, podendo ser detectadas, também, em níveis inter e intraespecífico.

Segundo Bauer et al. (1999) o eucalipto no Brasil apresenta índices de crescimento que chega a atingir 50 m³ de madeira por ha/ano e desta forma, ocorrem altas tensões na árvore que durante o abate ou logo depois do desdobro provoca rachaduras e deformações nas tábuas.

Algumas técnicas visam reduzir as manifestações das tensões de crescimento, porém alguns estudos indicam que é possível apenas minimizar os seus efeitos. Dentre eles o anelamento da árvore em pé e das toras obtidas antes da sua retirada.

Dentre os defeitos mais frequentes causados pelas tensões internas na madeira serrada de eucalipto, encontram-se rachaduras de topo e ao longo da face da peça e os empenamentos. Tais defeitos podem inviabilizar a sua utilização para madeira serrada.

Assim, este trabalho teve como objetivo, avaliar o efeito do procedimento de anelamento nas árvores sobre os principais defeitos nas tábuas obtidas após o desdobro.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram coletadas 12 árvores da espécie *Eucalyptus pellita*, com aproximadamente 25 anos de idade, com espaçamento 2,0 x 3,0 m, localizadas no Campus da UFRRJ. Destas, foram comparadas neste trabalho, quatro árvores. Metade das árvores foram aneladas

anteriormente ao abate a 1/3 do raio, conforme apresentada na fig. 1.

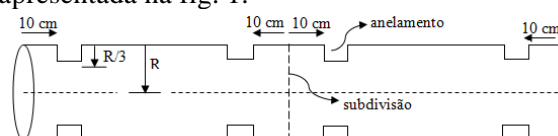


Fig. 1: Esquema de anelamento das toras. (Fonte: PELOZZI, 2012)

As mesmas foram divididas em três toras (Base, Centro e Topo) sendo em seguida encaminhadas ao Laboratório de Física e Secagem da Madeira. No pátio da serraria, as toras foram destopadas para a retirada do anelamento e passaram pelo desdobro em serra de fita horizontal. O sistema de desdobro utilizado foi de cortes paralelos, com retirada de uma costaneira, giro de 180°, retirada de mais uma costaneira, transformando a tora em um semi bloco. Posteriormente foram realizados cortes simultâneos gerando tábuas com espessura nominal de 2,5cm.

Os defeitos foram quantificados pelo somatório das rachaduras mais longas nas duas extremidades da tábua, e também pela medição das flechas do arqueamento, encurvamento e encanoamento. Desta foram, foram obtidos os seguintes parâmetros para avaliação: Índice de rachaduras (IR), Intensidade de encurvamento (Ie), Intensidade de arqueamento (Ia) e Encanoamento. Este último foi obtido por meio de medida direta da flecha com auxílio de uma régua ao estender-se o barbante em todas as peças.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dimensões médias das tábuas não aneladas foi de 3,04 m e das não aneladas 2,37 m de comprimento e 16,05 cm e 15,42 cm de largura. O diâmetro médio das toras foi de 22 cm. A tabela 1 apresenta os resultados médios obtidos das tábuas aneladas e não aneladas.

Tabela 1: Percentagem de defeitos avaliados:

Defeito (%)	Anelamento	
	Não	Sim
IR	19,22	9,98
Ie	0,37	0,35
Ia	0,01	0,35

Para o IR é possível verificar uma diferença expressiva dos valores, com uma redução significativa da percentagem de rachaduras, 9,98% para as tábuas provenientes das toras que passaram pelo anelamento. Quando comparados aos resultados de Caixeta et al. (2002) que avaliaram alguns fenótipos de *Eucalyptus*, as tábuas provenientes de toras aneladas apresentaram média inferior. Hornburg et al. (2012) avaliaram a qualidade de algumas espécies e obtiveram valor máximo de 16,06% para tábuas provenientes de toras sem anelamento. Calonego & Severo (2005) citam que as rachaduras são maiores em peças provenientes de toras com maiores diâmetros.

Em relação ao Ie, não foi verificada diferença expressiva das médias. Neste caso, o anelamento não foi pronunciado em relação àquelas que não passaram pelo procedimento. Lopes (2003) obteve encurvamento médio de 0,381 cm/m para *E. grandis*, valor próximo ao obtido por Hornburg et al. (2012) para mesma espécie e para outras observou valor máximo de 0,96 cm/m. Neste trabalho utilizando-se o índice em percentagem o valor máximo para peças sem o procedimento de anelamento foi de 0,37%.

Para o Ia, verificou-se maior percentagem para as peças que passaram pelo procedimento do anelamento, com valor médio de 0,35%. Trevisan (2006) avaliando o defeito para espécie *E. grandis* encontrou valor médio de 0,37 cm/m. Na avaliação do encanoamento, não foi verificado valores maiores que 1mm. Esse comportamento pode ter ocorrido em virtude das tábuas ainda em estado verde e pela sua largura, o que para tanto, seria necessário realizar a correlação entre este defeito e as dimensões das peças.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O efeito do anelamento para este trabalho foi mais pronunciado no Índice de rachadura para as tábuas em estado verde. Os valores para todos os defeitos avaliados encontram-se semelhantes àqueles encontrados em literatura, sendo indicado a avaliação dos mesmos após o processo de secagem.

5. BIBLIOGRAFIA

BAUER, K.; BUX, M.; RODRIGUEZ, A. V. Secagem solar de madeira de eucalipto em escala industrial. **In:** Workshop Técnicas de abate, processamento e utilização da madeira de eucalipto, p.34-38, Viçosa, 1999

CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D. Efeito do diâmetro de toras na magnitude das tensões de crescimento de *Eucalyptus grandis*. **Energia na Agricultura**, v. 20, n. 2, Botucatu, p.53-65, 2005.

CAIXETA, R.P.; CARVALHO, D.; ROSADO, S.C.S.; TRUGILHO, P.F. Variações genéticas em populações de *Eucalyptus* spp. detectadas por meio de marcadores moleculares. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.357-363, 2003.

HORNBERG, K.F.; ELEOTÉRIO, J.R.; BAGATTOLI, T.R.; NICOLETTI, A.L. Qualidade das toras e da madeira serrada de seis espécies de eucalipto cultivadas no litoral de Santa Catarina. **Sci. For.**, Piracicaba, v.40, n.96, p.463-471, 2012.

SANTOS, F.W.; MORAES, M.L.T.; FLORSHEIM, S.M.B.; LIMA, I.L.; SILVA, J.M.; FREITAS, M.L.M.; SEBBENN, A.M. Variação genética para caracteres anatômicos e retração volumétrica e sua correlação com a densidade básica da madeira em uma população base de *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.38, n.86, p.159-170, 2010.

LOPES, M.C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrométricas e das características tecnológicas da madeira**. Santa Maria, 2003. 86p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TREVISAN, R. **Efeito da intensidade de desbaste nas características dendrométricas e tecnológicas da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. Santa Maria, 2006. 138p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RENDIMENTO E QUALIDADE DO CORTE NA MADEIRA SERRADA DE *Pinus sp* UTILIZANDO SERRA PORTÁTIL MCA 600

Pablo Vieira do Santos, Ananias Francisco Dias Júnior, José Henrique Pace, Gilmar Corrêa Silva, Alexandre Monteiro de Carvalho

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

E-mail:pabloufrj@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira de pinus apresenta um grande valor no fornecimento de matéria-prima para as indústrias de papel e papelão, compensados, laminados e na indústria moveleira. Essas importantes características levaram a uma necessidade de se otimizar o processo de desdobro das toras quando o produto final tem finalidade para a indústria de serrados e movelaria.

Silva et al. (2009), citado por Dias Júnior et al. (2013), salientam que quando a madeira é destinada a móveis, assoalhos, esquadria e outros produtos que necessitem de qualidade de superfície, a trabalhabilidade bem executada melhora o desempenho em processos de acabamento superficial viabilizando economicamente esta operação.

O rendimento em madeira serrada é influenciado por diversos fatores, tais como características da espécie, produtos, maquinário, mão de obra e, principalmente, pelo diâmetro das toras. Além desses fatores, o tratamento que é dado às toras ainda no pátio da serraria e outras decisões de como desdobrá-las são fatores fundamentais para que se atinjam bons níveis de rendimento (Murara Junior et al. 2005).

O objetivo do trabalho foi analisar o rendimento e a qualidade do corte na madeira de *Pinus sp* utilizando-se a serra portátil MCA 600.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As toras para esse estudo foram obtidas de três árvores localizadas no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Foram coletadas três árvores e usadas somente as duas primeiras toras de cada árvore, no sentido da base para a copa, com a dimensão de dois metros cada uma.

Após a coleta, as toras foram levadas para o Laboratório de Processamento Mecânico da Madeira (LPM-IF) da UFRRJ, onde foram desdobradas.

As toras foram desdobradas utilizando-se a Serra Portátil MCA 600 como ilustra a Figura 1, que apresenta características como comprimento suporte máximo das toras de 5,5 m ou com tamanho ilimitado, bastando acrescentar blocos de trilhos extras; diâmetro máximo das toras de 600 mm de diâmetro e capacidade de produção média de 3 m³ por dia. Apresenta ainda um motor de 13 cv gasolina Honda. Com relação à lâmina, é feita de aço utilizada em madeiras em geral com espessura de 1 mm, passo de 19 mm e largura de 31,75 mm. Essa máquina apresenta também um tensionamento hidráulico da lâmina, para garantir uma maior precisão do corte.



Fig. 1: Serra portátil MCA 600
(Fonte: O Autor; 2012).

Para o processamento das toras foram utilizados dois sistemas diferentes de desdobro radial e tangencial, como ilustra a Figura 2.

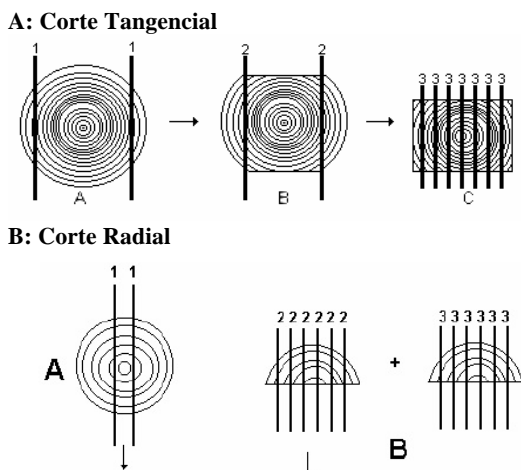


Fig. 2: Sistema de corte tangencial (A) e radial (B). (Fonte: Rocha, P.M & Tomaseli, I.; 2002).

Após o desdobramento das toras, foram tomadas oito medidas de espessura (Figura 3), com o auxílio de um paquímetro digital, que serviram para a análise de qualidade do corte na madeira serrada, trabalhando-se com valores de variabilidade em espessura dentro da peça e entre peças, visando a determinação da variabilidade total.

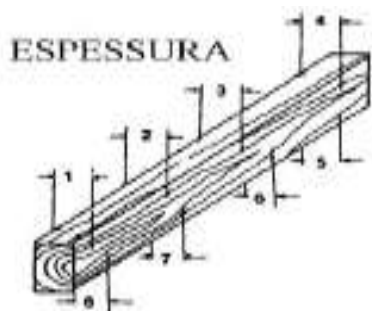


Fig. 3: Medições das espessuras na prancha (Fonte: Carmo, 2004).

Os resultados obtidos foram analisados com auxílio da estatística descritiva relacionando-os com as características da máquina e matéria prima.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento médio sem casca obtido para as toras desdobradas através do sistema tangencial e radial foram de 32,8% e 33% respectivamente. Esses valores podem ser considerados relativamente altos, levando-se em consideração que toda a operação da máquina é realizado por meio manual.

As tendências observadas para os desvios de corte obtidos por meio das medições

das espessuras das pranchas podem ser observadas na Figura 4.

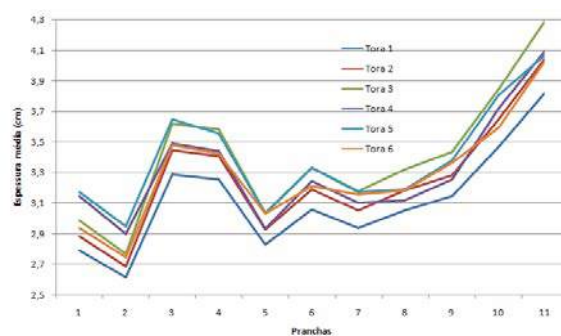


Fig. 1: Desvios de corte obtidos para as pranchas de *Pinus sp.*

Apesar dos fatores inerentes ao processamento da madeira como umidade e espécie, observou-se um comportamento padrão para os desvios de corte obtidos nas diferentes pranchas, mesmo levando em conta que foram utilizadas duas metodologias diferentes de desdobro.

Levando em consideração que toda a operação da máquina como tombos nas toras, velocidade de avanço e ajuste da espessura são para esta máquina executados de forma manual, os resultados obtidos são tecnicamente aceitáveis e possivelmente a variação de espessura e uniformidade das pranchas estejam mais relacionadas as características da máquina e o sua operação do que os fatores relacionados acima.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A máquina apresentou bons rendimentos para as metodologias de desdobro utilizada e desvios uniformes nas pranchas avaliadas. No entanto, recomenda-se mais estudos relacionados a qualidade da madeira obtida para esta máquina.

5. BIBLIOGRAFIA

DIAS JÚNIOR, A.F; SANTOS, P.V; PACE J.H.C; CARVALHO, A.M; LATORRACA, J.V.F. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. **Ciência da Madeira** (Braz. J. Wood Sci.), Pelotas, v. 04, n. 01, p. 93-107, Maio de 2013.

MURARA JUNIOR, M. I.; ROCHA, M. P. DA; TIMOFEICZYK JUNIOR, R. Rendimento em madeira serrada de *Pinus taeda* para duas metodologias de desdobro. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 35, n. 3, set./dez. 2005.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



Agrupamento de espécies madeireiras por similaridade de suas características anatômicas macroscópicas

Vasconcelos, S. S.; Costa, M. R. N., Holanda, A. S., Salomão, A. C.F.; Lobão, M. S.,
Universidade Federal do Acre
 Silvana_sil222@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A existência de um significativo número de espécies florestais produtoras de madeira indica a necessidade de aplicar metodologias para seu agrupamento por características comuns. Estudos sobre novas espécies com potencial madeireiro devem ser embasados em premissas científicas, sendo as propriedades tecnológicas importantes parâmetros para a definição da qualidade da matéria-prima (ARAÚJO, 2007). As madeiras tradicionais tiveram sua resistência, trabalhabilidade, aspecto visual etc. comprovados ao longo de décadas, às vezes séculos, de utilização. Portanto, comparar as características ou propriedades tecnológicas da madeira de espécies potenciais com as já tradicionais é um método bastante eficaz para aferir suas qualidades (DE PAULA; ALVES, 2007). Pelo exposto, o presente trabalho visa analisar as características anatômicas macroscópicas do lenho das árvores para agrupar as espécies e preconizar o uso potencial de suas madeiras.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Amostras de madeira de 5 espécies (*Eucalyptus* sp.; *Terminalia* sp., *Grevillea robusta*, *Swietenia macrophylla* e *Cedrela* sp.) foram selecionadas, cortadas e fixadas em micrótomo de deslize para seu polimento na sua seção transversal, depois foram fotografados em estereoscópico de luz (ampliações de 40X) foram (i) realizadas a interpretação anatômica, (ii) coletadas as imagens e (iii) mensuradas as dimensões dos vasos (diâmetro, frequência e percentagem de área), e de parênquima axial (percentagem de área) (IBAMA, 1992) em sistema de análise de imagens IMAGE ProPlus.

Após a obtenção dos resultados, procedeu-se a análise estatística multivariada para o agrupamento pelo conjunto das variáveis anatômicas estudadas por meio de técnicas de análise de componentes principais, com o

propósito de analisar as covariâncias e correlações, baseada nas raízes (ou valores) das variáveis e nos vetores gerados a partir delas, em matrizes simétricas. Nesse caso, consideraram-se apenas as duas primeiras raízes extraídas, uma vez que foram as que apresentaram os maiores autovalores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram que os vasos e os parênquimas axiais apresentaram variações na morfologia e nas dimensões, constituindo-se importantes parâmetros para a diferenciação das espécies (tab. 1).

Tabela 1. Valores médios das propriedades anatômicas das espécies estudadas.

Espécie	CP	Área vasos (%)	Diâmetro vasos (um)	Frequência Vasos (n/m ²)	Área Parênquima axial (%)
<i>Cedrela</i> sp.	cd	7.8	175.6	4.6	15.9
<i>Eucalyptus</i> sp.	eu	23.3	107.0	11.1	11.4
<i>Terminalia</i> sp.	te	7.9	94.3	1.6	6.6
<i>Grevillea robusta</i>	gr	4.7	115.2	8.3	65.9
<i>Swietenia macrophylla</i>	mg	14.6	173.3	5.8	23.0

Tabela 2. Pesos das variáveis anatômicas na separação dos grupos de espécies pela Análise de Componentes Principais

Variáveis	Fator 1	Fator 2
Área vasos(%)	0.49	0.09
Diâmetro vasos (um)	0.06	0.09
Frequência. Vasos (n/mm ²)	0.42	0.19
Área Parênquima (%)	0.04	0.63

A importância das propriedades do lenho para agrupar as madeiras das 5 espécies, por classe de uso, determinada através dos seus auto-vetores, estabelece que (i) no componente principal 1, a área e frequência de vasos foram estatisticamente significativos e explicam 90% da variância total; (ii) no componente 2, a área

de parênquima axial foi altamente significativa e explica 63 % da variação total desse componente (Tab. 2).

Verificou-se que a metodologia de análise de componentes principais agrupou de, forma mais consistente, as espécies de madeira de uso já conhecido (*Cedrela* sp. - Cedro e *Swietenia macrophylla* – Mogno), com uma espécie ainda pouco conhecida (*Terminalia* sp.) mostrando que a mesma possui características anatômicas semelhantes (Grupo 2) (Fig. 1).

Já as espécies de *Eucalyptus* sp. (grupo3) se diferenciou do grupo 1 por possuir maiores valores de área e frequência de vasos, já a *Grevillea robusta* (Grupo 1) se diferenciou das demais pela maior quantidade de parênquima axial.

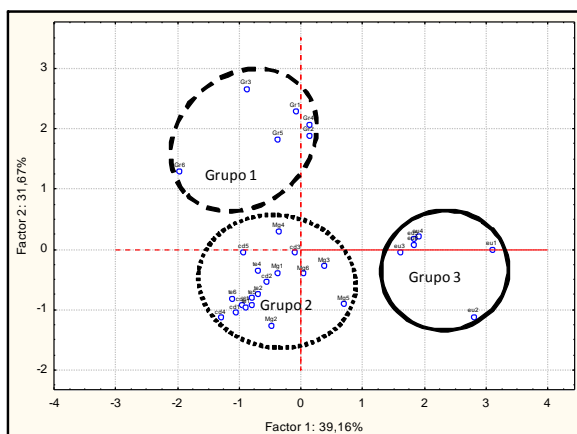


Fig. 1 – Análise de Componentes principais dos agrupamento das espécies madeireiras estudadas pela similaridade dos seus caracteres anatômicos.

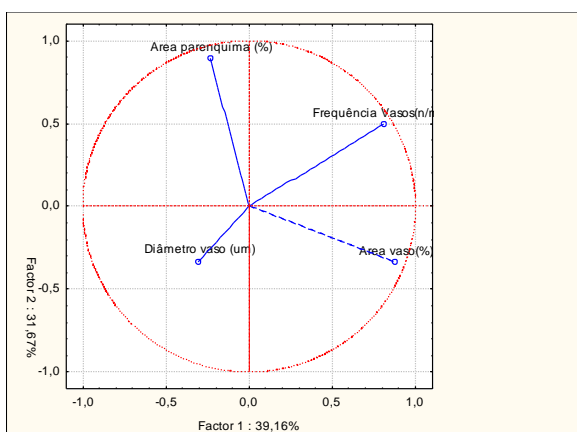


Fig. 2. - Análise discriminante das quatro variáveis anatômicas e os três grupos formados das espécies de madeiras estudadas.

Na fig. 2 pode-se observar vetores de tamanho reduzido (diâmetro de vasos) indicam atributos nos quais as amostras pouco diferem entre si. Já os vetores que possuem tamanhos equivalentes (área e frequência de vasos - fator 1 e área de parênquima – fator 2), cujo eixo estão

localizados próximos ao círculo têm grande importância para explicar as variações entre as amostras (MUÑOZ et al., 1992).

Portanto, é possível verificar que a maioria dos atributos gerados para as amostras de espécies de madeira, corresponde a variações com grande influência no agrupamento e/ou separação das madeiras estudadas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com os resultados obtidos é possível concluir que as características anatômicas e os testes estatísticos utilizados através da Análise de Componentes Principais (multivariada) se mostraram adequados no agrupamento de acordo com as possibilidades de uso das espécies madeireiras estudadas.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, H.J.B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 399-416, set.-dez. 2007.

DE PAULA, J.E.; ALVES, J.L.H. **897 Madeiras do Brasil: anatomia – dendrologia – produção – uso**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Normas para procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I – Angiospermae, II – Gimnospermae. Brasília. 1992. 19 p. (Serie Técnica, 15).

Munoz, A.M., Cívile, G.V., Carr, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240 p.

6. AGRADECIMENTOS

Aproveitamos para agradecer o Prof. Mário Tomazello Filho e a técnica-laboratorista Maria Aparecida Bermudez (LCF/ESALQ/USP) pelo auxílio na confecção dos corpos de prova utilizados nesse trabalho. e a UFAC e o CNPq pela aprovação da bolsa PIBIC que possibilitou a realização deste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO RADIAL DA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA DA MADEIRA DE ESPÉCIES CULTIVADAS NO NORTE DE MATO GROSSO

Emanuella Farias Santos Souza, Jessyca Mayra Fruett Dacroce, Patrícia Aparecida Rigatto Castelo, Taisa Ronsoni, Mayara Geovanna Rodrigues Fernandes da Silva
Universidade Federal de Mato Grosso, Campus Sinop
 emanuella.fss@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A massa específica é um índice que caracteriza a qualidade da madeira, definida pela relação entre o peso da madeira seca e o seu volume obtido no ponto de saturação das fibras, esta característica é a mais difundida por suas relações com as propriedades mecânicas da madeira (BRASIL et al., 1979).

Segundo Cruz et al. (2003), tanto as propriedades físicas quanto as mecânicas apresentam maiores variações na direção da medula para a casca do que da base para o topo das árvores, mostrando a importância do conhecimento das variações radiais nas toras, para o estudo de qualidade de madeira.

No estudo feito por Evangelista et al. (2010) avaliando algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus urophylla*, incluindo a massa específica básica e aparente, constatou que esta apresentou uma tendência de aumento, sem grande amplitude de variação em torno do valor médio (0,45 g/cm³ e 0,55 g/cm³ para a massa específica básica e aparente, respectivamente). Em geral, houve aumento da massa específica básica e aparente de um até nove centímetros, diminuindo a partir desses valores até onze centímetros de distância medula-casca.

O mesmo foi observado no trabalho desenvolvido por Trevisan, R. (2008), com árvores dominantes e médias, com o objetivo de verificar a variação radial da massa específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis*, mostra que a massa específica básica, tanto para as árvores dominantes quanto para as médias, apresentou variação semelhante no sentido medula-casca, com os menores valores dessa característica tecnológica tendo sido encontrados na região da medula, seguidos de acréscimo até a região mais periférica do tronco.

O presente trabalho teve por objetivo, o estudo da variação radial da massa específica básica da

madeira de espécies florestais cultivadas no Norte de Mato Grosso.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As espécies avaliadas no presente estudo foram abatidas de propriedades próximas à região do município de Sinop, no Estado de Mato Grosso. Os indivíduos foram selecionados, de modo aleatório, árvores de bom fuste, com grã reta e diâmetro a altura do peito (DAP) entre 20 - 30 cm. Para a realização da pesquisa utilizaram-se três indivíduos de cada espécie. As espécies utilizadas no estudo foram: *Eucalyptus urophylla*, *Tectona grandis* e *Azadirachta indica*.

Das árvores selecionadas, foram retirados à altura de 1,30 m acima do solo, ou seja, no DAP, um disco de 7 cm de espessura, e de cada disco foram retiradas amostras no sentido radial passando pela medula.

Dessas amostras foram confeccionados corpos-de-prova, com dimensões de aproximadamente 2 x 2 x 3 cm de aresta com maior dimensão no sentido das fibras, ao longo do sentido medula-casca e identificadas, sendo representativas das posições: próxima a medula (1), intermediária (2) e próxima a casca (3) como mostra a Figura 1, para o estudo da variação medula-casca da variável massa específica básica.

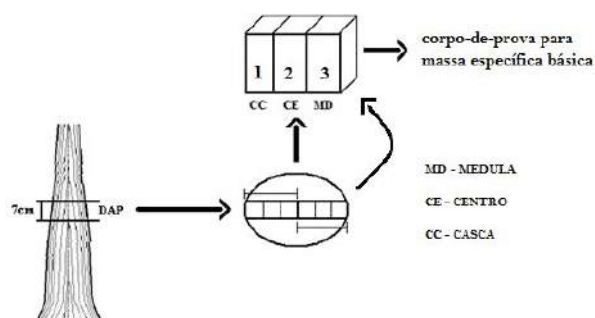


Figura 1. Posição de retirada dos discos nas árvores para a caracterização da madeira.

Para determinação da massa específica básica utilizou-se o método da balança hidrostática conforme Foelkel et al. (1971). Os corpos-de-prova foram saturados por um período de aproximadamente dois meses, para a completa saturação das fibras, onde se pode obter o peso úmido dos corpos-de-prova. Posteriormente, os mesmos foram secos em estufa a $103 \pm 2^\circ\text{C}$, até atingirem o peso de massa seca constante.

Equação de determinação massa específica das amostras:

$$ME_b = P_o / V_u \quad (1)$$

Em que:

ME_b : massa específica básica, em g/cm^3 ;

P_o : peso seco em estufa ($103 \pm 2^\circ\text{C}$), em g;

V_u : volume saturado, em cm^3

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No geral, observa-se na Tabela 1, que dentre as espécies estudadas a *Eucalyptus urograndis* foram as que tiveram as maiores médias de massa específica e a espécie *Azadirachta indica* a menor. Já para as posições no sentido medula-casca, na posição casca foi encontrado o menor valor médio ($0,423\text{g}/\text{cm}^3$) e a posição medula a maior ($0,495\text{g}/\text{cm}^3$).

Tabela 1. Valores médios de massa específica de diferentes posições no sentido medula-casca, para madeiras ensaiadas.

Espécie	Posição no Tronco		
	Medula	Central	Casca
<i>Eucalyptus urograndis</i>	0,495Aa	0,433Ac	0,432Ab
<i>Tectona grandis</i>	0,488Aa	0,474Ab	0,470Ab
<i>Azadirachta indica</i>	0,445Ab	0,430Ac	0,423Ab

As médias seguidas por uma mesma letra maiúscula, na horizontal ou minúscula, na vertical, em cada seção, não diferem entre si, pelo teste de Tukey HSD ($p > 0,05$).

Analisando cada espécie, é visto que todas as madeiras estudadas não apresentaram variação significativa da massa específica no sentido radial, o mesmo comportamento foi observado por Mello et al (2007) para as madeiras de craibeira (*Tabebuia aurea* (Mart.) Standl.) e pereiro (*Aspidosperma pyrifolium* Mart.), também por Lima, et. al. (2010) para a madeira *Croton sonderianus*. Porém, tal característica é desejável uma vez que a homogeneidade da

massa específica da madeira no sentido radial lhe garante uma melhor trabalhabilidade, uma vez a madeira apresenta uma mesma característica ao longo de seu sentido radial ele apresentará melhores características mecânicas, pois há uma alta correlação entre a massa específica e as propriedades mecânicas da madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Em todas as espécies estudadas verificou-se a não variação da massa específica no sentido radial.

5. BIBLIOGRAFIA

CRUZ, C. R.; LIMA, J.T.; MUNIZ, G. I. B. **Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas de híbridos de *Eucalyptus***. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n.64, p.33-47, 2003.

FERREIRA, M. **Estudo da variação da densidade básica da madeira de povoamentos de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. Piracicaba, 1970. 62p. (Tese-Livre-Docência-ESALQ).

EVANGELISTA, W. V.; SILVA, J. C.; LUCIA, R. M. D.; LOBO, L. M.; SOUZA, M. O. A. **Propriedades Físico-Mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no sentido radial e longitudinal**. *Ciência da Madeira*, Pelotas, v. 01, n. 02, p. 01-19, Novembro de 2010.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; FILHO, JUNIOR, S. K.; MATOS, J. L. M. **Influência da idade e da posição radial na massa específica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**, *REVISTA FLORESTA* 34 (1), Curitiba-Pr, p.13- 22, Jan/Abr 2004.

TREVISAN, R.; HASELEIN, C. R.; MELO, R. R.; STANGERLIN, D. M.; BELTRAME, R.; GATTO, D. A.; CALEGARI, L. **Variação radial da massa específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden**. *FLORESTA*, Curitiba, PR, v. 38, n. 3, jul./set. 2008.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO LONGITUDINAL E EFEITO DO ESPAÇAMENTO NA MASSA ESPECÍFICA BÁSICA DA MADEIRA DE *Mimosa scabrella*

Elder Eloy¹, Braulio Otomar Caron², Rômulo Trevisan³, Dimas Agostinho da Silva⁴

¹Engenheiro Florestal, Msc., Doutorando em Engenharia Florestal, UFPR.

²Engenheiro Agrônomo, Dr., Depto. de Agronomia, UFSM/CESNORS.

³Engenheiro Florestal, Dr., Depto. de Engenharia Florestal, UFSM/CESNORS.

⁴Engenheiro Florestal, Dr., Depto. de Engenharia Florestal, UFPR.

E-mail: eloyelder@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Para a avaliação da qualidade da madeira e definir sua melhor utilização é essencial a identificação das propriedades físicas e mecânicas que, conhecidamente, alteram o produto final. A massa específica básica desse material é considerada como o principal parâmetro tecnológico, usado para expressar a qualidade nos variados processos industriais, devido a sua íntima relação com outras propriedades e, ainda, por ser de fácil determinação (ELOY et al., 2013). A mesma está diretamente relacionada com a estrutura anatômica e composição química, acarretando em possíveis alterações na resistência mecânica, estabilidade dimensional e qualidade da superfície usinada (LOPES et al., 2011) e, resultando em uma complexa combinação dos constituintes internos da madeira.

Do ponto de vista da utilização tecnológica da madeira, torna-se importante o diagnóstico da variabilidade dentro da árvore, tanto no sentido radial (medula-casca) quanto no sentido longitudinal ou axial (base-topo). Dentro desse contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar variação longitudinal e o efeito do espaçamento na massa específica básica da madeira de *Mimosa scabrella* Benth.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no experimento localizado em área vinculado à Universidade Federal de Santa Maria (UFSM/CESNORS), sob coordenadas geográficas de 27°22'S; 53°25'W, a 480 m de altitude, no município de Frederico Westphalen – RS, aos 36 meses de idade.

O experimento foi instalado utilizando o delineamento experimental de blocos completos casualizados, sendo caracterizado por uma espécie florestal (*Mimosa scabrella* Benth) e

quatro espaçamentos (2,0x1,0 m, 2,0x1,5 m, 3,0x1,0 m e 3,0x1,5 m) em três repetições.

Foram avaliadas 36 árvores, de onde retiraram-se discos com, aproximadamente, dois centímetros de espessura, nas posições no tronco: 0,10 m (base), 1,30 m do solo (DAP), 25%, 50% e 75% da altura total da árvore.

A massa específica básica (ρ_b) cada disco foi determinada utilizando o método da balança hidrostática, descrito por Vital (1984), através do emprego da eq.(1):

$$\rho_b = m/V \quad (1)$$

Em que: ρ_b = massa específica básica, em g/cm³; m = massa seca, em g; e V = volume verde, em cm³.

Para a análise do efeito do espaçamento na massa específica básica das árvores, os dados amostrados por posição relativa foram submetidos à análise de regressão. Estes foram processados pelo software “Statistical Analysis System” (SAS, 2003), utilizando o procedimento de seleção de variáveis *Stepwise*. O melhor modelo foi selecionado quanto as condicionantes da regressão com base no coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), coeficiente de variação (CV), erro padrão da estimativa (S_{xy}), e análise da distribuição dos resíduos.

No modelo escolhido para descrever a variação axial da massa específica foram adicionadas variáveis *Dummy*. Sendo possível expressar as regressões individuais ajustadas para os quatro espaçamentos estudados em função de uma regressão linear múltipla.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da massa específica básica para a *Mimosa scabrella* nos espaçamentos 2,0x1,0 m, 2,0x1,5 m, 3,0x1,0 m e 3,0x1,5 m foram de 0,406 g/cm³, 0,400 g/cm³, 0,407 g/cm³ e 0,414 g/cm³. Estes valores médios foram inferiores aos citados na literatura, em árvores

com 8 anos de idade, Sturion e Tomaselli (1990) observaram valores para esta característica tecnológica de $0,521 \text{ g/cm}^3$.

A equação de regressão selecionada para estimar a variação longitudinal da massa específica básica nas árvores (ρ_b), em relação à posição relativa no sentido base-topo (P), apresentou um coeficiente de variação igual a 9,2%, coeficiente de determinação ajustado de 0,06 e erro padrão da estimativa de $0,037 \text{ g/cm}^3$, como expresso na eq.(2):

$$\rho_b = 0,39335 + 0,04264(1/P) + 0,00000357(P^2) \quad (2)$$

Com base no modelo selecionado, os dados de massa específica básica em função da posição relativa no sentido base-topo foram então relacionados com os respectivos espaçamentos de plantio e submetidos à análise de regressão com o emprego de variável *Dummy*.

Esta equação selecionada não pode ser utilizada para todos os espaçamentos, pois a *Dummy* D2, empregada para verificar a influência do espaçamento 2 (2,0x1,5 m), na massa específica básica, foi significativa ($p < 0,05$), não sendo verificada interação significativa entre os espaçamentos e a posição relativa no sentido base-topo.

Assim, os valores de massa específica básica de *Mimosa scabrella* foram estimados para os demais espaçamentos por meio da eq. (3):

$$\rho_b = 0,397258 + 0,044746(1/P) + 0,00000364(P^2) - 0,016575D2 \quad (3)$$

Em que: ρ_b = massa específica básica, g/cm^3 ; P = posição relativa no sentido base-topo, %; $D2$ = variável *Dummy* correspondente ao espaçamento 2 (2,0x1,5 m), com coeficiente de determinação ajustado de 0,15, coeficiente de variação igual a 8,9% e valor de erro padrão da estimativa de $0,036 \text{ g/cm}^3$. Os valores de massa específica básica em função da posição no sentido base-topo, estimado através do modelo anteriormente descrito, pode ser observado na fig. 1.

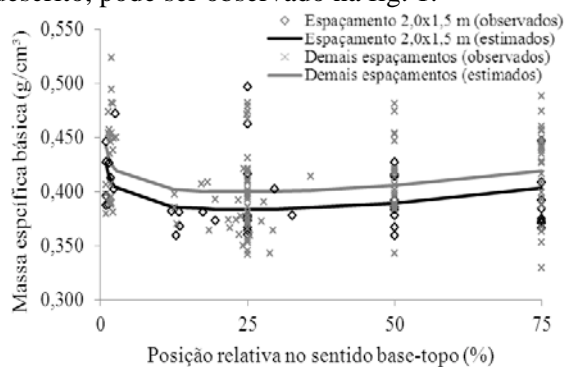


Fig. 1: Variação da massa específica básica da *Mimosa scabrella* em função da posição relativa no sentido axial.

Os valores dessa característica tecnológica decrescem da base até, aproximadamente, a região do DAP. A partir dessa posição, os valores são crescentes, sem tendência de estabilização com a altura, de acordo com a fig.(1).

Dessa forma, observou-se que houve influência das diferentes formas de competição proporcionadas pelos espaçamentos, porém sem uma tendência sistemática positiva ou negativa definida em relação ao espaço vital. Dessa forma, independentemente do espaçamento aplicado, não existe um padrão na variação da massa específica básica da madeira em função da posição relativa no sentido base-topo.

4. CONCLUSÕES

A massa específica básica no sentido longitudinal apresentou um decréscimo da base até a região do DAP, seguido de acréscimo, sem tendência de estabilização com a altura.

Os diferentes espaçamentos influenciaram a variação da massa específica básica, não sendo verificada uma variação sistemática positiva ou negativa em relação ao espaço vital proporcionado pelo espaçamento.

5. BIBLIOGRAFIA

- ELOY, E.; CARON, B.O.; TREVISAN, R.; SCHMIDT, D.; ZANON, M.L.B.; BEHLING, A.; MONTEIRO, G.C. Variação longitudinal e efeito do espaçamento na massa específica básica da madeira de *Mimosa scabrella* e *Ateleia glazioviana*. **Floresta**, Curitiba, v.43, n.2, p.327-334, 2013.
- LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S.; PANSINI, A. ESTUDO da massa específica básica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p. 315-322, 2011.
- SAS LEARNING EDITION. **Getting started with the SAS Learning Edition**. Cary. 2003. 200p.
- STURION, J. A.; TOMASELLI, I. Influência do tempo de estocagem de lenha de bracinga na produção de energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 21, p.37-47, dez. 1990.
- VITAL, B. R. **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa: SIF/UFV. p. 1-21, 1984. (Boletim Técnico, 1).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA PRELIMINAR DA MADEIRA DE TECA (*Tectona grandis*) EM DUAS DIFERENTES IDADES

Getúlio Reis Lourenço Neto, Caroline Coelho da Silva, Érika da Silva Ferreira, Cristiane Pedrazzi

Universidade Federal de Pelotas, Centro de Engenharias, Engenharia Industrial Madeireira
getulio333@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo Lorenzi et al. (2003), a espécie *Tectona grandis* pertence à família Verbenaceae, sendo uma árvore caducifólia com porte médio, entre 20 e 30m de altura, e originária das regiões do Sudeste Asiático, estando distribuída, principalmente, nos países: Índia, Mianmar e Indonésia.

De acordo com Midgley et al. (2007), a madeira de teca é empregada nos segmentos voltados a produção de móveis, construção naval, uso decorativo, componentes de construção, materiais de construção, produtos reconstituídos, lenha e carvão vegetal. Tais empregos decorrem de características inerentes a teca, tais como: resistência, trabalhabilidade, durabilidade e cores atraentes.

Um dos grandes fatores de variabilidade da madeira são as mudanças físicas e químicas decorrentes do crescimento da árvore. Tais mudanças produzem duas regiões distintas na árvore denominadas cerne e alborno, afetando sensivelmente a mobilidade do adesivo. As árvores possuem, ainda, estágios de desenvolvimento dentro dos quais há a formação dos lenhos juvenil e adulto; o lenho juvenil caracteriza-se por possuir anéis de crescimento largos, menor massa específica aparente e maior porosidade e apresentam maior facilidade de colagem em relação ao lenho adulto com características opostas (IWAKIRI, 2005).

Neste contexto, a presente investigação teve por objetivo realizar uma caracterização preliminar de algumas propriedades químicas da madeira de Teca (*Tectona grandis*) aos 10 e 14 anos de idades.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização desta investigação foi utilizada a espécie teca (*Tectona grandis*) com 10 e 14 anos de idade, sendo a madeira disponibilizada pela empresa FLORESTECA, localizada no

município de Cárceres – MT. Foram amostradas duas tábuas, com dimensões nominais de 25mm x 65mm x 2,25m, para cada idade avaliada. Após o processo de seleção do material, as tábuas foram aplainadas para geração de maravalhas sendo posteriormente encaminhadas a um moinho de facas tipo Willey, marca Marconi, modelo MA048, onde foram fragmentadas e classificadas. Para avaliação das propriedades químicas da espécie nas diferentes idades consideradas foram utilizadas as seguintes metodologias: solubilidade em água fria, solubilidade em água quente e pH, de acordo com as especificações da norma Tappi 207cm (1993).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tab. 3 apresenta os valores médios encontrados nas análises realizadas para determinação do teor de extrativos (SAF e SAQ) e valores de pH da madeira de teca.

Tabela 1: Valores médios encontrados para solubilidade em água fria (SAF), solubilidade em água quente (SAQ) e pH

Tratamento	n	SAF (%)	pH	SAQ (%)	pH
T1 (10 anos)	3	1,39 ^{a*}	6,78 ^a	2,91 ^a	5,33 ^a
T2 (14 anos)	3	1,64 ^b	7,40 ^b	3,36 ^b	5,95 ^b

n = número de amostras; * Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5 % de significância pelo teste Tukey.

Os valores encontrados para as variáveis respostas (SAF) observadas na tab. 3 justificam desta forma o aumento do valor pH de 6,78, aos 10 anos, para 7,40, aos 14 anos, ambos próximos a neutralidade. Pode-se constatar uma diferença estatisticamente significativa entre os resultados observados para os extratos encontrados na SAF e pH nas duas idades avaliadas. Também fica evidente a ocorrência de uma diferença

estatisticamente significativa entre os resultados observados para os extratos de SAQ e pH nas duas idades avaliadas, constatando a influência da idade da árvore (madeira) no aumento no teor de extrativos.

Para a variável resposta solubilidade em água quente, logicamente pelo fator temperatura, conseguiu-se aumentar consideravelmente o teor de extrativos observados quando comparados aos extratos encontrados para a solubilidade em água fria. Com isso o T 2, com valor de SAQ de 3,36%, apresentou o maior teor de extrativos desta investigação, onde este mesmo tratamento analisado a quente também apresentou um valor de pH superior (5,95). O valor pH tendendo a acidez é uma característica da retirada de substâncias com propriedades ácidas, o que de acordo com Pizzi (1983), é uma característica do tanino das espécies de folhosas.

A norma Tappi 207cm (1993) atribui a extração da madeira em água fria como responsável pela remoção de compostos inorgânicos, taninos, gomas, açúcares e substâncias corantes; a água quente remove, além desses compostos em maiores proporções, também o amido.

Lukmandaru et al. (2009), avaliaram a madeira de teca (aos 32 anos de idade) por meio de sua coloração, propriedades químicas e região (cerne normal, cerne listrado e alburno), onde em uma mesma amostra foi observado diferentes valores de extrativos em função do método, SAF ou SAQ, e também para cada uma das regiões avaliadas, sendo que os valores variaram entre 1,25 (cerne normal – SAF) a 4,84% (alburno – SAQ), indicando a presença de maiores proporções de amido no alburno do que no cerne desta espécie.

Os constituintes químicos da madeira também podem interferir no processo de colagem. E, em relação aos extrativos, sua presença, quantidade e tipo podem afetar a adesão. Pesquisas têm mostrado que os extrativos na superfície da madeira são os principais contribuidores para a inativação da superfície, gerando assim um pobre umedecimento do adesivo. Os adesivos utilizados em madeira, na sua maioria, usam a água como carreador, gerando assim problemas de umedecimento, fluxo e penetração na superfície coberta pelo extrativo (SKEIST, 1990; FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999 apud ALBINO et al., 2012).

De acordo com Sutigno (2000), os extrativos da madeira de teca podem reduzir sua utilização na fabricação de compósitos cimento-madeira, retardando a cura do cimento. Os resultados encontrados pelo autor, por meio de pré-tratamentos das partículas de madeira com

períodos de imersão em água fria e quente, e posterior análise dos extrativos, indicaram resultados semelhantes aos observados no presente estudo para a variável solubilidade em água fria, variando de 1,35 a 2,75%, com madeira de teca sem identificação de sua procedência e idade.

4. CONCLUSÕES

Os teores de extrativos observados por meio das análises de SAF e SAQ aos 14 anos de idade foram superiores quando comparados à madeira de teca com 10 anos. O valor pH apresentou um caráter mais ácido nos extratos analisados pelo método de SAQ.

5. BIBLIOGRAFIA

ALBINO, V. C. S.; MORI, F. A.; MENDES, L. M. Influência das características anatômicas e do teor de extrativos totais da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden na qualidade da colagem. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 4, p. 803-811, out.-dez., 2012.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída**. FUPEF. Curitiba, 2005, 247p.

LORENZI, H; SOUZA, H. M; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas do Brasil: Madeireiras, ornamentais e aromáticas**. Instituto Plantarum. 2003. 368p.

LUKMANDARU, G.; ASHITANI, T.; TAKAHASHI, K. Color and chemical characterization of partially black-streaked heart-wood in teak (*Tectona grandis*). **Journal of Forestry Research**, 2009. p. 377–380.

MIDGLEY, S; BLYTH, M.; MOUNLAMAI, K.; MIDGLEY, D.; BROWN, A. Towards improving profitability of teak in integrated smallholder farming systems in northern Laos. **Australian Center for International Agricultural Research**. Canberra. 2007.

SUTIGNO, P. Effect of Aqueous Extraction of Wood-wool on the Properties of Wood-wool Cement Board Manufactured from Teak (*Tectona grandis*). Wood-Cement Composites in the Asia-Pacific Region. **In: Workshop held at Rydges Hotel, 2000. Anais do...** Canberra, 2000.p24-28.

Technical Association For The Worldwide Pulp, Paper And Converting Industry -Tappi. **TAPPI-**

207: Water solubility of wood and pulp.
Atlanta; 1993.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DE *Lecythis pisonis* CAMB.

Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori, Ramiro Faria França, Silvana Nisgoski, Washington Luiz Esteves Magalhães, Graciela Ines Bolzon de Muñiz
 Universidade Federal do Paraná, Embrapa Florestas, Universidade Federal do Paraná
 pedrocademartori@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Lecythidaceae, *Lecythis pisonis* Cambess apresenta altura média de 20-30 metros e diâmetro médio de até 90 centímetros. Popularmente, é conhecida como castanha de sapucaia, sapucainha e papo de anjo. Sua ocorrência é natural na região Amazônica, além da floresta pluvial da Mata Atlântica (Lorenzi, 2002).

A madeira oriunda desta espécie caracteriza-se por apresentar alta massa específica (0,88 g/cm³ a 15% de umidade), alta durabilidade natural, baixa permeabilidade a soluções impregnantes e fácil secagem (IPT, 1989). De acordo com Souza et al. (1997), pode ser utilizada para a confecção de instrumentos musicais, construção naval, artigos de decoração e móveis.

Segundo Paula (2003), a caracterização anatômica da madeira é realizada como forma de subsidiar estudos taxonômicos e, em menor escala, relacionados à fisiologia e ecologia. Além disso, o conhecimento anatômico da madeira é extremamente importante em prol do seu correto emprego prático, o qual pode variar devido às características anatômicas específicas.

Nesse contexto, o presente estudo objetivou caracterizar microscopicamente a madeira de *Lecythis pisonis* Cambess.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

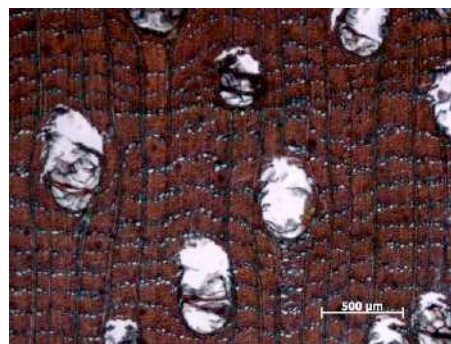
O material de estudo tem origem de uma área de exploração florestal da empresa Jari Florestal localizada nos municípios de Almeirim e Monte Dourado, ambos no Estado do Pará. Foi obtido por meio da Associação Nacional de Pisos de Madeira (ANPM) em projeto de cooperação com a Universidade Federal do Paraná (UFPR) e a Embrapa Florestas.

Para a caracterização anatômica do material, cortes histológicos devidamente orientados nos sentidos transversal, radial e tangencial foram realizados com o auxílio de um micrótomo de deslizamento modelo Spencer (20 µm). Com isso, lâminas histológicas foram confeccionadas de maneira a permitir a descrição anatômica por meio de um microscópio Zeiss com câmera acoplada, e auxílio do software Axio Vision 4.7, pertencente ao Laboratório de Anatomia e Qualidade da Madeira (LANQM) da Universidade Federal do Paraná.

A descrição anatômica foi realizada conforme as normas e orientações da International Association of Wood Anatomists - IAWA (1989) e Coradin; Muñiz (1991). Para a caracterização quantitativa dos elementos de vasos e raios, utilizaram-se um mínimo de 25 mensurações para cada característica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A madeira de *Lecythis pisonis* caracteriza-se por apresentar porosidade difusa, vasos predominantemente solitários (incidência mínima de vasos múltiplos) e camadas de crescimento indistintas. Forma do lume arredondada e placas de perfuração do tipo simples (fig.1).



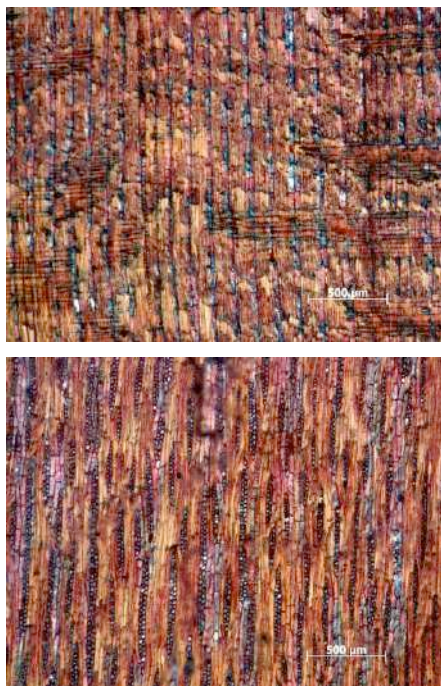


Fig. 1: Aspectos anatômicos da madeira de *Lecythis pisonis*. (A) Corte transversal; (B) Corte longitudinal radial; (C) Corte longitudinal tangencial.

O parênquima axial é do tipo apotraqueal reticulado e de fácil identificação. A estrutura radial da madeira de castanha de sapucaia não apresenta estratificação, enquanto que os raios caracterizam-se como multisseriados (1 a 3). Já as células radiais podem ser classificadas como heterogêneas, com a presença de dois tipos, procumbentes e quadradas.

Em relação às características anatômicas quantificadas no planos transversal, o diâmetro tangencial dos vasos apresentou valor médio de 247,98 (52,23) μm e a frequência foi de 2,71 (0,53) por mm^2 . Já no plano longitudinal tangencial, a altura dos raios foi em média de 371,97 (79,15) μm e a frequência dos mesmos foi de 9,96 (1,49) por mm linear.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Após o estudo anatômico da madeira de *Lecythis pisonis*, concluiu-se que:

Pode ser facilmente identificada pela presença de parênquima apotraqueal reticulado e baixa frequência de vasos no plano transversal. Além disso, esta baixa frequência de vasos está diretamente relacionada às informações literárias de alta massa específica e baixa permeabilidade a soluções impregnantes da madeira de *Lecythis pisonis*.

5. BIBLIOGRAFIA

CORADIN, V. T. R.; MUNIZ, G. I de. **Normas e procedimentos em estudos de anatomia da madeira: Angiospermae II-Gimnospermae**. Série Técnica 15. Brasília: IBAMA/DIRPED/LPF, 1991. 17p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1989. 418p.

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF WOOD ANATOMISTS - IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, p. 219-332, 1989.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. Ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368p.

PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de sete espécies da Amazônia com vistas à produção de energia e papel. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 2, p. 243-262, 2003.

SOUZA, M.H., MAGLIANO, M.M., CAMARGOS, J.A.A., SOUZA, M.R. de. **Madeiras Tropicais Brasileiras**. Brasília: MMA/LPF, 1997. 150p.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Associação Nacional dos Produtores de Pisos de Madeira (ANPM) e International Tropical Timber Organization (ITTO) pelo suporte técnico e financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA TERMORRETIFICADA DE *Eucalyptus saligna*

Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori, André Luiz Missio, Bruno Dufau Mattos, Patrícia Soares Bilhalva dos Santos, Darci Alberto Gatto

Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal de Santa Maria, Universidade Federal de Pelotas, Universidad del País Vasco (Spain), Universidade Federal de Pelotas
pedrocademartori@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A termorretificação é um processo de modificação da madeira com caráter ecologicamente correto, o qual evita a utilização de produtos químicos na preservação da madeira e, conseqüentemente, reduz o nível de impacto ambiental produzido pelas tecnologias de tratamento químico da madeira (CADEMARTORI et al., 2013).

Este processo de modificação térmica da madeira caracteriza-se pela utilização de temperaturas entre 180 e 260°C (HILL, 2006), em que a temperatura é o parâmetro responsável pelos maiores efeitos de modificação das propriedades da madeira (KORKUT; GULLER, 2008).

As principais modificações das propriedades da madeira termorretificada referem-se ao aumento da estabilidade dimensional, resistência biológica e variação na coloração. No entanto, a redução da resistência mecânica é iminente, a qual, segundo Borrega; Kärenlampi (2008), junto com a perda de massa, limita o uso estrutural das peças de madeira.

Nesse contexto, o presente estudou objetivou caracterizar algumas propriedades físicas da madeira termorretificada de *Eucalyptus saligna*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização do estudo, confeccionaram-se amostras de madeira de *Eucalyptus saligna* apenas com a presença de cerne e livre de defeitos provenientes de um povoamento florestal localizado no litoral Norte do Rio Grande do Sul.

As amostras foram submetidas a tratamentos de termorretificação em uma estufa laboratorial sem circulação forçada de ar a temperaturas de 180, 200, 220 e 240°C durante 4 horas (2°C/min).

A caracterização física do material foi realizada por meio de ensaios de absorção de água (WA), inchamento volumétrico (ϵ_i) após 2 e 24 h de imersão em água (ABNT, 1997). Além disso, o brilho especular em 85° no plano radial foi avaliado como descrito por ASTM D523-08 (ASTM, 2008).

Os dados obtidos foram analisados por meio de estatística descritiva e análise de variância (ANOVA). Em caso de rejeição da hipótese nula, aplicou-se teste de médias Tukey HSD em 95% de nível de confiança.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na tabela 1 que a termorretificação interferiu significativamente no comportamento do ϵ_i em ambos os tempos de imersão avaliados, bem como na WA.

Tabela 1: Valores médios de inchamento volumétrico (ϵ_i) e taxa de absorção de água (WA).

	ϵ_i (%)		WA (%)
	2h	24h	
Controle	8,08 (2,23) a	14,36 (2,03) a	137,53 (18,09) a
180°C	6,98 (1,17) a	10,13 (2,21) b	113,78 (17,73) b
200°C	4,73 (1,35) b	6,15 (1,58) c	107,38 (22,85) b
220°C	5,17 (1,70) bc	6,04 (1,88) c	114,54 (20,92) b
240°C	3,13 (0,65) c	4,40 (1,13) c	78,37 (17,76) c

O ε_i a 2h reduziu significativamente apenas após o tratamento a 200°C, enquanto que o ε_i a 24h variou significativamente após exposição a 180°C. No entanto, observa-se para ambos os tempos de imersão uma estabilização em função da temperatura de tratamento. A intensidade de redução do inchamento foi superior para a imersão após 24h (~70%)

O comportamento da WA (tabela 1) caracterizou-se por uma queda brusca e significativa após o tratamento mais brando a 180°C, com posterior estabilização nos tratamentos a 200 e 220°C. Por fim, a maior redução da WA foi identificada após o tratamento a 240°C (~43%).

A redução da WA e, conseqüentemente, a elevação da estabilidade dimensional da madeira termorretrificada são duas das características desejadas. Segundo Ding et al. (2011), a estabilidade dimensional está relacionada ao número de grupos OH livres na estrutura de polissacarídeos amorfos presentes na estrutura da madeira.

Observa-se que a termorretrificação influenciou significativamente o brilho especular (fig. 1). O comportamento aponta uma elevação do brilho em função da temperatura de tratamento.

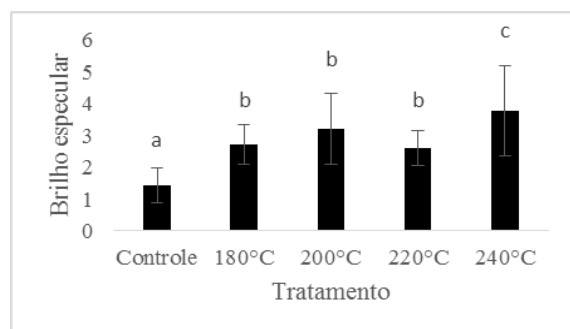


Fig. 1: Valores médios do brilho especular da madeira não tratada e termorretrificada de *Eucalyptus saligna*

A temperatura de 180°C foi suficiente para modificar significativamente o brilho, enquanto que a maior variação foi observada após o tratamento a 240°C (~2,6 vezes superior).

Estas modificações no brilho especular somam-se às modificações da coloração observadas a olho nu no presente estudo, as quais estão amplamente relacionadas a fatores estéticos e de utilização não-estrutural da madeira termorretrificada.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A termorretrificação elevou significativamente a estabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus grandis*.

O tratamento a 180°C foi suficiente para reduzir significativamente todas as propriedades avaliadas, com exceção do ε_i a 2 h.

O brilho especular aumentou de acordo o aumento da temperatura de tratamento, o que permitiu a obtenção de superfícies com maior brilho e, conseqüentemente, alternativas estéticas de acordo com o uso final.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Projetos de estruturas de madeira:** NBR – 7190. Rio de Janeiro, 1997. 107p.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **Standard Test Method for Specular Gloss:** D523 – 08. West Conshohocke, 2008.

BORREGA, M.; KÄRENLAMPI, P. Mechanical behavior of heat-treated spruce (*Picea abies*) wood at constant moisture content and ambient humidity. **European Journal of Wood and Wood Products**, v.66, n.1, p.63-69, 2008.

CADEMARTORI, P.H.G.; DOS SANTOS, P.S.B.; SERRANO, L.; LABIDI, J.; GATTO, D.A. Effect of thermal treatment on physicochemical properties of Gympie messmate wood. **Industrial Crops and Products**, v.45, p.360-366, 2013.

HILL, C.A.S. **Wood Modification: Chemical, Thermal and Other Processes.** 1st. Chichester: John Wiley & Sons, 2006. 260p.

KORKUT, D.S.; GULLER, B. The effects of heat treatment on physical properties and surface roughness of red-bud maple (*Acer trautvetteri* Medw.) wood. **Bioresource Technology**, v.99, n.8, p.2846-2851, 2008.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo suporte financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DE DIFERENTES TIPOS DE BIOMASSA RESIDUAL FLORESTAL E AGRÍCOLA PARA GERAÇÃO DE ENERGIA

Daniela Letícia Nones, Martha Andreia Brand, Juliana de Oliveira, Elaine Andrade, Gisele Paim
Ribeiro Domingues Lopes
UDESC, UDESC, SOLUMAD, SOLUMAD, UNIPLAC
dani_nones@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso de recursos renováveis, principalmente resíduos, para geração de energia é um tema muito discutido na atualidade, principalmente em relação aos aspectos ambientais, questões de disponibilidade de matéria-prima e qualidade do produto final. Estas características fazem com que a energia produzida através de biomassa seja viável nos quesitos econômico, social e ecológico (SOUZA, 2010).

Segundo Morais *et al.* (2006), resíduos vegetais, quando processados adequadamente, podem gerar energia, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social da região em que está inserida essa atividade e auxiliando a criação de uma cadeia produtiva de biomassa para fins energéticos.

No Brasil, as cadeias produtivas do setor florestal e agrícola são caracterizadas pela grande quantidade de geração de resíduos em todas as suas fases, o que acaba se constituindo em um grande passivo ambiental. Dessa forma, o aproveitamento desses resíduos através da compactação é de notável importância, pois consiste na geração de uma fonte alternativa de energia, bem como na solução de um grande problema ambiental (COUTO, 2004).

Dentro desse contexto, os resíduos deixaram de ser um problema para as empresas que os produziam e passaram a ter valor econômico, principalmente os provenientes do setor florestal, como cascas, cavacos e maravalha. Muitos estudos vêm sendo feitos para determinar a qualidade energética desses resíduos mais comumente utilizados e também de outros menos conhecidos, como capim elefante e bambu.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi analisar as características energéticas de diferentes tipos de biomassa residual, determinando seu potencial para geração de energia.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os tipos de biomassa residual analisados nesse estudo foram selecionadas com base em dois critérios. O primeiro se baseou na escolha e coleta de resíduos já utilizados por indústrias para a produção de pellets e/ou briquetes (Classe 1). A outra categoria selecionada foi de resíduos para os quais existe interesse de utilização para geração de energia, mas ainda não se tem conhecimento do potencial para este uso (Classe 2).

Na Classe 1 foram analisados os seguintes materiais: cavaco de *Eucalyptus* spp. (CE) e cavaco de *Pinus* spp. (CP). Na Classe 2 foram analisados: bambu (BA), capim elefante (CEI) e casca de coco de babaçu (CC).

Foram realizadas as análises de poder calorífico superior e líquido, teor de cinzas e teor de umidade, de acordo com a DIN 51900 (Deutsches Institut für Normung, 2000), NBR 13999 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003) e NBR 14929 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2003), respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para poder calorífico superior (PCS), poder calorífico líquido (PCL), teor de umidade (TU) e teor de cinzas (TC) dos materiais analisados estão descritos na tabela 1. De modo geral, para a análise de PCS, todos os materiais testados apresentaram valores similares, sendo o maior valor encontrado para cavaco de *Pinus* spp. e o menor para resíduos de bambu.

Tabela 1: Propriedades físicas e energéticas de diferentes tipos de biomassa

Classe	Material	PCS (kcal/kg)	PCL (kcal/kg)	TU (%)	TC (%)
1	CE	4850	2182	46	3,88
	CP	4878	1528	59	0,59
2	BA	4449	3599	12	3,73
	CEI	4474	2773	29	7,31
	CC	4871	4044	10	1,60

Observa-se, também, que os resíduos de capim elefante, cavaco de *Eucalyptus* spp. e de *Pinus* spp. apresentam elevado TU e necessitam tratamento para redução desse teor antes da compactação ou uso direto para geração de energia. Caso esse tratamento não seja realizado, podem ocorrer perdas significativas no potencial energético, o que pode-se verificar nos valores de PCL. Já os resíduos de casca de arroz, casca de coco de babaçu e bambu apresentam TU baixo, o que torna seu rendimento energético maior, como pode-se observar nos valores de PCL.

Em relação ao TC, o resíduo de capim elefante possui o valor mais elevado. Os menores valores foram encontrados para cavaco de *Pinus* spp. e casca de coco de babaçu. Quanto menor for o TC do material, menos resíduos (cinzas) serão gerados após a queima. Além disso, de acordo com Seye (2003), um material que possui um TC baixo melhora o balanço térmico e diminui a perda de carbono no resíduo.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O resíduo de casca de coco de babaçu possui o melhor potencial energético entre todos os materiais analisados, pois possui o menor TU, o maior PCL e um dos menores valores de TC.

O cavaco de *Pinus* spp. foi considerado o pior resíduo para geração de energia, pois possui o maior TU e o menor PCL. Para melhorar esse potencial, é indicado um tratamento para a redução do teor de umidade antes da compactação ou uso direto deste resíduo para geração de energia. O mesmo é recomendado para os resíduos de cavaco de *Eucalyptus* spp. e capim elefante, que apresentaram valores de TU e PCL similares.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Madeira - Determinação**

do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. NBR 14929, mar, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **Papel, cartão, pastas celulósicas e madeira - Determinação do resíduo (cinzas) após incineração a 525°C.** NBR 13999, mar, 2003.

COUTO, L.; MÜLLER, M. D.; DA SILVA JÚNIOR, A. G.; CONDE, L. J. N. Produção de pellets de madeira - o caso da bio-energy no Espírito Santo. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 1, p.45-52, 2004.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 51900: **Determining the gross calorific value of solid and liquid fuels using the bomb calorimeter, and calculation of net calorific value.** Berlim, 2000.

MORAIS, M. R.; SEYE, O.; FREITAS, K. T.; RODRIGUES, M.; SANTOS, E. C. S.; SOUZA, R. C. R. Obtenção de briquetes de carvão vegetal de cascas de arroz utilizando baixa pressão de compactação. **Enc. Energ. Meio Rural**, ano 6. Manaus, 2006.

SEYE, O. **Análise de ciclo de vida aplicada ao processo produtivo de cerâmica estrutural tendo como insumo energético capim elefante (*Pennisetum Purpureum* Schaum).** Campinas, 2003. 167f. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos) – Universidade Estadual de Campinas.

SOUZA, M. M. **Caracterização e viabilidade econômica do uso energético de resíduos da colheita e do processamento de *Pinus taeda* L.** Curitiba, 2010. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à FAPESC pelo apoio financeiro, à UDESC e UNIPLAC pelo apoio acadêmico, à SOLUMAD pelo auxílio durante as análises realizadas e às empresas que cederam seus resíduos para elaboração deste estudo.

ANÁLISE DO RENDIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA NO PROCESSO DE LAMINAÇÃO POR DESENROLAMENTO

Larissa Pasa Martarello, Alexsandro Bayestorff da Cunha, Luís Henrique Ferrari
Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
 laripasa@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O início da produção de painel compensado no mundo se deu por volta de 1913, sendo que os primeiros painéis de madeira fabricados no Brasil foram os compensados e tiveram sua instalação primeiramente no sul do país no ano de 1940. A matéria-prima principal era o pinho, madeira extraída da *Araucaria angustifolia*, popularmente conhecida como Pinheiro do Paraná (IWAKIRI, 2005).

Na década de 90, o compensado de madeira tropical predominava sobre a produção de pinus. Após a crise asiática, este quadro começou a se inverter (PRATA, 2006). A maior parte da produção de compensado está direcionada para exportação devido à grande concorrência no mercado interno dos painéis reconstituídos, principalmente o MDP (*Medium Density Particleboard*), o MDF (*Medium Density Fiberboard*) e o OSB (*Oriented Strand Board*).

Os principais fatores limitantes ao desenvolvimento da indústria de compensados no Brasil podem ser resumidos em três pontos principais, como a deficitária estrutura de produção, os elevados custos da matéria-prima, principalmente as da Região Norte e os inexpressivos investimentos tecnológicos realizados nas unidades produtoras (IWAKIRI et al, 2002).

Desta forma, é de extrema importância para as empresas o controle efetivo da matéria-prima disponível, assim como a utilização de ferramentas confiáveis, que tragam resultados e ajustes no processo a fim de minimizar os desperdícios e reduzir os seus custos. Para isso, é necessário o desenvolvimento de trabalhos que definam o rendimento de suas linhas de produção de lâminas e de painéis.

O objetivo do presente estudo foi determinar o rendimento no processo de laminação de toras de *Pinus elliottii* de classe diamétrica de 19 a 24 cm, as quais originavam lâminas com diversas espessuras por meio de tornos rotativos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As toras de *Pinus elliottii* utilizadas no estudo foram provenientes de reflorestamentos de uma

empresa localizada no município Curitibanos (SC), a qual também disponibilizou o processo e o apoio técnico necessário para a viabilização do presente experimento.

A amostragem foi realizada com as toras da classe diamétrica de 19 a 24 cm e 2,62 m de comprimento, as quais foram processadas em um torno Fezer 9XT18 gerando lâminas de 2,2mm, 3,2mm e 4,0mm. Na sequência, as lâminas foram seccionadas em uma guilhotina automática e classificadas em capa e retalho. Foram utilizados 3 tratamentos, os quais foram caracterizados pelas espessuras das lâminas que eram geradas ao final do processo de laminação. Para cada tratamento, foram feitas 5 repetições, resultando ao final do estudo, 15 amostras.

Em cada amostra, foram determinados o peso e o volume das toras antes do cozimento, das lâminas destinadas para capa e miolo, assim como dos resíduos e roletes. Após a secagem, foram realizadas as mesmas medidas para que fossem obtidos os dados de volume das lâminas secas. Os pesos foram determinados por meio do carregamento das amostras no caminhão e a pesagem na balança da recepção na entrada da empresa, descontando o peso do veículo. O volume das toras foi feito de acordo com o método de *Smalian* e das lâminas verdes e secas com auxílio de uma trena e de um paquímetro. Além da determinação dos pesos e volumes das toras e lâminas verdes/secas, foram também avaliados a relação entre o peso de lâminas verdes e o peso líquido das toras, a relação entre o volume de lâminas verdes e o peso líquido das toras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para o rendimento do processo de laminação estão apresentados na tabela 1, onde pode ser observado que o tratamento 3, composto por lâminas de 4 mm, foi o que apresentou melhor rendimento, tendo em vista que produziu maior quantidade relativa de lâminas (61,14%), quando somado o aproveitamento em capas e retalho, os quais são utilizados para a confecção das lâminas de miolo dos painéis. Consequentemente, também foi o que produziu menor quantidade de roletes e

cavacos (38,86%). Neste estudo de caso, a empresa faz a venda do rolete para outras indústrias que fazem o aproveitamento em sarrafos para a confecção de caixas de frutas e verduras, cabos de vassoura e ainda peças de madeira para a produção de painéis de compensado sarrafeado.

Tabela 1: Rendimento do processo de laminação

Média	Rendimento (%)			
	Capas	Retalho	Roletes	Cavacos
Tratamentos				
1 (2,2mm)	41,25	15,35	14,02	29,39
2 (3,2mm)	45,93	13,54	13,78	26,75
3 (4,0mm)	44,31	16,83	12,67	26,19

O resultado encontrado para o rendimento foi devido às espessuras das lâminas produzidas, pois quanto maior a espessura, maior é o volume de lâminas produzido, menor é a captação de defeitos pelo sensor de classificação e menor a produção relativa de roletes, os quais apresentam menor diâmetro nos casos de lâminas mais espessas.

Silva (2001) constatou em uma indústria de compensados de *Pinus spp* da região sul do Brasil, que são produzidos 1,9 m³ de resíduos para cada m³ de compensados, considerando a laminação e as atividades de manufatura dos painéis. Mencionou ainda que a produção de resíduos é de 65% quando considerado todo o processo produtivo (laminação e manufatura). Porém, de todo o resíduo gerado, 89% é produzido na laminadora e apenas 11%, na fábrica. Comparando com os resultados do presente estudo, os resultados foram superiores o que se deve provavelmente a qualidade da matéria-prima utilizada e ao nível tecnológico da indústria onde o experimento foi realizado.

Tabela 2: Relação peso/volume do processo de laminação

Média	Peso (ton)			Volume(m ³)			
	Toras	Capas	Retalho	Capa	Retalho	Rplv/pt	Rvlv/vt
Tratamentos							
1 (2,2mm)	20,00	8,26	3,06	9,25	3,53	0,57	0,64
2 (3,2mm)	18,41	8,46	2,49	9,44	3,62	0,59	0,71
3 (4,0mm)	20,73	9,20	3,48	10,21	4,07	0,61	0,69

Rplv/pt: Relação entre o peso de lâminas verdes e o peso líquido de toras (ton/ton); Rvlv/vt: Relação entre o volume de lâminas verdes e volume de toras (m³/ton).

Na tabela 2, observa-se que o tratamento que obteve uma maior relação entre o peso de lâminas verdes e o peso líquido de toras foi o tratamento 3, com uma relação de 0.61. Porém, para a relação de volume, o tratamento 2 obteve melhores resultados, com um total de 0,71m³ de lâminas verdes por tonelada de toras.

Para os dados relativos a rendimento de lâminas após a secagem e classificação, foi verificado

que o tratamento 1 obteve a melhor média de produção de lâminas aproveitáveis com um total de 49,53% (Tabela 3), devido a apresentarem menor espessura e conseqüentemente melhor qualidade, pois quanto maior a espessura das lâminas, maiores os problemas relativos a fendilhamento que aparecem somente após a secagem.

Tabela 3: Rendimento de lâminas aproveitáveis para produção de compensados pós-secagem/classificação

Média	Volume (m ³)		Rendim. (%)			
	Capas	Retalho	Capa	Retalho	Vta	Rla
Tratamentos						
1 (2,2mm)	9,25	3,53	41,25	15,35	11,17	49,53
2 (3,2mm)	9,44	3,62	45,93	13,54	9,55	43,68
3 (3,2mm)	10,21	4,07	44,31	16,83	10,29	44,26

Vta: Volume total aproveitável(m³); Rla: Rendimento lâmina aproveitável (%)

4. CONCLUSÕES

O tratamento 3 foi o que apresentou melhor rendimento de lâminas (capa + retalho) em um total de 61,14%, e conseqüentemente produziu menor quantidade de resíduos (roletes + cavaco) com um total de 38,86%

A maior relação entre o peso das lâminas verdes e das toras também foi encontrado no tratamento 3, com lâminas de 4 mm. No entanto, na relação de volume o tratamento 2 foi o que apresentou melhor desempenho.

Para lâminas aproveitáveis pós-secagem e classificação o tratamento com 2.2mm de espessura foi o que apresentou melhores resultados, com um aproveitamento significativamente maior que os outros.

5. BIBLIOGRAFIA

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

PRATA, J.G. **Desempenho de um sistema de qualidade em uma fábrica de painéis compensados**. 2006. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – UPFR, Curitiba, 2006.

IWAKIRI, S.; SILVA, J. C.; SILVA, J. R. M.; ALVES, C. R. E.; PUEHRINGER, C.A. Produção de compensados de *Pinus taeda* L. e *Pinus oocarpa* Schiede com diferentes formulações de adesivo uréia formaldeído. **Revista Árvore**, v. 26, n. 3, Viçosa, 2002.

SILVA, D.A. **Avaliação da eficiência energética de uma indústria de painéis**

compensados . 2001. 205p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – UFPR, Curitiba, 2001.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



Caracterização das propriedades físicas da madeira juvenil e adulta de *Schizolobium amazonicum*

Modesto, M. L. H. S., Vasconcelos, S. S.; Santos, G. L., Amorim, P. G.R.; Lobão, M. S.

Universidade Federal do Acre

libherty@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Das espécies nativas da floresta Amazônica, a exploração florestal tem, há décadas, priorizado as árvores de espécies produtoras de “madeira nobre”. Entretanto, verifica-se um aumento gradativo na demanda de árvores de espécies de rápido crescimento e que produzam madeira de qualidade para a indústria de laminação e serrados, como o *Schizolobium amazonicum*, paricá. (TEREZO; SZUCS, 2010).

Como já mencionado essa espécie vem sendo muito utilizada na substituição de espécies tradicionais para a fabricação de lâminas, compensados e outros fins. Por isso, objetivou-se determinar as propriedades físicas da madeira juvenil e adulta, de modo a possibilitar o uso múltiplo dessas madeiras.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho foi realizado na Reserva Experimental Catuaba – Universidade Federal do Acre (UFAC), Rio Branco, Acre. Foram abatidas 6 árvores, as quais tiveram seus troncos traçados e processados para confecção de 45 corpos de prova de cada parte específica (medula e casca) de acordo com a figura.1.

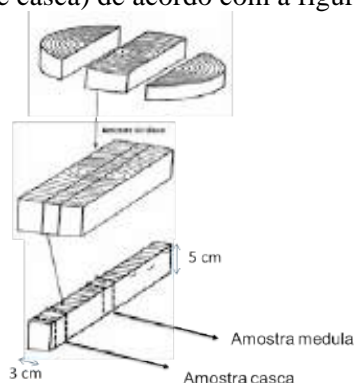


Fig. 1: Metodologia utilizada para separação dos corpos de prova de madeira juvenil (medula) e adulta (casca) no sentido radial do tronco.

Após ser feita a identificação e separação dos corpos de prova determinou-se as propriedades físicas da madeira: densidade básica (DA) e aparente (DA, teor de umidade a 12%), retratibilidades tangencial, radial, longitudinal e volumétrica (RTg, RRd, RLg, RV) e anisotropia, de acordo com os procedimentos da NBR 7190 (ABNT 1997). Após a obtenção dos resultados, procedeu-se a análise estatística descritiva, teste de médias e análise de variância, $p < 0,05$.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis físicas da madeira das amostras do lenho das árvores de *S. amazonicum* podem ser observados na tabela. 1.

Tabela 1: – Análise de variância e testes de médias (t) das variáveis físicas da madeira do tronco das árvores de *S. amazonicum* ao nível de 95% de probabilidade ($p < 0,05$):

Variáveis	Valores Médios		n	p
	medula	casca		
DA. (g/cm ³)	0,222	0,252	45	0,000004
DB (g/cm ³)	0,184	0,208	45	0,000038
RTg (%)	3,297	2,258	44	0,023886
RRd (%)	3,900	2,260	44	0,001002
RLg (%)	0,225	0,057	44	0,287112
RV (%)	7,284	4,539	44	0,000000
Fator Anisotropico	1,366	1,093	32	0,478837

Na tabela 1 observam-se diferenças significativas nos valores da maioria das propriedades físicas analisadas, entre os corpos de prova da madeira juvenil e adulta, a qual podemos destacar:

- na densidade aparente e básica média dos corpos de prova da madeira juvenil (medula) foi significativamente menor que os da madeira adulta (casca) (figura 2).
- as retratibilidades lineares (tangencial, radial e longitudinal) e volumétrica dos corpos de prova da madeira juvenil

(medula) foi significativamente maior que os da madeira adulta (casca) (figura 3).

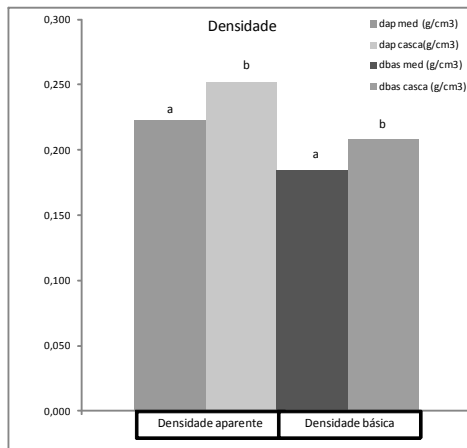


Fig. 2: Comparação da densidade aparente e básica entre madeira juvenil e adulta do tronco de *S. amazonicum*.

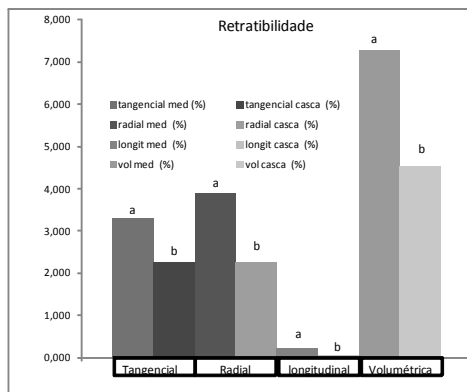


Fig. 3: Comparação das retratibilidades lineares e volumétrica entre madeira juvenil e adulta do tronco de *S. amazonicum*.

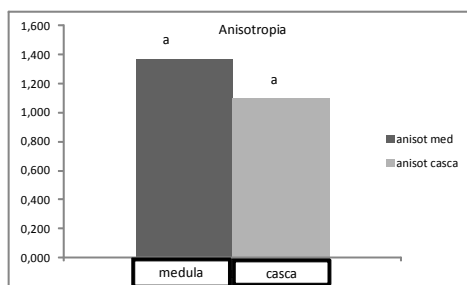


Fig. 4: Comparação do fator anisotrópico entre madeira juvenil e adulta do tronco de *S. amazonicum*.

Tais resultados podem ser explicados devido à madeira juvenil localizar-se ao redor da medula, com anéis de crescimento mais largos e formados no período inicial de desenvolvimento; a madeira adulta, na porção mais externa do tronco como o câmbio é fisiologicamente maduro; a madeira adulta apresenta valores de densidade, espessura de parede e comprimento

de fibra maiores e mais estáveis em relação à madeira juvenil (TOMAZELLO FILHO, 2006). Apesar de ter sido verificado diferenças significativas das retratibilidades tangencial e radial entre as madeiras juvenil e adulta, a anisotropia (RTg/RRd) não apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) (figura 4). Segundo Oliveira e Silva (2003) o coeficiente de anisotropia, é um importante índice no estudo das retrações, uma vez que quanto mais elevado, maior a probabilidade de formação de fendas (rachaduras) e empenamentos na madeira, principalmente se este valor for superior a dois.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados permitem concluir que as propriedades físicas da madeira juvenil do tronco de árvores de *Schizolobium amazonicum* são mais instáveis que as da madeira adulta. Buscar-se-á realizar testes mecânicos em amostras de madeira juvenil e adulta da espécie em estudo, para verificar se há diferenças na resistência mecânica e rigidez.

5. BIBLIOGRAFIA

- ABNT- **Projeto de estrutura da madeira.**
 ABNT - NBR 7190/97- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107p.
 OLIVEIRA, J.T.S.; SILVA, J.C. Variação radial da retratibilidade e da densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. **Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.381-385, 2003.
 TEREZO, R.F.E.; SZÜCS, C.A. Análise de desempenho de vigas em madeira laminada colada de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 471-480, set. 2010.
 TOMAZELLO FILHO, M., BOTOSSO, P.C., LISI, C.S. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. **In: Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo. EDUC. 1999. p. 117-144.

6. AGRADECIMENTOS

Aproveitamos para agradecer aos funcionários da UFAC pelo auxílio na coleta e confecção dos corpos de prova e ao CNPq pela aprovação da bolsa Pibic que possibilitou a realização deste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANATOMIA DO LENHO DE *TABEBUIA ROSEA* (BERTOL.) A. DC. (BIGNONIACEAE)

Maxmira de Souza Arêdes dos Reis¹ e Cátia Henriques Callado¹¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro

maxmiradig@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A família Bignoniaceae apresenta ampla distribuição nas regiões tropicais (JOLY, 1977). É representada por cerca de 120 gêneros, 800 espécies, sendo *Tabebuia* Gomes ex DC. o gênero mais representativo com cerca de 100 espécies (JUDD *et al.*, 1999).

No Brasil ocorrem aproximadamente 50 gêneros e 350 espécies, muitas delas com grande importância ecológica, ornamental, medicinal e madeireira (SOUZA e LORENZI, 2005).

Tabebuia rosea (Bertol.) A. DC apresenta casca levemente fissurada longitudinalmente, com estrias claras e lenticelas esparsas e, normalmente, alcança de 15 a 20 m de altura. É uma espécie decídua, com folhas grandes e compostas por cinco folíolos. As inflorescências terminais são densas em panículas volumosas, com flores rosadas a margenta com interior amarelo. Fruto tipo cápsula, deiscente com numerosas sementes aladas anemocóricas. A madeira apresenta cor clara, variando de parda a rosada. É amplamente utilizada na arborização de parques, ruas e avenidas devido ao seu florescimento intenso, rusticidade e rápido crescimento (LORENZI *et al.*, 2003).

O objetivo deste trabalho foi descrever a estrutura anatômica do lenho de *Tabebuia rosea*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material botânico foi coletado no *Campus Maracanã* da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)-RJ. As amostras para descrição do lenho foram obtidas por método não destrutivo, com a utilização de sonda de Pressler. O material botânico foi processado segundo as técnicas usuais para anatomia da madeira (JOHANSEN, 1940; SASS, 1958).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie se caracteriza por apresentar camadas de crescimento distintas, delimitada pelo

achatamento das fibras e por parênquima marginal. Apresenta porosidade difusa, com elementos de vaso formando arranjos diagonais a radiais. Os elementos de vaso são exclusivamente solitários, com raros em agrupamento de dois a três elementos, de contorno circular a oval (Figura 1A), com placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, poligonais e ornamentadas. As pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares são semelhantes às intervasculares em tamanho e forma. No cerne, são observados tilos obliterando os elementos de vaso. As fibras apresentam pontoações simples ou com aréolas muito reduzidas, e ocorrem principalmente nas paredes radiais. O parênquima axial ocorre nas formas: paratraqueal vasicêntrico; aliforme losangular e alado; confluyente e unilateral e ainda em linhas quase retilíneas, principalmente de 1 células de largura, nos limites dos anéis de crescimento (parênquima marginal). Nas imediações dos elementos de vaso, essa linha pode apresentar de 2 a 3 células de largura. Os raios apresentam de 1 a 4 células de largura, são integrados principalmente por células procumbentes e eventualmente, as células da margem dos raios podem apresentar maior altura (Figura 1B). Nota-se a presença de raios fusionados e de raros cristais, de tamanho muito pequeno, nas células do raio. A estrutura geral da madeira de *T. rosea* é estratificada (fibras, raio, parênquima axial e elemento de vaso) (Figura 1C).

A presença de parênquima marginal delimitando os anéis de crescimento, os vasos principalmente solitários e a caracterização do parênquima axial também foram observados para as espécies *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson (VOLLAND-VOIGT *et al.*, 2011) e *Tabebuia serratifolia* Vahl G. Nicholson (PAULA *et al.*, 2000). Além dos caracteres citados, porosidade difusa, pontoações intervasculares alternas e poligonais, pontoações raio-vasculares e parênquimo-vasculares semelhantes às intervasculares e parênquima axial estratificado

foram encontrados por Carrera (2008) e Barros e Callado (1997) para as espécies *Tabebuia cassinoides* Lam. DC. e *Tabebuia umbellata* (Sond.) Sandwith. Formação de tilos, presença de raros cristais nas células do raio e estratificação nas fibras e raios, foram caracteres observados para a espécie *Tabebuia rosea*, se desenvolvendo na Venezuela (LEON, 1997). Todavia, a estratificação dos elementos de vaso foi mencionada apenas neste trabalho, para os indivíduos da espécie crescendo no estado do Rio de Janeiro.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados observados neste trabalho confirmam as características observadas para o gênero e permitem indicar as seguintes características qualitativas diagnósticas para *T. rosea*: presença de tilos nos elementos de vaso do cerne, presença de cristais diminutos nas células do raio e estratificação completa da estrutura da madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

- BARROS, C.F. & CALLADO, C.H. Madeiras da Mata Atlântica – Anatomia do lenho de espécies ocorrentes nos remanescentes florestais do estado do Rio de Janeiro, Brasil. V.1.1997.
- CARRERA, U, S. Variação intra-específica na anatomia da folha e do lenho de *Tabebuia cassinoides* (Lam.) DC. (Bignoniaceae) em ambientes distintos. Dissertação mestrado, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – R.J., 36p. 2008.
- JOHANSEN D.A. 1940. Plant microtechnique. New York: McGraw-Hill.
- JOLY, A.B. Botânica: introdução à taxonomia vegetal. 4 ed. São Paulo. Ed. Nacional, 1977.
- JUDD, W. S., Campbell, C. S., Kellogg, E. A., Stevens, P.F. Plant Systematics: A phylogenetic approach, 1999.
- LEON, W.J. Anatomía del xilema secundario de diez especies de la familia bignoniaceae de Venezuela. ACTA BOT. VENEZ., 2007.
- LORENZI, H., SOUZA, H. M., TORRES, M. A. V., BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, SP; Instituto Plantarum, 2003.
- PAULA, J.E.; JÚNIOR, F.G.S.; SILVA, A.P.P. Caracterização anatômica de madeiras nativas de matas ciliares do centro-oeste brasileiro. Scientia forestales, 2000.
- SASS, J.E. 1958. Elements of Botanical

- Microtechnique. New York–London, McGraw-Hill Book Company Inc. 222 p.
- SOUZA, V.C. & LORENZI, H. Botânica Sistemática. São Paulo: Plantarum, 2005.
- VOLLAND-VOIGT, F.; BRAUNING, A.; GANZHI, O.; PETERS, T.; MAZA, H. Radial stem variations of *Tabebuia chrysantha* (Bignoniaceae) in different tropical forest ecosystems of southern Ecuador. Trees, 2011.

AGRADECIMENTOS

À Thaís J. Vasconcellos, Kelly C. M. Santos, Jeanne A. T. Glória, Paulo Almeida, Gabriel C. A. Santos e Renata César pelo auxílio nas coletas, processamento e análise do material. Às agências de fomento CAPES, FAPERJ e CNPq pelas bolsas de pesquisa e recursos financeiros.

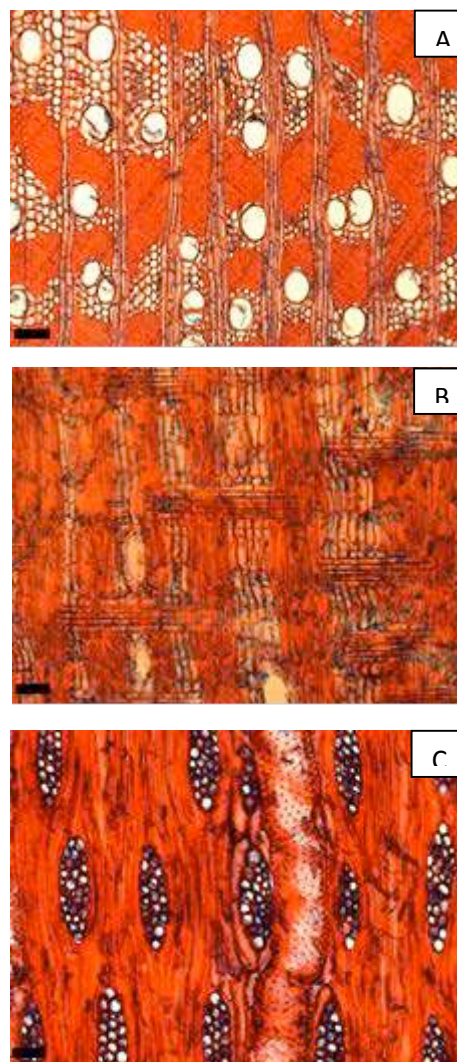


Figura 1. Seções histológicas do lenho de *Tabebuia rosea*. A. Seção transversal. B. Seção radial. C. Seção tangencial (Barras 50 µm).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ELABORAÇÃO DE PROGRAMA DE SECAGEM PARA MADEIRA DE JACATIRÃO-AÇÚ (*Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin) A PARTIR DE SECAGEM DRÁSTICA

Solange Maria Krug Weise, Thiago Henrique Duarte, Jackson Roberto Eleotério
Universidade Regional de Blumenau
 solange_krug@furb.br

1. INTRODUÇÃO

Nos dias de hoje a maioria das florestas de Santa Catarina não são atraentes para o setor madeireiro por ter caráter secundário. Muito frequente nestas formações está o jacatirão-açu (*Miconia cinnamomifolia* (DC) Naudin). A massa específica aparente da madeira a 12% de umidade varia de 0,70 a 0,76 g.cm⁻³ e a massa específica básica média é de 0,58 g.cm⁻³ (CARVALHO, 2003).

A secagem é fundamental para obtenção de produtos de maior valor agregado. O processo de secagem é controlado a partir de um programa de secagem, que visa o equilíbrio entre a velocidade da secagem e incidência de defeitos (SIMPSON, 1996). Conforme Galvão e Jankowsky (1985), um programa típico de secagem apresenta três fases distintas: aquecimento inicial, secagem propriamente dita e controle de qualidade.

Para elaboração de programas de secagem pode ser aplicada a metodologia da secagem drástica a 100°C apresentada por Jankowsky (2009), com base na massa específica básica como apresentado por Simpson (1996), entre outras metodologias.

O objetivo deste trabalho foi elaborar um programa de secagem para madeira de jacatirão-açu com base na secagem drástica de pequenas peças.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Em dezoito amostras obtidas de um lote comercial de jacatirão-açu, com dimensões nominais de 100 X 50 X 10 mm, sendo a primeira alinhada com as fibras da madeira foi aplicada a secagem drástica.

O processo de secagem drástica é baseado na secagem da madeira à 100°C até o teor de umidade atingir valor inferior a 5%. Durante esse período as amostras são pesadas

com intervalos de uma hora além de verificar e mensurar o comprimento e largura de rachaduras com auxílio de paquímetro e calibrador de folga. A partir dos dados são obtidas as seguintes variáveis: as taxas de secagem (V1, V2 e V3), intensidade de rachaduras (R2 e R3) com três diferentes intervalos de teor de umidade, sendo o 1º correspondente a umidade inicial até 5%, 2º equivalente umidade inicial até 30% e 3º equivalente de 30 a 5% de umidade para obtenção dos escores de defeitos de secagem, seguindo a metodologia apresentada por Jankowsky (2009).

Para elaboração do programa de secagem, foram calculados a temperatura inicial (Ti), temperatura final (Tf) e potencial de secagem (PS), utilizando as variáveis V1, V2, V3, R2, R3 e T2 partindo das equações 1 a 3:

$$Ti = 27,9049 + 0,7881(T2) + 419,0254(V1) + 1,9483(R2) \quad (1)$$

$$Tf = 49,2292 + 1,1834(T2) + 273,8685(V2) + 1,0754(R2) \quad (2)$$

$$PS = 1,4586 - 30,4418(V3) + 42,9653(V1) + 0,1424(R3) \quad (3)$$

A temperatura inicial (Ti) é mantida constante até que o teor de umidade da madeira atingiu 30%, em seguida é linearmente aumentada até atingir o valor previsto para a temperatura final nas etapas finais do programa, quando a umidade da madeira for igual ou inferior a 15%. O potencial de secagem inicia em 3,3, independente da espécie e varia linearmente até o calculado para os 30% de umidade, a partir do qual mantém-se constante.

A metodologia proposta por Simpson e Baah (1989) para estimar o tempo de secagem foi utilizar as variáveis umidade inicial, espessura de 25 mm, umidade de equilíbrio estimada conforme Wood Handbook (1987) e umidade média da madeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade inicial média obtida pelas amostras do procedimento experimental foi de 44%. Na tabela 1 e 2 estão apresentadas a média e o desvio padrão (DP) das variáveis para elaboração do programa de secagem.

Tabela 1: Parâmetros da secagem drástica.

	V1 (g/cm ² .h)	V2 (g/cm ² .h)	V3 (g/cm ² .h)
\bar{X}	0,019	0,039	0,015
(DP)	(0,0023)	(0,0055)	(0,0015)

Tabela 2: Parâmetros do programa de secagem de acordo com a equação 1 a 3.

	Ti (°C)	Tf (°C)	PS (°C)
\bar{X}	38	66	2,2
(DP)	(0,36)	(1,02)	(0,04)

A taxa de secagem correspondente da umidade inicial até 30% apresentou a média mais elevada. O tempo médio de secagem da condição verde até 30% foi de uma hora.

A partir dessas variáveis, foi elaborado o programa de secagem com Temperatura Inicial de Bulbo Seco = 38°C, Temperatura Final de Bulbo Seco = 66°C e Potencial de Secagem médio de 2,2°C.

Na fig 1, a seguir, encontra-se a simulação do programa de secagem para madeira de Jacatirão com espessura de 25 mm, a partir da condição verde de umidade inicial e um teor de umidade final desejado de 10%, conforme modelo proposto por Simpson (1996).

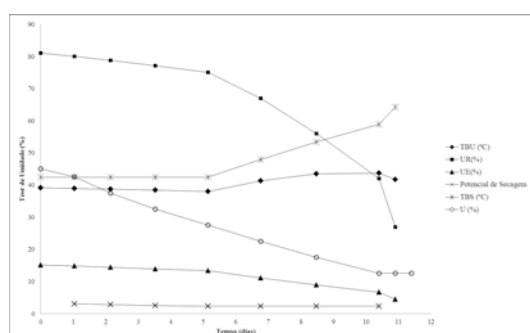


Fig 1: Simulação do programa de secagem para madeira de jacatirão (Fonte: O autor, 2013).

Andrade et al, (2001) também elaborou programas de secagem para espécies diversas, com base na metodologia da secagem drástica, dentre as diferentes espécies, o pau marfim foi a espécie que apresentou temperatura inicial, final e o potencial de secagem próximos ao jacatirão. Segundo agrupamento de espécies pelo método de secagem drástica realizado por Jankowsky

(2009), o jacatirão poderia ser agrupado em dois grupos diferentes, sendo um deles com as espécies de Eucalipto e Cupiúba e outro com a Jarana e Jatobá.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A metodologia aplicada e o comportamento de secagem para a espécie foi favorável à elaboração de um programa de secagem, com a proposição de maior utilização da espécie.

Na secagem drástica, as pequenas amostras tiveram propensão média de rachaduras.

5. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, A.; JANKOWSKY, I.P.; DUCATTI, M.A. Grupamento de madeiras para secagem convencional. **Scientia Forestalis**, n.59, p.89-99, 2001.

CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa, 2003. nv, il. (Espécies arbóreas brasileiras).

GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985. 111 p.

JANKOWSKY, I.P. **Metodologia para indicação de programas de secagem**. 2009.129p Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SIMPSON, W. T.. **Method to estimate dry-kiln schedules and species groupings: tropical and temperate hardwoods**. Madison: Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 55 p, 1996.

SIMPSON, W.T. BAAH, C.K. **Grouping tropical wood species for kiln drying**. Madson: USDA. Forest Service. Forest Products Laboratory, 1989. 14p.

WOOD HANDBOOK. **Wood as an Engineering Material**. Agric. Handb. 72. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture; rev. 1987.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao FUMDES pela concessão de bolsa de mestrado ao autor.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE QUÍMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus benthamii* MAIDEN ET CABBAGE

Helena Cristina Vieira, Daniella Del Castanhel Kniess, Bruna Martins Garcia, Aleksandro Bayestorff da Cunha, Polliana D'Angelo Rios
 Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC (CAV)
 lenacristin@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Eucalyptus benthamii* é originária da Austrália, sendo endêmica do Estado de Nova Gales do Sul (New South Wales). Em seu local de origem produz árvores de porte médio a alto com distribuição muito restrita ao Sudoeste de Sidney, nas áreas abertas do vale do rio Nepeam e seus afluentes (NISGOSKI et al., 1998).

De acordo com Ramos (2007) o *Eucalyptus benthamii* foi introduzido na região Sul do Brasil pela Embrapa/Florestas por apresentar boa resistência a geadas e grande possibilidade de ser utilizado para fins industriais.

Ainda segundo Ramos (2007) no Estado de Santa Catarina, o primeiro plantio experimental da espécie foi realizado em 1986 com cooperação da Klabin/SC – Embrapa Florestas no Município de São José do Cerrito.

A madeira de *Eucalyptus benthamii* apresenta cerne e alburno distintos, grã irregular, cheiro e gosto imperceptíveis, superfície levemente brilhante em luz adequada, entre outras características atrativas para o setor madeireiro (NISGOSKI, 1999).

Sabe-se que as madeiras possuem alto grau de variação química dentro de um mesmo gênero. Com isso se faz necessário o estudo detalhado da composição química da espécie para identificar qual a melhor utilização final da mesma.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi realizar a análise química quantitativa da madeira de *Eucalyptus benthamii*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As árvores de *Eucalyptus benthamii* de 13 anos de idade foram coletadas em Palmeira, Santa Catarina. Após a coleta o material foi transformado em toras, cavacos e posteriormente triturado em moinho do tipo martelo e as partículas classificadas em peneiras 40/60 mesh, seguindo a norma da Associação Brasileira de

Normas Técnicas (ABNT). As partículas foram mantidas em sala de climatização a temperatura de 20 °C (± 3 °C) e 60% (± 5 %) de umidade relativa, até atingirem massa constante.

Para a análise química, com quatro repetições, foi determinado o teor de extrativos totais (etanol-tolueno (1:2); etanol e água), cinzas e lignina de acordo com as normas da NBR 7987, TAPPI T413, TAPPI T222 OM-88, respectivamente.

O teor de holocelulose foi determinado por diferença em relação aos teores de extrativos totais, lignina e cinzas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta o teor médio da análise química da madeira de *Eucalyptus benthamii*.

O teor médio para extrativos em etanol-tolueno (1:2) foi de 3,9%, para etanol de 3,2% e para água de 3,6%, para tanto, os extrativos totais foram de 10,7%. O teor de cinzas de 1,2%, o teor de lignina de 20,5% e o teor de holocelulose obtido por diferença dos demais componentes (extrativos totais, lignina e cinzas) foi de 67,6%.

Tabela 1. Teor médio da análise química e desvio padrão da madeira de *Eucalyptus benthamii*:

Análise	% Massa seca
Extrativos Etanol-Tolueno (1)	3,9 (0,3)
Extrativos Etanol (2)	3,2 (1,4)
Extrativos em água (3)	3,6 (0,4)
Extrativos totais (1+2+3)	10,7 (1,6)
Cinzas	1,2 (0,3)
Lignina	20,5 (0,7)
Holocelulose	67,6 (2,7)

Desvio padrão entre parêntese.

Comparando os resultados encontrados com os obtidos por Pereira et al. (2000) onde ele descreve as características da madeira de algumas espécies de eucaliptos plantadas no Brasil, é possível perceber semelhança no resultado encontrado para *Eucalyptus benthamii* de 69,7% para holocelulose. Para os teores de lignina e extrativos totais, estes apresentaram valores de 24,3% e de 6,0% respectivamente.

Estudos também realizados por Pereira et al. (2001), determinando as características físicas, químicas e rendimentos da destilação seca da madeira de *Eucalyptus benthamii*, encontraram valores similares aos desse trabalho, com 71,6% para holocelulose, 25,2% para lignina e 3,2% para extrativos totais.

Lima et al. (2007) estudando a caracterização individual de árvores de *Eucalyptus benthamii* para uso energético apresentaram resultados similares para o teor de cinzas de 0,96%.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De acordo com o presente estudo, o teor de extrativos totais foi de 10,7%, cinzas de 1,2%, lignina de 20,5% e holocelulose de 67,6%.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7989**: pasta celulósica e madeira: determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro, 2010. 6 p.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247p.

LIMA, E. L.; SILVA, H. D.; MAGALHÃES, W. L. E.; LAVORANTI, O. J. Caracterização individual de árvores de *E. benthamii* para uso energético. Colombo: **Embrapa Florestas**, 2007.

NISGOSKI, S.; MUÑIS G. I. B.; KLOCK, U. Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.8, n.1, 1998, p. 67-76.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J.A.; HIGA, A.R.; HIGA, R.C.V.; SHIMIZU, J.Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. COLOMBO: **EMBRAPA FLORESTAS**, 2000. 113P.

PEREIRA, J. C. D.; SCHAÍTZ, E. G.; SHÍMIZU, J. Características Físicas, Químicas e Rendimentos da Destilação Seca da Madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage. Colombo: **Embrapa**, 2001.

RAMOS, M. G. Características do eucalipto benthami. Curitiba: **REVISTA DA MADEIRA**, Ed. 107, 2007.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry (TAPPI). **Atlanta TAPPI Press**, 1993.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANATOMIA E ASPECTOS ULTRAESTRUTURAIS DO LENHO DE *CLUSIA FLUMINENSIS* PLANCH & TRIANA (CLUSIACEAE)

Dara Gomes dos Santos^{1,4}; Kelly Cristina Moreira dos Santos.^{2,4} & Cátia Henriques Callado^{3,4}
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
 darags.bio@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Clusia* é muito utilizado no manejo ambiental e reflorestamento e apresenta grande importância biotecnológica por conter metabólitos secundários com ação anti-oxidante (SILVA & PAIVA, 2012). *Clusia fluminensis* é uma espécie restrita à região sudeste do Brasil e se destaca na formação florestal da restinga de Maricá, RJ, com grande relevância estrutural para a manutenção da comunidade (PEREIRA et al, 2001). Os estudos anatômicos do lenho têm contribuído para compreensão das relações ecológicas, filogenéticas e taxonômicas de espécies lenhosas a desde o início do século XX. E os estudos anatômicos do lenho são fundamentais à solução de questões taxonômicas e evolutivas, em função do lenho apresentar uma tendência mais conservadora, em relação aos caracteres morfológicos externos (BARRETA-KUIPERS 1981).

A presença de pontoações ornamentadas, que são protuberâncias da parede secundária ao redor da câmara da pontoação, podem impedir a propagação de embolias através do xilema (CHOAT et al., 2003), regulando a pressão osmótica e assim, auxiliando na difusão da água, gases e outras substâncias químicas (JANSEN et al., 1998). Essa característica que aumenta a segurança para o transporte de água pode ser de grande importância em espécies que se desenvolvem em ambientes sob estresse como é o caso das Restingas. Este trabalho teve por objetivo descrever o lenho de *C. fluminensis* e investigar a existência de ornamentações nas pontoações intervasculares, parênquimo-vasculares e raio-vasculares.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material botânico foi obtido por método não destrutivo a partir de coletas *in situ* realizadas na Área de Proteção Ambiental de Maricá, município de Maricá, RJ. Foram coletadas amostras de 10 indivíduos de *Clusia fluminensis*.

Estas amostras foram processadas seguindo as técnicas usuais para anatomia da madeira. Para análise das pontoações, foram realizadas seções histológicas com cerca de 30 µm de espessura. Posteriormente os cortes foram desidratados ao ar livre, fixados em suportes com fita adesiva de grafite, metalizados (OHTANI & ISHIDA, 1976) em Cressington Sputter Coater 108 e eletromicrografados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise anatômica da madeira de *C. fluminensis* evidenciou a presença de camadas de crescimento distintas, demarcadas pelo achatamento e espessamento radial das paredes das fibras no lenho tardio; porosidade difusa; elementos de vaso em arranjo radial e/ou diagonal, de contorno circular a oval, solitários em sua maioria ou em escassos agrupamentos radiais de 2 a 3 elementos, com placa de perfuração simples, pontoações intervasculares escalariformes e presença de tilos; fibras septadas e não septadas, com paredes de delgada a espessa e com pontoações de aréolas reduzidas nas paredes tangenciais e radiais (mais frequente); fibras gelatinosas formando, geralmente, faixas distintas; parênquima axial paratraqueal vasicêntrico, aliforme, confluyente (raro) e unilateral (raro) e raios unisseriados e multisseriados (2-5 células de largura), formados por células eretas e quadradas e, raramente, procumbentes. Não foram observadas ornamentações nas câmaras nem na abertura das pontoações intervasculares, parênquimo-vasculares ou raio-vasculares, entretanto foram observadas ornamentações ao longo da parede interna dos elementos de vaso (fig. 4). Record (1925) descrevendo pontoações cribriformes para inúmeras famílias, destaca essas estruturas como ausentes para a família Clusiaceae, a qual pertence a *C. fluminensis*. No entanto, segundo Jansen et al. (1998) a ausência de descrição de pontoações ornamentadas e/ou paredes ornamentadas em alguns táxons provavelmente é

causado pela falta de investigações com a utilização de microscopia eletrônica de varredura, pois estas estruturas podem não ser visíveis sob microscopia de luz (JANSEN, 1998).

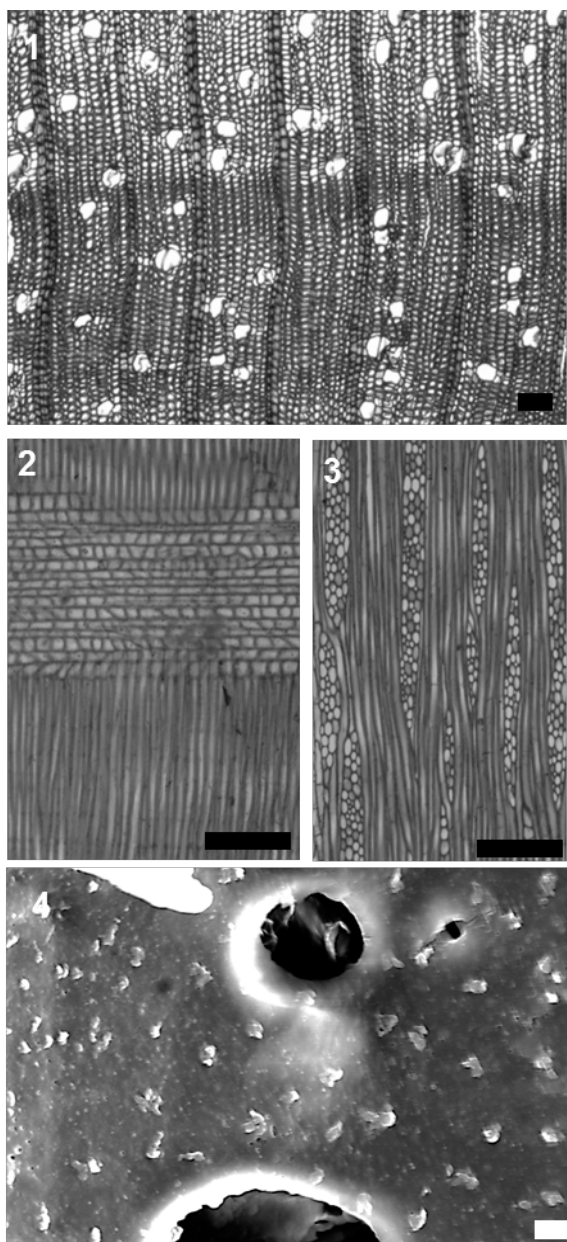


Fig. 1-4 Lenho de *Clusia fluminensis*. 1: seção transversal. 2: seção longitudinal radial. 3-4: seção longitudinal tangencial, detalhe das ornamentações das paredes dos elementos de vaso (MEV). (Barras pretas = 200 μ m e Barra branca = 2 μ m).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com os resultados obtidos constatou-se que as pontoações intervasculares, raio-vasculares e parênquimo-vasculares em *C. fluminensis* não são ornamentadas, porém existem

ornamentações na parede interna dos elementos de vaso, o que também pode contribuir para aumentar a segurança do transporte de água, aumentando as forças de adesão e coesão (RAVEN et al, 2001).

5. BIBLIOGRAFIA

BAILEY, I.W.; TUPPER W.W., **Size variation in tracheary cells. I. A comparison between the secondary xylems of vascular cryptogams, Gymnosperms and Angiosperms.** *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences.* v.54, n. 1-4, p. 149-204. 1918.

BARETTA-KUIPERS, T. **Wood anatomy of Archidendron F. v. Mueller. Mimosoideae, Leguminosae.** *IAWA Bull.* v. 2, n.3, p. 47-50, 1979.

CHOAT, B., et al. **Pit membrane porosity and water stress-induced cavitation in four co-existing dry rainforest tree species.** *Plant Physiology* 131: 41-48, 2003.

JANSEN, S. et al. **Vestures in wood plants: a review.** *IAWA Journal*, v.19, n.4, p.347-382, 1998.

OHTANI, J.; S. ISHIDA. **Study on the pit of wood cells using scanning electron microscopy.** Report 5. *Vestured pits in Japanese dicotyledonous woods.* *Res. Bull. Coll. Exp. For., Hokkaido Univ.* 33: 407-436, 1976.

PEREIRA, M. C. A., et al **Estrutura de uma comunidade arbustiva da restinga de Barra de Maricá – RJ,** *Revista brasileira de Botânica,* São Paulo, v.24, n.3, p.273-281, 2001.

RAVEN, P. H. et al **Biologia Vegetal,** 6ª edição, cap 29, p. 906, Guanabara Koogan, 2001.

RECORD, S. J. 1925. **Pits with cribriform membranes.** *Trop. Woods* 2: 10-13

SILVA, M. C. A.; PAIVA, S. R. **Antioxidant activity and flavonoid content of *Clusia fluminensis* Planch. & Triana,** *Anais da Academia Brasileira de Ciências,* v. 84, n.3, p. 609-616, 2012.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e FAPERJ pelas bolsas de pesquisa e recursos financeiros outorgados.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RELAÇÕES DE RESISTÊNCIAS MECÂNICAS ENTRE BRIQUETES PROVENIENTES DE GALHOS E CASCAS DE PINUS.

Diogo S. Matos^{1,2}, Camila M. Teixeira², Mariana P. Martins², Franciane A. de Pádua², Fábio M. Yamaji²

²Universidade Federal de São Carlos, Campus Sorocaba. Centro de Ciências e Tecnologias para a Sustentabilidade – CCTS. Rodovia João Leme dos Santos (SP-264) Km 110, Bairro do Itinga, CEP 18052-780 – Sorocaba – SP – Brasil.

¹dii_007@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso da biomassa sólida (troncos, galhos, cascas, folhas) é conhecido, desde gerações passadas, para a geração de calor, eletricidade e biocombustíveis. Com uma tecnologia muito defasada em décadas não muito distantes, o uso da biomassa proveniente da madeira foi deixado de lado, pois se envolvia um alto custo na sua obtenção e utilização. Entretanto, novas providências tecnológicas foram adotadas para um melhor aproveitamento da biomassa agrícola e florestal na produção de energia renovável (WHITE, 2010).

Segundo White (2010), a utilização de biomassa florestal é interessante pelo fato de serem culturas de curtas rotações, cujos resíduos florestais da colheita que, normalmente seriam inutilizados, passam a serem melhores aproveitados, bem como a um destino diferente de troncos ditos como não comercializáveis, os quais podem ser colhidos durante o manejo florestal e aproveitados energeticamente.

Segundo dados do Balanço Energético Nacional (2007), o Brasil possui uma participação de cerca de 37,4% em energia proveniente do petróleo, 45,1% em energia de fontes renováveis e 31,1% da utilização da biomassa para o abastecimento energético. Este último, comparado ao restante do mundo (10,5 %) corresponde a praticamente o triplo desse valor, enfatizando o grande potencial brasileiro da utilização da biomassa como substituto do petróleo e demais fontes energéticas consideradas danosas social e ambientalmente.

A briquetagem é uma forma muito eficaz na concentração de energia da biomassa em um único produto. Para se ter uma ideia do fato, o

mesmo autor assume que 1,00m³ de briquetes possui cinco vezes mais energia que 1,00m³ da biomassa descompactada, tendo como base a média do poder calorífico e a densidade desses materiais (QUIRINO & BRITO, 1991).

Os briquetes, em geral, dependem de algumas determinações básicas que comprometem a comercialização do biocombustível. Em primeira instância, de acordo com estudos de Brito & Nucci (1984) em algumas espécies de Pinus, a granulometria é um fator primordial na determinação de comercialização do briquete. Os mesmos autores concluíram ainda que, os materiais moídos, cujas granulometrias eram mais baixas, ou seja, mais fino era o material, maior foram suas resistências mecânicas durante os ensaios de tração por compressão diametral. Isso está ligado, segundo os mesmos autores, à superfície de contato entre as partículas menores serem mais efetivas em relação às partículas maiores. Portanto, briquetes feitos a partir de uma granulometria mais fina são mais resistentes ao manuseio, transporte e estocagem, fatores estes importantes à comercialização do produto.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O presente trabalho buscou analisar resultados entre briquetes de dois diferentes bioresíduos: galhos com cascas e somente cascas de Pinus. Desse modo, tornou-se possível inferir-se sobre a influência, ou não, dos índices de cascas em briquetes de galhos (com cascas) de Pinus.

Separou-se cerca de 320g de cada material sólido (galhos e cascas), os quais foram expostos à temperatura ambiente por três dias para perda de umidade. Posteriormente, de modo separado, os resíduos sólidos foram moídos em moinho tipo Willey MA-340 para a obtenção de um

material mais poroso. Os materiais foram peneirados em 35, 60, 100 e 200 mesh, sendo utilizados para esse experimento apenas os materiais retidos em 60, 100, 200 mesh e fundo. Os dois materiais, então, obtiveram suas respectivas umidades inferidas. O material de galhos de Pinus, de imediato, apresentou umidade de 13,32%, ideal à briquetagem (de 10% a 15% em Pinus). Já o material de cascas de Pinus apresentou uma umidade de 28,70%, considerada alta e inviável à comparação com os galhos. Levou-se, então, o material das cascas de Pinus à estufa por algum tempo até que se obteve umidade de 13,23%, agora ideal ao processo.

Dez briquetes de 20g cada foram fabricados a partir de cada material. Anotou-se o diâmetro e largura de cada um dos briquetes, os quais, por três dias seguidos, foram deixados expostos à temperatura ambiente. Passados os três dias mediram-se novamente o diâmetro e largura de cada um dos briquetes dos dois materiais, sendo submetidos ao ensaio mecânico de tração por compressão diametral (EMIC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios apresentados no EMIC para os dez briquetes de galhos e cascas de Pinus foram, respectivamente: 15,12 (kg/f) e 16,51 (kg/f), não apresentando, portanto, discrepâncias em primeira análise.

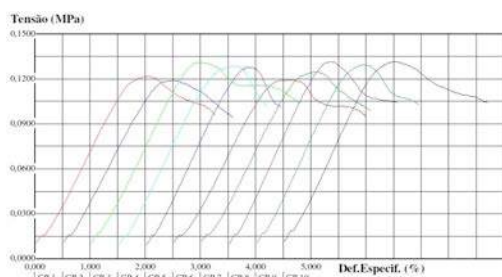


Figura 1: Gráfico de análise da resistência mecânica de dez briquetes de galhos (com cascas) de Pinus.

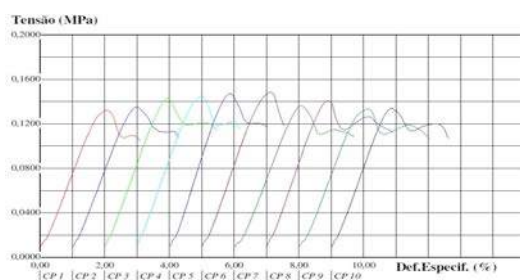


Figura 2: Gráfico de análise da resistência mecânica de dez briquetes cascas de Pinus.

Desse modo, pode-se perceber que o teor de cascas nos briquetes de galhos (com cascas) de Pinus pode ter sido um fator de interferência na resistência mecânica desses briquetes, uma vez que os valores médios de resistência nos dois casos foram semelhantes.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Briquetes produzidos a partir de galhos (com cascas) de Pinus podem estar comprometidos comercialmente, pois os baixos valores de resistência mecânica influenciam no manuseio, transporte e estocagem do material. Diferentes taxas de umidade entre os dois materiais podem ter interferido na resistência dos briquetes.

5. BIBLIOGRAFIA

WHITE, E.M. **Woody biomass for bioenergy and biofuels in the United States**. United States. Department of Agriculture, July 2010. Disponível em: <http://www.fsl.orst.edu/lulcd/Publicationsalpha_files/White_pnw_gtr825.pdf>. Acesso em 5 Julho de 2010.

BRITO, J. O; NUCCI, O. **Estudo tecnológico da madeira de Pinus spp para a produção de carvão vegetal e briquetagem**. IPEF, n. 26, p. 25 – 30, Abr. 1984.

QUIRINO, W. F; BRITO, J. O. **Características e índice de combustão de briquetes de carvão vegetal**. Brasília, 1991. Disponível em: <<http://mundoflorestal.com.br/arquivos/indice.pdf>>. Acesso em 5 de Julho de 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL, 2008. Ano Base 2008. Disponível em: <https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2008.pdf>. Acesso em 2 de Julho de 2013.

AGRADECIMENTOS

À pós-doutorado Mariana Provedel Martins pelo auxílio na etapa de EMIC de briquetes de cascas de Pinus.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO AO LONGO DO TRONCO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus* sp.

Dercílio Junior Verly Lopes¹, Thaís Pereira Freitas¹; Brunela Pollastrelli Rodrigues²; Marina Donária Chaves Arantes³; José Tarcísio da Silva Oliveira³

¹Mestrandos em Ciências Florestais, UFES, ²Doutoranda em Ciências Florestais, UFES, ³Professores do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, UFES.

derciliolopes@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A densidade básica pode ser considerada como um índice universal para avaliar a qualidade da madeira, pois esta propriedade pode ser facilmente determinada e possui excelentes relações com as utilizações da madeira, sendo, portanto de fundamental importância para a produção tecnológica e utilização da madeira. (RIBEIRO E ZANI FILHO, 1993) (GONÇALVES et al., 2009).

Panshin e de Zeeuw (1980) relatam que a densidade básica longitudinal da madeira apresenta uma série de padrões de variação longitudinal sendo: i) a densidade básica decresce uniformemente no sentido base ao topo; ii) a densidade básica decresce até o meio do tronco e a partir deste ponto cresce até o topo; iii) a densidade básica decresce da base para o topo, embora desuniforme.

É vasto o número de autores que descrevem a variação da densidade básica da madeira de eucalipto, tais afirmam que esta variação ocorre em função da idade da árvore, dos tratamentos silviculturais executados, fertilização do plantio, sais presentes no solo, das condições climáticas, região de amostragem ao longo do fuste, bem como a variação entre espécies, dentro da mesma árvore e entre árvores.

Em face do apresentado, este trabalho teve como objetivo avaliar a variação da densidade básica no sentido longitudinal da madeira de *Eucalyptus* sp.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ciência da Madeira (LCM), do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (DCFM/CCA/UFES), situado no município de Jerônimo Monteiro, Sul do Estado do Espírito Santo.

A madeira do estudo é procedente de árvores de *Eucalyptus* sp. provenientes de um plantio localizado na cidade de Boa Esperança, norte do Estado do Espírito Santo. Foram amostradas três árvores, com idade de cinco anos e 14 metros de altura em média, sendo estas sadias e com fustes sem defeitos (tortuosidades e bifurcações), com diâmetro entre 15 a 17 cm.

Para realização do estudo, foram retirados discos a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial da árvore. Cada disco foi subdividido em quatro quadrantes (cunhas) ao serem traçadas duas linhas diametrais perpendiculares com encontro na medula. Duas destas cunhas, localizadas em sentidos opostos, foram utilizadas.

As cunhas verdes tiveram seu volume saturado obtido através do método da balança hidrostática descrita no MB26 da Associação Brasileira de Normas Técnicas de 1940, e utilizando-se uma balança de precisão de 0,01g. Em seguida, após ficarem 10 dias secando ao ar, as cunhas foram conduzidas a uma estufa mantida a $103 \pm 2^\circ$ C até adquirirem massas constantes. Finalmente, as cunhas secas foram pesadas e a determinação da densidade básica foi obtida.

Para avaliar o grau de significância dos índices calculados, foi realizada a análise de variância ao nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios da densidade no sentido longitudinal a partir da base da árvore, o desvio padrão e o coeficiente de variação para as três árvores de *Eucalyptus* sp. estudadas.

Tabela 1: Valores médios de densidade básica da madeira de *Eucalyptus* sp. em $g \cdot cm^{-3}$ no sentido longitudinal do tronco.

Posição base-topo (%)				
0	25	50	75	100
0,59	0,57	0,58	0,56	0,54
(0,04)	(0,03)	(0,02)	(0,01)	(0,02)
(6,05)	(5,08)	(3,69)	(2,60)	(3,31)

*Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão e o coeficiente de variação, respectivamente.

Após realizar a análise de variância verificou-se que não houve diferença entre as posições ao nível de 5% de significância.

Os baixos valores de coeficiente de variação para as posições analisadas indicam uma baixa variabilidade nesta propriedade entre as árvores avaliadas.

Na Figura 1 consta a variação média da densidade básica ao longo do tronco das árvores de eucalipto estudadas.

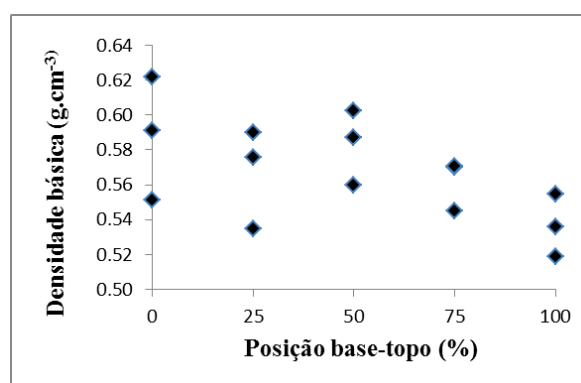


Figura 1: Gráfico de dispersão representativo da variação longitudinal da densidade básica da madeira de eucalipto.

Ao analisar os dados de densidade ao longo do tronco (Figura 1) verificou-se que não houve tendência.

Pode-se observar que a densidade tende a cair de 0 até 25% da altura comercial da árvore e a partir desta posição teve um aumento até 50% e nas alturas seguintes houve um decréscimo até o topo.

A densidade básica média da madeira de *Eucalyptus* sp. obtida foi de 0,57 g.cm⁻³. Valores inferiores foram encontrados por Alzate et al., (2005) que ao estudar um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 8 anos de idade obteve densidade média de 0,49 g/cm³.

Valores inferiores também foram encontrados por Alves (2010), que ao realizar um estudo com a madeira de *Eucalyptus benthamii* e o híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com 7 anos de idade encontrou valores de densidade básica igual a 0,472 e 0,499 g.cm⁻³, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

A densidade básica varia ao longo do tronco no sentido longitudinal da árvore. O modelo de variação da densidade básica para a madeira de *Eucalyptus* sp. estudada foi um decréscimo até 25% da altura comercial, seguido de um aumento até 50% e novamente um decréscimo até o ápice

A densidade básica média da madeira de *Eucalyptus* sp. foi de 0,57 g.cm⁻³.

Estatisticamente não foi verificada diferença significativa na densidade básica entre as posições analisadas.

5. BIBLIOGRAFIA

ALVES, I. C. N. **Potencial da madeira do *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage visando à produção de celulose kraft.** 2010. 76p. Dissertação – Universidade Federal de Viçosa, MG, 2010.

ALZATE, S. B. A.; TOMAZELO FILHO, M.; PIEDADE, S. M. S. Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *E. urophylla*. **Scientia Forestalis**, n. 68, p. 87-95, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT MB 26: **Ensaio físicos e mecânicos da madeira.** Rio de Janeiro, 1940. 16p.

PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** 4 ed. New York: McGraw-Hill, 1980. 404 f.

GONÇALVES, S. G.; OLIVEIRA, J. T. S.; LUCIA, R. M. D.; SARTÓRIO M. D. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa. v.33, n.3, 2009.

RIBEIRO, F. A.; ZANI FILHO, J. Variação da densidade básica da madeira em espécies/procedências de *Eucalyptus* sp. **IPEF**, n.46, p.76-85, jan./dez.1993.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ÂNGULO MICROFIBRILAR COMO ESTIMATIVA DA TRANSIÇÃO ENTRE LENHO JUVENIL E ADULTO

Letícia Maria Alves Ramos, João Vicente de Figueiredo Latorraca, Thayanne Caroline Castor Neto, Willberg Nascimento Souza
 Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 leticiaalves.ramos@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Caracterizar a transição entre o lenho juvenil e adulto permite conhecer as diferenças entre as propriedades físicas, químicas, biológicas e morfológicas que esses lenhos apresentam.

A madeira juvenil, de forma geral, caracteriza-se por menor densidade, maior ângulo das microfibrilas na camada S_2 da parede celular, traqueídes mais curtos, contração transversal menor, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de celulose e menor resistência em relação à madeira adulta (BENDTSEN, 1978; LARA PALMA, *et al.* 2010; ZOBEL, 1984).

A madeira adulta, por sua vez, apresenta características anatômicas contrárias às do lenho juvenil, e por sua vez, preferíveis, pois com isso são mais estáveis e menos propensas a defeitos na secagem e no processamento mecânico.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a transição entre lenho juvenil e adulto pelo ângulo microfibrilar, na madeira de *Eucalyptus grandis* W. HILL EX MAIDEN.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado material proveniente de três árvores de *Eucalyptus grandis* W. HILL EX MAIDEN com a idade de 23 anos, coletados em um povoamento localizado no município de Rio Claro, RJ. De cada árvore, foram retirados discos com 8,0 cm de espessura à altura do DAP, onde foram retiradas os corpos-de-prova radialmente a cada 1 cm. Foram obtidos cortes histológicos do plano tangencial com cerca de 10 μ m para cada amostra das três árvores. Após isso foram montadas lâminas provisórias com cortes imersos em glicerina e água destilada. O ângulo microfibrilar foi medido com o auxílio de um microscópio de luz polarizada.

A transição entre os lenhos foi conhecida através de ajuste polinomial, observando-se os pontos onde a havia mudança de tendência de crescimento da curva.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de ângulo microfibrilar apresentaram uma tendência decrescente marcante à medida que se distancia da medula. Esta tendência é comum para o ângulo microfibrilar, como já discutido na literatura (DERESSE *et al.*, 2008)

Os dados de ângulos microfibrilar apresentaram ajuste significativo pela equação polinomial, apresentando um coeficiente e determinação de 94%. Houve uma diminuição linear acentuada do ângulo microfibrilar até aproximadamente 5,5 cm do raio, a partir da medula. Após este ponto, observou-se dois pontos distintos de mudança de tendência da curva, o primeiro aos 5,5 cm e o segundo aos 11,5 cm do raio. A região entre estes dois pontos caracterizou a transição entre os dois lenhos (Figura 1).

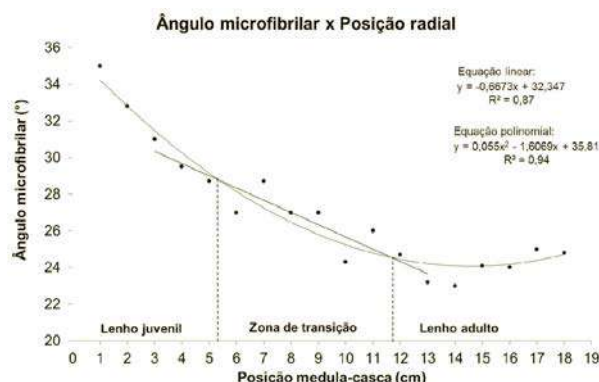


Figura 1 – Variação radial dos ângulos microfibrilares e a diferenciação entre os tipos de lenho.

Segundo Lima *et al.* (2004), a tendência dos ângulos microfibrilares serem maiores no centro do tronco oferece algumas implicações importantes para o processamento e

beneficiamento das árvores. Eles ressaltam ainda que o centro do tronco é uma zona crítica, pois o lenho juvenil ali está localizado, podendo causar problemas no processamento da madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O ângulo microfibrilar se mostrou um bom parâmetro para identificar a região de transição entre os lenhos juvenil e adulto.

5. BIBLIOGRAFIA

BENDTSEN, B.A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal**, Madison, v.28, n.10, p.69-72, 1978.

DERESSE, T., SHEPARD, R. K.; SHALER, S. Microfibril angle variation in red pine (*Pinus resinosa* Ait.) and its relation to the strength and stiffness of early juvenile wood. **Forest Products Journal**, v. 78, n. 7/8, 2003.

LARA PALMA, H.A.; LEONELLO, E.C.; BALLARIN, A.W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. **Cerne**, Lavras, v.16, p.114-148, 2010.

LIMA, J.T.; BREESE, M.C.; CAHALAN, C.M. Variation in microfibril angle in Eucalyptus clones. **Holzforschung**, Berlin v.58, n.2, p.160-166, 2004.

ZOBEL, B.J. The changing quality of the world wood supply. **Wood Science and Technology**, New York, v.18, n.1, p.1-17, 1984.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - e à CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE CLONES DE EUCALIPTO PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE

Lairo David Feuchard¹, Thaís Pereira Freitas¹, José Tarcísio da Silva Oliveira², José Geraldo Lima de Oliveira³, Fernando Palha⁴

¹Mestrandos em Ciências Florestais, UFES, ²Professor do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, UFES, ³Técnico do Laboratório de Ciência da Madeira, UFES, ⁴ Empresa CENIBRA lairodavid@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A densidade básica da madeira é a quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume, estando relacionada com as propriedades e características tecnológicas para a produção e utilização de produtos florestais. Para produção de papel e celulose é desejável que a madeira possua densidade uniforme, pois a velocidade de impregnação e deslignificação dos cavacos é influenciada pela massa específica (ALVES; GOMIDE; COLODETTE, 2009).

Quanto à variação de densidade, principalmente em árvores de climas tropicais, nota-se uma ampla faixa de variação desde valores próximos a 0,20g/cm³, até os extremos que podem chegar a 1,20g/cm³. Existem ainda grandes variações entre árvores de uma mesma espécie, afetada principalmente por fatores genéticos ambientais. SILVA (2002) estudou a variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis*, com idade de 10, 14, 20 e 25 anos, em quatro posições radiais a partir da medula em direção a casca. Segundo este autor, para este material que cresceu no Estado do Paraná, até a idade de vinte anos, a densidade básica apresentou valores crescentes com a idade, a partir daí, observou-se uma ligeira queda para a madeira de vinte e cinco anos.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a variação da densidade básica no sentido longitudinal do tronco e no sentido radial na altura do DAP.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram estudados sete clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* com idade de 6 anos. Para cada clone foram coletadas cinco árvores, totalizando 35 para o estudo.

Discos foram retirados a 0%, DAP (diâmetro a altura do peito), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial da árvore. Para a determinação

da densidade básica da madeira no sentido longitudinal da árvore, foram retirados 4 cunhas de cada disco, com exceção da posição a 0% que foi retirado duas cunhas por árvore.

Para a determinação da densidade da madeira no sentido radial, foi retirada uma bagueta apenas no disco do DAP de cada árvore.

Para a determinação do volume saturado a ser utilizado no cálculo da densidade básica foi utilizado o método da balança hidrostática descrito no MB-26/40 da ABNT, porém com a substituição do mercúrio pela. Na determinação da massa seca, foi utilizada uma balança de precisão de 0,01g. A secagem completa das amostras foi realizada em uma estufa com controle automático de temperatura, regulada para 103 ± 2°C.

Na determinação da densidade básica na direção radial de cada bagueta, foram retiradas pequenas amostras em intervalos de 1,0 cm a partir da medula, em direção a casca. Depois de determinados o volume verde e a massa seca das amostras, foi calculada a densidade básica conforme a Equação 1.

$$Db = \frac{Ms}{Vv} \quad (1)$$

Db: densidade básica (g/cm³)

MS: Massa seca em estufa (g)

Vv: Volume saturado (cm³)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se os valores médios da densidade básica no sentido longitudinal da árvore, cujos valores variam de 0,42 a 0,53g/cm³.

Tabela 1: Valores da densidade básica no sentido longitudinal da árvore para a madeira de sete clones de eucalipto.

Clone	Posição base-topo					
	0%	DAP	25%	50%	75%	100%
1	0,47	0,46	0,46	0,48	0,50	0,52
2	0,52	0,46	0,46	0,47	0,47	0,50
3	0,49	0,42	0,42	0,45	0,47	0,49
4	0,51	0,45	0,44	0,46	0,49	0,51
5	0,50	0,43	0,42	0,43	0,43	0,43
6	0,53	0,46	0,45	0,46	0,49	0,51
7	0,49	0,42	0,44	0,45	0,45	0,47

Ao analisar os dados de densidade ao longo do tronco (Tabela 1) verifica-se que todos os clones avaliados apresentaram um modelo de variação semelhante, ao qual ocorreu um decréscimo da densidade de 0% até o DAP, mantendo-se mais ou menos constante até 25% e a partir dessa posição houve um acréscimo até o topo.

Na Tabela 2 têm-se os valores médios da densidade básica no sentido medula casca da árvore, os valores variam de 0,37 g/cm³ a 0,58 g/cm³.

Tabela 2: Valores médios de densidade na direção radial, sentido medula-casca da árvore para madeira de sete clones de eucalipto.

Clon e	Posição medula-casca							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,41	0,41	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,45
2	0,39	0,41	0,42	0,42	0,42	0,46	0,49	0,58
3	0,37	0,41	0,44	0,40	0,41	0,41	0,42	0,43
4	0,41	0,44	0,46	0,40	0,43	0,41	0,41	0,49
5	0,37	0,39	0,42	0,41	0,40	0,41	0,41	0,45
6	0,43	0,41	0,42	0,42	0,42	0,43	0,43	0,50
7	0,37	0,38	0,40	0,44	0,40	0,41	0,42	0,44

Os dados da Tabela 2 evidenciam uma variação pequena da densidade básica na direção radial que leva a inferir uma homogeneidade da madeira de todos os clones na direção radial. Tal comportamento pode ser explicado pela idade precoce das árvores, o que poderá ser caracterizado pela presença única de formação de madeira juvenil.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados apresentados pode-se concluir que a densidade básica varia ao longo do tronco no sentido longitudinal da árvore, tendendo cair até 25% da altura comercial e com tendência de aumento até o topo; e varia na direção medula-casca da árvore, com tendência de aumento em direção à periferia do tronco.

A relativa pouca variação na densidade na direção medula-casca das árvores de todos os clones estudados se devem a pequena idade e lenho constituído de madeira juvenil.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT-MB 26: Ensaios físicos e mecânicos da madeira. Rio de Janeiro, 1. 16p.

SILVA, j. C. **Caracterização da madeira de Eucalyptus grandis Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira.** Curitiba, 2002. 160f. Tese (Doutorado) Universidade Federal do Paraná.

AGRADECIMENTOS

A empresa CENIBRA pela doação da madeira utilizada neste estudo, a UFES pela concessão de bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor e ao CNPq pela concessão de bolsa de produtividade em pesquisa ao segundo autor.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Sequoia sempervirens*

Eduarda Demari, Avrella, Aleksandro B. da Cunha, Luciane Gorski
Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC
dudademari@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades físicas da madeira é fundamental, pois está associado às diversas formas de transformação industrial, bem como às variadas formas de utilização em diferentes produtos (TRIANOSKI, 2012).

Entre as propriedades físicas, destaca-se a massa específica, que na maioria das vezes está relacionada com outras propriedades (GONÇALVEZ et al., 2009). Por outro lado, as propriedades de contração e inchamento são também de elevada importância, principalmente quando se utiliza a madeira em produtos sólidos. Estas propriedades afetam diretamente a estabilidade dimensional e podem inviabilizar a geração de determinados produtos.

A *Sequoia sempervirens* é uma espécie nativa dos Estados Unidos e sua madeira apresenta cerne marrom avermelhado e alburno com tonalidade branca. A sua madeira, apesar da massa específica baixa, possui boa estabilidade dimensional e resistência a deterioração, além de outras características favoráveis para laminação e fabricação de painéis (DIEL et al., 2002). Spichiger (2004) relata que a madeira de sequoia apresenta boa usabilidade, boa aderência para tintas e vernizes, além de não apresentarem resinas, típicas de madeira de coníferas. Estas qualidades tornam a madeira atrativa para a produção de painéis e uso no setor moveleiro.

O objetivo do presente trabalho foi determinar as propriedades físicas da madeira de *Sequoia sempervirens*, plantada em São Joaquim, no estado de Santa Catarina, com intuito de fornecer informações a respeito da densidade e da retratibilidade da madeira.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O material utilizado foi proveniente de árvores de *Sequoia sempervirens* com 18 anos de idade, que estavam plantadas como quebra vento na Estação Experimental da EPAGRI de São Joaquim – SC. As árvores foram abatidas e

traçadas em toretes com comprimento de 1,80 m, sendo o primeiro direcionado para o estudo e os demais para outros experimentos. De cada torete, foram retirados um semi-bloco central, sendo desdobrado em vigas de 8 x 8 cm e finalmente nos corpos de prova, os quais foram confeccionados e ensaiados de acordo com os procedimentos da NBR 7190 (1997).

O procedimento experimental envolveu primeiramente a saturação dos corpos de prova em água, posteriormente a climatização em uma sala com temperatura de 20°C e umidade relativa de 65% e finalmente em uma estufa 103+/-2°C de temperatura até atingirem 0% de umidade. No final de cada uma das três etapas, os corpos de prova foram pesados e medidos em suas dimensões (tangencial, radial e longitudinal).

As propriedades analisadas foram: massa específica aparente e aparente básica, retratibilidade volumétrica e linear, anisotropia de contração e coeficiente de retratibilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para massa específica estão apresentados na tabela 1, enquadrando a espécie como madeira leve, segundo Melo et al. (1990), que estabelecem o valor de até 0,50 g/cm³ para esta classe. No entanto, a classificação da madeira deve ser feita com cuidado, devido à variação das propriedades entre árvores e dentro de uma mesma árvore.

Realizando um comparativo com o *Pinus taeda*, espécie tradicionalmente utilizada na região sul do Brasil, tem-se segundo Castelo (2007), massa específica aparente básica entre 0,41 e 0,43 g/cm³ para plantios com 21 anos de idade, ou seja, superiores aos de sequoia. Assim, como os valores de massa específica afetam diretamente a resistência mecânica da madeira, o rendimento em celulose e o acabamento superficial, pode-se dizer de forma preliminar que a espécie estudada não seria indicada para usos que exigem resistência mecânica.

Tabela 1: Densidade - *Sequoia sempervirens*.

Propriedade	
Massa específica aparente (0%)	0,36 g/cm ³
Massa específica aparente (12%)	0,39 g/cm ³
Massa específica aparente básica	0,33 g/cm ³

Na tabela 2 pode ser observado que os valores encontrados para contração, classificam segundo Tsoumis (1991), a madeira como *softwood*. Em relação à anisotropia, a madeira pode ser considerada estável e de excelente qualidade.

Tabela 2:Retratibilidade -*Sequoia sempervirens*.

Propriedade	
Contração volumétrica	10,42 %
Contração tangencial	6,51 %
Contração radial	3,39 %
Contração longitudinal	0,32%
Anisotropia de contração	1,92
Coefic. de retratibilidade tangencial	0,21%/%
Coefic. de retratibilidade radial	0,13%/%

Trianoski (2012) cita que o *Pinus taeda*, apresenta contração volumétrica de 10,64%, tangencial de 6,44%, radial de 3,38%, além da anisotropia de 2,20, ou seja, valores similares aos encontrados para *Sequoia sempervirens*. De acordo com Rijdsdijk & Laming (1994), a anisotropia de contração da *Sequoia sempervirens* é de 2,4, deste modo, verifica-se que o valor encontrado no presente estudo foi inferior aos autores supracitados. Para os coeficientes de retratibilidade, têm-se novamente valores compatíveis aos encontrados para outras espécies comerciais como o *Pinus taeda*, que no estudo de Klock (2000) foi de 0,236 %/% para o tangencial e 0,152 %/% para o radial.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os valores de massa específica classificam a madeira de *Sequoia sempervirens* como leve ou de baixa densidade.

Os coeficientes de retratibilidade, bem como a anisotropia de contração são similares a outras espécies comerciais como o *Pinus taeda*.

Recomenda-se o estudo das propriedades mecânicas e do comportamento da espécie nos processos industriais e de secagem.

BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). Projetos de estruturas de madeira NBR 7190. Rio de Janeiro: 1997. 107p.

CASTELO, P.A.R. **Avaliação da qualidade da madeira de *Pinus taeda* e diferente sítios me**

crecimento e espaçamentos, através do método não destrutivo de emissão de ondas de tensão. 2007. 137 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – UFPR, Curitiba, 2007.

DIEL, J.L.; MASOTTI, L.; FRIZZO, S.M.B. Estudos de caracterização da *Sequoia sempervirens* para a produção de celulose kraft. In: 35º CONGRESSO E EXPOSIÇÃO ANUAL DE CELULOSE E PAPEL. 2002. **Anais...** ABTCP. São Paulo. 2002.

GONÇALVES, F.D.; OLIVEIRA, J.T.S.; LUCIA, R.M.D.; SARTORIO, R.C. Estudo de algumas propriedades mecânicas da madeira de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, v. 33, n. 3. P. 501-509, 2009

KLOCK, U. **Qualidade da madeira de *Pinus maximinoi* H.E.Moore.** 2000, 291 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – UFPR, Curitiba, 2000.

MELO, J.E.de; CORADIN, V.T.R.; MENDES, J.C. Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira. In: 6º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. **Anais...** v.3, 1990. p. 695-699.

RIJSDIJK, J.F.; LAMING, P.B. Physical and related properties of 145 timbers - information for practice. Norwell (MA): Kluwer Academic Publishers, 2011, 392 p.

SPICHIGER, O.A. **Aprovechamiento en el aserrado de sequoia (*Sequoia sempervirens* (D. Don.) Endel.) y clasificación de la madera obtenida.** 2004. 55 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Madeira). Faculdade de Ciências Florestais. Universidad de Chile. Santiago, 2004.

TSOUMIS, G.T. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization.** New York: Chapman e Hall, 1991, 479 p.

TRIANOSKI, R. **Avaliação da qualidade da madeira de espécies de pinus tropicais por meio de métodos convencionais e não destrutivos.** 2012. 552 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – UFPR, Curitiba, 2012.

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural do Estado de Santa Catarina – EPAGRI pelo fornecimento da matéria-prima.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CONTROLE ESTATÍSTICO DO PROCESSO APLICADO À LINHA DE ACABAMENTO DE PISOS MACIÇOS DE MADEIRA

Lidiane Andrighetti Leolatto, Julio Cesar Amancio, Natalie Aparecida Mendes Araujo, Bruna Martins Garcia, Philippe Ricardo Casemiro Soares

Centro de Ciências Agroveterinárias – Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC

lidiane_leolatto@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Em um mercado onde as empresas se deparam com uma realidade cada vez mais competitiva, é necessário encontrar novos métodos para que se destaquem buscando a satisfação e preferência do cliente. Desta forma, o investimento na qualidade do processo no setor florestal tem-se mostrado uma boa alternativa para se diferenciar dos concorrentes, mesmo que estas ferramentas ainda estejam em processo de implementação (TRINDADE et al., 2000).

Para este objetivo, uma das ferramentas utilizadas na manutenção da qualidade é o Controle Estatístico do Processo (CEP), que busca manter as variáveis dentro de limites, assegurando que o processo se comporte de maneira previsível. Assim, minimiza-se a variabilidade resultando na melhoria da qualidade do produto final (TRINDADE et al., 2000).

Dentro deste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar parte do processo de acabamento de pisos maciços de madeira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O desenvolvimento do presente trabalho se baseou em dados coletados durante o acabamento do produto final, junto aos funcionários de uma empresa atuante no setor de pisos maciços de madeira.

Foram avaliados pelo Controle Estatístico do Processo, segundo metodologia apresentada por Oakland (2003) e Montgomery (2004), os pontos críticos “pisos de amendoim marcados pela lixa” e “pisos de amendoim com falha no verniz”.

A carta de controle utilizada para avaliação dos atributos foi o Gráfico-*np* para número de unidades defeituosas ou não-defeituosas. Para isso, foram coletadas 35 amostras compostas por 100 peças cada, com frequência de amostragem de dez minutos.

Para a elaboração dos Gráficos-*np*, calculou-se apenas a Linha Média (LM) e o Limite Superior de Controle (LSC). Inseriu-se então aos gráficos a quantidade de defeitos de cada amostra, para a análise da estabilidade do processo, verificando-se tendências e pontos fora dos limites. No caso de não estabilidade nas cartas controle, foi necessário o ajuste dos gráficos originais, eliminando-se os pontos fora do LSC, recalculando os gráficos de controle.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média observada foi de 32 unidades defeituosas para cada 1000 produzidas (3,2%). A partir dos dados foi possível confeccionar o gráfico-*np*, podendo-se observar que o processo é instável e imprevisível, apresentando vários pontos acima do limite de controle (Fig. 1).

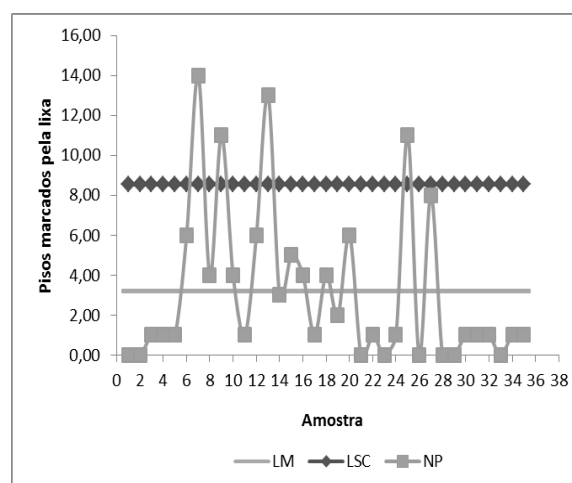


Fig. 1: Gráfico-*np* para pisos de amendoim marcados pela lixa.

Para a elaboração do gráfico-*np* de controle, eliminou-se 9 amostras que apresentaram causas especiais de variação. Observa-se na Fig. 2 que a média de defeitos reduziu para um número entre 1 e 2, para cada 100 peças, enquanto o limite

superior de controle ficou entre 4 e 5 unidades defeituosas.

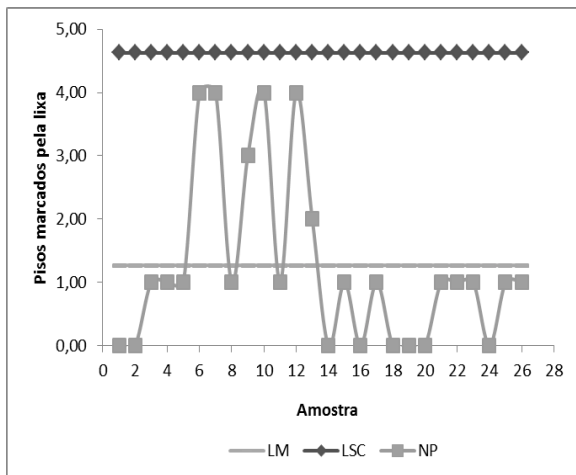


Fig. 2: Gráfico-*np* de controle para pisos de amendoim marcados pela lixa.

Dentre as possíveis causas de peças marcadas pela lixa pode-se citar: qualidade da lixa, madeira empenada, falta de supervisão, treinamento de funcionários, ajustes da lixadeira e esteira.

Já na avaliação das peças com falhas no verniz, a média de peças não conformes para o atributo foi de 8 unidades para cada 1000 pisos produzidos (0,8%).

No gráfico-*np* para este atributo é possível observar que o processo é estável e previsível, ainda que apresente um ponto acima do limite superior de ação (3,55) como mostra a Fig. 3. A eliminação do ponto irregular no limite de controle, não mostrou alterações significativas nos limites de controle e na média.

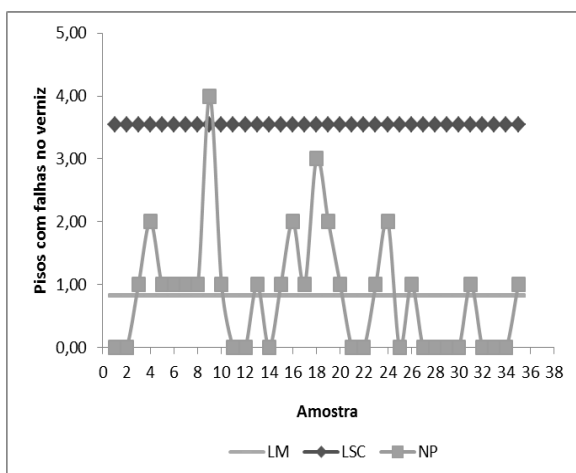


Figura 3. Gráfico-*np* de controle de pisos de amendoim com falha no verniz.

Como causas para o atributo, pode-se apontar o ajuste de equipamentos, grande variação na espessura das peças do lote e empenamento da

madeira, sendo este ultimo o principal fator de causa.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para o primeiro atributo avaliado, pôde-se concluir que o processo é instável e imprevisível, apresentando causas especiais de variação para a falha pisos marcados pela lixa. Já para o atributo peças com falhas no verniz, foi concluído que o processo é estável.

De modo geral, pôde-se verificar que a empresa não apresenta um sistema de gestão da qualidade para o processo produtivo de pisos maciços de madeira.

Dessa maneira, sugere-se, para a melhoria da qualidade do processo, a adoção do Controle Estatístico do Processo. Além disso, é importante que a ferramenta seja implementada em toda a empresa e que novos estudos sejam realizados visando a melhoria contínua.

5. BIBLIOGRAFIA

MONTGOMERY, D.C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** Rio de Janeiro: LTC, 2004. 513 p.

OAKLAND, J.S. **Statistical Process Control.** Oxford: Butterworth-Heinemann, 2003. 445 p.

TRINDADE, C.; REZENDE, J.L.P.; JACOVINE, L.A.G.; SARTORIO, M.L. **Ferramentas da qualidade:** aplicação na atividade florestal. Viçosa: Editora UFV, 2000. 124 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AValiação DA QUALIDADE DE Painéis Aglomerado DE ResÍduo DE MADEIRA DE *EMMOTUM NITENS* PROVENIENTE DE SERRARIA

Andrey de Oliveira Costa, Dieimes Ribeiro Resende, Wigor Souza Faria, José Benedito Guimarães Júnior, Carlos Rogério Andrade.

Universidade Federal de Goiás

andreycosta@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

As indústrias de base florestal no Brasil geram um volume significativo de resíduos durante as fases operacionais, desde a exploração florestal até o produto final. De acordo com Brito (1996), as indústrias de madeira serrada, lâminas e compensados geraram resíduos da ordem de 19.255.000 m³/ano-1, na forma de costaneiras, refilos, aparas, cascas, serragem, cepilhos ou maravalhas etc., Representando 50,7% do volume original de toras. (Iwakiri 2000)

A geração de resíduos é consequência direta da transformação da madeira maciça ou painéis de madeira reconstituída. De acordo com suas características morfológicas pode-se classificar os resíduos como cavacos (partículas com dimensões máximas de 50 x 20 mm, em geral provenientes do uso de picadores), maravalha (resíduo com mais de 2,5 mm), serragem (partículas de madeira provenientes do uso de serras, com dimensões entre 0,5 a 2,5 mm), e por fim, o pó (resíduos menores que 0,5 mm). (Cassilha, et al. 2004).

De acordo com Iwakiri et al. (2000), a grande maioria dos resíduos provenientes de processamento mecânico da madeira é utilizada para geração de energia para fins industriais e domésticos. Todavia, apesar dos benefícios sociais, essa forma de utilização agrega muito pouco valor ao produto final, sendo necessárias outras formas alternativas de utilização, como a produção de painéis de madeira aglomerada.

Os painéis aglomerados caracterizam-se pela transformação da madeira em pequenas partículas que, secas e misturadas com adesivos sintéticos termofixos e distribuídas aleatoriamente entre si, são prensadas sob calor e pressão, gerando um painel particulado (moslemi, 1974; tsoumi s, 1991). de acordo com esse conceito, pode-se dizer que todo e qualquer material lignocelulósico tem potencial de ser utilizado como matéria-prima para a fabricação de chapas de partículas nesse sentido confere a

oportunidade de utilização de resíduos florestais e agroindustriais na sua produção.

Madeira de alta densidade produz menor área de partículas, que levaria a uma redução na quantidade de adesivo aplicada. Pode ocorrer também menor área de contato entre as partículas, por causa do menor número destas para um mesmo peso, o que leva à formação de chapas com baixa resistência mecânica. Assim, deve-se aumentar a densidade da chapa ou a quantidade aplicada de adesivo, fazendo com que a esperada economia de adesivo desapareça (Roque, 1998).

De acordo com Kelly (1977), em painéis com maior razão de compactação, há maior quantidade de partículas de madeira e, conseqüentemente, maior densificação do painel, resultando em maior inchamento higroscópico da madeira e liberação das tensões de compressão geradas durante o processo de prensagem.

O seguinte trabalho teve como objetivo a avaliação da qualidade das propriedades físicas de painéis aglomerados produzidos com resíduo de madeira de *Emmotum Nitens* com lavagem e sem lavagem em água.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado com a obtenção de amostras de serragem de *Emmotum nitens* Miers. A serragem foi obtida em uma serraria na cidade de Jataí-GO

A mesma foi posteriormente peneirada, sendo usada para produção dos painéis aquelas que ficaram retidas entre as de 20 e 40 mesh. As mesmas foram tratadas em água fria e outra parte serviu como testemunha (sem tratamento).

Utilizou-se 8% de adesivo uréia formaldeído, com teor de sólidos de 61,89%. A densidade nominal dos painéis foi de 0,5 g/cm³. A dimensão dos mesmos foi de 200 x 200 x 20 mm.

Os painéis foram avaliados em absorção de água e inchamento em espessura após 24 horas de imersão, de acordo com a norma ASTM

D1037100 (ASTM, 1982). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, teste de média utilizado Scott-Knott, com 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os valores de absorção de água (AA24h), inchamento em espessura (IE24h) após 24 horas de imersão em água e densidade dos painéis.

Tabela 1: Valores médios de Abs. e I.E. E Densidade.

Tratamento	Densidade (g/cm ³)	AA24H (%)	IE24H (%)
Lavagem com água	0,45 A	99,89 B	9,40 B
Testemunha	0,48 B	127,73 A	22,38 A
CV(%)	6,59	10,55	57,07

Para densidade do painel, observa-se que o tratamento com lavagem apresentou maiores valores que aqueles produzidos sem a lavagem. A provável causa para essa distinção entre os tratamentos pode ser atribuída à especificidade das condições laboratoriais em relação ao processo industrial, com perdas de materiais durante o manuseio das partículas nas etapas de aplicação de adesivo, formação do colchão e prensagem dos painéis. Os mesmos são classificados de acordo com norma CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD - CS, 1968) como painéis de baixa densidade. Para absorção de água após 24 horas de imersão, observa-se que os valores dos painéis com tratamento foram inferiores (99,89%). Estes valores estão próximos aqueles observados em pesquisa realizada por Iwakiri et al. (2001), para painéis de madeira aglomerada com cinco espécies de pinus, os valores médios obtidos foram na faixa de 78,69% a 93,81%, para absorção de água após 24 horas. Para o inchamento em espessura após 24 horas de imersão, observou-se a mesma tendência de absorção de água. Os painéis com tratamento apresentaram valores estatisticamente inferiores, com 9,40%. A norma de comercialização CS 236-66 (CS, 1968) exige valores para essa propriedade física de, no máximo, 30% para os de baixa densidade. Neste sentido os mesmos se adequaram a normatização.

As propriedades físicas dos painéis aglomerados de resíduo de *Emmotum nitens* apresentaram melhores resultados após lavagem. Isto pode ter ocorrido em virtude da eliminação dos extrativos

dos mesmos, e desta forma promoverem uma melhor qualidade de colagem.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos conclui-se:

- ✓ Os painéis produzidos a partir dos resíduos de serraria de *Emmotum nitens*. Tem potencial, do ponto de vista físico, de serem aproveitados para produção de painéis aglomerados.
- ✓ Os tratamentos com lavagem mostram melhor desempenho com relação às propriedades físicas.
- ✓ Os painéis se adequaram à normatização e ficaram próximos aos valores referenciados em literatura.

5. BIBLIOGRAFIA

CASSILHA, A. C. et al. **Indústria Moveleira e Resíduos Sólidos: Considerações para Equilíbrio Ambiental**. EDUCAÇÃO & TECNOLOGIA; Periódico Técnico Científico dos Programas de Pós-Graduação em Tecnologia dos CEFETs-PR/MG/RJ, 2004.

IWAKIRI S. Resíduos de serraria na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 23-28, 2000. Editora da UFPR.

GUIMARÃES JUNIOR, J.B. et al. Painéis de madeira aglomerada de resíduos da laminação de diferentes procedências de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 443-452, out./dez. 2011.

DACOSTA, L.P.E. et al. Propriedades físicas de chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduos do processamento mecânico da madeira de pinus *elliottii* engelm. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 421-429.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ENSAIO DINÂMICO DE BRIQUETES DE CARVÃO.

João Lúcio de Barros^{1,2}, Bruno Rogério Ferreira de Moraes¹, Fábio Minoru Yamaji²; Carlos Sette Jr³; José Claudio Caraschi⁴;

¹IFSP – Itapetininga, ²UFSCar – Sorocaba; ³UNESP – Itapeva; UFG – ⁴Goiânia.

(lucio@ifsp.edu.br)

1. INTRODUÇÃO

O Brasil produz aproximadamente 37 milhões de metros cúbicos de carvão vegetal por ano, segundo Colombo (2006), e o crescimento tende a aumentar, devido a gradual substituição do carvão mineral utilizados nas siderúrgicas no processo de redução do ferro para obtenção do aço, uma vez que o carvão mineral encontrado no Brasil não contem níveis de carbono adequados para essa finalidade (ROCHA, 2011; FONTES, 1984). Acompanhando esse crescimento o resíduo gerado pelo processo de carbonização da madeira aumenta consideravelmente, mesmo com futuras melhorias nos processos, por se tratar de um material extremamente friável. Atualmente o volume de finos gerados no processo de produção do carvão situa-se entre 5%, aumentando-se para 25% se considerado todo o seu ciclo, de acordo com ROCHA et. al. (2006), portanto, o volume de finos gerados somente na carvoaria é de aproximadamente 1,85 milhões de metros cúbicos por ano. Esse subproduto pode ser aliado ao carvão mineral de baixa qualidade encontrado no Brasil, favorecendo sua aplicação em processos industriais e tornando um produto economicamente e tecnicamente viável.

O processo de compactação admite a formação de briquetes com diferentes composições de materiais independentes de suas características físicas e químicas, fato que permite a formação de produtos de acordo com as características necessárias para cada finalidade, como por exemplo, formas geométricas, resistência mecânica, taxa de liberação de energia na combustão, dentre outros. Para a produção de briquetes pode ser necessário a inserção de um agente adesivo para, porém, a quantidade do aglutinante utilizado interfere no custo, nas propriedades físicas e térmicas do briquete, sendo recomendável a menor adição possível nas composições. Um dos aglutinantes mais utilizados é o amido de milho industrializado não refinado, devido a sua grande oferta.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados para a produção dos briquetes foram os finos de carvão vegetal (CV), finos de carvão mineral (CM) e o amido de milho (AM) que teve a função de aglutinante. O teor de umidade dos materiais foi verificado na balança analisadora de umidade conforme norma NBR 7190/97. As partículas dos materiais foram classificadas em peneiras com dimensões de aberturas de respectivamente 35, 60, 100 e 200 meshes, condicionadas ao período de 3 minutos de vibração para cada 100g de material no peneirador vibratório modelo Ro-Tap.

Os briquetes foram produzidos em 20 tratamentos com a mistura entre os diferentes materiais (Tab. 1), e compactados na prensa hidráulica sob força de 5.000 kgf em um molde cilíndrico com diâmetro interno de 35mm, resultando em um briquete com dimensões aproximadas de 35x20mm (diâmetro x altura).

Tabela 1. Tratamentos dos briquetes de acordo com as composições em %.

TRATAMENTO	AM	CV	CM
1	2,5	0	100
2	5,0	0	100
3	7,5	0	100
4	10,0	0	100
5	2,5	25	75
6	5,0	25	75
7	7,5	25	75
8	10,0	25	75
9	2,5	50	50
10	5,0	50	50
11	7,5	50	50
12	10,0	50	50
13	2,5	75	25
14	5,0	75	25
15	7,5	75	25
16	10,0	75	25
17	2,5	100	0
18	5,0	100	0
19	7,5	100	0
20	10,0	100	0

Para o ensaio de friabilidade, foram acondicionados no interior do friabilômetro aproximadamente 100g de briquetes para cada tratamento, que ficaram sob rotação de 30 rpm durante 5 minutos. A massa fragmentada do briquete foi separada por uma peneira com 6,35 mm de abertura e verificada o percentual retido na peneira na balança de precisão. O percentual da massa retida possibilitou a comparação entre os materiais para verificação do nível de friabilidade do material.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para o teor de umidade foram de 9,8% 8,4% e 2,5% respectivamente para AM, CV e CM. A classificação granulométrica dos materiais será apresentada na Fig. 1.

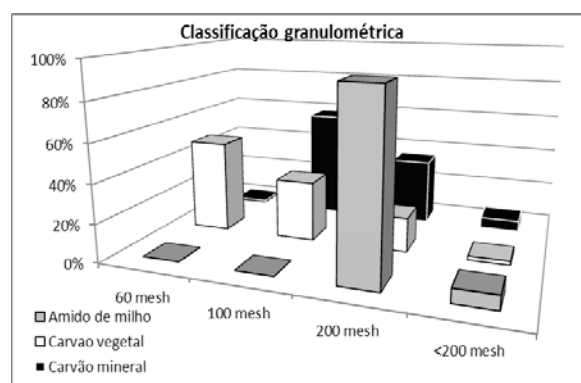


Figura 1. Classificação granulométrica dos materiais particulados.

A figura mostra a classificação da granulometria dos materiais, sendo notável a maior concentração do amido de milho na peneira de 200 mesh, enquanto que para os carvões a distribuição das partículas entre as diferentes aberturas de malhas da peneira foi mais evidente.

A fig. 2 apresenta os percentuais de massa fragmentada dos briquetes durante o ensaio de friabilidade, sendo que quanto menor a perda de massa, melhor a qualidade do briquete neste quesito.

Para os ensaios de friabilidade os briquetes produzidos com maior teor de amido de milho, mostraram-se menos friáveis, na maioria dos tratamentos, porém, o aumento de concentração de carvão vegetal foi mais notável, diminuindo consideravelmente o nível de friabilidade do material.

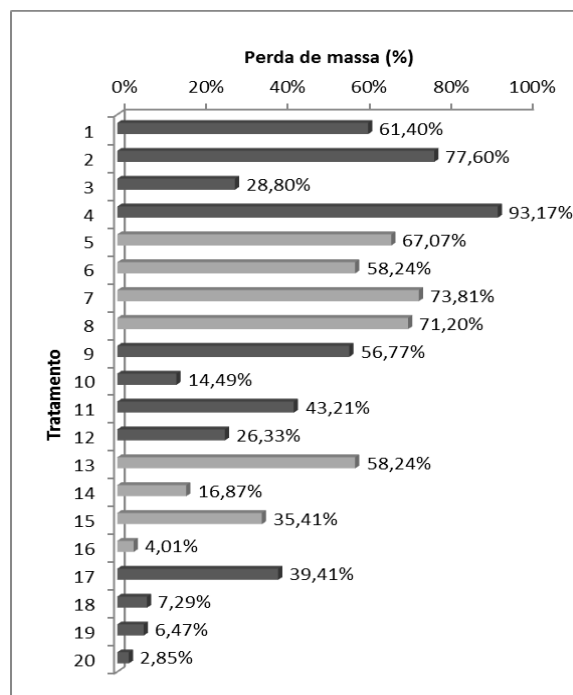


Figura 2. Perda de massa no ensaio de friabilidade, para os diferentes tratamentos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para os ensaios de friabilidade os briquetes produzidos com maior teor de amido de milho, mostraram-se menos friáveis, na maioria dos tratamentos, porém, com o aumento de CV foi mais notável a diminuição do nível de friabilidade. É recomendável a verificação da umidade dos briquetes no momento do ensaio e a repetição dos ensaios para confirmação dos resultados.

5. BIBLIOGRAFIA

- COLOMBO, S.F.O.; PIMENTA, A.S.; HATAKEYAMA, K; **Produção de carvão vegetal em fornos cilíndricos verticais: um modelo sustentável**. XIII SIMPEP. Bauru, SP, 2006.
- ROCHA, J.D.; **O carvão vegetal no Brasil e a produção de aço verde**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Brasil, 2011.
- FONTES, P.J.P.; QUIRINO, W.F.; PASTORE Jr, F.; Aglutinantes para briquetagem de carvão vegetal. Disponível em: <http://www.mundoflorestal.com.br/arquivos/aglutinantes.pdf>; acessado em 14 de julho de 2013.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e CAPES pela concessão de bolsa e equipamentos.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TEORES DE FLAVONÓIDES EM FOLHAS EM CASCAS DE *Stryphnodendron adstringens* (MART.) Coville

Caroline Junqueira Sartori¹, Amélia Guimarães Carvalho², Pedro Junqueira Sartori¹, Ana Hortência Fonsêca Castro³, Fábio Akira Mori¹

¹ Universidade Federal de Lavras, ² Universidade Federal de Viçosa, ³ Universidade Federal de São João Del Rey

krolsartori@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Cerrado destaca-se pela sua biodiversidade, devido à grande extensão e heterogeneidade vegetal. Entretanto, é um dos biomas mais ameaçados do planeta, devido à velocidade de conversão de áreas nativas em áreas antropizadas (KLINK; MACHADO, 2005). Dentre as espécies nativas do Cerrado, destaca-se *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville, conhecida popularmente como barbatimão, cuja principal utilização de valor econômico, é a extração de tanino, um composto fenólico, encontrado em suas cascas e folhas.

Os fenóis vegetais constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente 10.000 compostos (Taiz e Zeiger, 2004). Dentre eles, destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos e ligninas. Esses compostos fenólicos possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais (SHAHIDI; NACZK, 1995). Em seu hábitat, as plantas estão expostas à intensa radiação solar, degradando por foto-oxidação moléculas de extrema importância nos processos fotossintéticos. Para se protegerem desta radiação, as plantas sintetizam compostos de origem fenólica que atuam na absorção da radiação nas camadas epidérmicas dos tecidos, regulando o sistema antioxidante nas células (GOBBO NETO; LOPES, 2007).

Os flavonóides são pigmentos naturais presentes nos vegetais que protegem o organismo do dano produzido por agentes oxidantes, como os raios ultravioletas, a poluição ambiental, entre outros (AHERNE; O'BRIEN, 2002). Estão presentes em todas as partes das plantas, desde as raízes, até as folhas e frutos, sendo encontrados nos vacúolos das células. (MARKHAM, 1982).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi a quantificação de flavonóides presentes nas folhas e cascas de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As cascas e folhas de barbatimão foram coletadas em uma área de fragmento de Cerrado, localizada no município de Lavras – MG. Após a coleta, o material foi seco ao ar livre, moído em moinho martelo e peneirado, utilizando-se conjunto de peneiras de 40 e 60 mesh. O material usado para este trabalho foi o retido na peneira de 60 mesh.

Para o preparo do extrato, foram utilizados o correspondente a 200 mg de cascas e folhas secas e moídas, as quais foram extraídas em 10 mL de metanol a 50% (v/v), em maceração a frio e agitação constante por um período de 4 horas, segundo metodologia descrita por Castro et al. (2009). O extrato foi filtrado em papel filtro e o volume completado para 10 mL.

A curva de calibração foi preparada a partir das medidas de absorvância de solução metanólica padrão de rutina (100µg/mL).

O doseamento de flavonóides foi feito de acordo com o procedimento descrito por Stahl e Schild (1991) modificado, o qual consistiu em adicionar em tubos de ensaio 0,8 ml de cada amostra, 0,2 ml de cloreto de alumínio 2% e 9,0 ml de metanol a 70%, sendo feitas as leituras de absorvância em espectrofotômetro em 425 nm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de flavonóides nas folhas e cascas de barbatimão estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Estatística descritiva para a variável teor de flavonóides

	Casca	Folha
Média (%)	0,158	1,606
CV (%)	6,33	11,79

Como apresentado na Tabela 1 o percentual de flavonóides encontrados nas folhas do barbatimão foi superior ao encontrado em suas cascas.

Ribeiro (2011) encontrou 2,75% de flavonóides nas folhas de barbatimão, valor este superior ao encontrado neste estudo.

De acordo com Larcher (2006), após a sua passagem pela atmosfera, a radiação solar contém radiação ultravioleta (UV) até o valor de comprimento de onda 290 nm. Essa radiação penetra nas células e é absorvida, causando injúrias agudas, devido à alta energia que possui. O comprimento de onda longo UVA atua principalmente como fóton oxidante e a radiação UVB, além desse efeito, também causa lesões nas biomembranas. No intuito de se protegerem dessa radiação, as plantas de *S. adstringens* sintetizam compostos de origem fenólica, a exemplo dos flavonoides, que têm comprimento de onda de 254 nm, que atuam na absorção da radiação nas camadas epidérmicas dos tecidos, regulando o sistema antioxidante nas células.

Jaakola et al. (2004) relatam que a hipótese da função protetora dos compostos fenólicos contra a radiação UV é suportada pelo aumento do conteúdo em flavonoides em plantas expostas à forte radiação UV, sendo este o motivo dos teores de flavonóides serem maiores nas folhas que nas cascas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os teores de flavonóides são maiores nas folhas do que nas cascas, pois as folhas estão expostas em maior intensidade à radiação ultravioleta.

5. BIBLIOGRAFIA

AHERNE, S. A.; O'BRIEN, N. M. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**, 2002, 18:75-81.

CASTRO, A.H.F.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A.A.; VITOR, S.M.M. Calogênese e teores de fenóis e taninos totais em barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 385-390, mar./abr. 2009.

GOBBO NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, mar./abr. 2007.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. Conservation of the Brazilian Cerrado. **Conservation Biology**, Cambridge, v. 19, n. 3, p. 707-713, Mar. 2005.

MARKHAM, K.R. **Techniques of flavonoid identification**. Academic Press, New York, 113p. 1982.

RIBEIRO, A.O. **Análise anatômica e quantificação de taninos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville em diferentes estratos da copa e entre períodos de coleta**. 2011, 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications**. Lancaster: Technomic, 1995.

STAHL, E.; SCHILD, W. 'Pharmazeutische Biologie 4. Drogenanalyse II. Inhaltsstoffe und Tsoli erungen' Verlag., Stuttgart, págs. 126-127, 1991.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 715 p.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelas concessões de bolsas de estudo.



OBTENÇÃO DO MÓDULO DE ELASTICIDADE DINÂMICO COM O USO DE *STRESS WAVE TIMER* EM PAINEL DE PARTÍCULA AGLOMERADA

Fabricio Gomes Gonçalves¹, Frederico José Nistal França¹, Tâmara Suely Filgueira Amorim¹, Graziela Baptista Vidaurre¹, Roberto Carlos Costa Lelis²

¹Universidade Federal do Espírito Santo, ²Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
fabricio.goncalves@ufes.br

1. INTRODUÇÃO

Novas técnicas de análise, como os métodos não destrutivos estão sendo testados para a avaliação das propriedades da madeira e de seus subprodutos. Dentre eles se destacam os testes por ondas de tensão (*stress wave*), ultrassom, deflexão, propriedades elétricas, espectroscopia e métodos de raio X (MORALES, 2007).

Na técnica *stress wave*, são geradas ondas por meio de uma vibração produzida por impacto na peça de estudo. A velocidade do som percorrida pela peça avaliada é medida e este valor é utilizado na determinação de uma constante (BODIG, 2001).

Esta técnica permite estabelecer correlações para obtenção de valores para o módulo de elasticidade, massa específica, entre outras propriedades (BASTOS, 2011).

Este trabalho teve o objetivo de obter o Módulo de Elasticidade Dinâmico (MOEd) de painéis de partículas de *Acacia mangium* confeccionados com diferentes adesivos e razões de compactação, obtidos com *stress wave timer* e correlacioná-lo com o Módulo de Elasticidade Estático (MOEe).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os painéis foram confeccionados a partir da madeira de 10 árvores de *Acacia mangium* de aproximadamente 50 meses de idade, escolhidas ao acaso, proveniente de um cultivo consorciado com 50% do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, pertencente à empresa CENIBRA, localizado no município de Santa Bárbara, MG.

A massa específica da madeira utilizada foi de 330kg.m⁻³, obtida a partir da média ponderada

de discos de 2,5cm de espessura e das seções do fuste em função das posições DAP, 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial (diâmetro mínimo de 7 cm).

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial 4 x 4, sendo quatro porcentagens de substituição de tanino na forma de pó ao adesivo uréia-formaldeído, e quatro razões de compactação (Tabela 1). Para cada tratamento foram realizadas quatro repetições (chapas). Os parâmetros do processo foram temperatura de 140°C, pressão de 3,92MPa e um tempo de prensagem de 8 min..

Tabela 1: Composição dos tratamentos estudados, contendo uma espécie, quatro formulações de adesivos e quatro razões de compactação (R_C):

Tratamento	Composição do adesivo		R _C
	Uréia-Formaldeído (%)	Tanino (%)	
T1	100	0	1,39
T2	90	10	
T3	80	20	
T4	70	30	
T5	100	0	1,55
T6	90	10	
T7	80	20	
T8	70	30	
T9	100	0	1,73
T10	90	10	
T11	80	20	
T12	70	30	
T13	100	0	2,00
T14	90	10	
T15	80	20	
T16	70	30	

Para a obtenção do MOEe utilizou-se uma máquina de ensaio universal de 100 KN e para MOEd utilizou-se o *stress wave timer* Metriguard. Obteve-se a velocidade de

propagação da onda de 12 amostras de 4,9 x 4,9 cm para cada um dos 16 tratamentos, totalizando 192 amostras. Para obtenção do MOEd utilizou-se a Equação 1.

$$MOEd = \frac{v^2 \cdot \rho}{g} \quad (1)$$

Onde: MOEd: Módulo de elasticidade dinâmico (Mpa); v: velocidade de propagação da onda (m/s); ρ : massa específica do material ($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$); g: gravidade ($\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$). Fonte: Morales (2007).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios obtidos para massa específica, MOEe, MOEd e a correlação entre MOEe e MOEd.

Tabela 2: Massa específica, MOEe, MOEd e correlação entre MOEe e MOEd:

	Massa específica ($\text{Kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	MOEe (MPa)	MOEd (MPa)	Correlação MOEe x MOEd
T1	439,1	802,9	595,7	-0,2464 ^{ns}
T2	470,5	817,7	623,0	-0,6414*
T3	470,8	890,8	582,2	-0,2328 ^{ns}
T4	478,2	794,4	596,2	-0,1259 ^{ns}
T5	524,5	895,1	695,1	0,1008 ^{ns}
T6	490,0	1131,9	607,0	-0,1621 ^{ns}
T7	497,4	1022,5	632,7	0,1483 ^{ns}
T8	521,4	1194,0	689,8	0,4602 ^{ns}
T9	562,8	1152,4	683,5	-0,0154 ^{ns}
T10	567,6	1439,7	755,4	0,2277 ^{ns}
T11	577,1	1623,3	846,9	-0,1324 ^{ns}
T12	595,2	1576,8	846,4	-0,0233 ^{ns}
T13	603,9	1402,1	913,5	-0,0873 ^{ns}
T14	666,1	2345,6	911,2	-0,2176 ^{ns}
T15	688,7	2099,2	1079,1	-0,0877 ^{ns}
T16	677,1	1927,8	990,5	0,1574 ^{ns}

ns: $p > 0,05$ *: $p < 0,05$

Os valores de MOEe apresentaram-se com um acréscimo significativo à medida que se densificou o painel; no entanto, o MOEd apresentou-se com uma elevação mais discreta, não dependendo da variação da densificação do painel.

Utilizou-se as médias de MOEe e MOEd obtidas nos diferentes tratamentos e assim obteve-se uma equação de regressão linear simples entre os módulos de elasticidade, como pode ser visualizado na Figura 1.

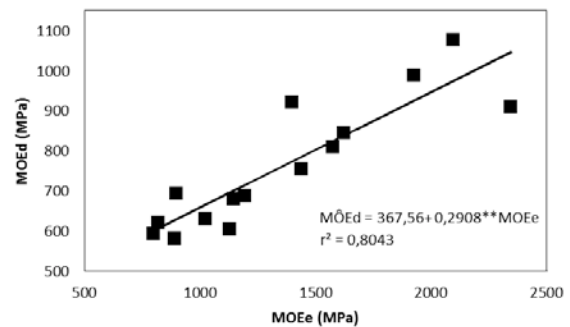


Fig. 1: Equação ajustada para MOEd em função de MOEe (**: $p < 0,01$).

A equação ajustada foi estatisticamente significativa ($p < 0,01$) com um coeficiente de determinação de 80,43%. Assim, estimativas para MOEe podem ser obtidas a partir do estimador clássico, cuja equação é

$$\hat{MOEe} = \frac{MOEd - 367,56}{0,2908} \quad (2)$$

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Obteve-se correlação não consistente entre o MOEd e MOEe dentro dos tratamentos talvez pelo baixo número de observações.

De uma forma geral, existe uma associação positiva e estatisticamente significativa ($P < 0,01$) entre MOEd e MOEe, sendo possível utilizar ondas de choque para obter a resistência mecânica de painéis de madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

BASTOS, J.M.S. **Asnas tradicionais de madeira:** caracterização e reforço. 2011. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade de Aveiro, 2011.

BODIG, J. The process of NDE research for wood and wood composites. **The Journal of Nondestructive Testing**, v. 6, n. 3, 2001.

MORALES, E.A.M. **Técnicas de propagação de onda na estimativa de propriedades mecânicas de painéis OSB.** 2007. 94p. Tese (Doutorado em Ciências e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Carlos, São Carlos, 2007.

AGRADECIMENTOS

À Empresa CENIBRA S/A pelo fornecimento do material de estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



OSONÓLISE DA BIOMASSA LIGNOCELULÓSICA (BAGAÇO DE CANA) VISANDO A REDUÇÃO DO TEOR DE LIGNINA E DO ÁCIDO p-CUMÁRICO

Bruno Couto da Silva, Gisely de Lima Oliveira, Michel Cardoso Vieira, Vinicius Cadete Bernardes, Heber dos Santos Abreu,

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ

brunoengf@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O uso de biomassa vegetal tem despertado um grande interesse na área da bioenergia como fonte de matéria-prima devido ao alto teor de polícarboidratos, principalmente os resíduos agrícolas e florestais, que são fontes de matéria-prima barata e abundante para a produção de biocombustíveis, como o etanol (GARCÍA-CUBERO, 2010). A biomassa deve ser pré-tratada de forma a atenuar as barreiras pertinentes a recalcitrância da biomassa (WYMAN et al., 2005).

A ozonólise, isto é, tratamento oxidativo da biomassa com ozônio apresenta algumas vantagens em relação aos outros métodos químicos com muito maior ataque sobre a lignina, do que sobre a hemicelulose e apresentando poucas alterações à celulose (SUN & CHENG, 2002).

Este trabalho tem como objetivo verificar o nível de alteração da biomassa da cana-de-açúcar após tratamento com ozônio, tendo como alvo a degradação da lignina

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização das análises, foi utilizado bagaço de cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) variedade rb867515. O preparo da amostra foi realizado conforme Sluiter (2008). Para análise do teor de lignina, foi realizado conforme Abreu (2006).

Foram registrados espectros no infravermelho do pó do bagaço de cana pré-extraído utilizando pastilha de KBr. Foi utilizado um espectrômetro de infravermelho por Transformada de Fourier (VARIAN 640-IR FT-IR). A ozonólise ocorreu em uma coluna de ozônio produzido pelo ozonizador de marca Clearwater PRO 400, em condições de pH 4,0, 6,5 e 8,0, cada um por períodos de 2, 4 e 6h, perfazendo um total de 9 tratamentos

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram registrados espectros no infravermelho do bagaço de cana livre de extrativos, contendo, portanto a presença de lignina, hemicelulose e celulose. Os espectros mostraram sinais em 1740, 1635, 1600, 1500, 1236 1 1270 cm^{-1} , característicos de lignina, apesar de se tratar de uma mistura formada por esses componentes depositados na parede celular entrelaçados por ligações cruzadas (Figura 1). Foi evidente que a reação de ozonólise alterou a relação estrutural e quantitativa da lignina controle e tratada com ozônio em diferentes condições de pH (neutro, 4 e 8), em temperatura ambiente e concentração de ozônio constantes de 400mg/h. Utilizou-se da técnica de linha base para estimar a mudança da estrutura molecular da lignina residual nos espectros no infravermelho, considerando o sinal 1500 cm^{-1} (Vibração do anel aromático) como o sinal que não sofre alteração com os substituintes do anel (Lin & Dence, 1992). O sinal em torno de 1600 cm^{-1} (Vibração do esqueleto aromático com estiramento de C=O, S > G, G condensado > eterificado) foi utilizado como sinal alvo na razão entre a sua intensidade e a intensidade do sinal em 1500 cm^{-1} . As razões indicaram que houve mudanças nas estruturas das ligninas residuais com o passar do tempo da reação de ozonólise

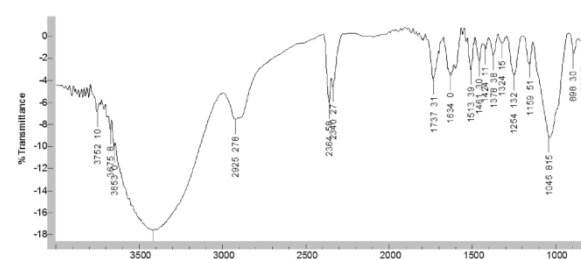


Fig 1. Espectro da amostra controle

Foi observado que a reação de ozonólise foi eficaz sob as unidades estruturais condensadas da lignina em condições de pH neutro. Os espectros revelaram que as transformações

levaram as mudanças estruturais da lignina após, 2, 4 e 6 h, gerando uma lignina residual com características estruturais progressivamente eterificada. Ao contrário do tratamento ácido, onde a reação após 2, 4 e 6 horas foi progressivamente condensada. Isso leva-nos a propor que a lignina reagiu com ozônio sob as unidades estruturais eterificadas, entretanto em condições básicas 2 horas de reação foram efetivas sob as estruturas eterificadas; em 4h a estrutura residual da lignina tornou-se mais condensada e após 6 horas a reação se deu no seguimento molecular com estrutura condensada

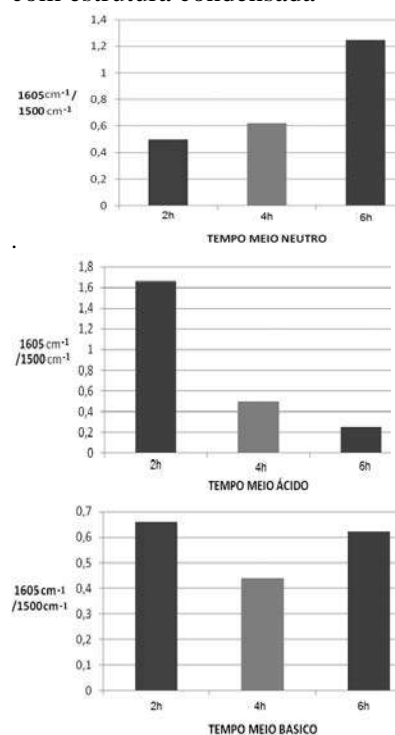


Fig 2. Razão entre o sinal 1600 cm⁻¹ e 1500 cm⁻¹, da amostra controle e tratadas respectivamente em meio neutro, ácido e básico.

Os valores de teor de lignina em amostras tratadas com ozônio revelaram, em relação ao teor de lignina da amostra controle, uma redução progressiva em todos os tratamentos. Pode-se observar que no meio neutro houve uma diminuição do teor de lignina residual com perda de 7,55%; 8,72% e 13,78% em relação ao valor original, de 24% respectivamente em 2, 4, e 6h. Em meio ácido, esses valores foram de 6,67%, 6,67% e 13,04%. Em meio básico, as perdas foram de 11,70%; 13,83% e 9,35%, respectivamente. Neste contexto, podemos então observar que, para o bagaço de cana, o tratamento mais eficiente foi o tratamento em meio neutro.

CONCLUSÃO

A reação de ozonólise nas condições neutras, ácidas e básicas, afetaram a estrutura da lignina original, possibilitando propor que as estruturas etéricas foram menos afetadas nas condições neutras e básicas, e alvos na condições ácida, principalmente nas estruturas terminais etéricas (β -Alquil-Arilica). A condição neutra revelou a maior eficiência em termos quantitativos com um teor de lignina de 10%. Isso significa que 14% de lignina residual são comparativamente eterificadas, portanto assumindo estrutura com menor rigidez molecular.

BIBLIOGRAFIA

ABREU, H. S.; CARVALHO, A. M.; MONTEIRO, M. B. O.; PEREIRA, R. P. W.; SILVA, H. R.; SOUZA, K. C. A.; AMPARADO, K. F.; CHALITA, D. B. Métodos de Análise em Química da Madeira. *Floresta e Ambiente*, série técnica. 2006, 20p.

GARCÍA-CUBERO, M. T.; COCA, M.; BOLADO, S.; GONZÁLEZ-BENITO, G. Chemical Oxidation with Ozone as Pre-treatment of Lignocellulosic Materials for Bioethanol Production. *Chemical Engineering Transactions*. V.21, p.1273-1278, 2010.

LIN, S. Y.; DENCE, C. W. Methods in lignin chemistry. Berlin: **Spring-Verlag**, 568p., 1992.

SLUITER, R. A.; RUIZ, C. S., SLUITER, J.; TEMPLETON, D. Determination of Extractives in Biomass. **Laboratory Analytical Procedure (LAP)**. Technical Report NREL/TP-510-42619, p. 1-12, 2008.

SUN, Y. AND J. CHENG "Hydrolysis of lignocellulosic materials for ethanol production: A review." **Bioresource Technology**. v.83, p.1-11, 2002.

WYMAN, C.E.; DALE, B.E.; ELANDER, R.T.; HOLTZAPPLE, M.; LADISCH, M.R.; LEE, Y.Y. Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies. **Bioresources Technology** V.18, p.1959-1966, 2005.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE PAINÉIS COMPENSADOS TRATADOS TERMICAMENTE

Bruno Conte¹, Anderson Pertuzzatti¹, André Luiz Missio¹, Pedro Henrique Gonzalez de Cademartori², Marcos Theodoro Müller³

¹Universidade Federal de Santa Maria, ²Universidade Federal do Paraná, ³Universidade Federal de Pelotas.

e.fl.brunoconte@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, parte do setor florestal está voltado ao processamento mecânico da madeira, no qual se destaca a madeira serrada, laminados e compensados. Segundo a Associação Brasileira de Florestas Plantadas (ABRAF, 2013), a produção brasileira de compensados evoluiu de 1,6 para 2,1 milhões de m³ no período de 2002 a 2012. Por se tratar de um produto, que grande parte, é de origem orgânica, os compensados apresentam variação dimensional em sua estrutura, resultante da higroscopicidade da madeira. A termorretificação surge como uma alternativa para melhorar as características físicas da madeira, bem como de compensados, que se baseia em promover sensíveis alterações nos componentes químicos da madeira (ARAUJO et al., 2012). Estas alterações estão relacionadas com a redução da acessibilidade dos grupos hidroxilos que se localizam, sobretudo, na celulose e hemiceluloses (HILL, 2006). Neste contexto, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito da termorretificação na estabilidade dimensional de painéis compensados fabricados a partir de lâminas de *Eucalyptus viminalis* Labill.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a confecção das lâminas utilizou-se três toras de *Eucalyptus viminalis*, que passaram pelo torno desenrolador, resultando em lâminas com espessura de 3,2 mm. O adesivo utilizado para a colagem das lâminas foi o tanino-formaldeído (TF). Para a confecção dos compensados utilizou-se de uma prensa laboratorial da marca Omeco® acionada por pistão elétrico de capacidade de 100 toneladas de aplicação de carga. A gramatura do adesivo foi de 200 g.m⁻², o tempo de prensagem foi de 12 minutos, a

pressão e a temperatura da prensa foi de 14 kgf.cm⁻² e 140°C, respectivamente. Após a confecção dos painéis compensados foram seccionados aleatoriamente 50 corpos de prova de 1,4 x 30 x 30 mm (espessura, largura e comprimento). Após climatização dos corpos de prova, procedeu-se o experimento com 5 tratamentos, sendo eles: T1 (0°C, amostra controle); T2 (140°C); T3 (160°C); T4 (180°C) e T5 (210°C). Os tratamentos de termorretificação foram executados em uma estufa laboratorial de circulação forçada, por um período de 2 horas. Foram realizados ciclos de imersão a partir dos corpos de prova secos em estufa a 103 ± 2°C (peso constante). Os ciclos de imersão foram de 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 12, 24, 48, 72 e 144 horas. Calculou-se o inchamento em espessura (ϵ) e o inchamento volumétrico (ΔV) na condição do ponto de saturação das fibras (PSF) dos corpos de prova, conforme a NBR 7190 (ABNT, 1997). Já a absorção em água (AA) e a taxa de absorção em água (T_{AA}), foram calculadas em todos os ciclos de imersão. Os dados foram analisados através de análise de variância (ANOVA). Primeiramente foram verificadas a normalidade e homogeneidade de variância dos dados, pressupostos antes de qualquer teste paramétrico. Na ANOVA foram realizadas comparações de médias entre os tratamentos pelo teste F em 5% de probabilidade de erro. Em caso de rejeição da hipótese nula, aplicou-se teste de médias Fisher LSD em 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que para o ϵ , o tratamento mais brando (140°C) não diferiu estatisticamente em 5% de probabilidade de erro em comparação com o tratamento controle. No entanto, para tratamentos a partir de 160°C, o ϵ

foi significativamente menor em comparação com o tratamento controle, sendo o T5 (210°C) o que apresentou menor ϵ_{ie} (tabela 1). Para o Δv , todos os tratamentos diferiram entre si, em que o T5 apresentou o melhor resultado (~2,5 vezes menor em relação ao tratamento controle). Conforme Boonstra e Tjeerdsma (2006), quanto maior a temperatura utilizada na termorretificação, maior a degradação das hemiceluloses e conseqüentemente haverá a diminuição dos grupos OH, aumentando assim a estabilidade da madeira.

Tabela 1: Valor médio referente ao inchamento em espessura e volume de painéis compensados tratados termicamente.

Tratamentos	ϵ_{ie} (%)	Δv (%)
Controle	10,33 c	14,11 e
140°C	10,82 c	15,84 d
160°C	8,43 b	11,01 c
180°C	8,76 b	12,37 b
210°C	4,49 a	5,98 a

Em que: ϵ_{ie} = Inchamento em espessura; Δv = Inchamento em volume. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não possuem diferença significativa em nível de 5% de probabilidade de erro, de acordo com o teste LSD de Fisher.

Pode-se observar (fig. 1) que a T_{AA} , foi superior nas primeiras horas do estudo. Isso ocorre, pois a absorção da água na madeira é acelerada no início do processo, explicada pela ocorrência dos fenômenos de difusão e fluxo capilar. O T5 apresentou na primeira hora T_{AA} de 33,3% inferior em relação ao controle, sendo assim o tratamento mais hidrofóbico.

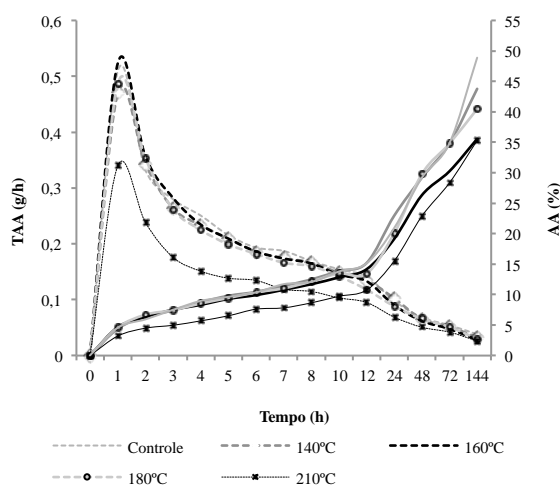


Fig. 1: Absorção em água (AA) e taxa de absorção em água (T_{AA}) para ciclos de imersão. Linhas pontilhadas e contínuas referem-se à T_{AA} e AA, respectivamente.

Analisando a AA, notou-se que 24 horas após a imersão dos corpos de prova houve uma absorção de 21% de água para a amostra controle. Guimarães et al. (2009) constataram uma AA de 24, 28 e 33% para painéis compensados de *E. cloeziana*, *E. saligna* e *E. grandis*, respectivamente. A máxima AA obtida no final do ciclo (144 h) mostrou que o T5 foi o tratamento mais eficaz, sendo essa propriedade 27,8% menor em comparação com o tratamento controle.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados na presente pesquisa, constatou-se que a estabilidade dimensional, aumentou significativamente após o processo de termorretificação principalmente nos tratamentos a 180°C e 210°C, este último o mais eficaz.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação brasileira de normas e técnicas. NBR 7190 – **Projeto de estruturas de madeira**. Agosto. 1997.

ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2013: Ano base 2012. **ABRAF**: Brasília, 2013. 142 p.

ARAÚJO, S. O.; VITAL, B. R.; MENDOZA, Z. M. S. H.; VIEIRA, T. A.; CARNEIRO, A. C. O. Propriedades de madeiras termorretificadas de *Eucalyptus grandis* e SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 40, n. 95, p. 327-336. 2012.

BOONSTRA, M. J.; TJEERDSMA, B. Chemical analysis of heat treated softwoods. **Holz als Roh- und Werkstoff**, Berlin, v. 64, p. 204-211, 2006.

GUIMARÃES, J. J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; MORI, F. A. Painéis compensado de eucalipto: estudo de caso de espécies e procedências. **Cerne**. Lavras, v. 15, p. 10-18. 2009.

HILL, C. **Wood modification: chemical, thermal and other processes**. West Sussex: John Wiley & Sons, 2006.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DE PAINÉIS OSB DE *EUCALYPTUS sp.* IMPERMEABILIZADOS

Laurenn Borges de Macedo¹, Diego Henrique de Almeida¹, Fabiane Salles Ferro¹, Antônia Amanda da Silva César² e Francisco Antonio Rocco Lahr¹

¹Universidade de São Paulo (USP), Escola de Engenharia de São Carlos (EESC), Laboratório de Madeiras e Estruturas de Madeira (LaMEM)

²Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciências Florestais
laurennmacedo@usp.br.

1. INTRODUÇÃO

Os painéis OSB (Oriented Strand Board) são produzidos a partir de tiras orientadas de madeira (strands). Produto de elevada resistência mecânica e grande versatilidade, é muito empregado na construção civil. A produção nacional atual usa predominantemente madeira do gênero *Pinus sp.* e o maior problema a ser solucionado pela indústria nacional é melhorar a estabilidade dimensional deste produto para que as normas de comercialização internacionais sejam atendidas.

O uso final a que se destina o painel OSB é que define a maneira com que este será fabricado.

Para melhorar a estabilidade dimensional do painel, algumas variáveis têm sido estudadas: densidade do painel, razão de compactação, coeficiente de esbeltez das partículas constituintes do colchão, entre outras.

Em ensaios de absorção de água por 24 horas, painéis com maior densidade apresentaram menor absorção de água em relação a painéis de menor densidade, uma vez que a maior compactação e densificação constitui um obstáculo à penetração de água no mesmo (KELLY, 1977; MALONEY, 1993; IWAKIRI et al., 2008). Partículas mais finas produzem menos espaços vazios no interior das chapas, o que inibe a absorção de água do painel (VITAL et al., 1992; HASELEIN et al., 2002).

O pré-tratamento térmico de partículas também representa uma alternativa para proporcionar maior estabilidade dimensional do painel (MENDES, 2010). Painéis particulados comerciais impermeabilizados com adesivo poliuretano á base de mamona e submetidos a ensaios de envelhecimento artificial acelerado também apresentaram melhorias em suas propriedades mecânicas (BERTOLINI, 2011).

O objetivo deste trabalho é avaliar diferentes propriedades de painéis OSB de *Eucalyptus sp.*

quando impermeabilizados com diferentes produtos comerciais.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste trabalho foram utilizados painéis OSB de *Eucalyptus sp.* produzidos com adesivo poliuretano à base de óleo de mamona segundo NASCIMENTO (2006), dos quais foram retirados corpos-de-provas (CP) para a determinação das porcentagens de inchamento em espessura (IE), absorção de água (AA) e resistência à tração perpendicular (TP). Os ensaios foram realizados em acordo com a ABNT NBR 14810-3: 2006.

Para os ensaios de IE e AA, foram impermeabilizados 14 CP com o produto comercial ProtectGuard (PG) (fig. 1(a)), 7 com adesivo poliuretano à base de óleo de mamona (PU) (fig. 1(b)) e 7 CP não foram impermeabilizados, sendo testemunhas (T) (fig. 1(c)). Para os ensaios TP, 14 CP foram impermeabilizados com PG (fig.1(a)), 7 com adesivo PU (fig. 1(b)), ficando 7 CP como (T) (fig. 1(c)). Os CP impermeabilizados foram submersos em água por 24 horas.

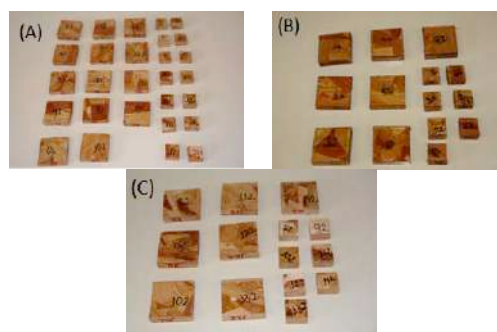


Fig 1: CP para ensaios de TP, AA e IE impermeabilizados com (a) PG, (b) PU e (c) T.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 constam os resultados das propriedades dos painéis e dos testes Tukey.

Tab. 1: Valores médios e teste Tukey para as propriedades investigadas.

CP	IE 2h (%)	AA 2h (%)	IE 24h (%)	AA 24h (%)	TP (MPa)
PG	3,7A	5,7A	12,9A	29,1A	0,12A
PU	1,2A	0,7 A	4,4B	18,0A	0,48B
T	12,3B	29,1B	18,3C	55,0B	0,12A

*Medias seguidas de mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si

Por intermédio do teste Tukey realizado para as propriedades, ao nível de 95% de probabilidade, constata-se que o fator impermeabilizante influenciou significativamente nas propriedades. Os CP impermeabilizados obtiveram, em relação aos CP testemunhas, menores valores para as propriedades AA e IE. Com relação ao IE 24h, os CP impermeabilizados com PU apresentaram desempenho superior em relação aos demais. Quanto à TP, após 24 horas de imersão em água, observa-se que o fator de impermeabilizante também influenciou significativamente nesta propriedade. Sendo os CP impermeabilizados com PU superior ao demais analisados.

4. CONCLUSÕES

A impermeabilização dos CP melhorou a estabilidade dimensional dos mesmos, atingindo valores exigidos pela EN 300: 2006 para painéis aplicados em ambientes úmidos.

A PU foi o impermeabilizante com melhor desempenho para as propriedades avaliadas. Somente CP impermeabilizados com esta resina contemplaram a norma EN 300: 2006 para TP.

A baixa resistência a TP de alguns CP pode ser justificada pela proporção 2:1 da resina PU utilizada na fabricação do painel.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14810:** Chapas de madeira aglomerada. Rio de Janeiro, 2006.

BERTOLINI, M. S. **Emprego de resíduos de *Pinus sp.* tratado com preservante CCB na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina Poliuretana á Base de Mamona.** 2011. 128 p. Dissertação

(Mestrado Ciência e Engenharia de Materiais) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (EUROCODE). **EN 310:** Wood based panels: determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. Bruxelas, 2006.

HASELEIN, C. R.; CALEGARI, L.; BARROS, M. V.; HACK, C.; HILLING, E.; PAULESKI, D. T.; POZZERA, F. Resistência mecânica e à umidade de painéis aglomerados com partículas de madeira de diferentes dimensões. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n. 2, p. 127-134, 2002.

IWAKIRI, S.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; PRATA, J. G.; COSTA, A. C. B. Utilização de madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* para produção de painéis de partículas orientadas – OSB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n. 2, p. 265-270, 2008.

KELLY, M.W. **A critical literature review of relationship between processing parameters and physical properties of particleboard.** Madson: FPL, 1977.

NASCIMENTO, M. F. **CPH: fabricação de chapas de partículas de OSB (Oriented Strand Board) com matéria-prima proveniente de espécies madeireiras da caatinga do Nordeste do Brasil.** São Carlos: USP, 2006. (Relatório de Pesquisa – Programa de Desenvolvimento Regional/ CNPq).

MALONEY, T.M. **Modern particleboard and dry process fiberboard manufacturing.** São Francisco: M. Freeman, 1993.

MENDES, R. F. **Efeito sobre o tratamento térmico sobre as propriedades de painéis OSB.** 2010. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

VITAL, B.R.; HASELEIN, C.R.; DELLA LUCIA, R.M. Efeito da geometria das partículas nas propriedades das chapas de madeira aglomerada de *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden). **Revista Árvore**, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 88-96,1992.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITOS DA TEMPERATURA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPENSADO PRODUZIDO POR LÂMINAS DE *Toona ciliata*

Suzane Sarno Soares, José Benedito Guimarães, Carlos Rogério Andrade,
Rafael Farinassi Mendes, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Goiás, Universidade Federal de Lavras
suzanesarno@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O compensado de uso exterior é definido como painel, produzido com colagem à prova d água, apresentando características de alta resistência mecânica e destinado a aplicações que requerem alta resistência à umidade ambiente e ao contato direto com a água (ABNT, 2001). São produzidos com laminação cruzada, que tem como finalidade balancear os diferentes comportamentos físico-mecânicos das lâminas de camadas adjacentes, dispostas no sentido paralelo e perpendicular ao plano do painel (IWAKIRI et al, 2012). É chamada de higroscopicidade a capacidade de a madeira e de seus produtos em absorver água. Uma das formas que vem sendo estudada para o controle desse inchamento ou contração do compensado é o tratamento de termorreificação (SANTOS, 2009). Esse tratamento térmico é caracterizado por submeter os elementos de madeira a elevadas temperaturas que podem variar entre 160°C e 260°C, apresentando assim, a redução da higroscopicidade, maiores estabilidade dimensionais e perda de massa (CADEMARTORI et al., 2012). A elevação da temperatura modifica as propriedades físicas e químicas da madeira e de seus produtos. Esse fenômeno ocorre devido à degradação do constituinte mais hidrófilo, a hemicelulose (QUIRINO & VALE, 2002). Segundo Hakkou et al., 2005, citado por Cadermartori et al, 2012, a perda de massa devido a temperatura em espécies de folhosas está diretamente relacionada com a degradação das hemiceluloses, enquanto que nas coníferas os principais causadores são os extrativos voláteis.

Deste modo o presente trabalho teve como objetivo analisar as alterações nas propriedades físicas de compensado produzido a partir de madeira de Cedro Australiano (*Toona ciliata*) submetido a tratamento térmico.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os painéis compensados foram produzidos pela Universidade Federal de Lavras, a partir de madeira de *Toona ciliata*. Os mesmos apresentavam dimensões de 480 x 480 x 15mm. O adesivo utilizado foi o fenol-formaldeído, aplicado a 320g/m² com teor de sólidos de 51%. O ciclo de prensagem utilizado foi de temperatura de 150°C, pressão de 1,17MPa e tempo de 10 minutos. Foram escolhidos, aleatoriamente, 10 amostras termorreificadas em uma estufa elétrica à 200°C por 12 minutos e 10 para servirem de testemunha. As variáveis analisadas foram espessura, largura, comprimento, absorção de água e inchamento volumétrico, medindo a 2 horas e a 24 horas de imersão em água. As amostras foram retiradas de acordo com a norma ABNT 31:000.05-001/1. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado e para realização de comparação entre as médias foi utilizado o teste de Scott Knott a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, apresenta-se os resultados obtidos pela análise das amostras de compensado termorreificado e não-termorreificado, mostrando a absorção de água, o inchamento em espessura e a densidade para os diferentes tratamentos. A absorção de água pelo compensado à 2 horas no tratamento termorreificado não diferiu-se estatisticamente do tratamento não-termorreificado. Já a absorção de água à 24 horas houve diferença estatística entre os diferentes tratamentos. O inchamento em espessura, para ambos os tratamentos e para as diferentes horas de submersão em água foram considerados iguais estatisticamente. A densidade para o tratamento termorreificado foi de 0,48 g/cm³ enquanto que para o tratamento não-termorreificado foi de 0,52 g/cm³, havendo uma diferença estatística.

Tabela 1: Variação em absorção de água e inchamento de espessura para os diferentes tratamentos térmicos dado ao compensado de *Toona ciliata*.

Tratamento	Absorção (%)		Inchamento em espessura (%)		Densidade (g/cm ³)
	2 horas	24 horas	2 horas	24 horas	
Termorreificado	39,58 a	93,74 b	3,90 a	7,99 a	0,48 a
Não-Termorreificado	40,67 a	83,54 a	8,00 a	8,19 a	0,52 b
CV (%)	24,94		19,32		3,20

Médias seguidas da mesma letra, para uma mesma variável, não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Scott Knott.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados pode-se concluir que:

- ✓ De maneira geral a termorreificação dos compensados de *Toona ciliata* não afetou significativamente suas propriedades físicas.
- ✓ A densidade aparente dos compensados termorreificados foram reduzidas.

5. BIBLIOGRAFIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **CB-31:** projeto de normas 31.000.05.001/1: chapas de madeira compensada. Rio de Janeiro, 2001.

CADERMATORI, P.H.G.; GATTO, D.A.; STANGELIN, D.M.; SCHNEID, E.; BELTRAME, R.; Efeito da retificação térmica

sobre as propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*. **XIII EMBRAEM**, jul. 2012.

IWAKIRI, S.; MONTEIRO DE MATOS, J.L.; SILVA, E.S.; PRATA, J.G.; TRIA NOSKI, R.; Produção de painéis compensados estruturais com diferentes composições de laminas de *Eucalyptus saligna* e *Pinus caribea*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.36, p.569-576, 2012.

QUIRINO, W. F.; VALE, A. T. Retificação térmica de *Eucalyptus grandis*. **Floresta, Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná-FUPEF**, Edição Especial, p.60-66, 2002.

ROUSSET, P.; PERRÉ, P.; GIRARD.P. Modification os mass transfer properties in poplar wood (*P. robusta*) by thermal treatment at high temperature. **Holz als Roh- und Werkstoff**, Belin, v. 62, n. 2, p. 113-119, 2004.

SANTOS, A. M. L.; SOUZA, F.; COSTA, M.A.; TELES, R.F.; PAZETTO, V.M.F.; DEL MENEZZI, C.H.S.; Efeito do tratamento térmico sobre a resistência ao cisalhamento da linha de cola em painéis OSB. **Ciência Florestal**, v. 19, n. 1, 2009.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DO LENHO CARBONIZADO DE QUATRO ESPÉCIES NATIVAS AMAZÔNICAS COMUNS NO ESTADO DO PARÁ

Gleidson Ribeiro da Silva¹, Karem Santos da Silva¹, Denise Franco Oliveira¹, Alisson Rangel Albuquerque¹, Mario Tomazello Filho².

¹Universidade do Estado do Pará- UEPA, ²Universidade de São Paulo - USP
gleidsonribeiro_1989@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui a segunda maior área florestal do mundo (atrás apenas da Rússia) e a maior floresta tropical, somando cerca de 5,5 milhões de km² ou 65% do seu território (ALBUQUERQUE, 2012).

A utilização da madeira tem uma enorme importância econômica no Brasil, sendo parte direcionada para a produção de carvão vegetal, sendo que sua cadeia produtiva movimenta parte da economia do país e constitui-se matéria-prima na indústria siderúrgica para a produção de ferro e aço (MONTEIRO, 2006).

A antracologia é a ciência que têm como objetivo analisar a estrutura anatômica dos carvões vegetais. É baseada no princípio que a anatomia se preserva mesmo após o processo de carbonização permitindo com isso a realização de estudos ecológicos, ambientais e climáticos; mesmo em contexto arqueológico. O objetivo deste estudo foi caracterizar qualitativa e quantitativamente o lenho carbonizado de quatro espécies nativas amazônicas comuns no estado do Pará.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras estudadas pertencem a Coleção de Referência Antracológica do Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras da ESALQ/USP (ALBUQUERQUE, 2012).

Neste trabalho foram descritas as características anatômicas microscópicas do lenho carbonizado das espécies: *Astronium lecontei* Ducke (Muiracatiara); *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim-Vermelho); *Goupia glabra* Aublet (Cupiúba) e *Hymenolobium petraeum* Ducke (Angelim-Pedra).

Os fragmentos de carvão foram quebrados manualmente de acordo com os três

planos fundamentais da madeira (transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial) (SCHEEL-YBERT, 2004) e as imagens foram obtidas com o auxílio de um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV). A descrição da anatomia das espécies foi conduzida de acordo as normas da IAWA Commetee, 1989; sendo feitas 25 medições para análise de cada parâmetro anatômico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A estrutura anatômica microscópica do lenho das quatro espécies estudadas (*Figura 1*) coincide com os apresentados na literatura especializada por inúmeros autores, como Mainiere e Chimelo (1989); divergindo, em alguns casos, quanto à caracterização dos anéis de crescimento e tipos de parênquima.

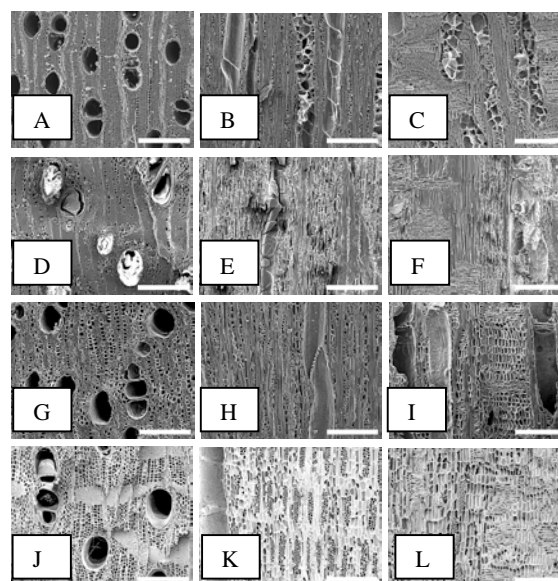


Figura 1: - Fotomicrografias da anatomia do carvão por microscopia eletrônica de varredura nos planos transversal (A, D, G e J), longitudinal tangencial (B, E, H e K) e longitudinal radial (C, F, I e L). AS espécies estudadas foram: *Astronium lecontei* (A, B e C),

Dinizia excelsa (D, E e F), *Goupia glabra* (G, H e I) e *Hymenolobium petraeum* (J, K e L). Escala: 500 μ m.

As caracterizações anatômicas qualitativa das quatro espécies em estudo são: ***Astronium lecontei* Ducke:** N° Registro Antracoteca: CV-7419; camadas de crescimento com limites distintos, lenho com porosidade difusa, dispersos, solitários e múltiplos. Tiloses frequentes. Placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, médias, não guarnecidas. Parênquima axial: paratraqueal escasso; Estrutura estratificada não observada. Raios: 1-3 seriados; Fibras septadas com pontoações simples a aréolas reduzidas; parede das fibras fina a espessa. Presença de canais não deformando raios e cristais prismáticos. ***Dinizia excelsa* Ducke:** N° Registro Antracoteca: CV-7592; camadas de crescimento com limites ausentes ou indistintos, lenho com porosidade difusa, vasos dispersos, solitários e múltiplos, ausentes; placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, simples, muito pequenas, guarnecidas. Parênquima axial: paratraqueal aliforme confluyente e apotraqueal difuso e em agregados. Estrutura estratificada: Não observada. Raios: 2-3 seriados, compostos por células procumbentes. Fibras: Fibras não septadas com pontoações simples; parede das fibras muito espessa. ***Goupia Glabra* Aubl. :** N° Registro Antracoteca: CV-7560; camadas de crescimento: com limites ausentes ou indistintos. Vasos: dispersos, solitários e múltiplos, contorno Tiloses ausentes; placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, pequenas, não guarnecidas. Parênquima axial: paratraqueal escasso e apotraqueal difuso e em agregados. Estrutura estratificada: Não observada. Raios: 3-4 seriados. Fibras: Fibras não-septadas. ***Hymenolobium petraeum* Ducke. :** N° Registro Antracoteca: CV-7446; camadas de crescimento com limites ausentes ou indistintos, lenho com porosidade difusa, dispersos, solitários e múltiplos. Tiloses ausentes. Placas de perfuração simples, pontoações intervasculares alternas, pequenas e médias, guarnecidas. Parênquima axial: paratraqueal aliforme confluyente. Estrutura estratificada: presente nos raios e elementos axiais. Raios trisseriados. Fibras: fibras não-septadas; fibras com parede muito espessa, presença de cristais prismáticos no parênquima axial.

Os valores quantitativos, expressos na Tabela 1, apresentam com os valores de média e o desvio padrão.

Tabela 1: Valores dos parâmetros anatômicos expressos em microns.

PA	Espécies			
	A. <i>lecontei</i>	D. <i>excelsa</i>	G. <i>glabra</i>	H. <i>petraeum</i>
ØV	122±17	173±27	154±21	202±22
CV	280±52	322±5	90 ±51	389±27
ØP	4±2	3±1	5±1	4±2
LR	33±10	31±6	50±7	50±7
HR	303±61	385±48	275±63	260±30

Legenda – PA: parâmetros analisados; ØV: diâmetro dos vasos; CV: comprimento dos vasos; ØP: diâmetro das pontoações; LR: largura dos raios; HR: altura dos raios.

CONCLUSÃO

O processo de carbonização mantém a estrutura original da madeira, possibilitando a identificação das espécies pela análise anatômica do carvão e com isso a identificação das espécies e sua aplicação na fiscalização ambiental e na arqueologia.

BIBLIOGRAFIA

ALBUQUERQUE, A.R. **Anatomia comparada do lenho e do carvão aplicada na identificação de 75 espécies da floresta Amazônica, no estado do Pará, Brasil.** (Dissertação de Mestrado). ESALQ/USP. Piracicaba, 2012. 249 p.

IAWA COMMITTEE. List of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, Leiden, v. 10, n. 2, p. 219-332, 1989.

MAINIERI, C.; CHIMELO, J. P. **Fichas de características das madeiras brasileiras.** São Paulo: IPT, 1989. 418 p.

MONTEIRO, M.A. Em busca de carvão vegetal barato: o deslocamento de siderúrgicas para a Amazônia. **Novos Cadernos NAEA**, Belém, v. 9, n. 2, p. 55-97, 2006.

SCHEEL-YBERT, R. Teoria e métodos em antracologia. 2. Técnicas de campo e de laboratório. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v. 62, n.4, p. 343-356, 2004.

AGRADECIMENTOS

À colaboração da Técnica do laboratório Multidisciplinar da UEPA, Vanda Rego.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Eugenia dysenterica* DC.

Jéssica Vieira Lima¹, Daiane Souza Silva¹, José Benedito Guimarães Junior¹, Carlos Rogério Andrade¹, Wellington Lima²

¹ Universidade Federal de Goiás, ² Universidade Federal do Piauí

lima23jessica@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A *Eugenia dysenterica* DC, também conhecida como cagaíta em razão de suas propriedades laxativas, é uma árvore frutífera natural do Cerrado, pertencente à família Myrtaceae. Segundo Naves (1999), ocorre em maior densidade nos Latossolos Vermelho- Amarelos, sendo freqüente em áreas com temperaturas médias anuais variando entre 21°C e 25°C e altitudes de 380 a 1.100 metros.

A madeira do caule da cagaíteira é pesada, com densidade de 0,82 g cm⁻², dura e de textura fina, mas de baixa qualidade, podendo ser usada como mourão, lenha e carvão (CORRÊA, 1984). A densidade básica da madeira é um dos mais importantes índices para avaliar a qualidade da madeira, sendo definida como, a relação entre a massa da madeira seca em estufa e o seu volume saturado.

Segundo Rocha (1983), a densidade básica possui elevada importância na determinação das propriedades físico-mecânicas que caracterizam diferentes espécies de madeira, diferentes árvores de determinada procedência e diferentes procedências de uma mesma espécie; tanto na avaliação do potencial econômico das espécies e da adaptabilidade da madeira às finalidades desejadas; quanto na avaliação do índice de qualidade da madeira, correlacionando-se diretamente com o rendimento em polpa e em fibras que são empregadas nas indústrias de papel e celulose; na determinação da qualidade do carvão vegetal e na avaliação dos métodos de manejo.

Neste aspecto o objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade básica da madeira, de *Eugenia dysenterica* DC., no sentido base-topo e medula-casca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram abatidas tres árvores de *Eugenia dysenterica* DC , na cidade de Bom Jesus-PI. Destas foram retirados discos a 0, 25, 50, 75 e

100% da altura comercial. Posteriormente, estes foram cortados em cunha opostas, sendo retirados dois corpos-de-prova da região próxima a medula, dois da região intermediária e dois próximos a casca.

Para os corpos-de-prova adquirirem o máximo volume permitido por sua estrutura, imergiram-se os mesmos em um dessecador com água destilada até completa saturação. Para obtenção do volume utilizou-se o método da imersão em água.

Após a obtenção do volume, os corpos-de-prova foram levados para uma estufa à 105°C±2 °C até atingiram massa constante. Para determinação da densidade básica, procedeu-se a divisão entre a massa seca e volume saturado.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em fatorial. Para as posições longitudinais utilizou-se regressão, enquanto para análise das posições radiais utilizou-se o teste de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise estatística, observou-se que não houve interação significativa entre os fatores analisados (posição radial e posição longitudinal na variável densidade básica). Neste sentido pode-se estudar cada fator separadamente.

A Figura 1. mostra o comportamento da densidade básica da madeira de *Eugenia dysenterica* DC. em função da amostragem longitudinal.

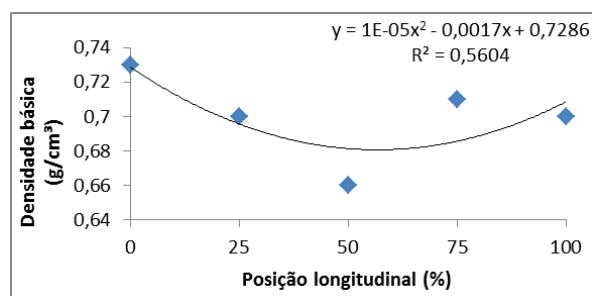


Fig. 1: Densidade básica da madeira de *Eugenia dysenterica* DC. nas diferentes posições longitudinais.

Observou-se que houve uma tendência de decréscimo da densidade básica da base ($0,73\text{g/cm}^3$) até 50% da altura comercial ($0,66\text{g/cm}^3$). A partir de então houve um aumento da mesma até o topo ($0,70\text{g/cm}^3$).

Na Tabela 1 são apresentados os valores de densidade básica para *Eugenia dysenterica* DC. em diferentes posições radiais.

Tabela 1: Valores de densidade básica de *Eugenia dysenterica* DC. para diferentes posições radiais

Posição radial	Densidade básica (g/cm^3)
1	0,68 A
2	0,72 A
3	0,70 A
CV (%)	11,57

Não houve diferença estatística significativa para as posições radiais estudadas e a densidade básica. Nota-se que os valores oscilaram entre 0,68 (1) e $0,72\text{g/cm}^3$ (2).

De acordo com a classificação do IPT (1985) as madeiras são classificadas em três classes: as madeiras de baixa densidade com essa propriedade menor ou igual a $0,50\text{g/cm}^3$, madeiras de densidade média, de $0,50\text{g/cm}^3$ a $0,72\text{g/cm}^3$ e madeiras densas acima de $0,72\text{g/cm}^3$. Segundo essa classificação a madeira de *Eugenia dysenterica* DC. pode ser considerada como de média densidade.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados pode-se concluir que:

- ✓ A densidade básica no sentido longitudinal tende a decrescer até 50% da altura comercial e a partir de então há aumento gradativo até 100% da altura.
- ✓ A densidade básica no sentido radial não se difere estatisticamente entre si.
- ✓ A madeira de *Eugenia dysenterica* DC. é considerada como de média densidade.

4. BIBLIOGRAFIA

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Madeira:** o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: 1985. 189p.

(Boletim ABPM, 36)

NAVES, R. V. **Espécies frutíferas nativas dos cerrados de Goiás:** caracterização e influências do clima e dos solos. 1999. 206 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 1999.

ROCHA, M. G. B. **Variação da densidade básica e correlações entre caracteres de progênies jovens de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em duas etapas de crescimento.** 1983.54 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA DELAMINAÇÃO EM PEÇAS DE MADEIRA LAMINADA COLADA

Lélio Caiado Abreu França, Pedro Gutemberg de Alcântara Segundinho

Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências

Florestais e da Madeira.

leliocaf@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A Madeira Laminada Colada (MLC) é um produto engenheirado de madeira que requer precisão de fabricação em todos os seus estágios. A fabricação de elementos estruturais de MLC a serem utilizados na construção civil reúne as técnicas técnica de colagem de lâminas de madeira individuais com adesivos estruturais.

A delaminação é a falha adesiva entre as camadas de madeira coladas (MILLS, 2013). Delaminação pode resultar de erros, de fabricação por ligação imperfeita, por separação de lâminas adjacentes, ou, durante o serviço como carregamento acidental excessivo produzido por exemplo pela neve, ou, por fadiga cíclica das condições ambientais de temperatura e umidade (BUCUR, 2011).

A integridade mecânica das interfaces em compósitos à base de madeira tem um papel importante na determinação da facilidade de manutenção das estruturas e seus componentes, por isso se torna importante verificar o comportamento dessa MLC no uso estrutural de produtos de madeira expostos ao ambiente exterior.

Este trabalho teve como propósito avaliar a qualidade das juntas coladas de elementos de MLC a partir da madeira de *Acacia mangium Willd* com os adesivos estruturais poliuretano (PUR) e melanina-uréia formaldeído (MUF), e por meio de ensaios de delaminação em pequenos elementos de MLC analisar a qualidade dos adesivos e sua eficiência na colagem da madeira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira empregada neste trabalho foi a *Acacia mangium* proveniente de plantios comerciais com 18 anos da empresa CENIBRA S.A., localizados no Vale do Rio Doce, no município de Belo Oriente, MG.

Os elementos de MLC foram produzidos utilizando os adesivos poliuretano (PUR) e melanina-uréia formaldeído (MUF). O ensaio de delaminação foi realizado em corpos de prova colados, foram utilizados 6 corpos de prova para cada tratamento, sendo de PUR com gramatura de 300 g.m⁻² e 0,8 MPa de pressão na colagem; MUF 1 com gramatura de 500 g.m⁻² e 0,8 MPa; MUF 2 com 500 g.m⁻² e 1,2 MPa.

Durante o processo de colagem os elementos foram então submetidos a pressões que variam de 0,8 MPa a 1,2 MPa durante 6 h, assim como temperaturas sob 20°C e com uma humidade relativa de 65%. Os membros de MLC tinham uma secção nominal de 6,0 x 7,5 cm (comprimento x largura) e lâminas de 2,5 cm de espessura (Figura 1).

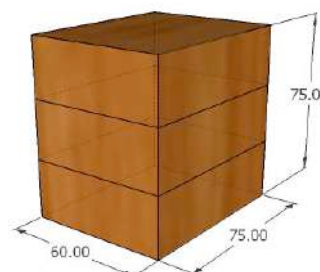


Fig. 1: Corpo de prova para ensaio de delaminação (unidades em mm). (Fonte: FRANÇA, 2013).

O ensaio de delaminação foi realizado conforme as recomendações da norma AITC T110, (AITC, 2007). O ensaio consiste em colocar os corpos de prova dentro de uma autoclave, expondo as linhas de cola a tensões devido ao efeito de vácuo e pressão, em três ciclos de umedecimento e secagem, durante um período de 12 dias.

Para tal, foi empregado um aparato que consiste em uma autoclave de 53 x 19,5 cm (comprimento e diâmetro) equipada com um compressor com capacidade de operação máxima de 800 kPa, para a obtenção de uma

pressão de 550 kPa e uma bomba de vácuo com capacidade 250 libras/in² (1.667 kPa) capaz de gerar um vácuo pelo menos 22 pol/Hg.

Na primeira etapa do ensaio, os corpos de prova foram inseridos na autoclave para aplicação de vácuo de 75 ± 10 kPa, durante 2 horas, depois foi liberado o vácuo e aplicou-se água com pressão de 540 ± 20 kPa durante 2 horas. Repetiu-se este mesmo procedimento na segunda etapa, totalizando 8 horas de permanência na autoclave e, então, os corpos de prova foram retirados da autoclave e passaram por um período de 96 horas, no primeiro ciclo.

No segundo e terceiro ciclos foram repetidos os mesmos procedimentos do primeiro ciclo. Ao final do ensaio, previu-se o comportamento da combinação da MLC exposta ao exterior, por meio da porcentagem de delaminação, que é obtida nas duas faces de topo dos corpos de prova.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após os procedimentos realizados, não houve alterações que comprometessem a integridade na interface entre a linha de cola e as lâminas de *Acacia mangium*. Na Figura 2, a seguir, é possível observar a seção transversal em detalhes dos corpos de prova que foram ensaiados no terceiro ciclo de delaminação.



Fig. 2: Aspecto dos corpos de prova após realização do ensaio de delaminação sem descolamento das linhas de cola. (Fonte: FRANÇA, 2013).

A porcentagem de delaminação é determinada pela relação entre o comprimento máximo de delaminação de uma linha de cola e o comprimento da linha de cola. Após a verificação visual do estado das linhas de cola, notou-se que os corpos de prova não apresentaram fendas de delaminação, o que significa que tiveram porcentagem de delaminação de 0%.

Valor bem inferior ao encontrado por Fiorelli e Dias, (2005) de 6,47% para elementos colados com adesivos Phenol-Resorcinol e Epóxi, como também inferior ao máximo de 10% estipulado pela norma europeia EM 386 (EUROPEAN STANDARD, 2001).

A avaliação da eficiência destes adesivos, quando submetidos a variações de umidade, pressão e temperatura são de fundamental importância para garantir a integridade do elemento estrutural em MLC durante seu tempo de uso (FIORELLI; DIAS, 2005).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Pode-se afirmar que a qualidade das linhas coladas com os adesivos testados para a confecção das vigas de MLC apresentou um comportamento eficiente quando submetidos a ensaios de delaminação. O ensaio de delaminação comprovou uma boa resistência das linhas de cola de todos os adesivos testados.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN INSTITUTE OF TIMBER CONSTRUCTION. AITC Test T110 – **Test methods for structural glued laminated timber** – Cyclic delamination test. Centennial, CO, 2007.

FIORELLI, J; DIAS, A. A. Avaliação da delaminação em peças de madeira laminada colada reforçadas com fibra de vidro. **Revista Matéria**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 241–249, 2005.

EUROPEAN STANDARD (EN 386). **Glued Laminated Timber: Performance requirements and minimum production requirements**, p. 16, 2001.

BUCUR, V. **Delamination in wood, wood products and wood-based composites**. Melbourne, Victoria: Springer, 2011.

MILLS, C. **Determining the Resistance to Delamination of Wood Adhesives using a Vacuum Pressure Impregnation Method**. Tese de Licenciatura, Tampere Universidade de Ciências Aplicadas, 2013.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade Federal do Espírito Santo pela realização das atividades de pesquisa.

CARACTERIZAÇÃO ENERGÉTICA DE MADEIRAS DE TRÊS ESPÉCIES DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

CLÁUDIA DA COSTA CARDOSO, VICTOR HUGO PEREIRA MOUTINHO, FERNANDO WALASE CARVALHO ANDRADE

Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ/USP, Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” ESALQ/USP, Universidade Federal do Oeste do Pará – UFOPA, Universidade Federal de Lavras- UFLA
eng.ftal.claudiacardoso@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Na indústria madeireira, os resíduos sólidos geralmente não dispõem de uma destinação sustentável, acarretando em acúmulo e desperdício. Todavia, o carvão vegetal detém importância significativa no processo de geração de energia, sendo considerado como alternativa para a utilização dos recursos naturais provenientes de florestas nativas, onde a ausência de estudos possibilita a investigação sobre a conduta de espécies amazônicas provenientes de resíduos da exploração florestal ou de indústrias madeireiras no processo de carbonização, minimizando os desperdícios nestas atividades (SILVA et. al., 2007).

Neste contexto, objetivou-se caracterizar o carvão da madeira das espécies Gombeira, Mandioqueira e Louro-preto de alta densidade populacional na Floresta Nacional do Tapajós e potencial para comercialização, com o intuito de obter o rendimento deste recurso por meio da produção de carvão a partir de seus resíduos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material foi coletado na Floresta Nacional do Tapajós, entre as coordenadas 2°45' e 4°10' S e 54°45' e 55°30' W.

A seleção de espécies foi realizada por meio dos dados obtidos do projeto de “Estudo Fitossociológico e Tecnológico de Novas Espécies Madeireiras em Área de Manejo Florestal Sustentável na Região de Santarém-PA” (OLIVEIRA et. al., 2011), tendo como critérios a abundância, frequência e ausência de estudo prévio das espécies.

Foi coletado, de forma aleatória, 1 disco de cada árvore, totalizando 5 discos por espécie, sendo coletado também, material botânico que foi encaminhado à especialistas do herbário da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA.

A caracterização energética da madeira foi realizada nos Laboratórios Integrados de Química, Celulose e Energia - LQCE, da ESALQ/USP.

Os discos foram transformados em cunhas e, posteriormente, seccionados em 5 peças menores por árvore. As amostras foram numeradas e pesadas após estufa, em balança digital, sendo levadas à Mufla de carbonização com uma velocidade de carbonização de 1°C.min⁻¹ até a temperatura de 450°C. Desta, foram gerados o licor pirolenhoso e o carvão, sendo este último submetido à análise imediata, possibilitando a determinação do teor de voláteis, cinzas e carbono fixo, de acordo com a norma ASTM D 1762-84 (1990).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no estudo taxonômico, as espécies foram identificadas a nível específico com suas respectivas densidades (Tabela 2).

Tabela 2: Identificação botânica das espécies estudadas.

Nome Vulgar	Nome Científico	DB
Gombeira	<i>Swartzia laurifolia</i> Benth	0.97
Louro preto	<i>Nectandra dioica</i> Mez	0.55
Mandioqueira-rosa	<i>Qualea dinizii</i> Ducke	0.54

As espécies *S. laurifolia* e *Q. dinizii*, apresentaram diferença significativa em comparação a *N. dioica* para os valores de gases não condensáveis (Figura 1).

A espécie *S. laurifolia* apresentou valores intermediários, se comparados às outras espécies, para gases não condensáveis e licor pirolenhoso, todavia, foi a que obteve maior quantidade de carvão vegetal. Ressalta-se que a espécie *N. dioica* apresentou carvão quebradiço além de diversas rachaduras ocorrentes no sentido dos raios. As amostras de *Q. dinizii* exibiram um carvão não quebradiço, ausência de rachaduras, de boa textura e pouco brilho, em contrapartida, a espécie *S. laurifolia* dispôs de um carvão quebradiço com presença de poucas rachaduras.

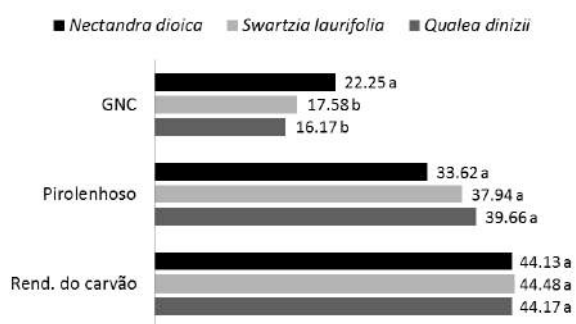


Figura 1. Resultados de carbonização das espécies para gases não condensáveis (GNC), licor pirolenhoso e rendimento do carvão. Médias seguidas de mesma letra não apresentaram diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 5\%$).

Quanto aos teores de carbono fixo, cinzas e voláteis, a espécie *N. dioica* obteve maiores teores de carbono fixo e emissão de voláteis (Figura 2) sendo que, quanto maior o teor de carbono fixo, melhor serão as qualidades do carvão (BRITO et. al., 1987). Observa-se que as espécies apresentaram diferenças significativas entre elas para carbono fixo e cinzas.

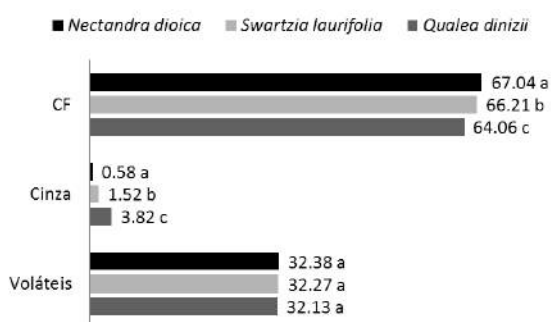


Figura 2. Resultados da análise imediata das espécies para carbono fixo (CF), cinzas e voláteis. Médias seguidas de mesma letra não apresentaram diferenças estatísticas pelo teste de Scott-Knott ($\alpha = 5\%$).

A espécie *Q. dinizii* deteve teores de carbono fixo e voláteis, com dados de 64,06% e 32,13% respectivamente dispondo de um produto final homogêneo ausente de rachaduras, quebras e maiores quantidades de cinzas (3,82%). A espécie *S. laurifolia* obteve valores medianos para os três parâmetros avaliados.

Quando parâmetros como o teor de cinzas for limitante para a utilização do carvão, é preferível selecionar espécies florestais que detenham carvão com menores teores de cinzas (ANDRADE, 1998).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A espécie *N. dioica* apresentou maior emissão de gases voláteis, menor teor de cinzas e, maior concentração de carbono fixo, no entanto, a mesma juntamente com a espécie *S. laurifolia*, apresentou um produto final quebradiço de modo que, a espécie *Q. dinizii* demonstrou maior aptidão para a produção de carvão, possuindo produto final com carbonização homogênea e não quebradiça.

5. BIBLIOGRAFIA

ANDRADE, A. M. **Potencialidades energéticas de oito espécies florestais do estado do Rio de Janeiro.** Floresta e Ambiente, vol. 5(1): 24-42. Rio de Janeiro – RJ, jan. – dez., 1998.

ASTM D 1762-84, **Standard Test Methods Small Clear Specimens of Timber.** 1990.

BRITO, J. O.; TOMAZELLO FILHO, M.; SALGADO, A. L. B.; **Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu.** IPEF, n. 36, p. 13-17, ago., 1987.

OLIVEIRA, L.M; SOUSA, L.K.V. dos S.; MOUTINHO, V.H.P; SILVA, U.C.S. da; AGUIAR, J.O.R. de; CARVALHO, J.O.P. de; MELO, M.S. **Estudo fitossociológico e tecnológico de novas espécies madeireiras em três áreas de manejo florestal sustentável em assentamentos agrários na região de Santarém, PA.** Relatório técnico. CNPq. 2011. 143p.

SILVA, M. G.; NUMAZAWA, S.; ARAÚJO, M. M.; NAGAISHI, T. Y. R.; GALVÃO, G. R. **Carvão de resíduos da indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA.** Acta Amazônica. Vol. 37(1) 2007: 61 – 70.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, à UFOPA, à ESALQ/USP, à COOMFLONA, bem como aqueles que ajudaram em alguma etapa do referido trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Cedrela odorata* L. NO MUNICÍPIO DE CRUZEIRO DO SUL-AC.

LOPES, Elaine¹; FERNANDES, Neila Cristina de L.²; AMORIM, Patrícia G. Ribeiro¹; CALDERON, Claudene Menezes Atayde²; CALDERON, Rafael de Azevedo²
 Universidade Federal do Acre - Rio Branco, Acre¹
 Universidade Federal do Acre - *Campus Floresta*, Acre²
 elainelopesac@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O cedro (*Cedrela odorata* L.) pertence à família Meliaceae. Segundo Pennington *et al.*, (1981) essa espécie possui uma ampla distribuição geográfica, desde o México, América Central, Caribe e América do Sul na parte tropical, entre as altitudes de 100 a 400 metros. Por ser de fácil manuseio, com odor agradável e ótima resistência ao ataque de organismos xilófagos, a madeira de cedro é muito utilizada na fabricação de móveis (LOUREIRO *et al.* 1979).

Madeiras recomendadas para a fabricação de móveis, devem apresentar determinadas características tecnológicas como boa estabilidade dimensional, receber bom acabamento e ter boa trabalhabilidade. Dentre estas características, a densidade básica ou massa específica básica, constitui um dos principais indicadores de qualidade da madeira, uma vez que se relaciona com as propriedades físicas e mecânicas deste material e, conseqüentemente, com o uso industrial (PANSIN e DE ZEEUW, 1980;—DIAS e LAHR, 2004).

A umidade, por outro lado, embora não possa ser considerada como uma característica intrínseca da madeira trata-se de um parâmetro que afeta o comportamento do material, quanto à trabalhabilidade, estabilidade dimensional, resistência mecânica e durabilidade natural (SILVA e OLIVEIRA, 2003).

As relações existentes entre densidade, umidade, retratibilidade e expansão da madeira, são de fundamental importância para sua correta utilização (REZENDE *et al.*, 1995).

No município de Cruzeiro do Sul, Acre, a madeira de cedro (*C. odorata*) é muito utilizada pelo setor moveleiro local, principalmente pelo fácil manuseio e pela estabilidade dimensional.

Portanto, o objetivo desse trabalho foi determinar propriedades físicas de densidade básica e retratibilidades da madeira da *Cedrela odorata* L. (cedro), no município de Cruzeiro do Sul-AC.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Área de estudo: As amostras foram obtidas no Pólo Moveleiro do município de Cruzeiro do Sul-Ac (Figura 01), situado no oeste do estado do Acre.



Fig. 1: Mapa de Localização. (Fonte: elaborado pelo autor, 2013).

Amostragem: Para a coleta das amostras seguiu-se a norma NBR 7190 (1997) para investigação de lotes de madeira serrada, considerados homogêneos. Foram obtidas 12 amostras, nas dimensões nominais 2cm x 3 cm x 5cm, provenientes de diferentes movelarias.

Determinação da densidade básica e retratibilidades: A densidade básica e retratibilidades foram determinadas de acordo com a Norma NBR 7190 (1997). O fator de anisotropia foi calculado a partir da equação (1).

$$FA = T/R \quad (1)$$

Onde:

FA= Fator de Anisotropia

T= Retratabilidade Tangencial

R= Retratabilidade Radial

Os corpos de prova foram saturados em água para obtenção do volume verde e de suas dimensões, nas três seções da madeira. Posteriormente, estas mesmas amostras foram colocadas em estufa, para secagem artificial a $103 \pm 2^\circ\text{C}$. Durante o processo de secagem as amostras foram pesadas até atingir peso constante. Após a secagem foram determinadas a massa seca e o volume das amostras, em balança analítica com precisão de 0,001g, e com uso de paquímetro, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica (DB) encontrada para a madeira de *C. odorata* foi de $0,46\text{g/cm}^3$. De acordo com Marques *et al.*, (1997) a densidade da madeira é classificada como: leve ($\text{DB} \leq 0,50\text{g/cm}^3$); média ($0,50\text{g/cm}^3 < \text{DB} \leq 0,72\text{g/cm}^3$); e pesadas ($\text{DB} > 0,72\text{g/cm}^3$). Dessa forma, a *C. odorata* L. foi classificada como leve.

As médias da densidade básica, retratabilidades e fator de anisotropia da madeira de *C. odorata* são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Densidade Básica, Retratabilidades e Fator de Anisotropia da madeira de *C. odorata*.

Valor	DB (g/cm^3)	RT (%)	RR (%)	RV (%)	FA
Médio	0,46	9,91	8,72	17,68	1,6

DB= Densidade Básica; RT= Retratabilidade Tangencial; RR= Retratabilidade Radial; RV= Retratabilidade Volumétrica; FA= Fator de anisotropia.

A retratabilidade volumétrica de *C. odorata*, foi classificada como alta (17,68%), de acordo com Melo *et al.* (1990), enquanto que o Fator de Anisotropia foi de 1,6, classificada como excelente, segundo Durlo e Marchiori (1992). No presente estudo a madeira de *C. odorata* apresenta excelente estabilidade dimensional.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As propriedades físicas de densidade básica e retratabilidades da madeira de *Cedrela odorata* L. encontradas neste estudo, a classificam como madeira excelente para a fabricação de móveis,

por apresentar madeira leve ($0,46\text{g/cm}^3$) e com baixa susceptibilidade ao fendilhamento e empenamento, comprovando sua excelente aplicação na indústria moveleira.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7190: Ações nas estruturas, propriedades da madeira e dimensionamento nos diferentes limites de utilização. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

DIAS, F.M.; LAHR, F.A.R. Estimativa de propriedades de resistência e rigidez da madeira através da densidade aparente. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 102-113, jun. 2004

DURLO, M.A.; MARCHIORI, J.N.C. **Tecnologia da Madeira: retratabilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, (Série Técnica 10). 33p. 1992.

LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J.C. **Essências Madeireiras da Amazônia**. Volume I. INPA/CNPq. Manaus-AM. 245p. 1979.

MARQUES, M. H. B.; MELO, J. E. de; MARTINS, V. A. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Brasília: IBAMA, 1997. 141 p.

PENNINGTON, R. T.; STYLES, B. T.; TAYLER, D. A. H. Meliaceae: **Flora Neotropica Monograph**, New York, v.28, p.472, 1981.

PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**. New York. Mc.Graw-hill. Company, 705p. 1980.

REZENDE, M.A.; SAGLIETTI, J.R.C.; GUERRINI, I.A. Estudo das interrelações entre massa específica, retratabilidade e umidade da madeira do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* aos 8 anos de idade. **IPEF** n.48/49, p.133-141, jan./dez.1995.

SILVA, J.C.; OLIVEIRA, J.T.S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. **R. Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.233-239, 2003.

BIOPROSPECÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA POR FT-NIR DE CINCO ESPÉCIES DE MADEIRA DA FAMÍLIA LAURACEAE DO OESTE DA AMAZÔNIA

Claudia Eugenio da Silva, Niro Higuchi, Claudete Catanhede do Nascimento, Flávia Machado Durgante, Marta Martins Brasil.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.

(Eugenio.claudia@gmail.com)

1. INTRODUÇÃO

A família Lauraceae é representada em todas as florestas do país por um grande número de espécies arbóreas, cuja madeira é utilizada para diversos fins (Mainieri, 1980). As espécies são de grande importância econômica na fabricação de móveis, peças torneadas, rodapés entre outros. Pesquisas com tecnologia da madeira, nos últimos anos vêm procurando esclarecer lacunas em função do setor madeireiro, principalmente para inclusão de novas espécies no segmento da indústria da madeira, dada as exigências para exploração pelos órgãos competentes. A densidade básica é uma das propriedades da madeira mais usada como indicador de qualidade por estar correlacionada com as propriedades mecânicas. A pesquisa em questão visou testar o FT-NIR mínimos quadrados parciais (PLS), calibrado com amostras de madeiras da Amazônia Central (Nascimento et. al., 2012 - impress) para previsão das propriedades físicas, com amostras do Alto Rio Solimões no Oeste da Amazônia.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de madeiras utilizadas nesta pesquisa são provenientes de árvores caídas naturalmente coletadas durante o inventário florestal pelo Laboratório de Manejo Florestal e Gestão do INPA.

A coleta foi realizada nos Municípios de Benjamin Constant, Atalaia do Norte e Reserva Extrativista Rio Jutai, no Alto Solimões do Estado do Amazonas.

De cada árvore caída naturalmente, foram retirados discos para identificação anatômica e determinação da densidade básica da madeira do alburno e do cerne realizado em laboratório e posteriormente lido no FT-NIR, tanto o cerne quanto o alburno. As espécies de *Mezilaurus Itauba* (Meisn.) Taub. ex Mez (Itaúba), *Nectandra amazonum* Nees (Louro-do-igapó), *Ocotea aciphylla* (Nees e Mart.) Mez. (Louro-

canfora), *Ocotea canaliculata* Mez. (Louro-branco) e, *Sextonia rubra* (Mez.) van der Werff. (Louro-vermelho). A densidade básica foi determinada pelo método de imersão (deslocamento de líquido) em amostras de 2x2x3(cm) e calculada pela relação do peso seco por volume verde (g/cm^3) (fórmula 1). Para determinação do volume verde as amostras foram saturadas em água e seca em estufa a temperatura de $\pm 103^\circ\text{C}$ para obtenção do peso seco.

$$Db = \frac{Ps}{Vv}$$

Posteriormente, nas mesmas amostras foram obtidos dois espectros na face transversal, tangencial e radial considerando madeira do alburno e do cerne, utilizando FT-NIR Antaris Modelo II, em 8 cm^{-1} e 16 scan na madeira e numa resolução $4000\text{-}10000\text{ cm}^{-1}$ números de onda, sem a pré aplicação dos tratamentos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Cinco espécies foram identificadas e utilizadas nesta pesquisa, como pode ser detectado nos valores obtidos na densidade, tanto para cerne quanto para o alburno.

A figura 1 representa a densidade básica das cinco espécies pesquisadas, onde as diferenças entre alburno e cerne variam de 2,7 a 3,6% com exceção da *Sextonia rubra* com uma diferença de 17%.

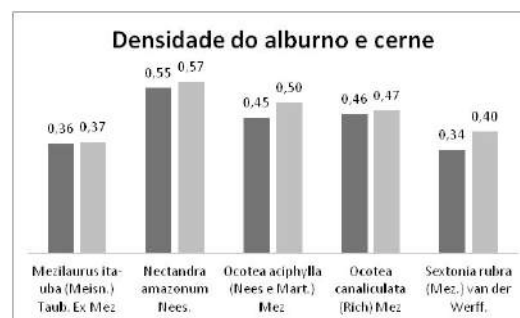


Fig. 1: Densidade do alburno e cerne

Os estudos sobre propriedades físicas das madeiras na região da Amazônica ainda são escassos, por tanto, é de fundamental interesse na investigação deste potencial, que pode reduzir o alto custo e o desperdício da madeira. Estudo realizado por (Silva et. al., 2012) com madeiras de três espécies da família Moraceae na região amazônica utilizando alburno e cerne identificou valores da densidade básica muito próximos entre cerne e alburno.

A tecnologia de infravermelho próximo FT-NIR é de extrema importância no setor de tecnologia da madeira, trata-se de um método eficaz e rápido e não destrutivo.

Em relação à prospecção da densidade básica pelo método mencionado anteriormente apresentou de forma satisfatória, com a correlação de 0.98, embora haja necessidade de aumentar o banco de dados dada a diversidade e características das espécies de madeira da floresta Amazônica. Estudo com densidade da madeira por Hoffmeyer & Pedersen (1995), analisou com infravermelho a espécie *Picea abies*, na calibração do NIR para teor de umidade (MC <30%), densidade, resistência à compressão e à degradação química revelou que a técnica NIR é um método não destrutivo excelente ($r^2 \geq 0,9$; no teste independente). Mesmo a degradação biológica, foi determinada com uma precisão ($r^2 = 0,75$; no conjunto de teste independente).

CONCLUSÕES

As previsões da densidade das cinco espécies no FT-NIR corroborou com os dados para determinação no método de deslocamento de líquido, a correlação foi de 0.98. O FT-NIR calibrado com amostras de madeira da Amazônia Central foi capaz de determinar com eficiência a densidade da madeira do alburno e cerne coletado no Alto Rio Solimões, Oeste da Amazônia, sendo um método eficaz no processo de determinação da densidade da madeira. A perspectiva será o fechamento de várias lacunas de conhecimento sobre a densidade da madeira da região, agregar valores e um banco de dados no FT NIR sobre as espécies da região amazônica.

BIBLIOGRAFIA

HOFFMEYER P; PEDERSEN J.G. Evaluation of density and strength of Norway spruce by near infrared reflectance spectroscopy. *Holz als Roh-und Werkstoff* 1995;53:165-170.

<http://dx.doi.org/10.1007/BF02716418>

MAINIERI, C. CHIMELO, J.P. Fichas das características das madeiras brasileiras. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Madeiras. (publicação IPT; n.1791).

MITCHELL, H.L. Development of an adequate concept of wood quality for the guidance of geneticists and forest managers. In: *Proceeding of the World Forestry Congress v. III*, p.1341-1348. Washington, 1960.

NASCIMENTO, C. C; DURGANTE, F.M.; PAULA, E.V.C.M. Estimativa da densidade básica de espécies de madeira da Amazônia por espectrometria. 2013 (Prelo).

SILVA, C.E.; HIGUCHI, N; NASCIMENTO, C.C.; DURGANTE, F.M.; BRASIL, M.M. Use of Near Infrared Spectroscopy (FT-NIR) to predict wood density of three *Brosimum* species (Moraceae) of Alto Rio Solimões. *IAWA* 2012. Recife/PE – Brasil.

AGRADECIMENTO

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, principalmente aos Laboratórios: LEAM, Anatomia da Madeira, Manejo Florestal. Ao CNPq, INCT órgãos de financiadores do Projeto. Aos técnicos: Jair Ferreira Batista e Roberto Daniel de Araújo e Laboratório de Manejo Florestal e Gestão do INPA.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DE RESÍDUOS AGROFLORESTAIS

Isabel Cristina Nogueira Alves de MELO¹, Claudinéia Olímpia de ASSIS¹, Paulo Fernando TRUGILHO¹, Carlos Alberto SILVA², Miguel Angel Sanchez Monedero³

¹Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciências Florestais, ²Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciência do Solo, ³Pesquisador do CEBAS/CSIC, Murcia, Espanha
isabel.alves@posgrad.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

Dados do Balanço Energético Nacional de 2013, referente a 2012, relatam que 42,4% da oferta interna de energia do Brasil foi obtida de fontes renováveis, dos quais 15,4% correspondiam à energia proveniente da biomassa da cana e 9,1% da lenha e do carvão vegetal (Empresa de Pesquisa Energética, 2012). Mesmo apresentando uma pequena redução em relação ao ano anterior, quando a oferta a partir de fontes renováveis foi de 44,0%, a participação de renováveis na Matriz Energética Brasileira manteve-se entre as mais elevadas do mundo.

Devido à crescente preocupação mundial de aumentar o uso de energia de fontes renováveis, os resíduos das mais variadas origens despontam-se como interessantes alternativas energéticas (PROTÁSIO et al., 2011a).

O Brasil produz grandes quantidades de resíduos oriundos da biomassa vegetal, atingindo valores em torno de 250 milhões de toneladas anuais (QUIRINO et al., 2004). Granada et al. (2002) afirmam que 20% a 30% de toda a matéria-prima utilizada nas indústrias de primeira e segunda transformação da madeira são convertidos em resíduos, tornando-se necessário o desenvolvimento de estudos que visam ao aproveitamento dessa biomassa residual.

Vale et al. (2007) ressaltam que levando-se em conta a grande extensão do território nacional e a aptidão brasileira para a silvicultura, aliada à possibilidade de utilização de resíduos florestais e agrícolas, o Brasil tem as condições ideais para um crescimento estratégico do uso da biomassa como substituta do petróleo.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de três resíduos agroflorestais para produção de carvão vegetal, utilizando-se a caracterização elementar e a carbonização dos materiais.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados três tipos de resíduos da biomassa, serragem da madeira de *Eucalyptus*, casca de *Pinus* e bagaço de cana de açúcar. Para a análise química elementar, as amostras compostas foram moídas e peneiradas, sendo utilizada a fração que passou pela peneira de 200 mesh e ficou retida na peneira de 270 mesh. A quantificação dos teores de carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e enxofres em relação à massa seca dos resíduos lignocelulósicos foi realizada em um analisador universal da marca Elementar, conforme Protásio et al. (2011b).

As carbonizações foram realizadas em forno elétrico laboratorial do tipo Mufla, a uma taxa de aquecimento constante de 1,56°C por minuto, temperatura inicial de 100°C e temperatura final de 450°C, permanecendo por um período de 30 minutos na temperatura final. Antes das carbonizações as amostras foram previamente secas em estufa a 103 ± 2°C. Após cada carbonização, foram determinados os rendimentos gravimétricos em carvão vegetal, líquido pirolenhoso e, por diferença, o rendimento em gases não-condensáveis.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 encontram-se os valores médios dos componentes elementares (N, C, H, S e O). Os valores encontrados estão coerentes com aqueles relatados por Protásio et al. (2011b) estudando diferentes biomassas vegetais.

Observa-se que não houve grandes variações na composição elementar dos diferentes resíduos, sendo que a serragem do eucalipto apresentou maiores teores de carbono e menores teores de oxigênio em relação aos outros materiais. Para a produção de bioenergia é desejável que a madeira apresente altos teores de carbono e hidrogênio, pois estes componentes contribuem para um aumento do poder calorífico, o contrário pode ser observado para

os teores de oxigênio, uma vez que altos teores deste elemento decrescem o poder calorífico do material. Quanto aos teores de nitrogênio e enxofre, os três materiais apresentaram baixas concentrações destes componentes, o que é desejável, pois elevados teores de ambos resultam em poluição ambiental além de não apresentarem correlação positiva com o poder calorífico (Huang et al., 2009).

Tabela 1: Composição elementar dos resíduos avaliados.

Material	N (%)	C (%)	H (%)	S (%)	O (%)
SE	1,39	46,29	5,64	0,05	46,64
BCA	1,82	42,15	5,80	0,03	50,20
CP	1,58	43,53	4,63	0,02	50,24

SE: Serragem de madeira de *Eucalyptus* sp.; BCA: Bagaço de cana de açúcar; CP: Casca de *Pinus*. N, C, H, S e O: Teores dos elementos nitrogênio, carbono, hidrogênio, enxofre e oxigênio.

A Figura 1 ilustra os rendimentos gravimétricos da carbonização dos resíduos avaliados. Observa-se que a casca de *Pinus* obteve o maior rendimento gravimétrico em carvão vegetal e o menor rendimento em líquido pirolenhoso, que corresponde a fração de gases condensáveis produzidos durante a carbonização. O rendimento em carvão vegetal obtido a partir da serragem foi superior aos valores encontrados por Santiago e Andrade (2005) estudando resíduos do processamento mecânico da madeira de eucalipto. O bagaço de cana obteve o menor rendimento carvão vegetal.

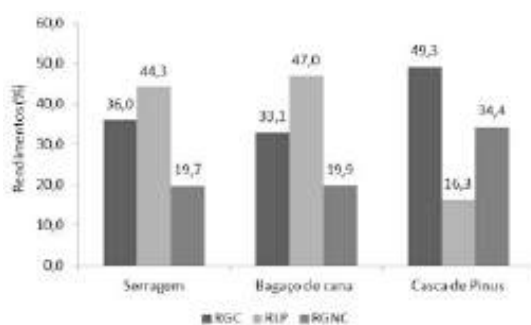


Figura 1- Rendimentos gravimétricos em carvão vegetal (RGC), em líquido pirolenhoso (RLP) e em gases não condensáveis (RGNC).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Baseado na composição elementar, todos os resíduos analisados demonstraram potencial para produção de carvão, pois obtiveram teores satisfatórios de carbono e hidrogênio, além de baixos teores de enxofre e nitrogênio.

A biomassa proveniente da casca de *Pinus* apresentou maior potencialidade de utilização energética para produção de carvão vegetal, uma vez que apresentou os maiores rendimentos gravimétricos.

Recomendam-se mais estudos relacionados à qualidade dos carvões vegetais produzidos, como por exemplo, análises químicas imediatas e análises do poder calorífico.

5. BIBLIOGRAFIA

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balço Energético Nacional 2013** – Ano base 2012: Relatório Síntese. Rio de Janeiro, 2013. 55p. Disponível em:

https://ben.epe.gov.br/downloads/S%C3%ADntese%20do%20Relat%C3%B3rio%20Final_2013_Web.pdf
Acesso em: 15 jul. 2013.

GRANADA, E. et al. Fuel lignocellulosic briquettes, die design and products study. **Renewable Energy**, Oxford, v. 27, n. 4, p. 561–573, 2002.

HUANG, C. et al. Ultimate analysis and heating value prediction of straw by near infrared spectroscopy. **Waste Management**, v. 29, n. 6, p. 1793–1797, 2009.

PROTASIO et al. Compactação de biomassa vegetal visando à produção de biocombustíveis sólidos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 68, p. 273-283, out./dez. 2011a.

PROTÁSIO, T. P. et al. Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.31, p.122-133, 2011b.

QUIRINO, W. F. et al. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**, Viçosa, MG, v. 1, n. 2, p. 173-182, 2004.

SANTIAGO, A. R.; ANDRADE, A. M. Carbonização de resíduos do processamento mecânico da madeira de eucalipto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 15, n. 1, p. 1-7, 2005.

VALE et al. Caracterização energética e rendimento da carbonização de resíduos de grãos de café (*Coffea arabica* L.) e de madeira (*Cedrelinga catenaeformis*), Duke. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 4, p. 416-420, 2007.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a– FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio a realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DA MADEIRA DE CARVALHO (*Quercus* sp.) VISANDO O ARMAZENAMENTO DE BEBIDA DESTILADA

Jonnys Paz Castro, Alessandra de Souza Fonseca, Cassiana Alves Ferreira, Tatiana Paula
Marques de Arruda, Fabio Akira Mori
Universidade Federal de Lavras
jonnys_33@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira do carvalho (*Quercus* sp.) é bastante utilizada para armazenamento de bebida alcoólica. No Brasil utiliza-se principalmente para armazenar bebida destilada como a aguardente de cana-de-açúcar e cachaça.

A madeira dos barris desempenha um papel importante na qualidade final das bebidas que são armazenadas. As características organolépticas da madeira do carvalho são importantes para atribuir qualidade a bebida (MORI et al., 2003).

No entanto, as características anatômicas são importantes, pois, elas estão associadas ao comportamento dessa madeira com o meio.

A permeabilidade é uma propriedade que é influenciada pelo tamanho, abundância e distribuição dos elementos anatômicos e presença ou não de substância obstrutoras, como tilos. Madeiras que apresentam baixa permeabilidade ou impermeáveis são requisitadas para fabricação de barris e tonéis, pois evitam ao máximo a perda do líquido armazenado (MENDES et al., 2001).

A madeira de carvalho apresenta tilos na estrutura de seus vasos condutores, o que faz com que a madeira apresente pouca permeabilidade a líquidos. Outro parâmetro relativo à permeabilidade da madeira é o número de vasos (poros) por mm² observadas no plano transversal da madeira. E madeira de carvalho apresenta pouca quantidade de poros, cerca de 7 poros/mm², então, tende a ter baixa permeabilidade (MORI et al., 2003).

Porém, conhecimentos sobre as dimensões dos elementos anatômicos da madeira do carvalho, ainda são poucos elucidados. Sendo assim o objetivo deste trabalho foi conhecer as dimensões dos elementos anatômicos presentes na madeira de carvalho (*Quercus* sp.) utilizada no armazenamento de bebida destilada.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização desse estudo foi utilizado amostra de madeira de carvalho pertencente à xiloteca da Universidade Federal de Lavras. Esta amostra foi obtida da aduela de barril, cedida por uma empresa produtora de bebida destilada. Foram retiradas três corpos de prova desta amostra.

O estudo microscópico dos vasos e raios foi realizado a partir de lâminas histológicas permanentes, confeccionadas conforme procedimentos descritos por Johansen (1940) e Sass (1951). Lâminas histológicas semipermanentes foram preparadas conforme processo de maceração (FRANKLIN, 1937; DADSWELL, 1972; BERLYN, 1976), para mensuração das dimensões anatômicas diâmetro total, diâmetro do lúmen e comprimento dos elementos anatômicos prosenquimáticos e parenquimáticos. A espessura da parede das fibras foi obtida a partir da eq.(1).

$$EP = \left(\frac{Dt - Dl}{2} \right) \quad (1)$$

Em que,

EP: Espessura da parede (µm);

D_t: Diâmetro total (µm);

D_l: Diâmetro do lúmen (µm).

A descrição da estrutura anatômica microscópica do lenho foi realizada de acordo com a norma IAWA (1989).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores das dimensões anatômicas microscópicas dos elementos prosenquimatosos, fibras, fibrotraqueídes e vasos, bem como parenquimatosos, raios, presentes nas amostras de madeira de carvalho estão resumidos na tabela 1.

Tabela 1. Dimensões dos elementos anatômicos da madeira de *Quercus sp.*

Elementos Anatômicos		Média ± D.P.*	Intervalo Máx. Mín.	
Fibras Libriformes	Comprimento (µm)	1285,43 ± 187,91	1870,67	712,05
	Diâmetro total (µm)	19,08 ± 2,73	28,60	11,63
	Diâmetro lumen (µm)	5,64 ± 1,84	12,99	2,75
	Espessura parede (µm)	6,72 ± 0,89	9,03	3,92
	Fibrotraqueídes	Comprimento (µm)	824,00 ± 117,31	1124,41
Diâmetro total (µm)		23,32 ± 3,69	36,82	14,97
Diâmetro lumen (µm)		15,12 ± 3,69	25,02	5,37
Espessura parede (µm)		4,10 ± 0,73	6,58	2,67
Vasos		Comprimento (µm)	1,23 ± 0,18	1,58
Raios ¹	Altura (µm)	200,64 ± 65,28	374,42	106,99
	Altura (n ^o células)	11,01 ± 3,75	22,00	4,00
	Frequência ²	8,06 ± 2,30	13,00	4,00

*Desvio padrão; ¹Raios unisseriados; ² Frequencia de raios unisseriados e multisseriados por mm²

A madeira de carvalho apresentou fibras libriformes com valores de comprimento e espessura da parede maiores que dos fibrotraqueídes. Vasos com pequenos comprimentos. Não foi detectado presença de tilos. A espécie apresentou porosidade em anel. Segundo as normas IAWA (19889), não se mede n^o/mm² dos vasos de espécies com porosidade em anel. Raios homogêneos, presentes de forma unisseriada e multisseriada. As alturas dos raios multisseriados não foram medidas, pois ultrapassaram os cortes. Em trabalho realizado por Barros (2010), as espécies de carvalho *Quercus rubra* L. e *Quercus sessiliflora* Salisb apresentaram diferenças anatômicas macroscópicas e microscópicas que permitem diferenciar as madeiras, contudo o autor não mensurou as dimensões das fibras.

A forma de barril ou tonel exige da madeira uma resistência à deformação, essa propriedade depende da densidade. A densidade está relacionada com dimensões dos elementos anatômicos, principalmente a

espessura da parede. As características anatômicas influenciam diretamente nas propriedades mecânicas e físicas da madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As dimensões de elementos prosenquimatoso e parenquimatosos da madeira de carvalho foram mensuradas. O conhecimento da anatomia de madeira de carvalho de diferentes espécies pode auxiliar no entendimento das características intrínsecas a cada uma, diferenciando-as e permitindo compará-las com espécies nativas que apresentem potencialidade para as mesmas finalidades.

5. BIBLIOGRAFIA

- BARROS, G.W.M. Anatomia comparativa da madeira de duas espécies de carvalho (*Quercus rubra* L. e *Quercus sessiliflora* Salisb.). 2010. 28 p. Monografia (Curso de Engenharia Florestal) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2010.
- BERLYN, G.P. 1976. **Botanical microtechnique and cytochemistry**. The Iowa University. Iowa. 454pp.
- DADSWELL, H. E. **The anatomy of eucalipto woods**. Melbourne: CSIRO: Forest Products Laboratory, Division of Applied Chemistry Technological, 1972.
- FRANKLIN, G.L. 1937. Permanent maceration of macerated wood fibers. **Tropical Woods**, 9:21-22.
- IAWA Committee. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **IAWA Bulletin**, 10(3):219-332.
- JOHANSEN, D. 1940. **Plant microtechnique**. MacGraw-Hill Book, New York, 450pp.
- MENDES, L. M. et al. Influência da qualidade da madeira no envelhecimento de aguardentes. In: CARDOSO, M. G. **Produção artesanal de aguardente**. Lavras: UFLA, 2001. p. 191- 227.
- MORI, F. A. et al. Utilização de eucaliptos e de madeiras nativas no armazenamento da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, set./dez. 2003.
- SASS, J.E. 1951. **Botanical microtechnique**. 2ed. State College Press. Iowa. 350pp.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pela bolsa de estudo concedida. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO PRESERVATIVO DO TRATAMENTO TÉRMICO NA BIODETERIORAÇÃO DA MADEIRA

Juliana Grilo Teixeira João Vicente de Figueiredo Latorraca & Juarez Benigno Paes

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

e-mail: julianagteixeira@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A termorretificação é um processo em que o calor é aplicado à madeira em temperaturas inferiores às que provocam o início da degradação de seus componentes químicos fundamentais, sobretudo as hemiceluloses que são, dentre eles, os mais sensíveis à ação do calor (BRITO, 2006). Conforme Guedira (1998) e Vovelle e Mellottee (1982), citados nesse mesmo trabalho, tais temperaturas estariam entre 100 e 250 °C.

Diferentes técnicas têm sido estudadas ou usadas com vistas à modificação de algumas propriedades da madeira, sendo o tratamento térmico conhecido como um dos mais antigos, fácil e barato, oferecendo melhorias no que se refere à capacidade de repelência à água, estabilidade dimensional e resistência biológica da madeira (MOHEBBY e SANAEI, 2005).

Para aumentar a durabilidade biológica da madeira, normalmente são impregnados produtos tóxicos em seu interior. Apesar da baixa emissão de ingredientes ativos ocorrida durante a fixação de produtos preservativos na madeira, normalmente, esta técnica é vista de forma pouco amigável. Então, o aumento da durabilidade da madeira conferida por sua modificação térmica é mais aceitável (HOMAN et al., 2000).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste trabalho foram confeccionados corpos de prova nas dimensões de 2x2x2 cm com madeira da espécie *Pinus Caribaea* Morelet. Para cada tratamento foram utilizadas 2 repetições, por árvore (3 árvores), para cada fungo (3 fungos). Amostras de madeira que não foram tratadas termicamente foram mantidas para que fosse possível estabelecer um padrão de comparação. O tratamento térmico da madeira foi realizado, a partir da utilização de uma câmara térmica

(mufla) equipada com um sistema de controle de temperatura e tempo. Para tanto, foram utilizadas as temperaturas de 150 e 170°C por um período de 2 e 3 horas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento térmico aplicado se mostrou eficiente, uma vez que, para todos os fungos estudados, ocasionou uma redução significativa da perda de massa da madeira quando esta é comparada a madeira não tratada. Pôde-se observar que para todos os fungos avaliados, a temperatura de 170 °C associada à um tempo de tratamento de 3h resultou nas menores médias de perda de massa.

O resultado encontrado é coerente com a afirmação de que o tratamento térmico tem como um dos objetivos aumentar a resistência biológica da madeira à ação de organismos xilófagos (HOMAN et al., 2000; MILITZ e TJEERDSMA, 2001;), assim como de que quanto maior o tempo de exposição e a temperatura do tratamento, melhor será a resistência do produto final ao fungo deteriorador (MOMOHARA et al., 2003; WEILAND e GUYONNET, 2003).

Para os fungos de podridão parda, a redução de perda de massa foi de até 21,59% para o fungo *Postia placenta* e 39,12% para o fungo *Neolentinus lepideus*, ou seja, o efeito do tratamento térmico foi diferenciado. Contudo, essa diferença não foi suficiente para que a madeira de pinus, após o tratamento, se tornasse altamente resistente ao apodrecimento, o que a tornaria indicada para uso em ambientes externos.

Para o fungo de podridão branca (*Trametes versicolor*), a redução da perda de massa foi de 47,32%. Essa redução percentual, entretanto, não alterou a classe de resistência da madeira ao ataque deste fungo, uma vez que, o resultado encontrado para a madeira não tratada



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



termicamente, já a classificava como altamente resistente. Tal resultado pode ser explicado pelo fato de que fungos de podridão branca se desenvolvem melhor em folhosas (MARTÍNEZ et al., 2005).

Para Silva et al. (2008), a melhor durabilidade contra o ataque de fungos, observado na madeira tratada termicamente explica-se por quatro razões, sendo elas: a geração de novos extrativos durante o tratamento térmico, que podem atuar como fungicida; a modificação química dos polissacarídeos e lignina da madeira levando a perda da capacidade das enzimas digestivas dos fungos em reconhecer o seu substrato; a ocorrência de significativa degradação das hemiceluloses que constituem uma das principais fontes de nutrientes para os fungos e um aumento na característica hidrofóbica da madeira, que reduz a absorção de água e estabelece uma condição que não favorece o desenvolvimento dos fungos.

4. CONCLUSÕES

- O tratamento térmico melhorou a resistência biológica da madeira, quando exposta ao ataque de fungos de podridão parda;
- A elevação da temperatura no tratamento térmico causou redução na perda de massa da madeira de *Pinus caribaea*, quando submetida ao ataque de fungos de podridão parda (*Postia placenta* e *Neolentinus lepideus*) e branca (*Trametes versicolor*);
- O aumento do tempo do tratamento térmico não contribuiu significativamente para a melhoria da resistência ao apodrecimento causado por fungos de podridão parda e branca.

5. BIBLIOGRAFIA

BRITO, J.O.; GARCIA, J.N.; BORTOLETTO JR, G. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* submetida a diferentes temperaturas de termorretificação. *Revista Cerne*, v.12, n.2, p.182-188, 2006.

GUEDIRA, F. Pyrolise lente de la biomasse: comportement compare des tourteux d olives, de la bagasse de canne a sucre et la sciure de bois (Pin maritime). 1988. 122 f. Thèse (Docteur) - Université Mohamed, Maroc.

HOMAN, W. et al. Structural and other properties of modified wood. In: *WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING*, 5., 2000, Switzerland. Anais eletrônicos... Switzerland: CIB-W18 Meeting 33, 2000.

MARTÍNEZ, Á. T. Biodegradation of lignocellulosics: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. *International Microbiology*, v. 8, p. 195 – 204, 2005.

MILITZ, H.; TJEERDSMA, B. Heat treatment of wood by the plato - process. In: RAPP, A.O. Review on heat treatments of wood. In: *SPECIAL SEMINAR: ENVIRONMENTAL OPTIMISATION OF WOOD PROTECTION*, 2001. p. 27-38.

MOHEBBY, B.; SANAEI, I. Influences of the hydro-thermal treatment on physical properties of beech Wood (*Fagus orientalis*). In: *ANNUAL MEETING BANGALORE*, 36., 2005, India. Anais eletrônicos.

SILVA, M. R. da; MACHADO, G. de, O.; JUNIOR, C. C. Efeito do tratamento térmico nas propriedades mecânicas de *Pinus elliotti*. In: *ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA*, 11., Londrina. Anais... Londrina: UEL -EBRAMEM, 2008.

VOVELLE, C.; MELLOOTTEE, H. Modelisation de la pyrolyse oxydante ou noxydante de bois ou de déchets végétaux à partir de leurs composants. In: PALZ, W.; CHARTIER, P. (Eds.). *Energy from biomass*. 2. ed. London: Applied Sciences, 1982. p. 925-929.

WEILAND, J.; GUYONNET, R. Study of chemical modifications and fungi degradation of thermally modified wood using DRIFT spectroscopy. *Holz Roh werkst*, v. 61, p. 216-220, 2003.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ADEQUAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS PARA DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DE AMOSTRA NA CIÊNCIA DA MADEIRA

Carlos Alberto Oliveira de Matos

UNESP – Universidade Estadual Paulista – Campus de Itapeva

carlos@itapeva.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

“De acordo com a norma” é uma frase que aparece 29, 72 e 66 vezes nos três últimos Encontros Brasileiros em Madeiras e em Estruturas de Madeira (EBRAMEM, 2008, 2010, 2012) em trabalhos comumente e inadequadamente intitulados como trabalhos de caracterização de propriedades da madeira. Características e propriedades são variáveis qualitativas conseqüentes do valor que determinadas variáveis quantitativas assumem.

Uma dúvida freqüente entre os alunos nas aulas da disciplina Estatística Experimental do curso de graduação em Engenharia Industrial Madeireira quando são analisados trabalhos científicos relacionados com a Ciência da Madeira está relacionada com o tamanho da amostra necessária para o teste de uma hipótese.

A NBR 7190:1997 (ABNT, 1997) estabelece no seu anexo B “os métodos de ensaio para determinação de dezesseis propriedades das madeiras para projeto de estruturas, tendo em vista a caracterização completa das madeiras, a caracterização mínima e a caracterização simplificada. Além disso, contém métodos de ensaios para determinação de outras propriedades da madeira que servem exclusivamente como elementos comparativos das resistências entre diferentes espécies.”

Segundo o mesmo anexo o número mínimo de corpos-de-prova que deve atender aos objetivos da caracterização simplificada é seis e esse é o critério utilizado na maior parte dos trabalhos que usam as normas técnicas como procedimento de experimentação.

Os objetivos da normalização são: proporcionar troca de informações adequadas entre clientes e fornecedores; simplificar o relacionamento entre produtor e consumidor; proteger o consumidor em relação à qualidade dos produtos e serviços;

estabelecer requisitos de segurança; eliminar barreiras comerciais e diminuir o custo de produtos e serviços. A sua utilização como procedimento de experimentação necessita ser criteriosa.

O objetivo do presente trabalho é apresentar as limitações do tamanho de amostra baseado no critério que é comumente empregado e “justificado” em função da utilização das normas técnicas.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O R © é uma linguagem de programação e um ambiente de desenvolvimento integrado disponibilizado gratuitamente para computação estatística e elaboração de gráficos. (R Development Core Team, 2012) Neste trabalho foi utilizada a versão 2.15.1. As funções utilizadas pertencem aos pacotes base e stats.

Amostras com tamanho 6 foram simuladas com variáveis pseudo aleatórias usando o método de Monte Carlo. Cada amostra foi gerada 20000 vezes apresentando distribuição normal com média 100. Seis condições diferentes de variabilidade foram simuladas (coeficientes de variação variando entre 5 e 30 %).

O intervalo de confiança foi calculado de acordo com a equação (1) e o nível de significância utilizado foi de 5%. (BUSSAB; MORETTIN, 2003)

$$P\left(\bar{X} - t \frac{s}{\sqrt{n}} < 100 < \bar{X} + t \frac{s}{\sqrt{n}}\right) = 1 - \alpha \quad (1)$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interpretação correta para o intervalo de confiança calculado é a que afirma que 95% dos possíveis ICs obtidos a partir de uma amostra com tamanho igual a 6, conterão de fato a verdadeira média $\mu = 100$. O tamanho dos ICs

foi utilizado como um padrão adequado para as comparações.

Os resultados são resumidos na Figura 1. A Tabela 1 detalha alguns dos aspectos apresentados na Figura 1.

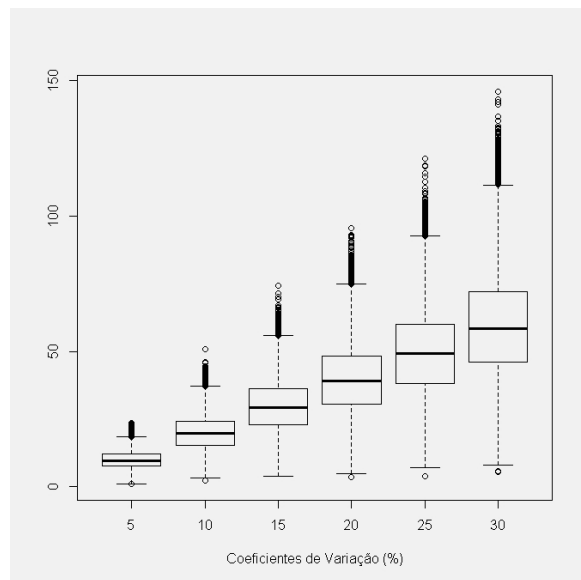


Fig. 1: Distribuição dos dados de tamanho dos intervalos de confiança (Fonte: Matos, 2013).

O tamanho dos intervalos de confiança, como se esperava, aumenta em função da condição de variabilidade simulada. Essa relação funcional é aparentemente linear e mesmo em condições de baixa variabilidade já produz intervalos cujo tamanho dificulta o processo de tomada de decisão com base nas estimativas dos parâmetros calculados.

Tabela 1: Tamanhos dos intervalos de confiança em função dos coeficientes de variação

C.V. (%)	Tamanho dos intervalos de confiança		
	Mínimo	Mediana	Máximo
5	1,0	9,8	23,6
10	2,3	19,6	51,0
15	4,0	29,4	74,1
20	3,5	39,0	95,6
25	4,0	49,1	121,3
30	5,5	58,6	146,0

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Intervalos de confiança baseados na distribuição amostral do estimador pontual possibilitam avaliar a provável magnitude do erro que estamos cometendo. Os resultados apresentados indicam que o tamanho desse erro pode assumir

valores que inviabilizem a aplicação prática das estimativas obtidas em ensaios que empregam, com pouco critério experimental, recomendações da norma.

A próxima etapa desse trabalho prevê a simulação de amostras de tamanho maior com o objetivo de orientar a tomada de decisão dos pesquisadores nos trabalhos de Ciência da Madeira de modo a obter estimativas com um maior potencial de utilização.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190:** Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica.** São Paulo: Saraiva, 2003.

ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 11, 2008, Londrina. **Anais.** Londrina: Ibramem, 2008.

ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 12, 2010, Lavras. **Anais.** Lavras: Ibramem, 2010.

ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 13, 2012, Vitória. **Anais.** Vitória: Ibramem, 2012.

R Development Core Team, R: A Language and Environment for Statistical Computing, Version 2.15.1, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2012.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DENSIDADE DAS FIBRAS DA PALMEIRA AMAZÔNICA JACITARA (*Desmoncus polyacanthos* Mart.)

Alessandra de Souza Fonseca, Jonnys Paz Castro, Caroline Junqueira Sartori, Tatiana Paula Marques de Arruda, Gustavo Henrique Denzin Tonoli
 Universidade Federal de Lavras
 adnax_florestal@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

As fibras do estipe da espécie *Desmoncus polyacanthos* Mart. (Arecaceae), são amplamente utilizadas por comunidades tradicionais na confecção de peças artesanais, utilizadas como utensílios no seu cotidiano rural. O conhecimento das características destas fibras pode ampliar sua forma de utilização bem como agregar valor à matéria-prima e ao produto final. Dentre as características tecnológicas de importância, pode-se citar a densidade.

A determinação da densidade das fibras vegetais auxilia no entendimento e na predição do comportamento físico e mecânico deste material lignocelulósico.

Fahn (1985) afirma que há várias relações entre propriedades e características de materiais lignocelulósicos. A espessura da parede celular, e a maior ou menor quantidade de compostos impregnados nas paredes e contidos nos lumens podem aumentar ou diminuir a densidade, e também conferir maior ou menor susceptibilidade ao ataque de xilófagos. Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi determinar a densidade real das fibras de jacitara para melhor entendimento e caracterização deste material.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os estipes de jacitara foram coletados na Área de Proteção Ambiental da Margem Direita do Rio Negro, município de Novo Airão, Amazonas, Brasil, sob a autorização dos órgãos competentes. Foram retirados três estipes de cinco touceiras. O comprimento aproveitável dos estipes coletados foi obtido entre a região próxima ao solo e abaixo da coroa foliar de cada indivíduo. Frações de 15 cm, correspondentes às regiões da base, meio, topo e nó do estipe de 1 indivíduo (fig. 1), de cada touceira coletada, foi

submergido em água por, aproximadamente, 10 dias visando facilitar a obtenção das amostras.

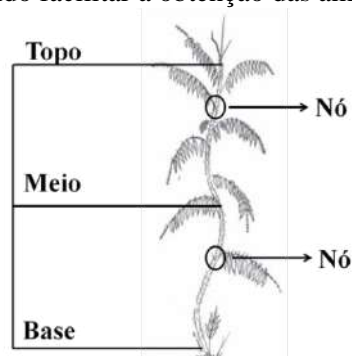


Fig. 1: Amostragem (Fonte: Fonseca et al., 2013).

Após este período, com o intuito de obter a maior proporção de fibras, a epiderme foi retirada das amostras, raspando-se a face externa à região das fibras, evidenciando a coloração enegrecida da fibra. Cortes longitudinais, paralelos ao eixo das fibras, retiraram o parênquima da face interna à região das fibras, obtendo uma faixa estreita de fibras, conforme procedimento adotado pelos artesãos e populações tradicionais de Novo Airão-AM. Para a determinação da densidade real, os feixes de fibras obtidos foram fracionados e secos em estufa convencional à $100\pm 2^{\circ}\text{C}$ por aproximadamente 96 horas. A determinação da densidade real por picnometria foi realizada por adaptação da metodologia descrita por Motta e Agopyan (2007). Utilizou-se multipicnômetro modelo ULTRAPYCNOMETER 1000 e célula do tipo “small” com válvula I fechada e válvula II aberta.

Estatísticas descritivas, média e desvio padrão, da densidade real foram determinadas. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, composto de 8 repetições e 4 tratamentos (base, meio, topo e nó do estipe). A análise estatística foi realizada com o auxílio do software R 2.11.0 (R Development

Core Team, 2008). O teste paramétrico F, da análise de variância, foi utilizado a 5% de significância, e o teste de Tukey, ao nível de 95% de probabilidade, para comparação múltipla das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fibras desta espécie de palmeira apresentaram, em todos os tratamentos testados, valores de densidade real superiores à máxima densidade da substância da parede celular relatada em literatura. A análise estatística encontra-se resumida na tabela 1.

Tabela 1: Estatísticas descritivas e teste de comparação múltipla para a variável densidade real

Tratamento	Média (g.cm ⁻³)	DP
Base	1,54 c	0,025
Meio	1,57 bc	0,026
Topo	1,94 a	0,028
Nó	1,60 b	0,032

DP: desvio padrão, Valores médios seguidos de mesma letra, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância

A determinação dos constituintes químicos menores revelou valores acima de 1,5% para os componentes minerais nas fibras do estipe de jacitara (FONSECA et al., 2013). De acordo com Panshin e De Zeeuw (1964) e Bowyer, Shmulsky e Haygreen (2003) os constituintes menores são depositados dentro da parede celular, durante o processo de formação da parede secundária e sua presença pode exercer grande efeito sobre propriedades físicas como a densidade e a dureza. Levando-se em consideração tais fatos, é provável que a densidade real das fibras de jacitara seja diretamente influenciada pela presença dos componentes minerais.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As fibras de jacitara apresentaram valores de densidade real superiores à máxima densidade da parede celular vegetal relatada em literatura em todos os tratamentos avaliados. É necessário investigar quais são as causas desse fenômeno.

5. BIBLIOGRAFIA

BOWYER, J.L.; SHMULSKY, R.; HAYGREEN, J.G. **Forest Products and Wood**

Science: an introduction. Iowa State University Press, 4 ed., 554p, 2003.

FAHN, A. **Anatomia vegetal**, 3 ed. Tradução de Javier Fernadéz Casas, Fernando García Arenal, Joaquin Fernández Pérez, Madrid: Pirâmide, 1985, 599p.

FONSECA, A.S.; MORI, F.A.; TONOLI, G.H.D.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; FERRARI, D.L.; MIRANDA, I.P.A. Properties of an Amazonian vegetable fiber as a potential reinforcing material, **Industrial Crops and Products**, v. 47, p. 43–50, 2013.

MOTTA, L. A. C.; AGOPYAN, V. **Caracterização de fibras curtas empregadas na Construção Civil**, Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo: EPUSP, 2007, 23p.

PANSHIN, A. J.; De ZEEUW, C. **Textbook of wood technology**, 2 ed, New York: MacGraw-Hill, 1964, 722p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM, **R: A language and environment for statistical computing**, Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2008. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>, Acesso em: 2 jan. 2012.

AGRADECIMENTOS

Ao governo do estado do Amazonas, Departamento de Ciência e Tecnologia e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM, pela concessão de bolsa de estudos. Ao Laboratório de Construções e Ambiente da Universidade de São Paulo, campus Pirassununga, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior - CAPES, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e à Rede Brasileira de Pesquisa em Compósitos e Nanocompósitos lignocelulósicos – RELIGAR.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E MECÂNICA DA MADEIRA DE *Piptadenia gonoacantha* (MART. F. MACBR.).

Mirian Nunes Botelho, Alexandre Miguel do Nascimento, Leila Vanderlei Moura Salustiano da Silva.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 leilasalustiano@ufrj.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos países do mundo com maior diversidade florestal. O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas das madeiras é fundamental para definir adequadamente suas aplicações a que serão destinadas e, assim, dimensionar, com segurança, as partes componentes de uma estrutura.

A necessidade de buscar alternativas de madeiras de qualidade, com crescimento rápido, de alto valor agregado e que sejam coerentes com a demanda de mercado, são fatores que motivam maior interesse em realizar estudos e pesquisas sobre espécies florestais nativas que possam ser produzidas em escala comercial.

A espécie *Piptadenia gonoacantha* (Mart. J.F. Macbr.) por ter rápido crescimento, possuir múltiplos usos, mas sem destaque no mercado, é uma madeira que pode ser promissora como matéria-prima para a indústria da construção civil e moveleira.

O presente trabalho teve como objetivo determinar as propriedades físicas e mecânicas da madeira de *P. gonoacantha* e avaliar a sua viabilidade na utilização como produto para construção civil e indústria moveleira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira utilizada no estudo foi obtida de uma floresta nativa no município de Paracambi, no Rio de Janeiro. O material, de idade desconhecida, apresentou um DAP (diâmetro a altura do peito) de 28 cm e altura de 15 metros. Como boa parte do fuste apresentava tortuosidade, o aproveitamento da tora ficou reduzido aos primeiros 2,30 metros.

A tora foi desdobrada em pranchões e levados para secagem ao ar livre que durou aproximadamente seis meses. Os pranchões foram então colocados para climatizar em ambiente com umidade relativa de 65% e temperatura de 20°C, dos quais foram retiradas amostras para os ensaios físicos e mecânicos.

Para a realização dos testes mecânicos foi utilizada máquina universal de ensaio com capacidade de 30 toneladas-força.

As propriedades físicas e mecânicas determinadas foram à densidade aparente, densidade básica, retração e inchamento longitudinal, radial, tangencial e volumétrica, da condição da madeira saturada para condição anidra, compressão paralela, cisalhamento, dureza Janka e flexão. No caso da flexão e compressão além do limite de resistência foi também determinado o limite de proporcionalidade e o módulo de elasticidade.. Para determinação dessas propriedades se fez uso da NBR 7190, 1997, usando-se 12 corpos de prova.

Os valores de resistência, de rigidez e densidade aparente foram determinados para umidade de equilíbrio de 14% e depois corrigidos para umidade de 12%, segundo NBR 7190.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de densidade básica e densidade aparente, para 14% de umidade foram, respectivamente 0,62 e 0,75 g.cm⁻³.

A densidade aparente média encontrada foi correspondente ao a da literatura (Lorenzi, 2002) com classificação de moderadamente pesada. Quanto à densidade básica média considerada, como madeira de densidade média. De acordo com os critérios de classificação do IBAMA (2011), a densidade básica é considerada baixa, contendo valores abaixo de 0,50 g/cm³; média, com valores entre 0,50 e 0,72 g/cm³ e pesada, com valores acima de 0,72 g/cm³. O segmento madeireiro prefere trabalhar com madeiras de baixa a média densidade, pois esse tipo de matéria-prima apresenta melhor desempenho perante equipamentos e produtos de acabamentos.

Os valores médios das propriedades de retração normal e inchamento da madeira de *P. gonoacantha* estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de retração e inchamento da madeira de *P. gonoacantha*.

Direção	$\epsilon_{r,i}$	$\epsilon_{i,i}$
Longitudinal (i=l)	0,85	0,86
Radial (i=r)	4,14	4,42
Tangencial (i=t)	7,17	7,73
Volumétrica (i=v)	11,77	13,35
Coefficiente de Anisotropia	1,74	1,80

$\epsilon_{r,i}$ é percentual de retração e $\epsilon_{i,i}$ é o percentual de inchamento.

Segundo Caixeta et al (2003), os valores de retratibilidade, nas direções axial ou longitudinal, são muito pequenos e dificilmente ultrapassam 1% para as madeiras. Para Hellmeister (1983), as diferenças elevadas entre retração tangencial e radial podem inviabilizar o emprego de espécies de madeiras na construção civil. Neste estudo, não houve muita diferença, pois na direção tangencial geralmente ocorre contração duas vezes mais que na direção radial. Em relação ao coeficiente de anisotropia Melo et al. (2008) citam uma classificação de Nock et al., em que valores dessa relação (T/R), entre 1,5 e 2,0 a estabilidade é considerada moderada. Na tabela 2 encontram-se os resultados das propriedades mecânicas analisadas.

Tabela 3: Valores médios e desvio padrão em kgf.cm^{-2} , das propriedades mecânicas da madeira de *P. gonoacantha*.

Propriedades	Média*	Desvio
Compressão	f_c	565
	Lp	378
	E	239.248
Flexão	f_{lm}	975
	Lp	635
	E	134.160
Cisalhamento	f_v	176
	Radial	776
Dureza**	Tangencial	722
	Axial	875

*corrigidos para umidade de 12%, Onde: f_c é a resistência da madeira na compressão paralela; f_{lm} é a resistência à tração na flexão. E é o modulo de elasticidade; Lp é o limite de proporcionalidade. ** é direção da resistência

Segundo IBAMA 2011, a espécie estudada apresentou resistência paralela às fibras de 700 kgf.cm^{-2} , resistência na flexão de $1.183 \text{ kgf.cm}^{-2}$. Apesar dos resultados dispares para resistência é classificada como madeira de resistência alta

na compressão e média na flexão. Quanto aos modulo de elasticidade os valores encontrados são a semelhança da literatura e é classificada como madeira de alta rigidez. Quanto a resistência ao cisalhamento classifica a espécie como madeira de resistência alta (IBAMA, 2011). A dureza na direção radial e na tangencial da madeira foi considerada de dureza média; enquanto na direção longitudinal, de dureza alta.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A madeira por apresentar coeficiente de anisotropia normal, pode ser utilizada na produção de móveis que permitam pequenos empenamentos.

Pode também ser utilizada como material para construção civil, por possuir boa resistência e rigidez. Para produção de pisos não é indicada, pois para isso seria necessário apresentar dureza de alta a muito alta.

5. BIBLIOGRAFIA

HELLMEISTER, J. C. **Sobre a determinação das características físicas da madeira**. São Carlos, 1982.119p.Tese (Doutorado). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. Disponível portal eletrônico:

<<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/caracteristicas.php?ID=194&caracteristica=138> e <<http://www.ibama.gov.br/lpf/madeira/pesquisa.php?idioma=portugues>> Acesso em 20 de novembro de 2011.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras - Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Instituto Plantarum, 2002. v.1, 124; 201 e 306p.

MELO, R.R.; STANGERLIN, D.S.; SANTINI, E.J. HASELEIN, C.R.; DOMINGUES, J.M.X.; SANTOS, P.S.B.; SILVA, S.H.F.; GATTO, D.A. Avaliação das propriedades físicas da madeira de quatro espécies do gênero *Eucalyptus*. In: **Congresso florestal do Rio Grande do Sul**, 10., Nova Prata, 2008. Anais... Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata, 2008, 8p.

NOCK, P.H.; RICHTER, H.G.; BURGER, L.M. **Tecnologia da madeira**. Curitiba: UFPR, 1975. 216p.

AVALIAÇÃO DOS ÍNDICES DE ACIDENTES COM AMPUTAÇÕES EM INDÚSTRIAS DE PROCESSAMENTO DA MADEIRA NA REGIÃO DE LINHARES, ES

Rômulo Maziero¹, Clovis Eduardo Nunes Hegedus¹, Vinicius Peixoto Tinti¹, Lélío Caiado Abreu França¹

¹Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo (DCFM/UFES)

maziero.ufes@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Espírito Santo apresenta uma ampla base florestal em florestas plantadas. O governo do Espírito Santo vem atuando no sentido de aumentar a competitividade de tais indústrias, podendo citar como exemplo o Contrato de Competitividade do Setor das Indústrias de Móveis Seriadados (GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2008). Tais ações levaram a uma intensificação de atividades ligadas ao processamento da madeira no Estado, aumentando assim o número de pessoas envolvidas na mesma.

Sabe-se que as principais responsáveis por acidentes, com lesões permanentes com perdas de dedos e mãos, são duas das mais comuns máquinas utilizadas no processo de desdobro e processamento da madeira, a serra circular e a serra destopadeira. Estudo feito entre 1998 e 2001 pela Secretaria da Saúde do Estado do Paraná mostra que a indústria da madeira é a que alcançou o maior número de acidentes com amputações no período, destacando-se a serra circular, responsável por 15% de todas as amputações registradas (ARAÚJO; SALGADO, 2002).

A pesquisa consistiu em um levantamento das empresas transformadoras da madeira na região e em seguida a quantificação dos acidentes, suas consequências e impactos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O estudo foi explorado em uma análise inicial da população de empresas de processamento da madeira, como também levantamento dos índices de acidentes com amputações em indústrias de processamento da madeira na região de Linhares, ES.

Inicialmente procurou-se identificar dados primários sobre acidentes levantados por diversos órgãos públicos, como Prefeituras, Estado, Associações e Sindicatos. Notou-se a

completa ausência de tais estudos, impossibilitando o levantamento de tais dados em órgãos oficiais, assim o trabalho passou a uma segunda etapa, que foi dividida em duas fases distintas: elaboração de um questionário e sua respectiva validação, seguida de seleção de empresas para um aprofundamento no estudo do problema.

Em seguida foram aplicados os questionários a 43 colaboradores de maneira individualizada, realizado entre setembro de 2012 a maio de 2013. Foram exploradas questões sobre característica da função, vícios, treinamento, equipamentos de proteção individual (EPIs) e segurança das máquinas. Nenhum trabalhador recusou-se a responder o questionário.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram visitadas 11 empresas, sendo nove marcenarias e duas serrarias. O número de funcionários variou de 1 a 13, sendo 94% do sexo masculino e, a idade dos trabalhadores variou de 20 a 61 anos. Entre os entrevistados, 69,3% afirmaram fazer o uso de cigarro e, 16,5% fazem o uso de bebidas alcoólicas, somente após o expediente.

Quando perguntados se teriam sofrido acidentes na marcenaria ou serraria em que trabalham ou trabalharam e, se eram disponibilizados os EPIs, obteve-se os valores de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Acidentes e EPIs:

Nº de acidentes		EPIs (%)
Sim	27	73,8
Não	16	26,2

Em relação à máquina ou ferramenta que o entrevistado considerava mais perigosa, obtiveram-se as respostas conforme Tabela 2.

Tabela 2: Máquinas de maior periculosidade:

Máquina	Grau de risco (%)
Tupia	67,3

Serra circular	28,1
Serra destopadeira	4,6

Como relatado anteriormente, não foram identificados registros pelos órgãos competentes de dados de acidentes no segmento de beneficiamento primário ou secundário da madeira na região, entendeu-se que uma confiável fonte de dados seria os relatos dos trabalhadores.

De acordo com os resultados, a maioria dos trabalhadores mostra que têm limitações técnicas, o que explica, em parte, os acidentes identificados como consequência do despreparo na execução de determinada tarefa de maneira correta. Segundo Murrel (1965), Zóccchio (1971) e Iida (1990), citados por Debiasi (2002), este conhecimento depende principalmente do treinamento recebido pelo trabalhador, bem como a experiência acumulada durante a execução da atividade. Como visto neste trabalho, grande parte dos trabalhadores (68,2%), não receberam treinamento específico, aprendendo a profissão no dia-a-dia do trabalho. O nível de escolaridade também influencia no nível técnico do trabalhador. Segundo Zóccchio (1971), citado por Debiasi (2002), trabalhadores com maior nível de escolaridade apresentam maior facilidade para compreender as medidas de segurança e de se conscientizar da mesma. Como a maioria dos entrevistados apresentaram segundo grau completo (51,7%), a não utilização de EPIs é um risco assumido de maneira consciente pelos trabalhadores.

Segundo o chefe do setor de Medicina e Segurança do Trabalho da Delegacia Regional do Trabalho do Paraná, Sérgio Barros, citado por Carvalho (2008), a informalidade é motivo de preocupação no setor madeireiro, isto é agravado com a falta de treinamento adequado para realização das atividades.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Constatou-se, por meio dos resultados encontrados, que o trabalho na maioria das marcenarias e serrarias do município de Linhares, ES, é realizado sob condições inadequadas oferecendo risco à saúde e a segurança dos trabalhadores.

A falta de treinamento dos trabalhadores e de conscientização dos proprietários a respeito da segurança do indivíduo e do local de trabalho são os primeiros problemas a serem eliminados,

para que se possa aproximar produtividade e bem-estar do trabalhador, e com isso melhorando ambas as partes, empregado e empregador.

As principais conclusões são que os trabalhadores precisam de treinamentos, nas áreas que desempenham, e de segurança no trabalho. Os proprietários precisam se conscientizar sobre os benefícios da segurança do trabalho para seus funcionários. Como perspectiva futura, seria a realização de um estudo comparativo entre Estados vizinhos para quantificação do grau de precariedade deste segmento e, propor meios para redução do mesmo.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO, C. R.; SALGADO, J. C. Perfil dos trabalhadores que sofreram amputações no trabalho. **Boletim Epidemiológico**. Secretaria da Saúde do Estado do Paraná, n. 16, 2002.

CARVALHO, J. **Setor Madeireiro Lidera os Acidentes**. Disponível em: <<http://www.paranaonline.com.br/>>. Acesso em: 12 fev. 2013.

DEBIASI, H. **Diagnóstico dos acidentes de trabalho e das condições de segurança na operação de conjuntos tratorizados**. 2002. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.

GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO. **Contrato de competitividade das indústrias de móveis seriados do Espírito Santo**. Vitória: Secretaria de Estado do Desenvolvimento, 2008. Disponível em: <<http://www.sedes.es.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2013.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as empresas participantes deste estudo e aos colaboradores pelo auxílio nas informações.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus cloeziana*

Priscila Roel de Deus, Paulo Rogério M. de Almeida, Marco Antônio Monteiro de Almeida
 Faculdade de Tecnologia de Capão Bonito
 priscila.roel@fatec.sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus sp* possui uma grande variabilidade genética com diferentes propriedades físico-mecânicas, o que possibilita sua utilização em diversas finalidades. Porém, a utilização industrial requer uma madeira que apresente uniformidade, com características organolépticas, densidade básica, resistência mecânica e trabalhabilidade adequada ao seu produto, cita Pereira et al (2000).

Ao se tratar de qualidade da madeira, uma das características físicas mais importantes é a massa específica, pois se relaciona com a anatomia e composição química da madeira, ou seja, se relaciona com os principais índices de qualidade deste material, destaca Batista et al (2010) a determinação da massa específica básica é considerada simples e econômica e por essa propriedade se correlacionar com as demais destaca-se como principal indicador de qualidade deste material. Através da massa específica é possível conhecer e propor programas de melhoramento genético a fim de aprimorar a madeira desde o desdobro até seu produto final. (GONCALVES et al, 2010).

Para Klock (2000) a utilização de novas tecnologias para transformação e uso adequado da madeira na fabricação de novos produtos requer o conhecimento adequado de suas características e desempenho como matéria-prima. Assim o estudo da densidade é importante devido a relação com outras propriedades e características tecnológicas da madeira, além da facilidade e rapidez da realização desses ensaios.

Silva (2009) cita que o conhecimento do comportamento da madeira em relação à higroscopicidade é o princípio do entendimento da sua trabalhabilidade, retratibilidade, resistência mecânica e durabilidade natural.

Esse trabalho tem como objetivo determinar e avaliar as propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus cloeziana* em relação a sua idade.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Estudou-se uma árvore de *Eucalyptus cloeziana*, plantada no Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), Floresta de Capão Bonito. Foram elaborados 12 corpos de prova nas dimensões de 2x3x5 cm, com maior dimensão na direção das fibras. Os ensaios de propriedades físicas da madeira foram baseados na Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 7190 (1997) com utilização de uma balança semi analítica de precisão 0,01g e um dessecador com aplicação de vácuo intermitente para saturação das fibras. Foram realizadas duas medições em cada direção, longitudinal, tangencial e radial para obtenção de dados mais precisos. Os corpos de prova saturados foram colocados em estufa a $103 \pm 2^\circ$ C para a estabilização e assim determinou-se as densidade básica, teor de umidade e fator de anisotropia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das propriedades físicas da madeira de *Eucalyptus cloeziana* foram especificados na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1 - Propriedades físicas de *Eucalyptus cloeziana*.

TEOR DE UMIDADE (%)	26,44
DENSIDADE BÁSICA (g/cm³)	0,72
VARIAÇÃO VOLUMÉTRICA (%)	18,38
FATOR ANISOTROPIA (%)	1,35

O valor de densidade básica do *Eucalyptus cloeziana* em estudo foi de 0,72 g/cm³, um valor considerado alto, o que proporciona maior resistência mecânica e maior possibilidade de

retratibilidade, qualidades importantes para utilização na construção civil. O *Eucalyptus cloeziana* também pode ser utilizado para a produção de carvão, pois madeiras mais densas produzem maior quantidade de massa por unidade de volume.

Madeiras com densidades altas possuem maior quantidade de lenho por volume e conseqüentemente poderá sofrer mais com a adsorção e desorção da madeira. Porém o *Eucalyptus cloeziana* apresentou uma variação volumétrica de 18,38% com tendência a estabilidade. Como o índice do fator anisotrópico obtido foi de 1,35 indica que houve um equilíbrio entre a retração tangencial e a retração radial, fator que poderia descartar esse material para produtos como móveis, acabamentos internos, pisos entre outros.

As madeiras com densidades básicas mais homogêneas remetem as demais qualidades referentes às características físico-mecânicas da madeira. Segundo Pereira et al (2000) a densidade básica de *Eucalyptus cloeziana*, com procedência da Austrália, plantadas em Brasilândia-MG, aos 6,5 anos foi de 0,68 g/cm³ e no mesmo estudo foi encontrada uma densidade básica de 0,69 g/cm³, em árvores de *Eucalyptus cloeziana* com 9 anos, plantadas em Uberaba-MG, também com procedência da Austrália. Deste modo, é possível inserir no mercado moveleiro, construção civil entre outros uma madeira de boa densidade e variação volumétrica estável e que não exija uma idade avançada da madeira. Com a colheita próxima aos 7 anos já é possível obter resultados muito significativos para a indústria madeireira. Porém isso requer mais estudos das propriedades físicas e também das propriedades mecânicas desse material.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Conclui-se que o *Eucalyptus cloeziana* apresenta resultados de propriedades físicas básicas coerentes com a literatura, o que possibilita seu emprego em diversas áreas da indústria madeireira, como setor moveleiro, materiais de estrutura. Observa-se que a densidade alta não atrapalha a trabalhabilidade e sua relação com o teor de umidade não é prejudicial ao material. Também é possível observar que essa madeira não exige uma plantação de longa duração para se obter um material de alta qualidade e homogêneo. Trabalhos futuros podem classificar as propriedades físicas dessa madeira para atribuir a qual classe se encaixa.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190 - Projeto de Estruturas de Madeira NBR. Rio de Janeiro: ABNT. 1997.107p.

COUTO, A. M. et al. **Amostragens Longitudinais Alternativas para a Determinação da Densidade Básica em Clones de *Eucalyptus sp.*** 2012. Departamento de Ciências Florestais ó DCF, Universidade Federal de Lavras, Lavras.

GONÇALVES, F. G. et al. Parâmetros dendrométrico e correlações com propriedades tecnológicas em um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.34, n.5, p.947-959, 2010.

KLOCK, U. **Qualidade da madeira juvenil de *Pinus maximinoi* H. E. More.** 2000. 291f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LOPES, M. C. **Agrupamento de árvores matrizes de *Eucalyptus grandis* em função das variáveis dendrometrias e das características tecnológicas da madeira.** 2003. 93p Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) ó Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

PEREIRA, J. C. D.; STURION, J. A.; HIGA, A. R.; HIGA, R. C. V. e SHIMIZU, J. Y. Características da madeira de algumas espécies de eucalipto plantadas no Brasil. Colombo: **Embrapa Florestas**, (*Embrapa Florestas*. Documentos, 38).2000. 113p.

SILVA, J. C. e OLIVEIRA, J. T. S. Avaliação das propriedades higroscópicas da madeira de *Eucalyptus saligna* sm., em diferentes condições de umidade relativa do ar. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.27, n.2, p.233-239, 2003.

AGRADECIMENTOS

A Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), Floresta de Capão Bonito por fornecer a matéria prima do estudo e permitir a realização do trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFICIÊNCIA DO PILODYN NA ESTIMATIVA DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA VISANDO A SELEÇÃO DE MATERIAIS GENÉTICOS DE EUCALIPTO

Rogério Luiz da Silva¹, Lucas Fernandes Rodrigues¹, Isabel Cristina Nogueira Alves de Melo¹

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

rogeriosilva@ufrj.br

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda de madeira e de outros produtos de origem florestal levou o Brasil a atingir a marca de 4.735.730 hectares de florestas plantadas com Eucalipto em 2010 (ABRAF, 2011). Dentre as várias características da madeira do eucalipto, destaca-se a densidade, que esta relacionada a muitas propriedades e características tecnológicas fundamentais para a produção e utilização (SHIMOYAMA, 1990).

Existem várias metodologias para a determinação da densidade básica na madeira, utilizando discos, toretes, cavacos e baguetas. No entanto, a maioria delas exige o abate das árvores e a sua preparação em laboratório (ZOBEL e VAV BUIJTENEN, 1989). Assim torna-se importante o desenvolvimento de técnicas que visam à determinação da densidade sem a necessidade do abate da árvore.

Vários estudos destinam-se a determinação de métodos adequados para avaliação da densidade de árvores em pé (HIGA *et al.*, 1973, SLOOTEN *et al.*, 1976). Um destes equipamentos utilizados para estabelecer relações entre os dados de densidade da madeira obtidos para o nível do DAP é o Pilodyn. O Pilodyn é um equipamento que mede a resistência da madeira à penetração gradual de um pino. Esta resistência oferecida é determinada e pode estimar a densidade da madeira (GORNIK e MATOS, 2000).

Embora o método do Pilodyn seja não destrutível ele pode não traduzir corretamente a densidade básica da madeira. Deste modo, o presente trabalho teve o objetivo de avaliar a eficiência do Pilodyn na estimação da densidade básica de diferentes materiais genéticos de Eucalipto estabelecidos em Paty de Alferes – RJ.

2. MATERIAL E MÉTODOS

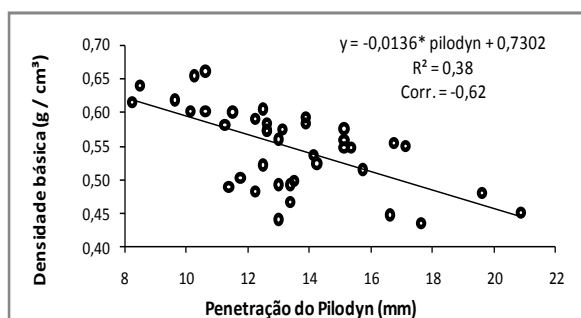
O presente trabalho foi conduzido em uma área experimental de eucalipto instalada no município de Paty do Alferes, RJ. Amostra com 40 árvores de diferentes materiais genéticos de

eucalipto (*Corymbia citriodora*, *Eucalyptus pellita*, *E. saligna*, *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. urophylla x E. grandis* e dois clones de *E. grandis x E. urophylla*) aos 6,03 anos de idade, onde foi mensurada o DAP e foram realizadas as batidas do Pilodyn.

Foi utilizado o aparelho Pilodyn Forest 6J, que possui as seguintes características: força de penetração da agulha igual a 0,612 kgf para uma penetração de 100,0 mm e diâmetro do pino de 2,48 mm. Para tal foi necessário descascar quatro secções retangulares na altura de 1,3m do tronco, de forma que a vareta de aço penetrasse apenas no lenho e não na casca. Posteriormente, a batida do Pilodyn as árvores foram abatidas e foi retirado um disco de madeira na altura da batida. Os discos foram identificados e seguiram para a determinação da densidade básica pelo método de imersão em água. Os dados encontrados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão. Além disto, foi realizada uma análise de correlação de Pearson entre os valores da batida do Pilodyn e a densidade determinada pelo método de imersão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 ilustra graficamente a regressão linear simples entre a penetração do Pilodyn (mm) e a densidade básica (g/cm^3). Observa-se que as maiores densidades estão nos menores valores de penetração do Pilodyn, isso é explicada por conta da maior resistência a penetração do aparelho na madeira. No entanto, a regressão apresentou um coeficiente de correlação de -0,62, que embora seja significativo a 1% de probabilidade, demonstra que apenas 38 % da densidade básica é explicada pela penetração do Pilodyn. Estes resultados estão de acordo com os relatados por Gonçalves (2006), mas são inferiores aos relatados por Vale *et al.* (1995) com coeficiente de correlação de -0,55 para *E. grandis*. Os valores encontrados traduzem que a utilização do Pilodyn apresenta uma baixa eficiência na estimação indireta da densidade básica.



* significativo a 1% de probabilidade pelo teste t

Figura 1: Relação entre a Penetração do Pilodyn (mm) e a densidade básica (g / cm^3) para todos ($n = 40$) os materiais genéticos de eucalipto analisados em Paty de Alferes-RJ, aos 6,3 anos de idade.

Também foi analisado os coeficientes de correlação de Pearson, entre a densidade básica e a penetração do Pilodyn para todos os oito materiais genéticos (Tabela 1).

Tabela 1: Coeficientes de Correlação de Pearson entre a densidade básica e a penetração do Pilodyn para cada um dos materiais genéticos de eucalipto e plantados em Paty de Alferes – RJ ecom 6,3 anos de idade

Materiais Genéticos	Coefficiente de Correlação
Clone 1 (<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>)	-0,93*
Clone 2 (<i>E. grandis</i> x <i>E. urophylla</i>)	-0,55 ^{n.s}
<i>Corymbia citriodora</i>	0,73 ^{n.s}
<i>Eucalyptus grandis</i>	0,52 ^{n.s}
<i>Eucalyptus pellita</i>	-0,58 ^{n.s}
<i>Eucalyptus saligna</i>	-0,07 ^{n.s}
<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	0,17 ^{n.s}
<i>Eucalyptus urophylla</i>	0,31 ^{n.s}

* significativo e ^{n.s} – não significativo a 5% de probabilidade pelo teste t

Percebe-se que em nível de material genético especificamente, somente o Clone 1 demonstrou ser significativo estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste t com coeficiente de correlação de Pearson de -0,93, permitindo indicar muito bem a densidade básica explicada pela penetração do pino do Pilodyn. Esse valor é superior ao encontrado por Pádua (2009) avaliando a densidade básica da madeira de um híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Já os demais materiais genéticos não apresentaram significância estatística dos resultados pelo teste t. Fato esse que demonstra as enormes limitações deste método para estimar com um mínimo de rigor a densidade básica da madeira destes materiais genéticos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O Pilodyn demonstrou uma razoável eficiência na estimação da densidade básica da madeira, quando analisados todos os materiais genéticos. Além disto, a precisão da estimativa variou entre os materiais genéticos analisados.

5. BIBLIOGRAFIA

ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2010**. Disponível em < <http://www.abraflor.org.br/est> > Acesso em: 15 de abr. de 2011

GONÇALVES, F. G. **Avaliação da qualidade da madeira de híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *grandis* para produtos sólidos**. 2006. 167f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES.

GORNIK, E.; MATOS, J. L. M. Métodos não destrutivos para determinação e avaliação de propriedades da madeira. In: Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. **Anais...** São Carlos: UFSC, p. 121-131, 2000.

HIGA, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *P. taeda*. **IPEF**, Piracicaba (7): p. 79-90, 1973.

PÁDUA, F. A de. **Amostragem para avaliação da densidade básica da madeira de um híbrido de *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake**. 2009. 87f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SHIMOYAMA, V.R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp.** 1990. 93f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). ESALQ, Piracicaba. SP.

SLOOTEN, H.J.V. *et al.* Levantamento da densidade da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em plantios no sul do Brasil. **PNUD /FAO /IBDF /BRA - 45, Série técnica, 5**. 1976.

VALE, A.T. et al. Densidade básica média, em função da profundidade de penetração do pino do “Pilodyn” e da classe diamétrica, e da variação axial da densidade básica em *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 19, n. 1, p. 80-91, 1995.

ZOBEL, B.J., VAN BUIJTENEN, J.P. **Wood Variation - Its Causes and Control**. Springer Series in Wood Science, Ed: Timell, T. E., Springer-Verlag, 363p, 1989.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE VISUAL DE DEFEITOS EM ESTRUTURAS DE MADEIRA

Emanuella Araújo dos Santos
 Rainy da Conceição Soares
 Prof^ª. Dr. Zaíra Moraes dos S. H. de Mendoza

*Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT/ Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia-FAET/ Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental-PPGEEA.
 Universidade Federal de Mato Grosso-UFMT/ Faculdade de Engenharia Florestal-FENF.*

araujo.emanuella@hotmail.com

rainy_cs@hotmail.com

zaira@ufmt.br

1. INTRODUÇÃO

O Governo do Estado de Mato Grosso, no uso de suas atribuições, assinou o Decreto nº. 1.470, de 09 de junho de 2000, que criou o Parque Mãe Bonifácia, com objetivo de assegurar a proteção dos recursos naturais de uma área significativa do cerrado e proporcionar programas sócios educativos relacionados com natureza através da fauna e da flora.

O parque Mãe Bonifácia, tem esse nome, porque no século XIX havia muitos escravos escondidos próximos a Cuiabá, mas precisamente onde está o parque hoje. Nesse local antigamente morava uma velha escrava, que era curandeira, por isso o nome do Parque é Mãe Bonifácia.

A inauguração do parque ocorreu em 23 de dezembro de 2000, com uma área de 77 (setenta e sete) hectares. No parque existem algumas construções de madeiras como o “casarão” (Administração do Parque), pontes e o mirante. Todas estas construções já sofreram reparos e reformas ao longo dos anos.

Neste trabalho será feito o estudo de caso do “casarão”, objetivando-se detectar defeitos e propor a preservação da madeira utilizada na estrutura.

A madeira utilizada para construção do “casarão” é *Eucalyptus sp.* e encontra-se nas estruturas como pilares, vigas, piso externo (fora da construção), parede e telhado conforme figura 1.



Fig. 1: Vista Lateral - Casarão. (Fonte: Emanuella, 2013).

Botelho (2009) dispõe sobre defeitos na madeira como: nós, rachaduras e fendas, empenamentos, bolor, furos de insetos e apodrecimento.

Segundo Nennewitz et al. (2008), os defeitos na madeira são desvios de crescimento, de propriedades e de características em relação à madeira desenvolvida normalmente. Estes defeitos ocorrem também através de pragas na madeira, que podem ser parasitas vegetais ou animais que infectam a madeira como fungos. Para este mesmo autor a proteção da madeira são medidas construtivas e/ou químicas, preventivas ou de combate, para manutenção da madeira aplicada em construções.

Logsdon e Jesus (2009) dividem a preservação da madeira contra demanda biológica (insetos e fungos) e contra o fogo (utilizando retardantes).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O procedimento experimental foi realizado através da observação “in loco” (no parque Mãe Bonifácia), revisão de literatura, documentação fotográfica e por fim, pela análise das manifestações de microorganismos e defeitos

existentes no objeto de estudo, tais como encurvamento, nós e empenos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espécie de madeira utilizada na construção do “casarão” é de 2ª categoria, ou seja, a qualidade da madeira é boa, com a presença de nós firmes e outros defeitos (Figura 2 e 3).



Fig. 2: Manifestação de microorganismos biológicos na estrutura de madeira. (Fonte: Rainy, 2013).





Fig. 3: Coloração da madeira devido à exposição do tempo. (Fonte: Rainy, 2013).




Fig. 4: Empenamento acentuado na estrutura. (Fonte: Emanuella, 2013).

Conforme visualizado nas figuras 2, 3 e 4, a parte estrutural da construção está desgastada pela ação de microorganismos xilófagos, pelo tempo e por defeitos de secagem da peça, demonstrando a falta de manutenção no objeto de estudo. Segundo Nennwitz et al. (2008) esses defeitos são classificados conforme tabela 1.

Tabela 1: Defeitos da madeira:

	Formato do Tronco	Tortuosidade: Tronco curvado para uma direção.
	Estrutura Anatômica da madeira	Nodosidade: Formação de nós no tronco, podendo ser circulares, irregulares e orlados.

	Devido a ações externas	Fissuras: Fissuras secas, de cerne e devido a alguma reação, ocorrem no sentido radial, já fissuras de anel são ao longo dos anéis de crescimento.
--	--------------------------------	---

De acordo com Bauer (2008), os defeitos encontrados nas estruturas estudadas podem ser minimizados empregando-se métodos de preservativos, conforme tabela 2.

Tabela 2: Métodos de Preservação da madeira:

Processos de Impregnação Superficial	Pinturas Superficiais ou imersão das peças em preservativos adequados.
Processos de Impregnação Sob Pressão Reduzida	Impregnação por penetração, mais ou menos profunda, impregnação de todo alburno.
Processos de Impregnação em Autoclaves	Impregnação por imersão em peças como pilares de madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A estrutura encontra-se danificada pela ação do tempo, por organismos biológicos e pelo término da vida útil do preservativo. Por isso, faz-se necessário a manutenção periódica das estruturas do parque, como por exemplo, envernizamento e aplicação de novos preservativos para valorizar a arquitetura do parque e saúde das estruturas (madeiras) do “casarão”.

5. BIBLIOGRAFIA

BAUER, F. A. L. **Materiais de Construção.** Novos materiais para a construção civil. Rio de Janeiro, cap. 17. p. 490-516. LTC, v.2, 5ª ed, 2008.

BOTELHO, C. H. M. **Manual de Primeiros Socorros: do Engenheiro e do Arquiteto.** São Paulo, cap. 2. p. 93-100. Blucher, 2ª ed. rev. e ampl. 2009.

LOGSDON, B. N.; JESUS, H. M. J. **Caracterização de Madeiras.** p. 151-208. Apostila (Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental) – Universidade Federal de Mato Grosso, Mato Grosso. 2009.

NENNEWITZ, I.; NUTSCH, W.; PESCHEL, P.; SEIFERT, G. **Manual de Tecnologia da Madeira.** São Paulo, cap. 2. p. 53-103. Blucher, 4ª ed. 2008.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental pelo apoio.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)
III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CÁLCULO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO NOS ENSAIOS DE CISALHAMENTO NA MADEIRA

Lucas Jardim, Milena Guerra de Aguiar, Rejane Costa Alves, Welington Ferreira de Magalhães,
Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco
Universidade Federal de Minas Gerais
mantilla@dees.ufmg.br

1. INTRODUÇÃO

Para que os resultados de medição tenham aceitabilidade e confiabilidade, é necessária uma estimação dos erros sistemáticos e aleatórios da medição. A existência desses erros não implica em descrédito no resultado, pelo contrário torna clara a existência de limitações do processo de medição, que sempre existirão. A Metrologia propõe procedimentos para tratar os erros sistemáticos e aleatórios associados às medições de forma a obter resultados confiáveis e que permitam uma avaliação dos riscos a eles associados no processo de tomada de decisão. Esse procedimento exige uma análise criteriosa das fontes de erros de medição, desde aquelas relacionadas à calibração do sistema de medição até aquelas derivadas das influências das condições experimentais. Neste trabalho focar-se no tratamento dos erros aleatórios, estimando a incerteza de medição instrumental da tensão de o de madeira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os corpos de prova (CPs) foram fabricados da madeira Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum*), de acordo à NBR 7190 (1997). Foram ensaiados 7 CPs na direção paralela às fibras para a determinação da incerteza da tensão de cisalhamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Processo de medição. O mensurando é a tensão de cisalhamento (f_{cor}), obtido de uma medição indireta, e calculado pela função de medição $f_{cor} = F_{cor}/A$, na qual as grandezas de entrada são a força F_{cor} e área A . A área por sua vez é função das dimensões da área de cisalhamento ($\bar{D}_1 \times \bar{D}_2$). Uma vez determinado os valores das grandezas de entrada e do mensurando, deve-se determinar quais são as fontes de incerteza, estimar as

incertezas padrão de cada fonte, os coeficientes de sensibilidade, a incerteza padrão combinada, os graus de liberdade efetivos, o coeficiente de abrangência e, finalmente, a incerteza expandida INMETRO (2012).

Cálculo da incerteza. Foram determinadas, as incertezas das dimensões, que foram usadas para determinar a incerteza da área. Em seguida foi determinada a incerteza da força, que combinada com a da área resulta na incerteza da tensão.

As incertezas relacionadas às dimensões são: devido à resolução do paquímetro, à declarada no certificado de calibração e a devido à repetibilidade. As duas primeiras são do tipo B, e seus valores são dados por $u=U/k$, sendo u a incerteza padrão, U a incerteza expandida combinada e k = coeficiente de abrangência ou um divisor, dependente da distribuição assumida. Para a incerteza de calibração tanto U quanto k são obtidos do certificado de calibração do paquímetro. Para a resolução do paquímetro assume-se a distribuição de probabilidade uniforme ou retangular ($k = \sqrt{3}$), assim U é a resolução do paquímetro digital dividida por 2. A incerteza devido à repetibilidade (incerteza padrão) é do Tipo A e é dada pelo desvio padrão da média Eq. (1), sendo n o número de medições da dimensão e $s(x)$ o desvio padrão experimental.

$$u(x_i) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

A incerteza padrão combinada (u_c) das dimensões é calculada pela Eq.(2). Como o mensurando (y) foi medido diretamente, os coeficientes de sensibilidades (c_i) assumem valor um.

$$u_c^2 = \sum_{i=1}^n c_i^2 u^2(x_i) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i) \quad (2)$$

A incerteza da área é determinada indiretamente através do produto das dimensões, o mensurando é função dessas duas grandezas de entrada e o coeficiente de sensibilidade é dado pelas

derivadas parcial dessa relação. Assim a incerteza combinada da área é calculada pela Eq. (2) com os seguintes coeficientes de sensibilidades para \bar{D}_1 e \bar{D}_2 , respectivamente: $c_1 = \bar{D}_2$, $c_2 = \bar{D}_1$.

A fonte da incerteza da força é a relacionada à curva de calibração determinada através da regressão linear dos valores indicados pela máquina universal (F_{ind}) versus os valores verdadeiros convencionais (F_{VVC}) dos padrões de calibração. Os parâmetros da curva são estimados pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinário, Eqs. (3-5).

$$F_{ind} = \hat{b}_1 F_{VVC} + \hat{b}_0 \quad (3)$$

$$\hat{b}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n F_{ind} F_{VVC} - n^{-1} \sum_{i=1}^n F_{ind} \sum_{i=1}^n F_{VVC}}{\sum_{i=1}^n (F_{VVC})^2 - n^{-1} (\sum_{i=1}^n F_{VVC})^2} \quad (4)$$

$$\hat{b}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{ind} - \frac{\hat{b}_1}{n} \sum_{i=1}^n F_{VVC} \quad (5)$$

Segundo INMETRO (2012), a incerteza combinada $u_c(x_i)$, da força indicada no ensaio corrigida pela Eq. (3), é determinada pela Eq.(6) usando as incertezas do certificado de calibração referentes aos valores de F_{ind} , (s_y), juntamente com as incertezas $s_{\hat{b}_1}$ e $s_{\hat{b}_0}$ da inclinação e do intercepto do modelo de regressão linear, e a covariância $cov(\hat{b}_0, \hat{b}_1)$ entre esses parâmetros, Eqs. (6-9).

$$u_c^2(x_i) = \frac{s_y^2 + s_{\hat{b}_0}^2 + x_i^2 s_{\hat{b}_1}^2 + 2x_i cov(\hat{b}_0, \hat{b}_1)}{\hat{b}_1^2} \quad (6)$$

$$s_{\hat{b}_1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{n-2} \frac{1}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (7)$$

$$s_{\hat{b}_0} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{n-2} \left(\frac{\bar{x}^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} + \frac{1}{n} \right)} \quad (8)$$

$$cov(\hat{b}_0, \hat{b}_1) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (9)$$

Para s_y , utilizam-se as informações do certificado de calibração dos pontos calibrados na máquina universal, o qual declara uma incerteza expandida para uma dada probabilidade de abrangência, assumindo uma distribuição de probabilidades a priori e um fator de abrangência k a ela associada. Assim as incertezas expandidas foram transformadas em incertezas padrão. E foi feita uma regressão linear em função dos valores de referência (F_{VVC}), determinando-se os parâmetros b_2 e b_3 da Eq. (10).

$$s_y = b_2 F_{VVC.i} + b_3 \quad (10)$$

A incerteza expandida da tensão de cisalhamento é determinada por $U = k.u_c$. Sendo u_c dado pela combinação das incertezas padrão da área e da força usando a Eq. (2). A incerteza

expandida está associada a uma probabilidade de abrangência de 95%. Assim o coeficiente de abrangência $k_{95\%}$ é determinado pela Eq. (11) a partir da distribuição de t com graus de liberdade efetivos (v_{eff}), que é determinado pela Eq. (12). Onde $v_{A,i}$ corresponde aos graus de liberdade dos desvios padrão das incertezas obtidas por uma estimativa do Tipo A para n medições. Para as incertezas do tipo B os graus de liberdade são assumidos como infinito. Isso explica porque as incertezas Tipo B não precisam de ser incluídas no cálculo de (12). Os resultados finais encontram-se na tabela 1.

$$k_{95\%} = t_{95\%, v_{eff}} \quad (11)$$

$$\frac{u_c^4(f)}{v_{eff}} = \sum_{i=1}^n \frac{u_{1A}^4(y)}{v_{A,i}} \quad (12)$$

$$v_{A,i} = n - 1 \quad (13)$$

Tabela 1: Resultados dos ensaios de cisalhamento e as incertezas

CP	\bar{D}_1 (mm)	\bar{D}_2 (mm)	A (mm ²)	F_{ind} . (N)	f_{ind} . (MPa)	$f_{cor} \pm U$ (MPa)
1	50,21	50,26	2523	28177	11,17	11,01 ± 0,05
2	50,05	50,00	2502	25804	10,31	10,15 ± 0,05
3	49,61	49,69	2465	25804	8,99	8,82 ± 0,05
4	49,97	50,13	2505	22157	12,02	11,86 ± 0,05
5	50,06	49,89	2497	30108	12,76	12,61 ± 0,05
6	49,26	49,37	2431	29893	12,29	12,13 ± 0,05
7	49,97	49,50	2473	36893	14,92	14,77 ± 0,05

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O valor da incerteza comparada aos valores medidos é pequeno (< 0,56%). No entanto o equipamento apresenta erro sistemático médio de 0,16, da ordem de três vezes a incerteza. Com a estimativa da incerteza de medição, pode-se obter um resultado confiável e comparável a outros trabalhos ou medições ou valores de especificações.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - NBR 7190: **Projeto de Estruturas de Madeiras**. São Paulo, 1997.

INMETRO, **Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição - GUM 2008**. Inmetro, RJ., 2012.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao CNPQ.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DE *Myracrodruon urundeuva*

Humberto Fauller de Siqueira¹, Jéssica Thaís Cangussú, Guilherme, José Benedito Guimarães Junior, Carlos Rogério Andrade.

Universidade Federal de Goiás,

E-mail: ¹ fauller_humberto@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Anacardiaceae, a aroeira (*Myracrodum urundeuva*) é uma árvore que apresenta uma altura variável de 6-14 metros no Cerrado, com tronco de 50-80 cm de diâmetro, revestido por casca pardacento-acinzentada e áspera. Madeira muito pesada de grande resistência mecânica e praticamente imputrescível, albarno diferenciado do cerne e facilmente decomposto, (LORENZI, H. 2008). É devido a esses atributos que a espécie em questão apresenta importantes usos múltiplos como esteios e mourões, pelo caso de sua madeira proporcionar durabilidade prolongada.

De acordo com TRUGILHO, (2002), a densidade básica pode ser definida como a relação entre a massa seca e o seu volume verde, obtendo-se a menor densidade da madeira, pois utiliza a razão entre menor massa e o máximo volume.

Pesquisas e estudos sobre a densidade merece atenção especial em decorrência da sua íntima relação com importantes características tecnológicas e econômicas, tais como resistência mecânica, estabilidade dimensional, produção e qualidade da polpa celulósica e carvão vegetal, bem como os custos operacionais ligados ao transporte e armazenamento da madeira. (PEREIRA, 1982, citado por TRUGILHO, et al, 2002).

ALZATE, et al, (2005) afirma que a densidade básica da madeira é influenciado por fatores múltiplo externos (clima, tratamentos culturais, local de amostragem no tronco, taxa de crescimento) internos (espécies, dentro da mesma espécie, em uma mesma árvores, no sentido longitudinal e radial da madeira).

A densidade da madeira no sentido medula-casca aumenta, atingindo um valor após certo número de anos. Essa variação ocorre mesmo em madeira obtida de plantações ou de povoamentos naturais de angiospermas ou de gimnospermas. (DADSWELL, (1957). Em relação à variação longitudinal da densidade

básica da madeira decresce uniformemente no sentido base-topo, a densidade decresce até meio do tronco e a partir deste ponto cresce até o topo. (ALZATE, et al, 2005).

Face ao exposto, objetiva-se determinar a densidade básica de *Myracrodruon urundeuva*, no sentido medula-casca e base-topo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram abatidas três árvores de *Myracrodruon urundeuva*, na cidade de Santa Luz-PI. Destas foram retirados discos a 0,25, 50, 75 e 100% da altura comercial. Posteriormente, estes foram cortados em cunha opostas, sendo retirados dois corpos-de-prova da região próxima a medula, dois da região intermediária e dois próximos a casca. Para os corpos-de-prova adquirirem o máximo volume permitido por sua estrutura, imergiram-se os mesmos em água destilada até completa saturação. Sua mensuração foi feita por meio do método de imersão em água.

Após a obtenção do volume, os corpos-de-prova foram levados para uma estufa à 105°C±2 °C até atingirem massa constante. Para determinação da densidade básica, procedeu-se a divisão entre a massa seca e volume saturado.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, arranjado em fatorial. Para as posições longitudinais utilizou-se regressão, enquanto para análise das posições radiais utilizou-se o teste de médias de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados obtidos através das análises estatísticas, observou-se que não houve interação significativa nos tratamentos para as posições radiais e longitudinais. Na tabela 1 visualiza-se os valores de densidade básica para madeira de *Myracrodruon urundeuva* nestas posições, variando de 0,85; 0,86 e 0,87 g/cm³ na casca, centro e medula, respectivamente.

Tabela 1- Resultado do Teste de Regressão

Posição radial	Densidade básica (g/cm ³)
Casca	0,85 A
Centro	0,86 A
Medula	0,87 A
CV (%)	2,17

Na Figura 1 podemos observar os valores médios de densidade básica no sentido longitudinal para a espécie em estudo.

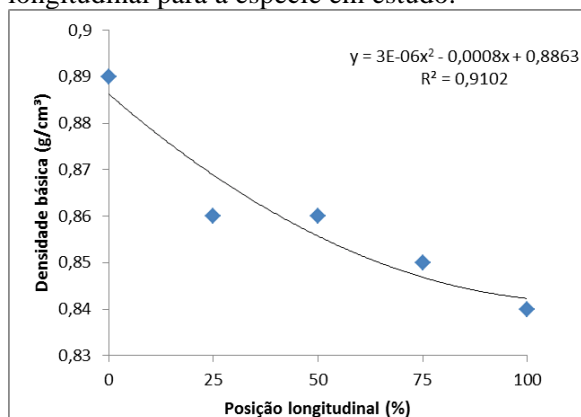


Figura 1 - Dispersão dos resultados em relação a linha de tendência.

É perceptível que a madeira de *Myracrodruon urundeuva*, em sua grande maioria, apresenta a mesma variação estatística de densidade básica tanto da base para topo, quanto da medula para a casca, sendo que na amostra a 0% apresentou um valor maior de densidade básica, que dependendo para o fim que for destinado a madeira, pode ser um fator positivo.

Segundo a classificação do IPT (1985) as madeiras são classificadas em três classes: as madeiras de baixa densidade com essa propriedade menor ou igual a 0,50 g/cm³, madeiras de densidade média, de 0,50 g/cm³ a 0,72 g/cm³ e madeiras densas acima de 0,72 g/cm³; portanto, observou-se que a espécie em estudo apresenta alta densidade básica. A madeira de *Myracrodruon urundeuva* apresenta densidade básica superior a de outras espécies de uso comercial no país.

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a madeira de *Myracrodruon urundeuva* apresenta alta densidade básica, empregando um valor intrínseco na comercialização e utilização desta madeira, podendo ser empregada para fins nobres.

A propriedade física densidade básica não foi significativa no sentido radial, enquanto no longitudinal há tendência de sua diminuição com aumento da altura.

5. BIBLIOGRAFIA

- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Madeira: o que é e como pode ser processada e utilizada.** São Paulo: 1985. 189p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de arbóreas do Brasil.** vol. 1. Nova Odessa, São Paulo, Instituto Plantarum, 2008.
- ALZATE, A. B. S; et al. **Variação longitudinal da densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Sm. e *E. grandis* x *urophylla*.** Scientia Forestalis. n. 68, p.87-95, ago. 2005.
- ROLIM, B. M; FERREIRA, M. **Variação da Densidade Básica da Madeira Produzida pela *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze em função dos anéis de crescimento.** IPEF n.9, p.47-55, 1974.
- BAGGIO, J. A. **Aroeira como Potencial para usos múltiplos na propriedade rural.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 17, p.25-32, dez. 1988.
- CARDOSO, N. S. **Caracterização da estrutura anatômica da madeira, fenologia e relações com a atividade cambial de árvores de teca (*Tectona grandis*) – Verbenaceae.** Piracicaba, 1991. 117p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- LISBOA, C.D.J. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.** 1993. 298p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1993.
- SOUZA, M.A.M. **Deformação Residual Longitudinal (DRL) causada pelas tensões de crescimento em clones de híbridos de *Eucalyptus*.** 2002. 72 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.
- TRUGILHO, P.F.; LIMA, J.T.; PÁDUA, F.A.; SORAGI, L.C; ANDRADE, C.R. **Deformação residual longitudinal (DRL) e tangencial (DRT) em seis clones de *Eucalyptus* spp.** **Cerne**, Lavras, v.12, n.3, p.279-286, 2006.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



COMPORTAMENTO DAS LIGAÇÕES EM MADEIRA LAMINADA COLADA POR MEIO DE PINOS METÁLICOS OCOS

Cynara Fiedler Bremer, Paulo Henrique Alfenas da Silva, Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco

Universidade Federal de Minas Gerais

mantilla@dees.ufmg.br

1. INTRODUÇÃO

Em uma estrutura a região que requer maiores cuidados é onde estão as ligações. Neste estudo foram utilizadas as ligações parafusadas, porém com um diferencial, parafusos ocios. A vantagem de utilização deste tipo de conector é a economia de material. Além disso, os tubos são mais dúcteis e seu uso na ligação se traduz em alta capacidade de carga, Heiduschke e Haller (2008). Racher (1996) e Bremer (1999) indicam que a rigidez rotacional pode ser utilizada como ferramenta de análise sobre a rigidez da ligação no cálculo de estruturas com ligações resistentes ao momento. Segundo estes autores as ligações podem ser classificadas, considerando o parâmetro β_r , dado pela Eq. 1

$$K_r = \beta_r \frac{EI}{L} \quad (1)$$

onde: K_r é a rigidez rotacional da ligação, EI é a rigidez à flexão e L é o comprimento da peça. Uma substancial diminuição no momento na ligação ocorre quando o coeficiente β_r é menor do que 6. Se o valor de β_r estiver entre 8 e 12 a ligação pode ser considerada rígida. Se β_r estiver próximo de 0,5 a ligação será flexível. O autor ainda analisa o comportamento local da ligação, que deve ser examinada quando atua o momento fletor. Considerando o comportamento ortotrópico da madeira, os conectores são carregados a um ângulo variável com as fibras. Numa análise elástica as peças são consideradas como rígidas, visto que elas são mais resistentes que a região da ligação. Portanto, a rotação da ligação resulta de um deslocamento rotacional ω dos conectores. O valor de K_r também pode ser obtido pela Eq. 2.

$$K_r = \sum_{j=1}^n K_{0j} r_j^2 \quad (2)$$

onde: K_{0j} é o módulo de deslizamento na direção da força do conector j e r_j é a distância entre o

centro do conector e o centro da ligação. O módulo de deslizamento a um ângulo α é determinado pela fórmula de Hankinson, Eq. 3.

$$K_{\alpha} = \frac{K_{0j} K_{90j}}{K_{0j} \sin^2 \alpha_j + K_{90j} \cos^2 \alpha_j} \quad (3)$$

onde: K_{0j} é o módulo de deslizamento a 0° , K_{90j} é o módulo de deslizamento a 90° e α_j é o ângulo entre a linha que liga o centro da ligação ao conector j e as fibras.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira utilizada para a realização dos ensaios foi o Eucalipto Grandis. A confecção da madeira laminada colada foi feita seguindo procedimentos padrões, Bremer (1999). Para compor a ligação foram utilizados tubos galvanizados com três diâmetros diferentes: $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " e 1". Estes tubos foram cortados de acordo com as dimensões dos corpos de prova (CPs), que foram divididos em três séries: A ($\phi \frac{1}{2}$ "), B ($\phi \frac{3}{4}$ ") e C ($\phi 1$ "). Cada tubo foi preso com meia luva de aço galvanizado de cada lado, funcionando como porca. Os tubos foram cortados em tubos menores e receberam roscas dos dois lados, Fig. 1. De cada lado do CP foi colocada uma chapa de ligação de aço, em seguida, alojados os tubos e posicionadas as arruelas. Cada luva foi cortada ao meio, funcionando como uma porca de cada lado. Em seguida os CPs tiveram suas rótulas parafusadas nas suas extremidades, Fig. 1. Os CPs foram ensaiados conforme esquema da Fig. 2. Na região da ligação, para o cálculo do giro, foram colocados dois transdutores de deslocamento, um na posição horizontal e outro na posição vertical. Um terceiro transdutor foi colocado na região de aplicação de carga. Depois de ensaiado cada CP foi cortado, originando dois CPs menores, que foram ensaiados ao embutimento, normal e paralelo às fibras. Foram instalados dois transdutores de deslocamento, um de cada lado do CP, Fig. 2.



Fig. 1. Sequencia de preparação dos CPs.

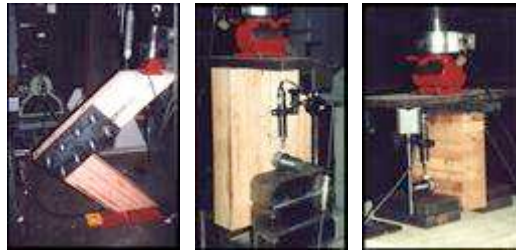
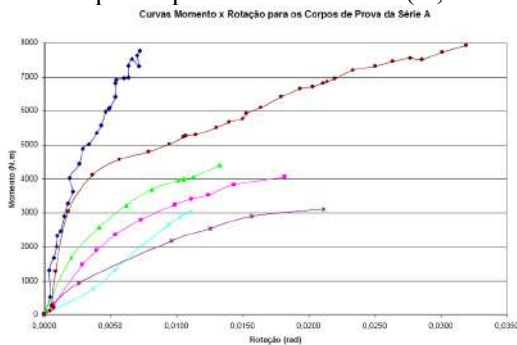


Fig.2. Esquema de ensaio da ligação e da resistência ao embutimento paralelo e normal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O módulo de elasticidade de cada peça das ligações foi determinado através de homogeneização dos módulos de cada lamina. Foram traçados gráficos momento x rotação para cada corpo-de-prova de cada série (A, B e C).



A determinação da rigidez rotacional foi feita de duas maneiras, a partir dos resultados experimentais e utilizando os resultados dos ensaios de embutimento (resultados empíricos). Os valores de rigidez rotacional experimental para cada série foram obtidos a partir dos gráficos momento x rotação (inclinação do trecho linear da curva), $K_{r, \text{exp}}$, que corresponde à rigidez rotacional proposta por Racher, P. (1996), Eq. 1. Os valores para a rigidez rotacional empírica foram calculados a partir dos ensaios de embutimento carga x deslizamento, $K_{r, \text{lig}}$, correspondente ao K_r da Eq. 2, tabela 1.

Tabela 1 - Valores médios de $K_{r, \text{exp}}$ e $K_{r, \text{lig}}$

Série	$K_{r, \text{exp}}$ [N.m]	$K_{r, \text{lig}}$ [N.m]
A	1.094.449	981.398
B	2.038.526	1.635.318

C	2.235.687	1.667.716
---	-----------	-----------

Os valores obtidos pelos dois métodos são muito próximos, assim pode ser feita uma estimativa da capacidade de carga da ligação através do método proposto por Racher (1996). O pré-dimensionamento pode ser feito a partir da determinação dos valores K_0 e K_{90} , obtidos nos ensaios de embutimento. Com esses valores, calcula-se para cada tubo o seu K_{0s} , a partir da Eq. 3 e, em seguida, o valor de K_r . Assim é possível determinar a capacidade de carga do parafuso oco utilizando a equação abaixo.

$$F_{M,j} = \frac{K_{0,j} F_j}{K_r} M$$

Fig.2. Detalhe da ligação, Racher (1996).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O tipo de ligação apresentado se mostrou vantajoso, visto que a ruptura dos corpos de prova se deu com valores superiores àqueles previstos. A determinação da rigidez rotacional pode ser feita através das resistências ao embutimento. A norma brasileira, NBR7190 (1997) poderia considerar este tipo de ligações.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT NBR 7190 **Projeto de estruturas de madeira**. 1997.

BREMER, C. F. **Ligações com tubos galvanizados em madeira laminada colada de eucalipto grandis, solicitadas a momento fletor e força cortante**. 1999, 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas)– Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

HEIDUSCHKE, A.; HALLER, P. Performance of composite-reinforced timber joints using single dowel-type fasteners. **10th World Conference on Timber Engineering - Miyazaki, Japan, 2008**.

RACHER, P. **Moment resisting connections**. STEP lecture C16. CUST Civil Engineering Blaise Pascal University, Vol. 13, No.2, 1996.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TEORES DE FENÓIS TOTAIS NAS CASCAS DE ANGICO VERMELHO

Pedro Junqueira Sartori¹, Caroline Junqueira Sartori¹, Ana Hortência Fonsêca Castro², Fábio Akira Mori¹

¹Universidade Federal de Lavras, ²Universidade Federal de São João Del Rey

pjsartori@engflorestal.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

Os fenóis vegetais constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente 10.000 compostos (Taiz e Zeiger, 2004). Dentre eles, destacam-se os flavonoides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos e ligninas. Esses compostos fenólicos possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais (SHAHIDI; NACZK, 1995). Os compostos fenólicos são substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais, os quais são originados do metabolismo secundário das plantas, sendo essenciais para o seu crescimento e reprodução.

Em seu habitat, as plantas estão expostas à intensa radiação solar, degradando pelo processo de foto-oxidação moléculas de extrema importância nos processos fotossintéticos. Para se protegerem desta degradação, as plantas sintetizam compostos de origem fenólica que atuam na absorção da radiação nas camadas epidérmicas dos tecidos, regulando o sistema antioxidante nas células (GOBBO NETO; LOPES, 2007).

Entre os métodos colorimétricos de quantificação de fenóis, os de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu são os mais utilizados. A reação baseia-se no princípio de que em meio alcalino os fenóis reduzem a mistura dos ácidos fosfotúngstico e fosfomolibdico (MONTEIRO et al., 2006) em óxidos de tungstênio e molibdênio de cor azul. O método colorimétrico de Folin-Denis é bem reconhecido e largamente usado, mas não faz distinção entre compostos fenólicos e outros materiais redutores ou antioxidantes, como o ácido ascórbico, formando precipitados que interferem na leitura espectrofotométrica (SCHOFIELD; PELL; MBUGUA, 2001). O que difere o reagente de Folin-Denis do reagente de Folin-Ciocalteu é que este foi adicionado sulfato de lítio para evitar a formação de precipitados (FOLIN; CIOCALTEAU, 1927). Comumente conhecida como angico, angico-

vermelho, *Anadenanthera peregrina* é uma espécie pioneira, pertencente à família Leguminosae- Mimosoideae (Mimosaceae), possuindo ampla distribuição geográfica (LORENZI, 1998). Diversas são as espécies de angico ocorrentes no Brasil, das quais se extrai, da casca, o tanino (AFONSO, 2008). Segundo o mesmo autor, a casca de Angico é um dos principais produtos não madeireiros ocorrentes no Cerrado.

Diante do apresentado, o objetivo deste trabalho foi a quantificação de fenóis totais presentes nas cascas de *Anadenanthera peregrina*, bem como a comparação entre duas metodologias de quantificação.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As cascas foram coletadas na altura de 1,30 m do solo (DAP) com o auxílio de facão. Foram coletadas amostras de 35 árvores. O período de coleta foi em julho de 2011.

As cascas foram secas ao ar livre, moídas em moinho martelo e peneiradas, utilizando-se um conjunto de peneiras na granulometria de 40 e 60 mesh, utilizando-se neste trabalho o material retido na peneira de 60 mesh. As amostras foram mantidas em sala de climatização com temperatura de 20 °C (\pm 2 °C) e umidade relativa do ar de 60% (\pm 5%), até obterem massa constante, para a determinação da umidade na base seca.

Para o preparo do extrato, foram utilizados o correspondente a 200 mg de casca seca e moída, a qual foi extraída em 10mL de metanol a 50% (v/v), em maceração a frio e agitação constante por um período de 4 horas, segundo metodologia descrita por Castro et al. (2009). O extrato foi filtrado em papel filtro e o volume completado para 10 mL.

As curvas de calibração foram preparadas a partir das medidas de absorbância de soluções padrão de ácido tânico.

Para a quantificação de fenóis pelo método de Folin-Denis, foram transferidos 0,05 mL do

extrato bruto para um tubo de ensaio, 3,45 mL de água destilada, 0,25 mL de reagente Folin-Denis, 0,5 mL de solução saturada de carbonato de sódio e 0,75 mL de água.

Para a quantificação de fenóis pelo método de Folin-Ciocalteu, foram transferidos 0,5 mL de extrato, acrescidos de 2,5 mL da solução de Folin-Ciocalteu a 10% (v/v) e 2,0 mL da solução de Carbonato de sódio a 4% (m/v).

Após 30 minutos foram realizadas as leituras das absorbâncias em espectrofotômetro a 760 nm, modelo uv-vis, Quimis.

Foi realizada análise de variância, teste F a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de fenol total por Folin-Denis e Folin-Ciocalteu e seus respectivos coeficientes de variação estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de fenol total

Metodologia	Média Fenol (%)	CV (%)
FD	12,23	8,85
FC	11,73	10,37

FD: Folin-Denis; FC: Folin-Ciocalteu.

Apesar dos valores de fenóis totais por Folin-Denis terem sido, na maioria das amostras, maiores que os valores de fenóis por Folin-Ciocalteu não foi encontrada diferença estatística significativa entre as metodologias de quantificação de fenóis totais.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

As cascas de *Anadenanthera peregrina* apresentaram valores médios de fenóis de 12,23% e 11,73% pelos métodos de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu respectivamente. Indica-se a utilização do método Folin-Denis, tendo em vista a menos utilização de reagentes.

5. BIBLIOGRAFIA

AFONSO, S. R. **Análise sócio-econômica da produção de não-madeireiros no cerrado brasileiro e o caso da cooperativa de pequi em Japonvar, MG.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008. 107 p.

CASTRO, A.H. F.; PAIVA, R.; ALVARENGA, A.A.; VITOR, S.M.M. Calogênese e teores de fenóis e taninos totais em barbatimão

[*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) coville]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 385-390, mar./abr. 2009.

FOLIN, O.; CIOCALTEAU, V. On tyrosine and tryptophane determinations in proteins. **Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.73, p. 627, 1927.

GOBBO NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, mar./abr. 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1998. 352 p.

MONTEIRO, J.M.; ALBUQUERQUE, U.P.; LINS NETO, E.M.F.; ARAÚJO, E.L.; ALBUQUERQUE, M. M.; AMORIM, E.L.C. The effects of seasonal climate changes in the Caatinga on tannin levels in *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All. And *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 338-344, July/Sept. 2006.

SCHOFIELD, P.; MBUGUA, D.M.; PELL, A.N. Analysis of condensed tannins: a review. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 91, p. 21-40, 2001.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications.** Lancaster: Technomic, 1995.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelas concessões de bolsas de estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO GRAVIMÉTRICO EM TANINOS CONDENSADOS EM CIPÓ AMBÉ

Caroline Junqueira Sartori, Alessandra de Souza Fonseca, Tattiane Gomes Costa, Joabel Raabe, Gustavo Henrique Denzin Tonoli.
Universidade Federal de Lavras
 krolsartori@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Aproximadamente 550 milhões de hectares dos 850 milhões do território brasileiro são cobertos por florestas nativas. Sendo que dois terços destes são formados pela floresta amazônica (SANTOS; CÂMARA, 2002).

O Cipó Ambé (*Philodendron* sp) é uma espécie nativa da Floresta Amazônica, pertencente à família Araceae. É uma planta herbácea escandente, com casca de coloração avermelhada. É utilizada para fins medicinais e na confecção de produtos artesanais.

Segundo Pizzi (1983, 2003), o termo "tanino" tem sido utilizado frequentemente para definir duas classes diferentes de compostos químicos de natureza fenólica, os taninos hidrolisáveis e condensados. Estes compostos do metabolismo secundário dos vegetais são utilizados no curtimento do couro, na indústria farmacêutica, alimentícia, produção de tintas, purificação de águas residuais e indústrias de adesivos naturais para madeira.

De acordo com Pizzi (2003) os taninos hidrolisáveis possuem certas propriedades indesejáveis para a produção de adesivos naturais, como baixa reatividade com formaldeído, baixo caráter nucleofílico e limitada produção mundial, o que os impedem que sejam efetivamente utilizados para produção de adesivos fenólicos. Por outro lado, os taninos condensados que representam mais de 90% da produção mundial de taninos comerciais são tanto do ponto de vista químico, quanto econômico, mais interessantes para a preparação de adesivos.

O método de Stiasny consiste na determinação gravimétrica dos produtos precipitados durante a reação dos taninos com o formaldeído, na presença de ácido clorídrico (HCl). O método de Stiasny não fornece a percentagem exata de material fenólico no extrato, entretanto esse método é amplamente utilizado, pois tem a vantagem de dar uma medida comparativa da quantidade de taninos que é capaz de reagir com

formaldeído, sob condições de formação de adesivos (PIZZI, 1983).

Diante do apresentado, o objetivo deste trabalho foi determinar o rendimento gravimétrico em taninos condensados presentes no Cipó Ambé de modo a verificar novas formas de aplicação deste produto florestal não madeireiro.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os caules de cipó Ambé são provenientes do manejo e extrativismo de matas nativas do Estado do Amazonas e foi coletado no município de São Gabriel da Cachoeira situado na bacia do Alto Rio Negro a 852 Km a extremo noroeste de Manaus (AM). O preparo das amostras foi realizado no Laboratório de Ciência e tecnologia da madeira, consistindo de secagem ao ar livre, moagem em moinho martelo e determinação da umidade na base seca.

Para extração utilizou-se o correspondente a 100 g de amostra seca em 1500 mL de água, adicionando-se 3g de sulfito de sódio em banho-maria a 70°C por 3 horas. Filtrou-se o extrato obtido em peneira de malha de 1 mm², concentrando-o em chapa de aquecimento até atingir, aproximadamente, 150 mL.

Da massa de extrato obtida, retirou-se 10 g para determinação do teor de sólidos e 20 g para determinação do índice de Stiasny, conforme metodologia utilizada por Guangcheng, Yunlu e Yazaki (1991), com algumas modificações (MORI, 2000).

Para o cálculo do teor de sólidos foi usada a eq.(1).

$$T_{ST}(\%) = \frac{Mu - Ms}{Mu} \times 100 \quad (1)$$

Em que,

TST (%): Teor de sólidos em porcentagem;

Mu: Massa úmida da amostra, aproximadamente 10g, e

Ms: Massa seca da amostra (g).

O Índice de Stiasny, foi calculado conforme a eq.(2).

$$IS (\%) = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \quad (2)$$

Em que,

IS (%): Índice de Stiasny, em porcentagem;

M₂: Massa do precipitado taninos-formaldeído (g), e

M₁: Massa de sólidos em 20 mL de extrato (g).

O rendimento em sólidos foi obtido multiplicando-se o teor de sólidos pela massa do extrato concentrado. Para obter o rendimento gravimétrico em taninos condensados (TTC %) foi multiplicado o rendimento em sólidos pelo respectivo índice de Stiasny. Os componentes não tânicos (TNT %) foram determinados pela diferença entre o rendimento em sólidos e o rendimento em taninos (%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para teor de sólidos (TS), índice de stiasny (IS), teor de tanino condensado (TTC) e teor de compostos não tânicos (TNT) estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores de teor de sólido, índice de stiasny, teor de taninos condensados e teor de compostos não tânicos:

Variável	Média (%)
TST	3,05
IS	51,55
TTC	3,32
TNT	3,13

Apesar da coloração avermelhada de sua casca, o cipó ambé apresentou baixo teor de taninos condensados, 3,32%, e baixo índice de stiasny, o que irá resultar em baixa qualidade do produto final. Almeida et al. (2010) encontraram valores médios de 37,77; 92,7; 35,01, 2,75% de sólidos totais, índice de stiasny, teor de taninos condensados e teor de compostos não tânicos nas cascas de barbatimão, espécie típica de cerrado que possui elevado potencial para a produção de adesivos naturais, valores estes superiores aos encontrados neste trabalho.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O cipó ambé não é apropriado para a extração de taninos para a produção de adesivos naturais com base no seu baixo índice de stiasny. Sua coloração avermelhada é devido à presença de

outros compostos cromóforos, sendo necessários novos estudos para a detecção e/ou quantificação destes.

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, N.F.; GOULART, S.L.; RIBEIRO, A.O.; MORI, F.A. Rendimento em taninos de barbatimão em diferentes classes diamétricas visando à produção de adesivo. In: XII EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2010, Lavras-MG. XII EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Lavras-MG: Ufla, 2010. v. crroom. p. 1-7.

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid contents in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 54, p.154 -156, 1991.

MORI, F. A. **Caracterização parcial dos taninos da casca e dos adesivos de três espécies de eucaliptos**. Viçosa, 2000. 73p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa.

PIZZI, A. **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: Marcell Dekker, 1v. 364 p. 1983.

PIZZI, A. Natural Phenolic Adhesive I: Tannin. In: **Handbook of adhesive technology**. Org: PIZZI, A e MITTAL K. L. New York: Marcell Dekker, 2edição, p. 573-587, 2003.

SANTOS, T.C.C.; CÂMARA, J.B.D. **Geo Brasil 2002: Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil**. Brasília: IBAMA, 2002.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelas concessões de bolsas de estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CONTROLE QUÍMICO AO FUNGO MANCHADOR *Botryodiplodia Theobromae* EM LENHOS JUVENIL E ADULTO DA MADEIRA DE *Hevea brasiliensis*.

Ademilson Coneglian, Elias Taylor Durgante Severo, Edson Luiz Furtado, Alex Sander Porcena
 UEG - Universidade Estadual de Goiás, UNESP/BOTUCATU - Universidade Estadual Paulista
 coneiglian@ueg.br

1. INTRODUÇÃO

No Brasil a exploração e a utilização da madeira de *Hevea brasiliensis* Mull Arg., no final do ciclo produtivo de látex de 30 a 35 anos, é praticamente desconhecida. Contudo, um dos problemas mais sérios relacionados à sua utilização diz respeito à alta susceptibilidade da madeira ao ataque de fungos manchadores e insetos, notadamente na fase entre o corte e o processamento primário. Portanto, a adoção de medidas visando à preservação entre os lenhos juvenil e adulto é altamente necessária, garantindo uma maior durabilidade econômica na utilização desse recurso.

Essa proporção diferenciada entre o lenho juvenil e adulto requer uma maior atenção na proteção da madeira serrada de *H. brasiliensis* contra o ataque do fungo manchador *B. theobromae*. Normalmente é realizado um pré-tratamento que consiste na imersão das peças em solução fungicida o mais rápido possível após o corte e desdobro da árvore (MILANO, 1981).

Milano e Vianna Neto (1982) comentam que o período de tempo entre a derrubada da árvore e o desdobro da tora na serraria, oscila entre sete até 45 dias, e que as toras chegam a permanecer até 30 dias na mata sem qualquer tipo de cuidado preventivo. Para tanto, sugerem racionalização no processo de extração da madeira na mata, e o desdobro das toras no máximo 48 horas após o

seu abate, como forma de controlar o problema da mancha azul e o bolor em madeira de *Pinus* spp. Válido também para a madeira de *Hevea brasiliensis*.

O presente trabalho objetivou avaliar a eficácia de quatro ingredientes ativos no controle do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* nos lenhos juvenil e adulto de *Hevea brasiliensis*.

2. MATERIAL DE MÉTODOS

Para a realização do trabalho, foram abatidas seis árvores com 26 anos de idade, com diâmetro médio de 35 cm, externamente perfeitas com ausência de imperfeições e injúrias físico-mecânicas. As toras foram traçadas com 3 m de comprimento e imediatamente transportadas para serraria de Polini-SP para obtenção dos pranchões centrais. Durante o desdobro foi delimitada a região do lenho juvenil e lenho adulto que segundo procedimentos de Ferreira (2011), ocorre iniciando na medula até os primeiros 55 mm de raio e posteriormente segue a ocorrência do lenho adulto até a região mais externa do fuste, próximo ao cambio.

Posteriormente os mesmos foram transportados para a marcenaria da Faculdade de Medicina de Botucatu-SP, para a confecção dos corpos de prova sendo considerado um prazo máximo de 48 horas da derrubada entre as árvores e coleta

das toras no campo, conforme sugerido pela literatura e pela norma ASTM-4445 (2003), obtendo corpos de prova com dimensões de 23 x 10 x 70 mm dos lenhos juvenil e adulto.

No presente trabalho foi avaliado o efeito dos ingredientes ativos a base de Quinolinolato de Cobre – 8 e Carbendazim (T1); 2-4-6 Tribromofenol (T2); Extrato vegetal a base de Tanino (T3); Carbendazim e Prochloraz (T4), contra o ataque do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* em laboratório seguindo a norma ASTM 4445 (2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente trabalho foi constatado efeito significativo para o tratamento da madeira efetuado após 48 horas do abate das árvores, demonstrando que a madeira para ser protegida contra o manchamento deve ser tratada o mais rápido possível, como relatado por GALVÃO (1975) e LEPAGE (1986). Os resultados mostraram que os ingredientes ativos testados isoladamente em laboratório o T1, T2, T3 e T4, não previnem na totalidade a contaminação do *Botryodiplodia theobromae* nos lenhos juvenil e adulto da madeira de *Hevea brasiliensis* ao nível de 5% de significância, seguindo a ASTM 4445 (2003) e com a área manchada dos corpos de prova em ambos os lenhos evidenciados na Tabela 1.

Os ingredientes químicos testados indicam um potencial para proteger adequadamente a madeira em condições normais de secagem, mais requerem ajustes nas concentrações.

Tabela 1. Efeito do manchamento na madeira *H. brasiliensis* provocado pelo fungo manchador *B. theobromae* em diferentes tipo de lenho e produtos químicos.

Tratamento	N	Área de Manchamento %		Redução ou (Aumento) %
		Lenho Juvenil	Lenho Adulto	
Controle	18	40,1 a	40,3 a	(0,5%) NS
T1	18	6,4 b	7,6 b	(18,8%) NS
T2	18	4,5 b	4,7 b	(4,4%) NS
T3	18	9,2 b	9,3 b	(1,1%) NS
T4	18	4,1 b	4,6 b	(12,2%) NS

Em que: Letras diferentes entre colunas = Há diferença significativa na interação em nível de 5% de significância pelo teste F; Letras iguais = Não há significativa na interação ao nível de 5% de significância; NS – diferença não significativa.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A área infestada pela ação do fungo manchador *Botryodiplodia theobromae* em madeira de *Hevea brasiliensis* não tratada quimicamente, é maior em relação à área observada em madeira tratada quimicamente.

O lenho adulto apresentou maior índice de manchamento que o lenho juvenil, por apresentar, possivelmente, diferenciação na porcentagem de amido e açúcares existente no lenho adulto da madeira de *Hevea brasiliensis*.

Não utilizar essa madeira para fins madeireiros sem um tratamento profilático recomendado, no prazo de no máximo de 24 horas após o desdobro da madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. **D 4445-03:** standard test method for fungicides for controlling sapstain and mold on unseasoned lumber, 2003.
- FERREIRA L. A.; SEVERO E. T. D.; CALONEGO, F. W. Determination of fiber length and juvenile and mature Wood zones from *Hevea brasiliensis*. trees grows in Brazil. **European Journal of Wood and Wood Products**, v.69, n.4, p. 659-662, 2011.
- GALVÃO, A. P. M. **Processos práticos para preservar a madeira**. ESALQ, 1975. 29 p.
- LEPAGE, E. S. Preservativos e sistemas preservativos. In: **Manual de preservação de madeiras**. IPT - São Paulo, 1986. 708 p.
- MILANO, S. **Effectiveness of some microbiocides against the development of molds and sap stain in *Pinus elliotii***. International Research Group on Wood Preservation, 1981. 11 p.
- MILANO, S.; VIANNA NETO, J. A. **Evaluation of the effectiveness of three microbiocides in the control of sapstains**. International Research Group on Wood Preservation, 1982. 13 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DA CARGA MÁXIMA E DA RESISTÊNCIA À TRAÇÃO PARA A CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DE BRIQUETES

Frederico de Souza, Ailton Teixeira do Vale, Waldir Ferreira Quirino, Ricardo Faustino Teles, Patrícia Gomes Ribeiro

Instituto Federal de Brasília - Campus Samambaia, Departamento de Engenharia Florestal - Universidade de Brasília, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza - Universidade Federal do Acre
frederico.souza@ifb.edu.br

1. INTRODUÇÃO

A briquetagem é um processo no qual, por meio da aplicação de pressão e temperatura, certa massa de partículas é comprimida formando um produto final mais denso, uniforme e para fins energéticos (QUIRINO et al, 2004).

Segundo Kaliyan e Morey (2009), os briquetes são avaliados mecanicamente para se evitar fraturas e esmagamentos durante o empilhamento, armazenamento e transporte.

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo, analisar a carga máxima de ruptura e a resistência à tração como forma de determinar a resistência mecânica de briquetes sob o efeito da variação de três parâmetros da briquetagem (granulometria, temperatura e pressão), em briquetes confeccionados com pó de serra de Tauari.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira de tauari (*Couratari oblongiflora*) foi adquirida na cidade de Brasília/DF no formato de prancha, sendo então transformada em maravalha por uma plaina desempenadeira, na marcenaria do Laboratório de Produtos Florestais do Serviço Florestal Brasileiro (LPF/SFB). Posteriormente a maravalha foi moída em um moinho de facas tipo Willey e classificada em peneira de 40 Mesh.

Confeccionaram-se três briquetes para cada tratamento em prensa briquetadeira Lippel LB-32 com 40 gramas de biomassa, cada e a partir de duas granulometrias (grossas - retidas em 40 Mesh e não retidas em 40 Mesh - finas); duas temperaturas (130 e 200°C); duas pressões do manômetro (80 e 120 kgf/cm²); a um teor de umidade de 10% e por cinco minutos de prensagem. O delineamento experimental está

apresentado na tabela 1. Após a confecção, os briquetes foram dispostos em câmara climática até massa constante.

Tabela 1: Delineamento experimental para os briquetes confeccionados com madeira de tauari sob os 8 diferentes tratamentos.

Trat.	Partícula	Temp. (°C)	Pressão (kgf/cm ²)	Repetições/briquetes
1	Grossa	130	80	3
2			120	3
3		200	80	3
4			120	3
5	Fina	130	80	3
6			120	3
7		200	80	3
8			120	3

Determinou-se a densidade aparente (DA, g/cm³) pelo método estereométrico e a resistência mecânica dos briquetes foi determinada em ensaio de compressão diametral em máquina universal de ensaios e avaliando-se a carga máxima de ruptura (CMR, kgf) e a resistência à tração por compressão diametral (RTCD, kgf/cm²).

Para a análise dos dados baseou-se inicialmente em uma análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância e posterior teste de comparação de médias de Tukey, utilizando-se do pacote estatístico SPSS v. 17.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os briquetes confeccionados apresentaram-se sem rachaduras na superfície e com densidade média de 1,2 g/cm³, estando de acordo com dados encontrados na literatura (Tabela 2.). Observou-se também que apesar do

aumento da temperatura ou da pressão, a densidade aparente não mostrou diferença significativa entre os tratamentos.

Tabela 2: Valores médios da Densidade básica (DA), Carga máxima de ruptura (CMR) e da Resistência à tração por compressão diametral (RTCD) para os briquetes de tauari analisados.

Trat.	DA (g/cm ³)	CMR (kgf)	RTCD Médio (kgf/cm ²)
1	1,19 (A)	81,34 (B)	156,93 (B)
2	1,17 (A)	70,71 (B)	134,24 (B)
3	1,23 (A)	119,30 (B)	237,97 (B)
4	1,23 (A)	106,75 (B)	208,32 (B)
5	1,19 (A)	115,53 (B)	222,86 (B)
6	1,19 (A)	117,51 (B)	220,24 (B)
7	1,25 (A)	234,59 (A)	443,16 (A)
8	1,27 (A)	238,79 (A)	441,44 (A)

Onde na mesma coluna, letras iguais indicam que não houve diferença estatisticamente significativa pelo Teste Tukey a 5% de sig.

Ainda de acordo com a Tabela 2, observou-se superioridades nos valores da CMR e da RTCD para os tratamentos 7 e 8. A aplicação de temperatura mais elevada, associada à menor dimensão da partícula utilizada (menores que 0,420 mm) foi o que proporcionou esta diferença. Assim, os briquetes em que se utilizou partículas com menores dimensões, estas se acomodaram melhor e com maior área de contato, auxiliando na transferência de calor entre as partículas, comparando-se com os briquetes em que se utilizaram as partículas mais grossas.

Ainda, a utilização de maior temperatura (200 °C) promoveu de forma mais rápida o amolecimento da lignina contida na biomassa, fazendo com que as partículas aderissem mais umas às outras, explicando os maiores valores da CMR para os tratamentos 7 e 8.

Com relação à resistência à tração por compressão diametral (RTCD), os maiores valores observados também foram para os tratamentos 7 e 8, 443,16 e 441,44 kgf/cm², respectivamente. Estes valores corroboram o efeito combinado da temperatura elevada com partículas de menores dimensões observada para a CMR, onde devido a maior área de contato entre as partículas e o maior amolecimento da lignina, promoveram-se mais ligações entre as

partículas, aumentando assim a resistência à tração.

Comparando-se o comportamento dos dados para a carga máxima de ruptura e a resistência à tração por compressão diametral, verificou-se que ambos explicam a variação dos parâmetros da briquetagem, ou seja, são sensíveis à variação da granulometria, temperatura e pressão de compactação. Portanto, ambos podem ser utilizados, mas recomenda-se a utilização da RTCD pelo fato de este parâmetro já levar em consideração o formato do briquete (diâmetro e comprimento), sugerindo a utilização de briquetes com formatos diferentes na mesma análise.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Para os briquetes confeccionados, a densidade não foi influenciada pelos parâmetros da briquetagem.

A CMR e a RTCD foram influenciados pelo efeito combinado do aumento da temperatura com a diminuição da dimensão das partículas, onde foram observados as maiores médias para os tratamentos 7 e 8.

Percebeu-se que tanto a CMR quanto a RTCD mostraram o efeito dos parâmetros de briquetagem na resistência mecânica dos briquetes de Tauari, entretanto recomenda-se a utilização da RTCD por levar em consideração as dimensões do briquete.

5. BIBLIOGRAFIA

QUIRINO, W. F.; VALE, A. T.; ANDRADE, A. P. A.; ABREU, V. L. S.; AZEREDO, A. C. S. Poder calorífico da madeira e de resíduos lignocelulósicos. **Biomassa & Energia**, Viçosa, v. 1, n. 2, p. 173-182, 2004.

KALIYAN, N.; MOREY, R. V. Factors affecting strength and durability of densified biomass products. **Biomass and Bioenergy**, v. 33, n. 3, p. 337-359, 2009.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de doutorado do primeiro autor e ao Instituto Federal de Brasília pelo apoio na participação deste evento.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AValiação DO RENDIMENTO GRAVIMÉTRICO EM TANINOS CONDENSADOS NAS CASCAS DE *Eucalyptus grandis* NA REGIÃO DE LAVRAS-MG

Fernanda Buzatti Nascimento, Caroline Junqueira Sartori, Francielle Corrêa Neri, Fábio Akira Mori, Cláudia Lopes Selvati de Oliveira Mori
 Universidade Federal de Lavras
 fernanda_buzatti@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo Pizzi (1993), o termo "tanino" tem sido utilizado frequentemente para definir duas classes diferentes de compostos químicos de natureza fenólica, ou seja, os taninos hidrolisáveis e os taninos condensados. Os taninos hidrolisáveis são os responsáveis pela defesa das plantas contra os herbívoros e os taninos condensados a assegurar a defesa contra microrganismos (ZUCKER, 1983). Por se tratarem de produtos do metabolismo secundário dos vegetais os teores variam entre espécies, dentro da espécie, período, local de coleta, entre outros.

Os taninos condensados constituem a segunda fonte de polifenóis do reino vegetal, perdendo apenas para a lignina (HAGERMAN; ZHAO; JOHNSON, 1997).

Estes compostos do metabolismo secundário dos vegetais são utilizados no curtimento do couro, na indústria farmacêutica, alimentícia, produção de tintas, purificação de águas residuais e indústrias de adesivos naturais para madeira.

As espécies do gênero *Eucalyptus* têm sido predominantemente utilizadas nos reflorestamentos brasileiros, devido ao seu rápido crescimento, capacidade de adaptação de determinadas espécies às diversas regiões e pelo potencial econômico de utilização da sua madeira. Com a grande exploração dessas espécies, são geradas grandes quantidades de cascas.

Segundo Mori (1997, 2000), uma alternativa de uso para o volume de casca excedente nas fábricas seria a extração de taninos para produção de adesivos para madeira; posteriormente as cascas, após a extração, poderiam ser queimadas nas caldeiras ou ser utilizadas em compostagem.

Diante do apresentado, o objetivo deste trabalho foi a determinação do rendimento gravimétrico em taninos condensados presentes nas cascas de

Eucalyptus grandis em dois períodos de extração.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As cascas foram coletadas a 1,30m do solo, em um plantio localizado no campus da Universidade Federal de Lavras. Após coletadas, as cascas foram secas ao ar livre e trituradas em moinho martelo. A extração foi feita empregando-se uma relação licor/casca de 15:1 (v/m), adicionados 3% e sulfito de sódio (p/p) em banho-maria a 70°C por períodos de 3 e 4 horas. O material foi filtrado empregando-se coador de pano fino e concentrado em chapa de aquecimento a aproximadamente 150 mL.

A massa do extrato foi obtida e retiradas 10 g para a determinação do teor de sólidos e 20 g para a determinação do índice de Stiasny, conforme metodologia utilizada por Guangcheng, Yunlu e Yazaki (1991), com algumas modificações (MORI, 2000).

Para o cálculo do teor de sólidos foi usada a eq.(1).

$$T_{ST} (\%) = \frac{M_u - M_s}{M_u} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

TST (%): Teor de sólidos em porcentagem;

Mu: Massa úmida da amostra, aproximadamente 10g, e

Ms: Massa seca da amostra.

O Índice de Stiasny, foi calculado conforme a eq.(2).

$$IS (\%) = \frac{M_2}{M_1} \times 100 \quad (2)$$

Onde,

IS (%): Índice de Stiasny em porcentagem;

M₂: Massa do precipitado taninos-formaldeído (g), e

M₁: Massa de sólidos em 20 mL de extrato (g).

O rendimento em porcentagem de sólidos foi obtido multiplicando-se o teor de sólidos pela massa do extrato concentrado. Para se obter o rendimento gravimétrico em taninos

condensados (%) foi multiplicado o rendimento em sólidos pelo respectivo índice de Stiasny de cada tratamento. Os componentes não-tânicos foram determinados pela diferença entre o rendimento em sólidos e o rendimento em taninos (%).

Os dados foram submetidos à Análise de variância e quando significativos, foi aplicado o teste de Tukey a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para teor de sólidos (TS), índice de stiasny (IS), teor de tanino condensado (TTC) e teor de compostos não tânicos estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores de teor de sólidos (%), índice de stiasny (%), teor de taninos condensados (%) e teor de compostos não tânicos:

Tempo de extração	TS	IS	TTC	TNT
3 horas	3,59% (a)	50,14% (a)	3,97% (a)	3,95% (b)
4 horas	3,27% (b)	43,51% (a)	3,13% (b)	4,07% (a)

Valores médios seguidos de mesma letra, não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5% de significância

Verificou-se que para todas as variáveis, com exceção de compostos não tânicos, os maiores valores foram encontrados para 3 horas de extração. Entende-se então que o aumento no tempo do processo promove a extração de compostos não tânicos, o que pode piorar a qualidade do adesivo natural para madeira.

Sacramento et al. (2008), encontraram valores médios de 12,36; 58,51; 7,75 e 5,51% para teor de sólidos, índice de stiasny, teor de taninos condensados e teor de compostos não tânicos respectivamente, nas cascas de *Eucalyptus grandis*, valores estes maiores que os encontrados neste trabalho.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A obtenção do rendimento gravimétrico em taninos condensados é de suma importância para a área de ciência e tecnologia da madeira, pois fornece a quantidade de taninos que é capaz de reagir com formaldeído sob condições de formarem adesivos. Os valores encontrados neste trabalho não foram satisfatórios, porém é grande a necessidade de descoberta de alternativas para o uso da grande quantidade do resíduo casca que é gerado no setor florestal.

5. BIBLIOGRAFIA

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid contents in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 54, p.154 -156, 1991.

HAGERMAN, A. E; ZHAO, Y.; JOHNSON, S. Methods for determination of condensed and hydrolyzable tannins. **ACS Symposium Series**, Washington, v. 662, p. 209-222, 1997.

MORI, F. A. **Uso de Taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos de madeira.** Viçosa, 1997. 47 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa.

MORI, F. A. **Caracterização parcial dos taninos da casca e dos adesivos de três espécies de eucaliptos.** Viçosa, 2000. 73p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa.

PIZZI, A. Tanin-Based adhesives. In: PIZZI, A. (Ed.). **Wood adhesives: chemistry and technology.** New York: M. Dekker, 1993. p. 177-246.

ZUCKER, W.V. Tannins: does structure determine function? An ecological perspective. **Am. Nat.**, v. 121 , n.3, p. 335-365, 1983.

SACRAMENTO, V.C.; MORI, F.A.; MENDES, L.M.; COUTO, G.M. Rendimento em taninos condensados da casca de *Eucalyptus grandis* W.HILL EX. Maiden (Myrtaceae). In: XI Ebramem - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2008, Londrina-PR. Anais do XI-Ebramem - **Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira**, 2008. p. 1-11.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelas concessões de bolsas de estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



SELEÇÃO DE CLONES DE *Eucalyptus* POR MEIO DE TÉCNICAS MULTIVARIADAS

Allan Motta Couto, Paulo Fernando Trugilho

Universidade Federal de Lavra.

e-mail (allan_floresta@yahoo.com.br)

1. INTRODUÇÃO

Indivíduos pertencentes ao gênero *Eucalyptus*, devido ao rápido crescimento e boa adaptação às variáveis ambientais brasileiras, têm sido fortemente estudado e utilizado como fonte de madeira destinada ao uso energético.

Dentre os parâmetros utilizados na seleção materiais destinados a geração de energia destaca-se a densidade básica, teor dos principais componentes químicos da madeira dentre outros.

Diante do inconveniente na seleção de clones baseado em muitas variáveis, algumas técnicas multivariadas de análise de dados seria uma alternativa interessante de modo a maximizar a eficiência seletiva. A análise de agrupamento é uma técnica multivariada considerada muito eficiente na classificação de dados multivariados, é utilizada para mensurar o quanto similares são os materiais possibilitando a separação ou junção dos mesmos em grupos mais homogêneos possíveis.

Diante disto, objetivou-se com este estudo agrupar clones de *Eucalyptus* em função de suas características físicas e químicas auxiliando assim a seleção de clones mais interessantes ao uso energético.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizadas madeiras de 11 materiais genéticos pertencentes à V&M Florestal. De cada indivíduo foi retirado um disco de ± 5 cm de espessura na altura de 1,30 metros da altura do solo, o qual foi processado e destinado à análises química e física de acordo com as normativas abaixo.

Densidade básica	NBR 11941ABNT (2003)
Extrativos totais	ABTCP (1974), M 3/69.
Lignina total	Gomide e Demuner (1986) e Goldschimid (1971)
Minerais	ABTCP (1974), M 11/77.
Holocelulose	POR DIFERENÇA

O agrupamento dos clones em função de suas propriedades físicas, químicas e energéticas foi realizado pela aplicação de técnicas multivariadas com auxílio do software R 2.9.2. Os dados foram submetidos a análise de dissimilaridade (distância euclidiana) obtendo-se grupos distintos. Após o agrupamento foi realizado a análise de variância dos dados utilizando os indivíduos de cada grupo no intuito de caracterizar o agrupamento formado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se o dendrograma de similaridade realizada. Encontrou-se um elevado valor para o coeficiente de correlação confenética (0,83), ou seja, obteve-se um bom ajuste entre a representação gráfica e a matriz original das distâncias, possibilitando a realização de inferências de interesse com base na avaliação visual da Fig. 1.

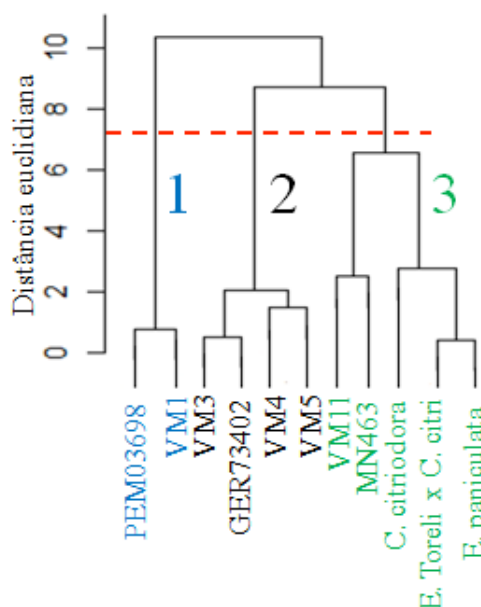


Fig. 1: Dendrograma de similaridade da análise de agrupamento.

Pode-se notar que foi possível a separação dos materiais em três grupos distintos fazendo-

se um corte a 75% da maior distancia obtida. A Tabela 1 apresenta a análise de variância e o teste de comparação múltipla de médias (Scott Knott a 0,05 de significância) dos materiais avaliados.

Tabela 1: Análise de variância das propriedades físicas e químicas dos materiais avaliados e teste de comparação múltipla de médias.

FV	GL	Quadrado médio				
		DB	EXT	LIG	MIN	HOLO
Grupos	2	0,011*	4,90 ^{ns}	10,14*	0,05 ^{ns}	11,73*
Erro	8	0,004	1,105	0,584	0,024	1,398
CV exp (%)		11,71	24,68	2,89	45,14	1,71

Grupo	Teste de comparação múltipla de médias				
	DB	EXT	LIG	MIN	HOLO
1	0,535 A	5,81	27,83 B	0,30	66,04 A
2	0,532 A	3,17	27,58 B	0,23	69,00 B
3	0,623 B	4,50	24,94 A	0,44	70,10 B

FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; DB: Densidade básica; EXT: Teor de extrativos totais; LIG: Teor de lignina total; MIN: Teor de minerais; HOLO: Teor de holocelulose. e*: Valor significativo em nível de 95% de probabilidade. e^{ns}: Valor não significativo em nível de 95% de probabilidade.

Observa-se que o grupo 1 e 2 apresentou os menores valores em densidade básica, entretanto os materiais deste grupo obtiveram maiores valores em teor de lignina total. O grupo 1 apresentou o menor valor em teor de holocelulose. O grupo 3 apresentou o maior valor em densidade básica e o menor valor em teor de lignina total.

Quando o material é destinado à produção de energia espera-se que o mesmo apresente maiores valores em densidade, pois esta propriedade está diretamente ligada a densidade energética do material. Quando há a necessidade de uma utilização energética mais específica como a produção de carvão vegetal o teor de lignina total é de suma importância, pois este composto químico apresenta maior termoestabilidade em comparação aos demais componentes químicos orgânicos presentes na madeira, conferindo maior rendimento na produção de carvão vegetal.

Assim sendo o cruzamento de materiais do grupo 1, que possui maior teor de lignina e menor teor de holocelulose, com materiais do grupo 3 que apresentam maior densidade básica pode ser benéfico do ponto de vista de melhoramento no intuito de se obter materiais com maior densidade e maior teor em lignina total.

4. CONCLUSÕES

Os materiais incluídos nos grupos 1 e 2 apresentaram os maiores e menores valores em teor de lignina total e densidade básica respectivamente.

Os indivíduos pertencentes ao grupo 1 apresentaram os menores valores em teor de holocelulose.

O grupo 3 foi formado por materiais que apresentam maiores valores em densidade básica.

O cruzamento dos materiais dos grupos 1 e 3 podem ser benéficos para programas de melhoramento que visam obter materiais com maiores valores em densidade básica e teor de lignina total

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 11941:** madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **Métodos de ensaio.** São Paulo, 1974. 8 p.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. (Ed.). **Lignins:** occurrence, formation, structure and reactions. New York: J. Wiley Interprice, 1971. p. 241-298.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 36-38, 1986.

6. AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG e Vallourec & Mannesmann Florestal – V&M Florestal pela concessão de recursos necessários a execução deste estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DO LENHO DE SEIS ESPÉCIES AMAZÔNICAS COMERCIALIZADAS NO MUNICÍPIO DE MARABÁ/PA.

Maila Janaína Coelho Souza, Gleidson Ribeiro da Silva, Solange Rafaela Rodrigues Ramos Scheidegger, Celine Raphaela Perdigão, Alisson Rangel Albuquerque.

Universidade do Estado do Pará- UEPA

mailajcsouza@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A floresta amazônica é o maior reservatório natural da diversidade vegetal do planeta, onde cada um de seus diferentes ambientes florestais possui um contingente florístico rico e variado, muitas vezes exclusivo de determinado ambiente (OLIVEIRA & AMARAL, 2004).

Nos últimos anos, observa-se uma preocupação maior com o manejo florestal onde se tenta conciliar a utilização econômica dos recursos naturais com a conservação dos ecossistemas e das espécies existentes em benefício das sociedades regionais. O desconhecimento das espécies, suas características tecnológicas, fisiológicas e morfológicas torna-se um empecilho para utilização e aproveitamento das madeiras amazônicas (FERREIRA *et. al.* 2004).

A retratibilidade e a densidade são as características físicas fundamentais para definir adequadamente suas aplicações, onde combinadas a outros fatores permitem que as madeiras sejam classificadas em usos que mostram ser mais apropriados.

O objetivo do trabalho consistiu em caracterizar fisicamente o lenho de seis espécies arbóreas nativas da floresta amazônica, comuns nas madeiras do município de Marabá-PA, determinando sua densidade básica, densidade anidra, retratibilidade linear e volumétrica e o fator de anisotropia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas para estudo foram obtidas de madeiras serradas provenientes de madeiras do município de Marabá-PA. Sendo as seguintes espécies estudadas: *Astronium lecontei* Ducke (Muiracatiara); *Dinizia excelsa* Ducke (Angelim-Vermelho); *Goupia glabra* Aublet (Cupiúba); *Euxylophora paraensis* Huber (Pau-amarelo); *Hymenolobium*

petreaum Ducke (Angelim-Pedra); *Licania macrophylla* Benth. (Casca-seca).

Foram confeccionados 6 corpos-de-prova por espécie, com dimensões de 2X3X5 cm, de acordo normas da ABNT (NBR 7190, 1997).

Para a determinação dos dados de volume foram realizadas medições das dimensões dos corpos de prova, utilizando paquímetro digital com precisão de 0,01 mm e para o peso utilizou-se balança analítica com precisão de 0,001 g.

Os parâmetros foram mensurados, respectivamente, de acordo com as recomendações da ABNT (NBR 9170, 1997), sendo eles: densidade básica, densidade anidra, retratibilidade linear e volumétrica e fator de anisotropia.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de densidade básica e anidra e de retratibilidade linear e volumétrica encontrados estão de acordo com a bibliografia.

Os valores de densidade básica e anidra encontrados nas espécies analisadas (tabela 1) enquadraram-se entre médio e alto, sendo o maior valor encontrado na espécie *D. excelsa* e o menor valor em *G. glabra*, tanto para densidade básica quanto para a anidra.

Tabela 1: Médias da densidade básica e anidra

Espécies	Densidade básica (%)	Densidade anidra (%)
<i>Astronium lecontei</i>	0,844	0,925
<i>Dinizia excelsa</i>	0,984	1,106
<i>Euxylophora paraensis</i>	0,705	0,787

<i>Goupia glabra</i>	0,610	0,707
<i>Hymenolobium petreaum</i>	0,677	0,780
<i>Licania macrophylla</i>	0,847	1,029

De acordo com Mattos et al. (2009), esperam-se maiores variações dimensionais no tangencial, seguida pela alteração no plano radial e por último, é praticamente desprezível no plano longitudinal. Observando os resultados nota-se que as maiores variações dimensionais ocorreram no plano tangencial, com uma média variando de 5,00% a 9,34% entre as espécies (tabela 2).

Tabela 2: Medidas de retratibilidade (média)

Espécie	Contração			
	Vol. (%)	Tang. (%)	Rad. (%)	Long. (%)
<i>A. leicontei</i>	9,26	5,00	3,83	0,69
<i>D. excelsa</i>	12,39	7,51	4,92	0,37
<i>E. paraensis</i>	10,55	6,96	3,65	0,21
<i>G. glabra</i>	13,69	7,92	5,82	0,47
<i>H. petreaum</i>	12,39	8,21	5,10	0,37
<i>L. macrophylla</i>	17,60	9,34	8,92	0,21

Legenda - Vol.: *Retratibilidade Volumétrica*; Tang.: *Retratibilidade no sentido Tangencial*; Rad.: *Retratibilidade no sentido Radial*; Long.: *Retratibilidade no sentido Radial*. Os dados estão expressos em percentuais (%).

Os dados de retratibilidade linear nos sentidos tangencial (1) e radial (2) são importantes para conhecermos o Fator de Anisotropia, através da divisão do 1 pelo 2 (tabela 3).

Tabela 3: Fator de Anisotropia (FA)

Espécie	Fator de Anisotropia
<i>A. leicontei</i>	1,31
<i>D. excelsa</i>	1,53
<i>E. paraensis</i>	1,91
<i>G. glabra</i>	1,36
<i>H. petreaum</i>	1,61
<i>L. macrophylla</i>	1,05

O Fator de Anisotropia (tabela 3) é um índice muito importante no estudo das contrações, pois quanto maior esse fator, maior é a tendência ao fendilhamento e empenamento da

madeira, determinando dessa forma a qualidade da madeira, e varia geralmente entre 1,5 e 2,5.

De acordo o FA, Nock *et al.*, (1975) classificam a madeira como excelente, normal ou ruim. Sendo assim, *A. leicontei*, *G. glabra* e *L. macrophylla* podem ser classificadas como espécies de qualidade de madeira excelente por apresentarem FA entre 0,76 e 1,48. As demais espécies são classificadas com qualidade de madeira normal/regular, pois possuem fatores entre 1,53 e 1,91.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho permitem concluir que as espécies estudadas apresentam de média a alta densidade, uma contração linear tangencial maior que a radial e um fator de anisotropia variando de excelente a regular.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190/97 - Projeto e Execução de Estruturas de Madeira: Projeto de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro, 107p. 1997.

FERREIRA, G. C.; GOMES, I. J.; HOPIKNS, G. J. M. Estudo anatômico das espécies de Leguminosae comercializadas no Estado do Pará como "angelim". **Acta Amazônica**, Manaus, v.34, n.3, jul/set 2004. p.71-76.

MATTOS, B. D.; GATTO, D. A.; STANGERLIN, D. M.; MELO, R. R. de; BELTRAME, R. **Correlação entre massa específica e retratibilidade da madeira de três coníferas da região sul do Brasil**. Mostra científica. Anais... Pelotas: UFPel, 2009. v. 1, p. 1-5.

NOCK, H. P; RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Tecnologia da madeira**. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 1975. 216 p.

OLIVEIRA, A. N; AMARAL, I. L. **Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil**. *Acta Amaz.* [online]. 2004, vol.34, n.1, pp. 21-34. ISSN 0044-5967

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Vanda C. R. e Karem S. S. pela colaboração na execução deste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA PROPRIEDADE MECÂNICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus camaldulensis* TRATADO E NÃO TRATADO COM PRESERVATIVO.

Wigor Souza Faria¹, Dieimes Ribeiro Resende¹, Andrey de Oliveira Costa¹, José Benedito Guimarães Junior¹, Carlos Rogério Andrade¹.

Universidade Federal de Goiás-UFG

wigorsf@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira da espécie de eucalipto tem-se enorme potencial do ponto de vista de fornecimento de matéria-prima para os diferentes setores madeireiros. OLIVEIRA (1997) citou que o gênero *Eucalyptus* não apresenta restrições quanto à resistência mecânica que pode variar de baixa a muito elevada. Essa grande variabilidade se deve ao fato da existência de mais de 600 espécies, adaptadas aos mais diferentes tipos de solo e condições climáticas.

As propriedades mecânicas da madeira estão diretamente relacionadas com a espécie, posição da peça na árvore, umidade da madeira, densidade e tempo de duração de carga. A umidade e a densidade da madeira têm grandes efeitos sobre as propriedades das madeiras, pois quanto maior a umidade da madeira menor e a sua resistência mecânica e vice-versa. Está redução da resistência se dá até o ponto de saturação das fibras, após o ponto de saturação das fibras a resistência mantém-se constante. Já a densidade quanto maior o seu valor, maior será a resistência da madeira, segundo o portal nacional da madeira (REMADE, 2003).

Na caracterização simplificada das propriedades mecânica da madeira o módulo de elasticidade (MOE) é um parâmetro normalmente avaliado em testes de compressão paralela às fibras, sendo de grande importância na caracterização tecnológica da madeira, pois representa a rigidez do material submetido a uma força aplicada paralelamente ao eixo longitudinal da madeira (SCANAVACA JÚNIOR e GARCIA, 2004). Também se avalia a tensão na força máxima, indicando a resistência do material.

A indicação de uso de uma determinada espécie madeireira depende da avaliação individual de suas propriedades mecânicas (LOGSDON et al., 2007).

Assim, este trabalho teve como objetivo, avaliar a propriedade mecânica de compressão paralela às fibras da madeira de *Eucalyptus camaldulensis* tratado e não tratado com agentes químicos preservantes.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram utilizadas espécie de *Eucalyptus camaldulensis* com idade de 36 meses. Foram selecionadas três árvores para cada tratamento avaliado. Este material foi cedido pela empresa Jataí Agroflorestal. A madeira foi oriunda da cidade de Serranópolis, sudoeste do estado de Goiás. Utilizou-se madeira tratadas com CCA (cromo, cobre e arsênio) e não tratadas.

Os toretes foram retirados na parte basal de cada árvore, totalizando 16 toretes para cada tratamento.

As amostras para avaliação das propriedades mecânicas da madeira foram retiradas do pranchão central, apresentando as seguintes dimensões: 2,5 x 2,5 x 10,0 cm, para a realização de todos os ensaios pretendidos. As amostras ficaram em sala climatizada com controle de temperatura e umidade até apresentarem massa constante (20°C e 65%, respectivamente).

O ensaio de compressão paralela às fibras da madeira foi realizado em uma máquina de ensaios universal, sendo seguidos os procedimentos da norma ABNT (1997). Avaliou-se para tanto rigidez (MOE) e a resistência à compressão paralela às fibras (tensão na força máxima).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com teste de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3. RESULTADO E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os resultados de MOR e tensão na força máxima (TFM) no teste de compressão para a madeira de *Eucalyptus camaldulensis*.

Tabela 1: Valores médios de MOR (módulo de elasticidade) e TFM (tensão na força máxima) da madeira de *Eucalyptus camaldulensis*.

TRATAMENTO	MOE (MPa)	TFM (Mpa)
TRATADO	18.591,72 A	58,19 A
NÃO TRATADO	13.466,20 B	48,74 B
CV (%)	22,41	7,61

Observa-se que houve diferença estatística entre as médias tanto no que se refere a rigidez quanto a resistência da madeira de *Eucalyptus camaldulensis*. Em relação ao módulo de elasticidade, o material tratado apresentou maior valor, com 18.591,72 MPa. Já para o não tratado observou-se valor de 13.466,20 MPa. Resultado que está dentro do encontrado na norma NBR 7190/97, para 17 espécies de *Eucalyptus*, cuja rigidez se encontrou entre 13.166 MPa a 19.881 MPa.

A tensão na força máxima (TFM) para o material tratado apresentou-se superior ao material não tratado, sendo 58,19 MPa e 48,74 MPa, respectivamente. Estes resultados ficaram próximos aos da norma NBR 7190/97, que observaram que a resistência para a espécie de *Eucalyptus camaldulensis* foi de 48 MPa.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados pode-se concluir que:

- ✓ Para a resistência e rigidez na compressão paralela às fibras de *Eucalyptus camaldulensis* a madeira tratada foi superior a não tratada.
- ✓ Os valores de rigidez e resistência para os tratamentos estão de acordo com os observados na literatura.

5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

CRUZ, C. R., LIMA, J. T., MUNIZ, G. I. B. Variações dentro das árvores e entre clones das propriedades físicas e mecânicas da madeira de híbridos de *Eucalyptus*. **Scientia Forestalis**, n. 64, p. 33-47, dez. 2003.

LAHR, F. A. R., CHAHUD, E., FERNANDES, R. A., TEIXEIRA, R. S. Influência da densidade na dureza paralela e na dureza normal às fibras para algumas espécies tropicais brasileiras. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 153-158, jun. 2010.

MIRANDA, M. C., CASTELO, P. A. R., MIRANDA, D. L. C., RONDON, E. V. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *parkia gigantocarpa* ducke. **Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)**. Pelotas, v. 03, n. 02, p. 55-65, nov. 2012.

RODRIGUES, R., A., D. **Variabilidade de propriedades físico-mecânicas em lotes de madeira serrada de eucalipto para a construção civil**. 2002. 84 p. Dissertação (mestrado em ciência e tecnologia da madeira). Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Empresa Jataí Agroflorestal pelo fornecimento do material.

QUALIDADE DO CARVÃO CARVÃO VEGETAL PARA USO DOMÉSTICO

Pedro Nicó de Medeiros Neto, Denise Ransolin Soranso, Brunela Pollastrelli Rodrigues, João Gabriel Missia da Silva, Marina Donária Chaves Arantes
 Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo
 pedroflorestal@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A qualidade do carvão vegetal é influenciada pela matéria prima e pelo método de carbonização utilizado; sendo avaliada por meio das suas características físico-químicas.

Dentre essas variáveis que podem prever a qualidade do carvão vegetal, pode-se destacar a densidade relativa aparente, umidade, análise química imediata e o poder calorífico inferior.

O presente estudo teve por objetivo comparar e determinar algumas propriedades físico-químicas do carvão vegetal proveniente de dois municípios do Estado do Espírito Santo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material utilizado foi proveniente dos municípios de Ibirapu e Linhares, ambos localizados no Estado do Espírito Santo.

As embalagens com carvão vegetal foram pesadas para verificar se o peso líquido condiz com o descrito na embalagem. Após a pesagem e retirada de materiais indesejáveis, como resíduos de casca, pedra, torrões de terra e tiços, presentes nas amostras de carvão vegetal, as mesmas foram homogêneas e procederam-se as análises químicas. Vale ressaltar que todos esses materiais influenciam na qualidade do carvão gerado quando presentes, destacando principalmente a casca da madeira que contribui significativamente no aumento do teor de cinzas.

A densidade relativa aparente foi determinada de acordo com a Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 11941 da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2003).

Após trituração o carvão vegetal foi empregada a fração que passou pela peneira de 40 *mesh* (0,42 mm) e ficou retida na de 60 *mesh* (0,25 mm). Para efetuar a análise química imediata do carvão utilizou-se a NBR 8112 da ABNT (1983). O poder calorífico superior (PCS) foi determinado por meio de um calorímetro conforme o procedimento descrito na NBR 8633 (ABNT, 1983). O Poder Calorífico Inferior (PCI) foi estimado pela equação apresentada a seguir:

$$PCI = \frac{PCS - 25,11(U)}{100(U)} \times 100$$

A densidade energética (DE) foi obtida pela multiplicação entre a densidade relativa aparente e o poder calorífico inferior do carvão vegetal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são apresentados os valores relativos à massa do carvão vegetal descrito na embalagem (MDE), a massa líquida (ML), a massa da embalagem (ME) e massa de materiais indesejáveis (MI) para as duas amostras estudadas.

Tabela 1: Valores da massa descrita nas embalagens, massa líquida, massa das embalagens e a massa de materiais indesejáveis das duas amostras do carvão vegetal estudadas

Amostra	MDE (kg)	ML (kg)	ME (g)	MI (g)
1	2,00	2,00	0,34	0,14
2	2,00	2,19	0,05	0,35

Apesar da amostra 2 proveniente do município de Linhares possuir maior valor para a massa líquida, foi possível constatar que essa mesma amostra possuiu também os maiores valores referentes a materiais indesejáveis.

Os valores médios encontrados para densidade relativa aparente (DRA) e umidade (U) das amostras de carvão vegetal provenientes de Ibirapu e Linhares estão na tabela 2.

Tabela 2: Valores médios de densidade relativa aparente e umidade do carvão vegetal

Amostra	DRA (g.cm ⁻³)	Umidade (%)
1	0,44	8,53
2	0,42	6,02

Observa-se, na tabela 2, que a amostra 1 proveniente do município de Ibirapu possui densidade relativa aparente superior ao carvão

oriundo do município de Linhares, no entanto, um material com maior umidade.

A densidade relativa aparente do carvão das amostras 1 e 2 foram superiores a densidades observadas por Rosa et al. (2012) para amostras de carvão vegetal obtidas nos municípios de Alegre (0,379 g.cm⁻³), Jerônimo Monteiro (0,373 g. cm⁻³) e Cachoeiro de Itapemirim (0,377 g.cm⁻³), pertencentes ao Estado do Espírito Santo. Quanto ao teor de umidade, as duas amostras apresentaram teor superior ao limite de 5%, determinado pelo Selo Premium, criado em 2003, promulgado pela Resolução n°10 da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo, de 11 de julho de 2003, para determinar o padrão de qualidade e outras diretrizes para a comercialização do carvão vegetal no Estado, e a valores encontrados por Rosa et al. (2012), ao analisarem a qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico, comercializado nos seguintes municípios do Estado do Espírito Santo: Alegre; Jerônimo Monteiro e Cachoeiro de Itapemirim.

Os valores médios do teor de materiais voláteis (TMV), teor de carbono fixo (CF) e teor de cinzas (Cz) para as duas amostras de carvão vegetal são expostos na Tabela 3.

Tabela 3: Valores médios da composição química e do poder calorífico superior e inferior do carvão vegetal

Amostra	TMV (%)	TCF (%)	Cz (%)
1	14,4	84,3	1,2
2	15,2	81,9	2,9

Os valores referentes ao poder calorífico superior (PCS), poder calorífico inferior (PCI) e a densidade energética (DE) estão presentes na Tabela 4.

Tabela 4: Valores relativos ao poder calorífico superior, poder calorífico inferior e a densidade energética das duas amostras de carvão vegetal

Amostra	PCS (cal.g ⁻¹)	PCI (cal.g ⁻¹)	DE (cal.cm ⁻³)
1	7737,5	6932,2	3050,2
2	7450,0	6884,6	2891,5

Nota-se, nas tabelas 3 e 4, que a amostra 1 proveniente do município de Ibirapu possui teor de carbono fixo superior ao encontrado para o carvão obtido do município de Linhares e,

consequentemente, uma maior quantidade de energia liberada durante a queima do material.

Tal fato pode ser observado pelos valores encontrados para o poder calorífico. A mesma amostra apresentou também o maior valor para a densidade energética, uma vez que apresentou os maiores valores referentes a densidade relativa aparente e ao poder calorífico inferior.

O teor de cinzas foi superior para a amostra 2 proveniente do município de Linhares. Altos teores de cinzas refletem no aumento da limpeza em fornalhas e em outros sistemas em que o carvão é utilizado como fonte de energia, podendo ainda provocar danificações dos equipamentos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De modo geral, em função das características físico-química e energética o carvão vegetal proveniente do município de Ibirapu possui as melhores propriedades, como maiores valores de carbono fixo, densidade aparente, poder calorífico e densidade energética. Além disso, possui a menor quantidade de materiais indesejáveis em suas embalagens.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8112 Carvão vegetal - Análise imediata**. Rio de Janeiro: ABNT, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8633 Carvão vegetal - Determinação do poder calorífico**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 11941 madeira-determinação da densidade básica**. Rio de Janeiro: ABNT, 2003.

ROSA, R. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; ANDRADE, W. S. de P.; MOULIN, J. C. Qualidade do carvão vegetal para o consumo doméstico. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 2, p. 41-48, 2012.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Agricultura e Abastecimento de São Paulo. **Resolução n°10 SAA**, de 11 de julho de 2003. São Paulo, 2003. Disponível em: <www.agricultura.sp.gov.br>. Acesso em: 29 jul. 2013.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DE CORRELAÇÃO ENTRE AS PROPRIIDADES DA MADEIRA E DO CARVÃO VEGETAL DE CINCO ESPÉCIES AMAZÔNICAS

Vitória Roberta da Silva Ferreira, Victor Hugo Pereira Moutinho¹, Fernando Wallace Carvalho Andrade²

¹ Laboratório de Tecnologia da Madeira - Grupo de Pesquisa em Madeiras Amazônicas - Universidade Federal do Oeste do Pará, ² Universidade Federal Rural da Amazônia.

victoria_roberta19@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira constitui importante fonte de energia para o país (UHLIG et al, 2008), onde parte dessa energia, produzida na forma de carvão vegetal e oriunda de florestas plantadas de eucaliptos, se destina as indústrias siderúrgicas que necessitam diariamente abastecer seu alto forno e dessa forma manter sua funcionalidade. Neste sentido, cita-se a floresta amazônica que abrange uma área de 415,9 milhões de hectares correspondendo a 31,1% (FAO, 2006), possuindo inúmeras espécies com potencial energético, entretanto sem estudos de caracterização. Sabendo-se que, a produção e a qualidade do carvão sofrem influência do sistema empregado e da matéria-prima utilizada, as características tanto da madeira quanto do carvão vegetal, e a homogeneidade destas, são fundamentais do ponto de vista industrial, uma vez que reduzem o volume de carvão necessário para a redução do minério de ferro, aumentando assim a produtividade.

Dessa forma, é essencial a elaboração de estudos que demonstrem as relações entre as características da madeira e do carvão vegetal dela obtido.

Diante deste cenário, o objetivo com este trabalho foi verificar as associações existentes entre as características da madeira de espécies amazônicas e do carvão vegetal produzido, com o auxílio de análise de correlação linear simples.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas em uma serraria na região de Santarém-PA. As espécies foram identificadas *in loco* por meio de suas características macroscópicas e organolépticas com o auxílio de técnicos do Laboratório de

Tecnologia da Madeira da Universidade Federal do Oeste do Pará.

As análises químicas e físicas foram realizadas no Laboratório de Tecnologia da Madeira/UFOPA e no Laboratório de Química, Celulose e Energia da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP.

Na caracterização química da madeira foram analisados o teor de cinzas, de lignina, a solubilidade dos extrativos em água quente, água fria e os extrativos totais, seguindo os procedimentos sugeridos pela Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel – ABTCP (1974).

Determinou-se também a densidade básica da madeira, seguindo-se as diretrizes da NBR 7190 (ABNT, 1996).

As carbonizações foram realizadas em uma mufla, com temperatura final de 450°C por 60 minutos e taxa de aquecimento de 1°C.min⁻¹. Após a carbonização, foi avaliado o balanço de massa em carvão, gases condensáveis e não condensáveis. A densidade relativa aparente do carvão vegetal foi determinada de acordo com o método por meio de imersão em mercúrio.

Foi realizada a análise de correlação linear simples, considerando-se o conjunto de dados originais observados, para verificar as associações existentes entre um primeiro grupo de características químicas da madeira com um segundo grupo formado pelas características do carvão vegetal. Para comparação de médias, utilizou-se o teste Duncan. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa R.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 são mostrados os resultados da correlação linear entre as variáveis da madeira e do carvão vegetal estudadas.

Tabela 1- Correlação madeira x Carvão

	ISP	af	DB	aq	Ext	Lig	Czm	Rend	Gcond	GNC	DA
ESP											
af	0,11										
DB	0,02	0,92a									
aq	0,39	0,75b	0,58c								
Ext	0,55*	0,59c	0,35	0,88a							
Lig	-0,09	-0,49	-0,32	-0,33	-0,46						
Czm	-0,11	-0,06	-0,03	-0,33	-0,27	-0,06					
Rend	0,90a	0,36	0,25	0,5	0,66b	-0,25	-0,04				
Gcond	0,63c	0,55	0,46	0,2	0,31	-0,28	0,71b	0,71c			
GNC	0,09	-0,53	0,07	-1,04	-0,55	0,3	-0,08	-0,58	-0,21		
DA	0,17	0,89a	0,87a	0,77a	0,53c	-0,35	-0,12	0,28	0,36	-0,29	
PCI	-0,04	-0,82a	-0,74b	-0,82a	-0,69b	0,39	0,53c	-0,24	0,5	0,62	-0,77a
Czc	-0,69b	0	-0,12	0,12	0,1	-0,14	-0,3	-0,57e	-0,72b	-0,70c	-0,08

* $a=p<0,01$, $b=p<0,1$, $c=p<0,5$. **ESP** – espécie; **af** – água fria; **DB** – densidade básica; **aq** – água quente; **Ext** – extrativos totais; **Lig** – lignina; **Czm** – cinzas madeira; **Rend** – rendimento gravimétrico; **Gcond** – gases condensáveis; **GNC** – gases não-condensáveis; **DA** – densidade aparente; **PCI** – poder calorífico inferior; **Czc** – cinzas carvão

Quanto as correlações madeira x carvão, os principais resultados encontrados são referentes as variáveis densidade aparente do carvão e poder calorífico inferior, que apresentaram alta correlação com todas as variáveis da madeira analisadas, inferindo-se que estas propriedades do carvão são altamente influenciadas pelas características da madeira. Observa-se também que o PCI foi positivamente influenciado pelo teor de cinzas na madeira, assim como o rendimento em condensáveis.

Quanto a correlação carvão x carvão, verifica-se que o teor de cinzas está altamente e negativamente correlacionado como o balanço de massa da carbonização, desta forma, conclui-se que quanto menor o teor de cinzas no carvão, maior será o rendimento da carbonização, isto se explica devido o caráter não combustivo dos minerais presentes nas cinzas.

É possível observar ainda, que a densidade básica da madeira e a densidade aparente do carvão estão altamente correlacionadas, resultado este semelhante encontrado por Brito e Barrichello (1980).

Os extrativos em água quente apresentaram uma alta correlação com os extrativos totais, densidade aparente e poder calorífico inferior, embora o ultimo seja uma correlação negativa.

Os extrativos totais mostraram uma alta correlação positiva com o rendimento gravimétrico, contrariando os resultados de Brito e Barrichello (1977), os quais apontam uma correlação negativa entre o teor de extrativos e o rendimento gravimétrico do carvão vegetal em espécies de *Eucalyptus*, enquanto que as cinzas da madeira apresentaram alta correlação com os

gases condensáveis, assim como o rendimento gravimétrico.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O teor de lignina não apresentou significância com nenhuma das variáveis.

Observa-se que, mesmo em espécies amazônicas, a densidade básica da madeira, constitui-se na principal variável influente nas características do carvão vegetal.

Dando continuidade a este trabalho, pode-se fazer um estudo da composição do teor de celulose e outros açúcares (caracterização da hemicelulose), podendo também aumentar o número de espécies estudadas.

5. BIBLIOGRAFIA

PROTASIO, T.P.; TRUGILHO, P.F; NEVES, T.A.; VIEIRA, C.M.M. **Análise de correlação canônica entre características da madeira e do carvão vegetal de Eucalyptus**. 2012. 326 p. Scientia florestalis. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Universidade de São Paulo, Piracicaba.

UHLIG, A.; **Lenha e carvão vegetal no Brasil: balanço oferta-demanda e métodos para a estimação do consumo**. 2008. 124p. Tese (Doutorado em Programa interunidades de pós-graduação em energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRITO, J.O; BARRICHELLO, L.E.G. **Correlações entre as características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão:2. Densidade da madeira x Densidade do carvão**. 1980. 113p. IPEF. Piracicaba, 1980.

6. AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal do Oeste do Pará pela concessão da bolsa de iniciação científica.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DE TRÊS ESPÉCIES DE MAIOR ABUNDÂNCIA NO NOVO CICLO DE CORTE DA FLORESTA NACIONAL DO TAPAJÓS

Lucas Geovane de Medeiros Santana, Eva Andrade dos Santos, Victor Hugo Pereira Moutinho

Laboratório de Tecnologia da Madeira ó Grupo de Pesquisa em Madeiras Amazônicas

lgeovanee@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Estudar e compreender o ciclo de corte de uma floresta submetida à exploração madeireira é estrategicamente importante, sendo que o manejo florestal é visto como a solução para uso sustentável dos recursos florestais, principalmente do produto madeira.

A Floresta Nacional do Tapajós (Flona) é uma região tida como médio amazonas, possui uma área de aproximadamente 545 mil hectares, com 28 comunidades em seu interior, abrangendo cerca de 4.000 comunitários. É uma área de conservação com objetivo básico do uso sustentável dos recursos florestais e pesquisa científica, com ênfase em métodos para a exploração de florestas nativas (Soares, 2004).

A flona foi submetida ao primeiro ciclo de corte na década de 1970 e, desde então, foram realizados inventários contínuos para avaliar os impactos da exploração e também a regeneração da floresta.

Apenas três sítios na América Latina se equiparam ao sítio experimental da Floresta Nacional (Flona) do Tapajós em termos de contribuições para a sustentabilidade do manejo florestal madeireiro na Amazônia, são eles: Tonka no Suriname, Paracou na Guiana Francesa e ZF-2 do Inpa em Manaus. Entretanto, o sítio de Tapajós é o único a atingir o segundo ciclo de corte e com informações atualizadas da dinâmica florestal (EMBRAPA, 2011).

Neste segundo ciclo de corte, a composição florística apresentou alterações, notando-se a abundância de novas espécies em relação ao ciclo anterior, e estas novas espécies necessitam serem caracterizadas tecnologicamente, visando a encontrar aplicação e utilidade das mesmas. Em virtude dessa falta de estudos, grande variabilidade de espécies madeireiras e a demanda desse material no mercado, o objetivo deste trabalho é analisar as propriedades físicas de três espécies de maior abundância, frequência e dominância na Floresta Nacional do Tapajós afim de gerar informações e dar suporte a uma

provável futura introdução dessas espécies no mercado visando a sua comercialização.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material foi coletado na Floresta Nacional do Tapajós, no Km-67 da BR-163, sob as coordenadas S02°53'08,00" e W054°55'06,70", na área experimental da EMBRAPA. Foram retiradas amostras das espécies de *Bixa arborea* (Urucu da Mata), *Protium altsonii* (Breu) e *Rinorea guianensis* (Acariquarana), sendo que de cada espécie, coletou-se cinco árvores, totalizando 15 indivíduos. De cada árvore foram retiradas dois toretes de dois metros provenientes da base. Posteriormente, estes foram desdobradas em pranchões centrais de 10 a 15 cm de espessura para o desdobro destas peças em corpos-de-prova menores, segundo as orientações da NBR 7190 (ABNT, 1996), tomando como base a orientação dos anéis de crescimento.

As amostras já confeccionadas passaram pelo processo de saturação colocado em dessecadores com água, sendo submetido a vácuo diariamente. Após a saturação, obteve-se os valores inerentes ao volume e dimensões lineares de cada corpo de prova, para posterior aclimatização, de 20C e 65% de umidade, até atingirem o teor de umidade de equilíbrio a 12%. Ao final, as amostras foram pesadas na balança de precisão, medindo-se as seções longitudinal, radial e tangencial com um paquímetro digital, além de obter-se o volume por imersão em mercúrio. Após obtenção dos dados analisou-se a densidade e as contrações longitudinal, tangencial e radial a 12%.

Para análise estatística, realizou-se o teste de comparação de média de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teste de Scott-Knott mostrou que as espécies estudadas apresentam diferença significativa ao

nível de 5% em todos os fatores que foram testados, sendo que cada espécie limitou-se a um único grupo.

Tabela 1: Teste Scott-Knott para análise de avaliação e comparação.

Espécie	Densidade Aparente (12%)	Contração (12%)			
		Long	Tang	Rad	Vol
<i>Rinorea guianensis</i>	0.98a	0.46a	6.66a	3.14a	10.10a
<i>Protium altsonii</i>	0.60b	0.23b	4.40b	2.29b	7.71b
<i>Bixa arbórea</i>	0.33c	0.28c	2.67c	0.99c	4.77c

Long = longitudinal; Tang = tangencial; Rad = radial; Vol = volumétrica.

Verifica-se que *R. guianensis* apresenta maior valor dentre as espécies estudadas para densidade, quando comparada as demais, enquanto que *B. arbórea* e *P. altsonii* ficaram com a menor média e intermediária, de 0,33 g/cm³ e 0,6 g/cm³ respectivamente.

Sabe-se que as propriedades mecânicas da madeira são diretamente afetadas pela sua densidade e, sua determinação é um passo importante para definir a utilização final da madeira.

A respeito da contração, *Rinorea guianensis* apresentou o maior valor em todos os planos e *Bixa arborea* obteve os menores resultados para a contração linear.

A contração é outro aspecto importante das propriedades físicas. Geralmente a contração Tangencial é maior que a radial e, a longitudinal é desprezada.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Conclui-se que as espécies do novo ciclo de corte possuem potencial de introdução no mercado em diferentes áreas. A espécie *Rinorea guianensis* pode ser usada na construção civil na forma de pontes, vigas e caibros, enquanto que *Protium altsonii* possui potencial na indústria moveleira. *Bixa arbórea*, por sua vez pode ser utilizada na confecção de painéis e laminados.

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A. N.; ANGELO, H.; SILVA, J. C.G.L.; HOEFLICH, A. **Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação.** Acta Amazônica, v. 40, p. 119-126, 2010.

ANGELO H.; SILVA G. F.; SILVA, V. S. M. **Análise econômica da indústria de madeiras tropicais: o caso do pólo de sinop, MT.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 91-101, 2004.

Associação Brasileira de Normas Técnicas ó ABNT. NBR 7190 ó **Projetos de estruturas de madeira.** ABNT. Rio de Janeiro, RJ, 1996

SOARES, E. S. (Org.). **Desafios, resultados, ameaças e oportunidades em uma unidade de conservação na Amazônia: A Floresta Nacional do Tapajós.** IBAMA, p. 153, 2004.

TEIXEIRA, BMR (2008) **Variabilidade radial e longitudinal de propriedades da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrine* (L.) Speg.** Dissertação, Universidade Federal de Viçosa.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária ó EMBRAPA. **Segundo ciclo de corte na Floresta Nacional de Tapajós.** EMBRAPA, 2011.

AGRADECIMENTOS

Ao programa de iniciação científica da Universidade Federal do Oeste do Pará e pela disponibilidade do Laboratório de Tecnologia da Madeira.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária ó EMBRAPA, pelo apoio no projeto Segundo Ciclo de Corte na Floresta Nacional do Tapajós.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS E ENSAIO MECÂNICO DE TRAÇÃO NORMAL ÀS FIBRAS DA MADEIRA DE *Corymbia citriodora* de 67 anos

Andrea Cressoni De Conti¹, Maria Isabel da Silva Cruz¹, Cláudio De Conti²

¹Faculdade de Tecnologia FATEC – Capão Bonito, ²UNESP – Campus Experimental de Itapeva

andrea.deconti@fatec.sp.gov.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe um grande interesse nos materiais extraídos de recursos vegetais renováveis. Não somente do ponto de vista da atividade econômica, mas também da manutenção do equilíbrio ecológico que esses materiais podem proporcionar. Entre esses materiais inclui-se a madeira e seus derivados, com aplicações em diversas áreas, como na construção civil; nas indústrias de móveis, de embalagens, de papel e celulose; nos meios de transportes; nos instrumentos musicais e outros. Para Garcia e Mora (2000) e Leite *et al.* (2011), as espécies de *Eucalyptus* são de grande versatilidade, com possibilidade de utilização em diversos segmentos, como óleos essenciais, celulose, madeira tratada, carvão vegetal e lenha, madeira serrada, painéis a base de madeira, entre outros. Tomazello *et al.* (2011) relatam sobre trabalhos realizados com a madeira de eucalipto, os quais indicam algumas espécies e suas respectivas aplicações na construção civil. Devido a sua grande heterogeneidade e variabilidade, as propriedades físicas e mecânicas desse material variam de uma espécie para outra, e em diferentes regiões dentro da mesma espécie. Além disso, por tratar-se de um material higroscópico, a contração e expansão da madeira são uns dos principais problemas que ocorrem devido a mudança do teor de umidade. A madeira de *Corymbia citriodora*, anteriormente conhecida como *Eucalyptus citriodora*, é uma espécie que origina árvores com altura variando de 15 a 30 metros, tronco reto, liso, apresentando excelente fuste (NOGUEIRA, 2002). Neste trabalho, determinou-se a densidade básica (DB), densidade aparente (DA), retração e inchamento, e a resistência mecânica por meio do ensaio de tração normal às fibras, de uma amostra de madeira da espécie *Corymbia citriodora*, com 67 anos de idade, a fim de verificar como essas propriedades se modificam com a idade da madeira estudada aqui.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para os ensaios físicos e mecânico realizados foram usados 30 corpos de prova com 2cm x 3cm x 5cm, de madeira da espécie *Corymbia citriodora*, conforme especificação da norma NBR 7190/1997, para os ensaios realizados nesse trabalho. A massa de cada um dos corpos de prova foi medida em uma balança analítica GEHAKA: AG-200, com precisão de 0,0001g. As dimensões dos corpos de prova foram obtidas com um paquímetro digital Stainless Hardened (mm). A secagem foi realizada em uma estufa FANEM a $103 \pm 2^\circ\text{C}$ e o acompanhamento do teor de umidade foi feito seguindo a norma NBR 7190/1997. Para o ensaio mecânico de tração normal as fibras, foram utilizados 12 corpos-de-prova. Esse ensaio foi realizado numa máquina EMIC com capacidade de 30 toneladas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados obtidos para DB e DA.

Tabela 1 – Densidade básica e aparente para a madeira de *Corymbia citriodora*.

	Medida (g/cm ³)	Desvio Padrão	CV(%)	Literatura*
DB	0,850	± 0,011	0,001	0,867
DA	0,980	± 0,008	0,816	1,040

* (MADEIRA, 2003)

Observou-se que DB e DA da madeira em estudo apresentou números próximos ao da literatura (MADEIRA, 2003 e DE CONTI, 2012). Os valores para DB e DA para essa espécie de madeira são elevados, e considerando que os valores das mesmas densidades da amostra comparada, com idade inferior a 67 anos, não apresentaram diferenças significativas, ou seja, aproximadamente 2% para DB e 6% para DA, tem-se que o fator idade da árvore não

influencia as DB e DA dessas espécies de madeira. Na Tabela 2 estão os resultados para retração.

Tabela 2 – Retração para a madeira de *Corymbia citriodora*.

	Tang (%)	Radial (%)	Vol (%)
Literatura *	9,5%	6,6%	19,4%
Medido	4,5%	4,6%	9,10%

*(MADEIRA, 2003)

Verifica-se que esses resultados estão abaixo dos daqueles observados na literatura. Em relação ao inchamento, Tabela 3, observa-se que essa madeira absorveu muita água.

Tabela 3 – Inchamento para a madeira de *Corymbia citriodora*.

	Tang (%)	Rad.(%)	Axial (%)	Vol (%)
Medida Inicial	5,10	4,95	0,26	10,04
Medida Final	10,4	8,73	0,43	20,55

Ao ser analisado o fator de anisotropia, Tabela 4, observa-se que o mesmo está próximo de 1, significando que a espécie de madeira considerada aqui é estável (MORESCHI, 2012). Na Tabela 5 tem-se os resultados para o ensaio de tração normal as fibras. Verifica-se que resistência à ruptura para tração normal foi baixa, o que sugere uma concentração de lenho juvenil nos corpos de prova utilizados nesse ensaio (VIDARURRE et al, 2011).

Tabela 4 – Fator de Anisotropia.

	Medida	Desvio	Literatura*
Resultado (%)	1,06	± 0,15	1,04

*(NOGUEIRA, 2002)

Tabela 5 - Ensaio de tração normal às fibras para a madeira de *Corymbia citriodora*.

Tração Normal (MPa)	
Média	4.710
Desvio Padrão	± 0.78
Literatura	10,1*

*(MADEIRA, 2003)

4. CONCLUSÕES

A análise dos resultados indicou que a madeira de *Corymbia citriodora* de 67 anos é bem estável e não apresentou uma grande variação da densidade básica e aparente, no entanto, um estudo mais detalhado, envolvendo a idade e a

densidade para amostras dessa espécie, seria mais adequado para entender melhor esse comportamento. A resistência à ruptura à tração normal foi baixa comparada a literatura, sugerindo uma concentração maior de lenho juvenil nos corpos de prova utilizados.

5. BIBLIOGRAFIA

DE CONTI, A.C; DE CONTI, C.; SILVA, J.P. **MEDIDAS DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE ÁRVORES DE *Corymbia citriodora* COM IDADE DE 67 anos**, In: XIII ENCONTRO BRASILEIRO DE MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA - EBRAMEM, **Anais...** Vitória:UFES, 23 a 25 de julho de 2012. 1 CD-ROM.

GARCIA, C.H.; MORA, A.L. **A cultura de eucalipto no Brasil**. São Paulo, SP:SBS, 2000.

LEITE, M.K.; BELINI, U.L.; NOLASCO, A.M.; TOMAZELO M.FO. A Madeira de Reflorestamento como alternativa para indústria de mobiliários, In: 11° Congresso Ibero-latino americano da Madeira na Construção, **Anais do 11° Congresso Ibero-latino americano da Madeira na Construção**, Coimbra, Portugal, 2011.

LIMA, J.T.; FERREIRA, S.; MONTEIRO, T.C. **Propriedades mecânicas do lenho de tração e do lenho oposto de clones de *Eucalyptus* plantados em terrenos inclinados**. Universidade Federal de Lavras – Departamento de Ciências Florestais. XI EBRAMEM. Londrina, 2008.

Madeira: **Uso sustentável na construção civil**. São Paulo. Instituto de pesquisa tecnológica; SVMA; SindusCon-sp, 2003.

MORESCHI, João Carlo. **PROPRIEDADES DA MADEIRA**, 4 ed. Curitiba: Ministério da Educação e do Desporto. 2012. 203 p.

NOGUEIRA, M.C.J.A., **Indicações para o emprego de dezesseis espécies de eucalipto na construção civil**, tese de doutorado, EESC – USP, São Carlos - SP (2002).

TOMAZELLO, M.F.; OLIVEIRA, J.T; **Estimativa de alguma propriedades mecânicas da madeira de sete espécies de eucalipto com potencial de utilização na construção civil**, In: 11° Congresso Ibero-latino americano da Madeira na Construção, **Anais**, Coimbra, Portugal, 2011.

AGRADECIMENTOS

M.I.S.C., agradece o apoio financeiro do CNPq - PIBIC-JR.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANATOMIA DA MADEIRA DO GALHO DE *Acacia mangium* WILLD UTILIZADO EM DIFERENTES VERTENTES DE APROVEITAMENTO

Olívia Pereira Lopes¹, Samuel Henrique Nascimento¹, Bárbara Maria Ribeiro Guimarães¹,
Dieimes Ribeiro Resende², José Benedito Guimarães Junior²

¹ Universidade Federal de Lavras, ² Universidade Federal de Goiás

olivia.plopes@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A *Acacia mangium* Willd é uma espécie pertencente à família Leguminosae, vernaculamente conhecida como acácia, cássia ou acácia australiana; árvore de grande porte, podendo atingir até 30m de altura.

Trata-se de uma espécie pioneira que apresenta rápido crescimento, é nativa da parte noroeste da Austrália, do oeste da Indonésia e da Papua Nova Guiné.

Tem sua produção direcionada para diferentes vertentes do setor florestal, como por exemplo: celulose, construção, combustível e painéis compensados (Clark et al., 1991). Atualmente, busca-se um melhor e adequado aproveitamento da matéria-prima vegetal, acarretando em novos usos e produtos de partes antes desperdiçadas, havendo assim ganhos econômicos e ambientais. Inseri-se nesse contexto, o galho proveniente da desrama da *Acacia mangium* que tem sido estudado como matéria-prima para a confecção de produtos com maior valor agregado. A desrama apresenta-se como importante prática de manejo para o cultivo da espécie, visto que essa não possui desrama natural eficiente, o que pode ocasionar na podridão do lenho ou cerne, relacionada à permanência de galhos mortos na planta (Tuomela et al., 1996). Essa prática de manejo aumenta o valor comercial e a qualidade da madeira, sendo imprescindível em plantações que visam à produção para produtos serrados e laminados. É importante salientar que a desrama deve ser efetuada de forma adequada, pois, do contrário, pode ocasionar danos à planta.

Estabelecido os pontos citados acima, o presente trabalho tem por objetivo descrever anatomicamente a madeira do galho de *Acacia mangium*, com o intuito de fornecer subsídios para o melhor conhecimento acerca da estrutura da madeira do galho, de forma a aperfeiçoar seu aproveitamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foi utilizado desrama de *Acacia mangium* Willd. Estas foram provenientes de um plantio da Fazenda Ipoeira da Empresa *Bee Happy*, localizada no sul do Piauí, no município de Curimatá. As árvores derramadas apresentavam 60 meses e bom estado fitossanitário. Os galhos utilizados para as análises das estruturas anatômicas foram escolhidos ao acaso. De cada galho retirou-se três discos, dois discos a uma distância de 2cm de cada extremidade e um disco na posição central.

Foram confeccionados corpos de prova nas dimensões aproximadas de 2 x 2 x 2cm, amolecidos em água e posteriormente, confeccionadas lâminas histológicas permanentes com técnicas comumente utilizadas na anatomia da madeira.

As estruturas microscópicas listadas foram descritas segundo as normas estabelecidas pelo IAWA (1992).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracteres microscópicos da madeira do galho de *Acacia mangium*:

Camadas de crescimento indistintas; vasos predominantemente solitários, presença de geminados, raros múltiplos de três, arranjo não definido, porosidade difusa (Figura 1), pontoações intervasculares areoladas alternas (Figura 2), pontoações raio vasculares semelhantes às intervasculares. Parênquima axial vasicêntrico escasso (Figura 1 e Figura 3), maior percepção desse no plano tangencial devido a espessura da parede ser semelhante a da parede das fibras, no plano transversal. Raios homogêneos formados por células procumbentes, majoritariamente unisseriados, com alguma ocorrência de bisseriados, não apresentam estratificação no plano tangencial (Figura 3).



Figura 1: Foto microscópica da madeira do galho de *Acacia mangium*, plano transversal.

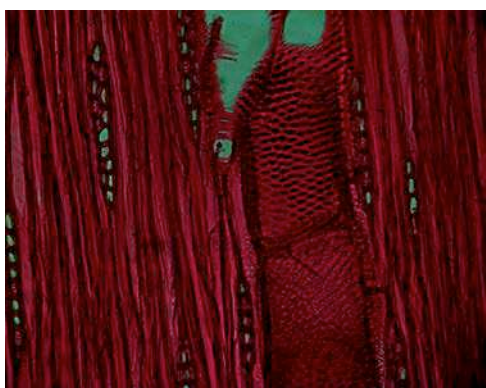


Figura 2: Foto microscópica da madeira do galho de *Acacia mangium*, corte tangencial, evidenciando as pontoações intervasculares.



Figura 3: Foto microscópica da madeira do galho de *Acacia mangium*, corte tangencial.

Os caracteres anatômicos microscópicos encontrados no presente trabalho, apesar de serem provenientes de galho, coincidem com os encontrados por Gonçalves & Lelis (2012) na madeira do fuste de *Acacia mangium*.

A madeira do galho está em fase juvenil e apresenta características como: menor densidade, maior ângulo das microfibrilas na camada S2 da parede celular, contração transversal menor, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de lignina e

hemicelulose, menor conteúdo de celulose e menor resistência, em relação à madeira adulta (ROWELL et al., 2000).

4. CONCLUSÕES

As características da madeira do galho de *Acacia mangium* são semelhantes as do fuste, no entanto, devido à madeira do galho estar em fase juvenil há restrições quanto ao seu uso.

5. BIBLIOGRAFIA

CLARK, N.B.; BALODIS, V.; FANG, G.; WANG, J. Pulping properties of tropical acacias. In: TURNBULL, J.W. (Ed.). Advances in tropical Acacia research: proceedings of an international workshop held in Bangkok. Canberra, ACT: Australian Centre for International Agricultural Research, 1991. p.138-144.

TUOMELA, K.; OTSAMO, A.; KUUSIPALO, J.; VUOKKO, R.; NIKLES, G. Effect of provenance variation and singling and pruning on early growth of *Acacia mangium* Willd. plantation on *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. dominated grassland. **Forest Ecology and Management**, v.84, p.241-249, 1996.

ROWELL, R.M.; HAN, J.S.; ROWELL, J.S. Characterization and factors effecting fiber properties. In: FROLLINI, E.; LEÃO, A.L.; MATTOZO, L.H.C. (Ed.). Natural polymers and agrofibers composites: São Carlos: IQSC/USP, 2000. p.115-33

AGRADECIMENTOS

FAPEPI – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Piauí, pelo financiamento do projeto.

FAPEMIG – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pela divulgação de resultados.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



IDENTIFICAÇÃO HISTOQUÍMICA DE IDIOBLASTOS TANÍFEROS NO MESOCARPO DO FRUTO de *Cocos nucifera L.*

Monique de Moura Gurgel¹, Leonardo de Souza Sanches², Danielle Affonso Sampaio³, Heber dos Santos Abreu⁴

1. *Doutoranda do PPGCAF/UFRRJ*; 2. *Discente do Curso de Engenharia Florestal*; 3. *Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/Discente do Curso de Engenharia Florestal*; 4. *Professor do Departamento de Produtos Florestais/Instituto de Florestas/UFRRJ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*
monique_floresta@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Coco nucifera L.*; variedade coco anão é uma palmeira exótica, da família Arecaceae. O Brasil é um dos maiores produtores de coco, entretanto, a maior parte do resíduo desse fruto é incinerada nos locais onde se faz o descascamento ou é jogado no lixo, descartando-se, dessa maneira, uma quantidade significativa de material de alto valor para a indústria e para a agricultura (MARTINS, C. R.; JÚNIOR, L. A. J., 2011).

A fibra obtida do mesocarpo do fruto é utilizada para diversas finalidades, como em estofamento de automóveis, tapetes, escovas, embalagens, painéis de isolamento, produção de briquete para geração de energia, entre outras (MARTINS, C. R.; JÚNIOR, L. A. J., 2011). A constituição desse material lignocelulósico inclui a celulose, hemicelulose, lignina, e diferentes substâncias que compõe o extrativo, como os taninos. Este pertence a uma classe de fenóis flavonoídicos, que ocorre na maioria dos vegetais, principalmente nas cascas dos caules, sementes, frutos, e em outras partes do vegetal. Em frutos muitas vezes ocorre em tecido parenquimático conhecido como idioblasto, que é uma célula desse tecido que acumula em seu interior substância dessa e de outra natureza (SCHROEDER, C. A.; CUMMINGS, K., 1942). Sua função majoritária é de defesa química, porém tem grande importância na indústria alimentícia, medicina, para confecção de adesivos e chapas de partículas (ISRAEL *et. al.*, 2011).

O objetivo desse estudo foi identificar através de teste histoquímico no mesocarpo do coco células responsáveis pelo acúmulo de tanino, de modo a subsidiar maiores conhecimentos para não impactar negativamente experimentos com a utilização da fibra do coco.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O fruto do coco (verde adulto) foi coletado e os corpos de prova para análise foram preparados nos planos transversal e longitudinal aos feixes vasculares. Os corpos de prova do fruto do coqueiro-anão foram aquecidos em água e seccionados com auxílio de um micrótomo do tipo Ranvier a uma espessura entre 15 a 20 μm . Os mesmos foram corados com uma solução de vanilina 0,5% em etanol e ácido clorídrico 9% para a detecção de tanino (WATERMAN, P. G.; MOLE, S., 1994; FIGUEIREDO *et. al.*, 2007).

As fotomicrográficas dos cortes foram obtidas com auxílio do microscópio óptico (Olympus BX 51) com um sistema digital de processamento de imagens (cellf imaging software). A figura 1 mostra um idioblasto tanífero em meio às células do parênquima fundamental do mesocarpo do coco.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos mostraram, em nível de quantificação, que existem taninos em coco. Segundo Rosa e Brílgida

(2003), o teor de tanino condensado da casca de coco verde obtido por extração em água quente foi de 8,35%. Este valor se enquadra no percentual encontrado por outros autores (ISRAEL *et. al*, 2011).

Localizado entre as células de parênquima, encontram-se os idioblastos contendo metabólitos tânicos, distribuídos isoladamente e de forma irregular no tecido. O teste histoquímico evidenciou a presença de taninos nessas células; corados em castanho, após a reação com vanilina clorídrica, como indicado na figura 1.

Em um trabalho recente, foi detectada; no coco, a presença de tricina, um flavonóide que, aparentemente é incorporado à lignina principalmente em plantas da família poácea. A coco, assim como as poáceas, pertence à classe das monocotiledôneas, indicando que a tricina pode ser filogeneticamente restrita a essa classe, embora sua origem evolutiva seja ainda desconhecida (RENCORET *et. al*, 2013).

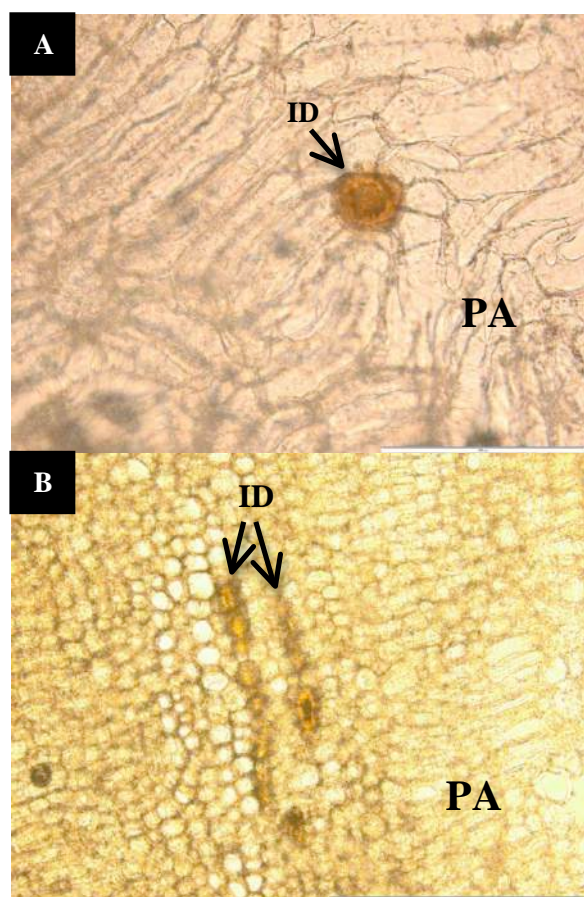


Fig. 1. Corte anatômico de *Cocos nucifera* L. indicando idioblastos e o tecido parenquimático fundamental. A- Seção transversal. B- Seção longitudinal. ID- idioblastos, PA- parênquima fundamental.

4. CONCLUSÃO

O teste histoquímico revelou que a presença de tanino no mesocarpo do fruto do coco ocorre entre as células do parênquima fundamental com distribuição irregular. A presença de tanino deve ser considerada na utilização dos resíduos nos processos industriais, na agricultura (recuperação do solo) e em outras aplicações onde o tanino interfere negativamente.

5. BIBLIOGRAFIA

BRÍGIDA, A. I. S.; ROSA, M. F. Determinação do Teor de Taninos na Casca de Coco Verde (*Cocos nucifera*). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 47, p. 25-27, 2003.

FIGUEIREDO, A. C. S.; BARROSO, J. M. G.; PEDRO, L. M. G.; ASCENÇÃO, L. **Histoquímica e Citoquímica em plantas: Princípios e protocolos**. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2007.

ISRAEL, A. U.; OGALI, R. E.; AKARANTA, O.; OBOT, I. B. Extraction and characterization of coconut (*Cocos nucifera* L.) coir dust. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 33(6), p. 717-724, 2011.

MARTINS, C. R.; JÚNIOR, L. A. J. Evolução da produção de côco no Brasil e o comércio internacional : panorama 2010. **Embrapa Tabuleiros Costeiros – Aracaju**, 2011.

RENCORET, J., RALPH, J., GUTIÉRREZ, A., MARTÍNEZ, A. T., MARQUES, G., DEL RIO, J. C. Structural characterization of lignin isolated from coconut (*Cocos nucifera*) coir fibers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. n. 61 pp.2434-2445, 2013.

WATERMAN, P. G.; MOLE, S. **Analysis of phenolic plant metabolites**. Blackwell Scientific Publication, 1994.

SCHROEDER, C. A.; CUMMINGS, K. **Anatomy of the avocado fruit**. California Avocado Society, v. 27, p. 56-64, 1942.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e a FAPERJ pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



COMPOSIÇÃO QUÍMICA ESTRUTURAL DA CASCA DA SEMENTE DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE

Danielle Affonso Sampaio¹, Leonardo de Souza Sanches², Bruno Couto da Silva³, Monique de Moura Gurgel⁴, Heber dos Santos Abreu⁵

1.Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/Discente do Curso de Engenharia Florestal; 2.Discente do Curso de Engenharia Florestal; 3.Engenheiro Florestal; 4.Doutoranda do PPGCAF/UFRRJ; 5.Professor do Departamento de Produtos Florestais/Instituto de Florestas/UFRRJ
danitheu@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Araucaria angustifolia (Bertol.) Kuntze é uma espécie muito importante, pelo seu valor na indústria madeireira. Também é conhecida como pinheiro-do-Paraná, pinheiro-brasileiro ou araucária. É uma das essências florestais característica da floresta subtropical brasileira, ocorrendo desde Minas Gerais e Rio de Janeiro até o Rio Grande do Sul em regiões com altitudes superiores a 900m (Lorenzi, 1992)

Além da madeira essa espécie florestal fornece semente, conhecida como pinhão (Conforti e Lupano, 2007). Elas são recalcitrantes e, portanto, perdem rapidamente a viabilidade germinativa após a colheita, por causa da desidratação (Carvalho e Nakagawa, 2000), o que faz com que seja necessário o armazenamento com alto grau de umidade (Neves, 1994).

O Pinhão é muito utilizado por populações locais, na sua culinária, sendo consumido na forma cozida ou assada. O pinhão é uma fonte rica em amido (endoplasma), proteínas, lipídeos, açúcares, fibras, magnésio e cobre, em quantidades menores (Cordenunsi *et al.*, 2004), entretanto, experimentos mostram que sua casca apresenta potenciais na produção de carvão ativo e na remoção de metais de águas poluídas (Santos *et al.*, 2011).

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo caracterizar a composição química estrutural da casca do pinhão a fim de subsidiar as pesquisas mais avançadas na área de utilização dos recursos florestais não madeiráveis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As sementes foram descascadas, e apenas a camada externa do pinhão (casca) sem o endosperma foi utilizada para análise. Esse material foi moído em um moinho de facas do tipo Willey. As amostras foram homogêneas e extraídas com os solventes ciclohexano, acetato de etila e metanol em um extrator do tipo soxhlet, por um período de 24 horas sem interrupção, para cada extração e em seguida com água quente (Abreu *et al.*, 2006). Após a extração o material foi seco em estufa de $\pm 60^{\circ}\text{C}$.

Para a determinação da lignina de Klason foram utilizados 300 mg do material (casca) seco e livre de extrativos e tratado com ácido sulfúrico a 72% (Abreu *et al.*, 2006).

Para espectroscopia no infravermelho uma pequena quantidade de material livre de extrativos da casca da semente foi separado e seco em um liofilizador (TERRONI – Modelo ENTERPRISE). Os espectros foram registrados em um espectrômetro (VARIAN 640-IR FT-IR spectrometer) utilizando 1mg de amostra e 100mg de KBr. Os espectros foram registrados no modo experimental de transmitância utilizando 4 cm^{-1} de resolução, 32 varreduras.

A partir do material seco e livre de extrativos da casca da semente, foi determinado o teor de Holocelulose (Abreu *et al.*, 2006). A hemicelulose foi calculada por diferença (Tabela 1).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O espectro mostrou a presença de sinais característica de lignina de gimnosperma com sinais relevantes em 1653, 1633, 1500 e 1267 cm^{-1} (Figura 1). Não houve observação do sinal

característico de lignina siringílica o que caracteriza uma lignina especialmente complexa.

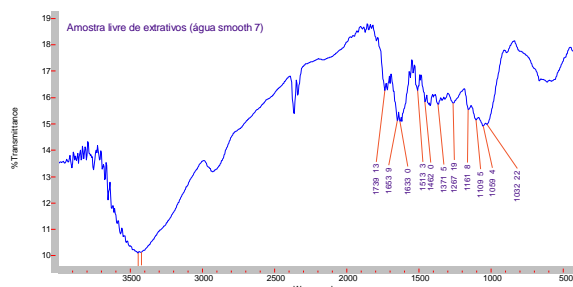


Fig. 1: Espectro no infravermelho da camada lignocelulósica da semente de *Araucaria angustifolia*.

O teor de lignina encontrado, se comparado com os teores descritos para sementes de outras espécies florestais, vê-se uma superioridade, refletindo a sua característica recalcitrante. A tabela 1 contempla esses valores encontrados nas sementes de três espécies da Mata Atlântica (Costa *et al.*, 2011). Os teores de hemicelulose e celulose foram determinados apenas na semente do pinheiro do Paraná.

Tabela 1: Composição química da semente de *Araucaria angustifolia* e de outras sementes florestais (Costa *et al.*, 2011).

Espécies	Lig. %	Cel. %	Hemic. %
<i>Araucária angustifolia</i>	32,43%	35,16%	14,83%
<i>Anadenanthera macrocarpa</i>	18,9	-	-
<i>Cassia grandis</i>	10	-	-
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	8,1	-	-

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados preliminares permitiram concluir que o teor de lignina da casca do pinhão do pinheiro do Paraná supera a maioria dos materiais lignocelulósicos (madeiráveis e não madeiráveis), com teor comparável ao da celulose, o que favorece a utilização para fins energéticos entre outras finalidades. Observou-se que a lignina da casca da semente comporta uma composição guaiacólica, o que provavelmente conduz a alta resistência molecular.

5. BIBLIOGRAFIA

ABREU, H. S.; CARVALHO, A. M.; MONTEIRO, M. B. O.; PEREIRA, R. P. W.;

SILVA, H. R.; SOUZA, K. C. A.; AMPARADO, K. F.; CHALITA, D. B. Métodos de análise em química da madeira, **Floresta e ambiente**, 2006, 20p.

CALVETE, T. Casca de pinhão in natura e carvão ativo: adsorventes para remoção de corantes em efluentes aquosos, Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Química. Programa de Pós-graduação em Química, 95p. 2011.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. Sementes: ciência, tecnologia e produção. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 588p. 1994.

CONFORTI, P.A.; LUPANO, C.E. Starch characterization of *Araucaria angustifolia* and *Araucaria araucana* seeds. **Starch-Starke**, v.59, p.284-289.2007.

CORDENUNSI, B.R.; DE MENEZES, E.W.; GENOVESE, M.I.; COLLI, C.; DE SOUZA, A.G.A.; LAJOLO, F.M. Chemical composition and glycemic index of Brazilian pine (*Araucaria angustifolia*) seeds. **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.3412-3416.2004.

COSTA, T. G.; DIAS, A. H. S.; ELIAS, T. F.; BREIER, T. B.; ABREU, H. S. Lignina e a Dormência em Sementes de Três Espécies de Leguminosas Florestais da Mata Atlântica. **Floresta e Ambiente**. v. 2, n.18, p.204-209.2011

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 368 p.

NEVES, C. S. V. J. Sementes recalcitrantes. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v. 29, n 9, p.1. 459-1.467, set. 1994.

SANTOS, F. A.; PIRES, M. J. R.; CANTELLI, M. Tratamento de efluente de galvanoplastia por meio da biossorção de cromo e ferro com escamas da pinha da *Araucaria angustifolia*. **REM: R. Esc. Minas, Ouro Preto**, v. 4 n. 64. 499-504. 2011.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, a FAPERJ e a CAPES pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TEORES DE FENÓIS TOTAIS NAS CASCAS DE *Eucalyptus grandis*

Francielle Corrêa Neri, Caroline Junqueira Sartori, Fernanda Buzatti Nascimento, Marina Rates Pire, Fábio Akira Mori.

Universidade Federal de Lavras

fneri@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Em seu habitat, as plantas estão expostas à intensa radiação solar, dessa forma, degradando moléculas de extrema importância nos processos fotossintéticos, como as clorofilas e outros pigmentos, pelo processo de foto-oxidação. No intuito de se protegerem desta degradação, as plantas sintetizam compostos de origem fenólica que atuam na absorção da radiação nas camadas epidérmicas dos tecidos, regulando o sistema antioxidante nas células (GOBBO NETO; LOPES, 2007).

Grupo pertencente a uma classe de compostos com estruturas bastante diversificadas e possuem pelo menos um anel aromático no qual, pelo menos um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila (OH-) (CARVALHO et al., 2002).

A diversidade estrutural dos compostos fenólicos deve-se à grande variedade de combinações que acontece na natureza e os compostos resultantes são chamados de polifenóis (HARBONE, 1989).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), os fenóis vegetais constituem um grupo quimicamente heterogêneo, com aproximadamente 10.000 compostos. Dentre eles, destacam-se os flavonóides, ácidos fenólicos, fenóis simples, cumarinas, taninos e ligninas. Esses compostos fenólicos possuem estrutura variável e com isso, são multifuncionais (SHAHIDI; NACZK, 1995). Entre os métodos de quantificação de fenóis totais destacam as metodologias colorimétricas/espectrofotométricas de Folin-Denis e Folin-Ciocalteu, porém essas metodologias não são específicas para taninos. Segundo Amorim et al. (2008), a reação baseia-se no princípio de que em meio alcalino os fenóis reduzem a mistura dos ácidos fosfotúngstico e fosfomolibdico em óxidos de tungstênio e molibdênio de cor azul.

As espécies do gênero *Eucalyptus* têm sido predominantemente utilizadas nos reflorestamentos brasileiros, devido ao seu

rápido crescimento, capacidade de adaptação de determinadas espécies às diversas regiões e pelo potencial econômico de utilização da sua madeira. Com a grande exploração dessas espécies, são geradas grandes quantidades de cascas.

A utilização de cascas de espécies florestais para a extração destes compostos fenólicos é uma alternativa viável, tendo em vista a ampla gama de utilização dos taninos e pela grande quantidade do resíduo, casca, de modo a promover um maior valor agregado.

O objetivo deste estudo foi a quantificação de fenóis totais nas cascas de *Eucalyptus grandis*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As cascas de *Eucalyptus grandis* foram coletadas a 1,30 m do solo, em um plantio localizado no campus da Universidade Federal de Lavras. Após coletadas, as cascas foram secas ao ar livre, trituradas em moinho martelo e peneiradas, utilizando-se um conjunto de peneiras de 40 e 60 mesh, utilizando o material retido na peneira de 60 mesh.

Para o preparo do extrato, foram utilizados 600 mg de casca moída, a qual foi extraída em 20 ml de metanol 50% (v/v) em maceração a frio e agitação por um período de 4 horas. Após este período, o material foi filtrado em papel filtro e o volume completado para 20 ml com metanol 50%. Os extratos foram preparados em triplicata.

Para o doseamento de polifenóis foi utilizado como solução padrão ácido tânico 0,01% (m/v). Foram pipetados 40 µl do extrato, 1,66 ml de água, 100 µl de reagente de folin-denis e 200 µl de solução saturada de carbonato de sódio e cada extrato foi analisado em duplicata. Após 30 minutos, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 760 nm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de fenóis totais e respectivos coeficientes de variação estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de fenol total e seus respectivos coeficientes de variação

Extrato	Fenol (%)	CV (%)
1	7,69	2,92
2	7,59	3,71
3	7,48	1,15
Média	7,58	2,59

CV (%) Coeficiente de variação

Foram encontradas nas cascas de *Eucalyptus grandis* um valor médio de 7,58% de fenol total. Ribeiro (2010), encontrou valor médio de 22,71% de fenóis totais nas cascas de Barbatimão [*Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville], uma espécie de cerrado com potencial para a extração de taninos. Sartori (2012), encontrou 12,23% de fenóis totais nas cascas de Angico vermelho (*Anadenanthera peregrina*), valores estes maiores ao encontrado nas cascas de *Eucalyptus grandis*.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Apesar da espécie apresentar teores de fenóis totais inferiores às espécies potenciais para a extração de compostos fenólicos (Angico vermelho e barbatimão), sua área plantada e conseqüentemente o seu volume de casca gerado são superiores. A extração dos compostos fenólicos nas cascas de *Eucalyptus grandis* é uma alternativa de modo a promover um maior valor agregado aos resíduos cascas.

5. BIBLIOGRAFIA

AMORIM, E.L.C.; NASCIMENTO, J.E.; MONTEIRO, J.M.; PEIXOTO SOBRINHO, T.J.S.; ARAÚJO, T.A.S.; ALBUQUERQUE, U.P. A simple and accurate procedure for the determination of Tannin and flavonoid levels and some applications in ethnobotany and ethnopharmacology. **Functional Ecosystems and Communities**, Ikenobi, v. 2, n. 1, p. 88-94, 2008.

CARVALHO, J.C.T., GOSMANN, G., SCHENKEL, E.P. Compostos fenólicos simples e heterosídicos. In: SIMÕES, C.M.O., SCHENKEL, E.P., GOSMAN, G., MELLO, J.C.P., MENTZ, L.A. PETROVICK, P.R.

Farmacognosia – da planta ao medicamento. 4ªed. Porto Alegre/Florianópolis. Editora da Universidade, p.443-461. 2002.

GOBBO NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 374-381, mar./abr. 2007.

HARBONE, J. B. General procedures and measurement of total phenolics. In: **Methods in plant biochemistry: plant phenolics**. London: Academic, 1989. p. 1-28, v. 1.

RIBEIRO, A.O. **Análise anatômica e quantificação de taninos de *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville em diferentes estratos da copa e entre períodos de coleta.** 2011, 68p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

SARTORI, C.J. **Avaliação dos teores de compostos fenólicos nas cascas de *Anadenanthera peregrina* (angico-vermelho).** 2012, 94p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Food phenolics: sources, chemistry, effects and applications.** Lancaster: Technomic, 1995.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelas concessões de bolsas de estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DAS PARADAS DE MÁQUINAS EM UMA SERRARIA DE MÉDIO PORTE NO PLANALTO SUL CATARINENSE

Luciano Lambert, Alessandro Bayestorff da Cunha, Ricardo Ozeika Cagneti, Marcos Vinicius Mazzo

Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC/CAV
lucianolambert@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira de *Pinus spp.* exerce importante papel no fornecimento de matéria prima para indústrias de papel e papelão, laminados, compensados e indústria moveleira. Devido ao elevado consumo que tem ocorrido na Região Sul do Brasil nos últimos anos, fez com que ocorresse o aumento dos preços das toras. Desta forma surgindo à necessidade de se aperfeiçoar o processo de desdobro das toras, quando a madeira tem finalidade para a indústria de serrados e moveleira.

O baixo rendimento em madeira serrada obtido pelas serrarias tem dificultado a competição das indústrias de móveis na exportação, pois ainda utilizam tecnologias ultrapassadas e maquinários que não proporcionam bons rendimentos no desdobro da tora, por estarem desgastados ou mesmo utilizando ferramentas de corte com espessuras elevadas, onde rendimentos atuais atingem cerca de 44% (RIBAS, 1989) e a utilização de novas tecnologias de desdobro podem proporcionar significativos incrementos no aproveitamento da tora.

O objetivo do presente estudo foi realizar a quantificação e qualificação das paradas nas principais máquinas, no processo de desdobro, determinando o tempo e as causas das paradas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O processo da empresa analisada inicia com o desdobro primário caracterizado por dar origem ao produto principal que será desdobrado em outras serras secundárias, para originar as peças com as dimensões desejadas. A serra fita horizontal larga tem a função de retirar a primeira costaneira inferior. Após a primeira serra, a tora segue o caminho primário até a serra fita dupla e a costaneira segue o caminho secundário. Na serra fitas duplas são retiradas duas costaneiras laterais que seguem para o

desdobro secundário e a tora continuam no percurso primário. O bloco gerado na dupla irá para uma serra circular horizontal, para retirar o excesso da costaneira superior. Logo segue para a serra fita multicabeça retirando quatro produtos por vez. Dessa forma a análise foi conduzida nas máquinas que executam primeiro, segundo e terceiro corte: serra fita horizontal, serra fita dupla e serra fita multicabeça.

A mensuração do tempo de parada das serras fitas foi obtida simultaneamente nos três equipamentos com o auxílio de um cronômetro de mão, prancheta, relógio e uma tabela de anotações. Primeiramente, fez-se um acompanhamento do processo para visualizar o fluxograma de produção, bem como as paradas das máquinas. Assim, foi estabelecida a metodologia que envolveu cinco amostras de uma hora em cada um dos equipamentos selecionados. O procedimento de cronometragem foi a cada parada do equipamento, onde se fazia a pausa, e logo que voltava ao normal a serraria, disparava-se novamente o cronômetro. O tempo corrido era marcado em um relógio de mão, que depois de passado 1 hora de verificação, se pausava uma hora para a organização e anotações dos dados obtidos, e voltava ao procedimento inicial, repetindo cinco vezes ao total.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi contabilizado como parada de esteira, todo e qualquer ação que provocasse a parada da esteira transportadora: a) refilo com motosserra devido a toras excederem 60 cm; b) costaneiras encavaladas consequências de grandes bitolas geradas na serra fita dupla; c) tora atravessada levada pela errada adequação da tora paralela a esteira; d) excesso de retorno de blocos em função da serra multicabeça, tendo que parar a linha principal; f) peças acavaladas na saída da multicabeça.

Analisando-se de forma geral a tabela 1, a principal causa de paradas está em função da esteira parada, onde em um total de 5 horas de acompanhamento, gerou 20,06% de tempo parado, ou seja, 60 minutos parada a cada 5 horas trabalhadas. Observou-se que na amostra 3 e 5, o tempo de esteira parada foi superior as demais amostras, isso devido a alta bitola de toras nesses casos, conforme Souris (1992), a busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido.

Tabela 1: Tempo de parada na serra fita horizontal larga

Tempo (h)	Amostra	Esteira parada (min)	Quebra de Serra (min)
1	1	11,14	4,35
1	2	6,78	-
1	3	19,15	3,45
1	4	8,95	-
1	5	14,15	3,35
Total	5h	-	60,17
Total	100%	20,06%	3,72%
Total	5h	1,00h	0,19h

Observa-se que na tabela 2 a principal causa de paradas da serra também é em função da esteira parada essa ocasionada principalmente por acavalamento e refilamento de costaneiras na serra horizontal. Gerando uma paralização de 8,30 minutos ao longo das 5 horas devido à quebra de serra, conforme Souris (1992), a busca pela qualidade do processo e do produto passa pela qualidade da manutenção, sem a qual o montante investido em sistemas de gestão da qualidade pode ser inteiramente perdido.

Tabela 2: Tempo de parada na serra fita dupla.

Tempo (min)	Amostra	Esteira parada (min)	Quebra de Serra (min)
1	1	10,12	-
1	2	5,78	-
1	3	18,15	4,45
1	4	8,95	3,85
1	5	14,15	-
Total	5	-	57,15
Total	100%	19,05%	2,77%
Total	5h	0,95h	0,14h

Analisando a tabela 3, mostra que o tempo de parada gerado por esteira foi o maior novamente, isso devido ao excesso de blocos no retorno da máquina. Num total de 5 horas de

mensuração, esteira parada gerou 53,95 minutos ou 19,05% de parada na serra, contra 7,80 minutos ou 2,77% de parada do equipamento.

Tabela 3: Tempo de parada na serra multicabeça.

Tempo (h)	Amostra	Esteira parada (min)	Quebra de Serra (min)
1	1	8,10	4,35
1	2	6,40	-
1	3	17,95	-
1	4	7,95	3,45
1	5	13,55	-
Total	5	-	53,95
Total	100%	19,05%	2,77%
Total	5h	0,95h	0,14h

4. CONCLUSÕES

No caso das paradas ocorridas na serra fita horizontal larga por esteira parada, o refilamento com motosserra teve 77,31% das paradas e toras atravessadas ficou com 7,05%.

Na fita dupla, a principal causa de paradas continua sendo esteira parada, causada por costaneiras acavaladas, que teve 67,61% das causas de interrupção do processo e em seguida toras seccionadas ao meio 22,35%, diferente na serra fita multicabeça que a principal causa é o excesso de retorno de blocos com 65,02% seguida de peças acavaladas na saída da multicabeça com 22,35%.

O que se nota em todos os equipamentos é uma porcentagem média de quebra de serra, em torno de 12%, isso quer dizer, que quebra de serra está uniforme nas três máquinas.

5. BIBLIOGRAFIA

RIBAS, C. et alli. **Estudo da influência do diâmetro e do comprimento das toras de *Pinus elliottii* na produção de madeira serrada e de resíduos de serraria.** Revista Instituto Florestal. São Paulo, 51-65, 1989.

SOURIS, J-P. **Manutenção Industrial – Custo ou Benefício.** Traduzido por Elizabete Batista. Lisboa: Lidel, 1992.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MADEIRA DE *Corymbia citriodora* (HOOK.) K.D. HILL & L.A.S. JOHNSON TRATADA COM OZÔNIO.

Carlos Henrique Rocha Gonçalves, Genix Anderson Pallarco Castro, Tatjana Stevanovic Janezic, Rosilei Aparecida Garcia, Heber dos Santos Abreu

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidad Nacional del Centro del Perú, Université Laval, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
carlos_henrique_rg@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira é um material heterogêneo quanto a sua estrutura anatômica e composição química. A composição química é variável tendo duas categorias de substâncias: massa alta e baixa (KLOCK et al., 2005). Os considerados de alta massa molecular são os principais constituintes químicos da parede celular, possuem caráter destrutivo e representam um sistema multimolecular. Nesse sistema, algumas substâncias são facilmente degradadas em meio ácido (celulose e hemicelulose) e a outra é degradada por processos oxidativos (lignina), em decorrência de fatores bióticos e abióticos, muitas vezes fungos, bactérias e raios ionizantes. A oxidação modifica o aspecto natural da madeira pelas modificações dessas substâncias afetadas por esses fatores em conjunto, principalmente a lignina (WINANDY & ROWELL, 2005).

As madeiras descoloridas possuem um mercado em crescimento no Brasil e no exterior. As técnicas de descoloração são na maioria artesanais e envolvem tratamentos ácidos, pinturas, utilização de betume, água rás, entre outras. Esse projeto propõe o um estudo detalhado do processo oxidativo por ozonólise. O processo oxidativo representa uma parcela grande de modificação da superfície da madeira quando degradadas naturalmente. Segundo YOKOTA (2006), o ozônio tem o potencial de deslignificação da madeira. Sendo assim, isso promoverá uma pequena perda superficial de massa e de modificação da aparência da madeira após reação.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As reações foram realizadas em reator vertical cilíndrico. Nesse reator a alimentação do sistema ocorreu através da adição de água e material reacional por bombeamento com fluxo contínuo

de gás, sendo o ozônio introduzido na base da coluna através de um difusor poroso. Os corpos de prova utilizados possuem 30mm x 15mm, com espessura de 2mm. A seção transversal foi selada com silicone para evitar reações internas. O silicone é inerte ao ozônio. Serão determinadas as cinéticas de reação, numa combinação que envolverá, o tempo de reação e pH (neutro, ácido (adicionando-se ácido acético) e básico (adicionando-se hidróxido de sódio)). Para definir o tempo necessário de reação, alguns testes foram adotados. Todos esses experimentos foram realizados com um fluxo de ozônio de 420 mg/h, com sistema automatizado através de comando eletrônico por um laptop. Várias análises foram feitas para comparar as amostras tratadas nas diferentes condições e as não tratadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras foram submetidas à reação de ozonólise, durante de 1h, 2h e 3h com pH neutro, 1h com pH ácido e com pH básico, no entanto, nessas condições não foram identificadas mudanças significativas nas aparências das amostras.

Então decidiu-se aumentar os tempos de reação de ozonólise. Foram então definidos os seguintes tempos de reação: 6h em meio ácido (pH 3), básico (pH 8) e neutro.



Figura 1: Testemunha (Fonte: Gonçalves, 2013).



Figura 2: Amostras tratadas por 6h em pH ácido (Fonte: Gonçalves, 2013).

Entre os testes subsequentes que estão sendo feitos para a comparação das amostras tratadas e não tratadas, está a obtenção do ângulo de contato da água com as amostras.

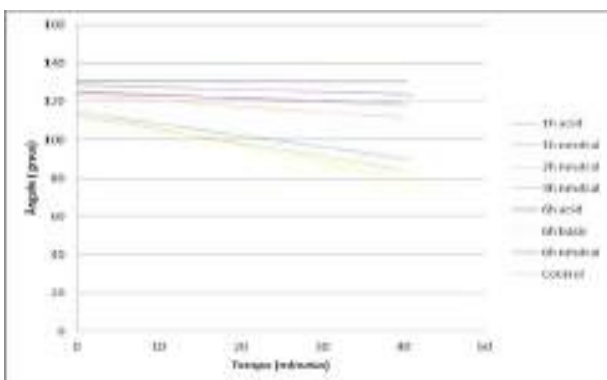


Figura 3. Absorção de água nas madeiras dos diferentes tratamentos (Fonte: Gonçalves, 2013).

Assim como o que foi encontrado por STARK & MATUANA (2007), as madeiras artificialmente deterioradas se tornaram mais hidrofóbicas que as madeiras não tratadas. Percebeu-se também nas madeiras tratadas com

ozônio um aumento na taxa de hidrofobicidade, com o aumento do tempo de reação. No entanto, essa tendência não se confirmou para o tratamento em meio básico.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os testes revelaram a princípio bastante eficazes para a descoloração da madeira com ozônio, revelando o poder oxidante sobre a superfície, resultando em transformações químicas originais que caracterizam a camada mais superficial de uma determina amostra de madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira (3ª edição revisada)**. UFPR. Curitiba. 2005.

STARK, N. M.; MATUANA, M. M. **Characterization of weathered wood-plastic composite surfaces using FTIR spectroscopy, contact angle, and XPS**. *Polymer Degradation and Stability* 92: 1883-1890. 2007.

WINANDY, J. E. & ROWELL, R. M. **Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites chemistry of wood strength**. CRC Press. 2005.

YOKOTA, S.; IIZUKA, K.; ISHIGURI, F.; ABE, Z.; YOSHIZAWA, N. **Ozone-dioxane delignification from the cell walls of Japanese cypress (*Chamaecyparis obtuse* Endl.)**. *J Mater Cycles Waste Manag* (2006) 8:140-144.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio financeiro dado pela CAPES, CNPq, FAPERJ e MAECI. E ao apoio dado pelo Centre de Recherche sur le Bois da Université Laval na realização das análises do presente trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



USO ALTERNATIVO DE FARINHA DE MANDIOCA, EM DIFERENTES PROPORÇÕES, COMO EXTENSOR DO ADESIVO FENOLFORMALDEÍDO PARA A PRODUÇÃO DE COMPENSADOS

José Eduardo Penna, Norman Barros Logsdon, Gislayne Santana de Jesus

Universidade Federal de Mato Grosso

jose.penna@terra.com.br

1. INTRODUÇÃO

Na fabricação de painéis compensados para uso exterior, é utilizado o adesivo à base de resina fenolformaldeído, devido à sua alta resistência à umidade, misturado com a farinha de trigo como extensor, com o intuito de auxiliar na viscosidade do adesivo e em suas funções de movimento, desde o espalhamento até a sua cura, além de reduzir o custo final do adesivo.

De acordo com Baldwin (1995), diferentes formulações de adesivos, com a incorporação de proporções diferenciadas de extensores e água, podem ser adotadas para aperfeiçoar a relação custo-benefício, na colagem de lâminas nas empresas de compensados.

Marra (1992) afirma que na formação da interface de colagem, o adesivo realiza cinco ações de movimento. Essas ações são importantes para o processamento da colagem até a formação da linha de cola, também chamado de funções de mobilidade do adesivo, que são: fluidez, transferência, penetração, umedecimento e solidificação.

O extensor mais usual nas indústrias de compensados é a farinha de trigo, a qual, em grande parte, ainda é importada, devido à baixa produção nacional, à grande demanda nas indústrias de painéis e o significativo consumo pelas indústrias alimentícias.

Objetivou-se com este trabalho avaliar-se a viabilidade de uso da farinha de mandioca, em diferentes misturas, como extensor da resina fenolformaldeído (FF), em substituição à farinha de trigo.

Os adesivos mais utilizados na indústria madeireira são do grupo dos termoendurecedores: o adesivo à base de uréia-formaldeído (UF), para uso interno, e o

fenolformaldeído (FF) para uso externo (DIAS e LAHR, 2003).

Normalmente os adesivos sintéticos à base de UF ou FF são misturados com extensores à base de farinhas vegetais e água para otimizar a relação custo-benefício, na colagem das lâminas (BALDWIN, 1995).

Na indústria de compensados, utiliza-se como produto ligante (extensor) a farinha de trigo para colagem das lâminas de madeira. A farinha de trigo utilizada é importada, e a maioria vem do sul do país e da Argentina. A farinha de mandioca é produzida e consumida largamente no Brasil e não tem exportação significativa. Há diversos tipos de farinhas de mandioca neste País que são específicas de cada região produtora (AMARAL et al, 2007).

O uso da mandioca na indústria de compensados é mais uma alternativa oferecida por esta planta, que pode contribuir para gerar mais emprego e renda no campo, valorizando uma cultura de origem brasileira com grande potencial para ser integrados aos demais setores da economia (CARDOSO e AGUIAR, 2003).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Em sua formulação a Empresa Madeiranit Ltda., Sinop - MT, utiliza 100 kg da resina FF, 23 kg de farinha de trigo e 50 kg de água. Estabeleceram-se três diferentes quantidades do extensor farinha de mandioca: 17 kg, 20 kg e 23 kg (Tratamentos), em relação ao padrão utilizado pela indústria. De cada uma delas utilizou-se 0,6%, estabelecendo-se os tratamentos de 102 g (Tratamento 1), 120 g (Tratamento 2), 138 g (Tratamento 3) em substituição àquela quantidade de farinha de trigo (Tratamento 4).

A quantidade de resina FF foi mantida constante e a de água variável, de modo a obter viscosidade semelhante à utilizada na indústria (40 a 60 s), avaliada pelo “Cup-Ford”.

Confeccionaram-se painéis compensados com dimensões nominais de 40 cm x 40 cm e 5 lâminas de 1,5 mm de espessura cada. Destes painéis retiraram-se, de sua parte central, quatro corpos-de-prova de cada um daqueles tratamentos e, em seguida, realizaram-se ensaios de cisalhamento da linha de cola, por tração, e de desfibramento, conforme ABNT (2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos.

Tab 1: Resultados dos ensaios de cisalhamento e do teor de fibra nos diversos tratamentos

CP	Carga de ruptura (N)				Teor de fibras (%)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	1316	1799	1871	607	100	100	100	100
2	1501	1477	1189	602	100	100	100	100
3	1557	1453	2314	1056	100	90	100	100
4	1295	2273	696	1300	100	100	70	100
x	1417	1751	1518	891	100	98	93	100

Onde: CP = corpo-de-prova; Ti = Tratamento “i” e x = valor médio.

Na Tabela 1 observa-se que a carga limite média no ensaio de cisalhamento apresentou valores médios de 1417 N, 1751 N e 1518 N, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, e 3, sendo que para o tratamento 4 observa-se um valor médio de 891 N.

ABNT (2006) estabelece que a carga de ruptura no ensaio de cisalhamento, por tração, da linha de cola, deve ser de, no mínimo, 625 N para compensados, desde que o mesmo apresente um teor médio de umidade menor que 18%. Todos os corpos-de-prova ensaiados apresentaram um teor de umidade em torno de 12%. Assim, verifica-se que os painéis compensados, nas misturas 102 g, 120 g e 138 g, bem como aqueles da empresa Madeiranit, encontram-se em conformidade com a referida Norma, quanto à carga de ruptura, no referido ensaio mecânico, da linha de cola. Pode-se observar, ainda, que os painéis produzidos com a utilização de farinha de mandioca como extensor apresentaram valores médios de carga no ensaio de cisalhamento da linha de cola, por tração, com valores superiores àquele estabelecido pela ABNT (2006), e ainda, esses valores foram, notadamente, superiores àqueles apresentados no

Tratamento 4, produzidos com a utilização de farinha de trigo como extensor.

Com relação ao teor de fibra, a referida Norma estabelece que o mesmo deve apresentar média geral acima de 80% para compensados. Na Tabela 1 os valores médios de desfibramento foram 100%, 98%, 93% e 100%, respectivamente. Desta maneira, verifica-se que todos os tratamentos encontram-se em conformidade com a ABNT (2006).

O tratamento 2 (120 g de farinha de mandioca), apresentou-se com uma carga média de ruptura (1751 N), no ensaio de cisalhamento, bem acima do estabelecido pela Norma (625 N) e um teor médio de fibras (98%).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Concluiu-se que os compensados produzidos com o extensor farinha de mandioca estão em conformidade com ABNT (2006), tanto na resistência à ruptura ao cisalhamento quanto no desfibramento para os tratamentos realizados. O tratamento 2 proporcionou maior carga média de ruptura ao cisalhamento. Concluiu-se, ainda, que é viável o uso do extensor farinha de mandioca em substituição à farinha de trigo.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT – ISO 12466-1:2006 - Definição dos Painéis de Madeira**. Rio de Janeiro, 2006. 45p.

AMARAL, L.; JAIGOBIND, A. G. A.; JAISINGH, S. *Processamento da mandioca. Dossiê Técnico*. Paraná, 2007, p.48.

BALDWIN, R. F. **Plywood Manufacturing Practices**. San Francisco: Miller Freeman, 1995.388 p.

CARDOSO, E. M. R; AGUIAR, O. J. R. **Utilização da Mandioca na Indústria de Compensados de Madeira**. Belém: EMBRAPA – CPATU, 2003. (Comunicado Técnico, 80).

DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Adesivo à base de mamona para compensado. **Revista da Madeira**, Curitiba, v.72, n.72. 3p. 2003.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding: principles in practice**. New York: V. N. Reinhold, 1992. 453 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



USO ALTERNATIVO DE FÉCULA DE MANDIOCA, EM DIFERENTES PROPORÇÕES, COMO EXTENSOR DO ADESIVO FENOLFORMALDEÍDO PARA A PRODUÇÃO DE COMPENSADOS

José Eduardo Penna, Norman Barros Logsdon, Daiany Caroliny Garcia Mamoré
Universidade Federal de Mato Grosso
 jose.penna@terra.com.br

1. INTRODUÇÃO

O compensado é um painel formado por meio da colagem de lâminas de madeira, geralmente em número ímpar de camadas sobrepostas, com a direção das fibras das camadas sucessivas formando ângulos retos entre si.

O custo do adesivo responde por parcela muito importante do custo de fabricação dos painéis compensados. Para minimizar esses custos, são utilizados extensores que, além da importância econômica, auxiliam no controle da viscosidade. O extensor mais usual nas indústrias de compensados é a farinha de trigo, a qual, em grande parte, ainda é importada, devido à baixa produção nacional, à grande demanda nas indústrias de painéis e o significativo consumo pelas indústrias alimentícias.

Objetivou-se com este trabalho avaliar-se a viabilidade de uso da fécula de mandioca, em diferentes misturas, como extensor da resina fenolformaldeído (FF), em substituição à farinha de trigo.

O adesivo tem uma grande importância devido ao seu elevado custo quando comparado com o preço da madeira. Atualmente, os adesivos usualmente empregados são os sintéticos, que apresentam como elemento principal compostos derivados do petróleo, os quais, por suas excelentes propriedades, têm praticamente substituído as colas naturais (ABIMCI, 2003).

Os adesivos mais utilizados na indústria madeireira são do grupo dos termoendurecedores: o adesivo à base de uréia-formaldeído (UF), para uso interno, e o fenolformaldeído (FF) para uso externo (DIAS e LAHR, 2003).

Normalmente os adesivos sintéticos à base de UF ou FF são misturados com extensores à base

de farinhas vegetais e água, com a finalidade de amenizar a viscosidade e baratear o produto final (ABIMCI, 2003).

Na indústria de compensados, utiliza-se como produto ligante (extensor) a farinha de trigo para colagem das lâminas de madeira. A farinha de trigo utilizada é importada, e a maioria vem do sul do país e da Argentina.

A fécula de mandioca é um carboidrato extraído da raiz da mandioca e apresenta-se como um pó branco, inodoro e sem sabor, utilizado em uma série de produtos das indústrias de alimentos, embalagens, colas, mineração, têxtil e farmacêutica (EFFERSON, 1979).

Com a substituição da farinha de trigo por fécula de mandioca poderia haver uma maior geração de emprego e renda. No mercado de colas e adesivos, a fécula também é uma opção, por gerar produtos de maior aderência e mais fáceis de manipular (ARIENTE et al., 2005).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Em sua formulação a Empresa Madeiranit Ltda., Sinop - MT, utiliza 100 kg da resina FF, 23 kg de farinha de trigo e 50 kg de água. Estabeleceram-se três diferentes quantidades do extensor fécula de mandioca: 17 kg, 20 kg e 23 kg (Tratamentos), em relação ao padrão utilizado pela indústria. De cada uma delas utilizou-se 0,6%, estabelecendo-se os tratamentos de 102 g (Tratamento 1), 120 g (Tratamento 2), 138 g (Tratamento 3) em substituição àquela quantidade de farinha de trigo (Tratamento 4).

A quantidade de resina FF foi mantida constante e a de água variável, de modo a obter viscosidade semelhante à utilizada na indústria (40 a 60 s), avaliada pelo "Cup-Ford".

Confeccionaram-se painéis compensados com dimensões nominais de 40 cm x 40 cm e 5 lâminas de 1,5 mm de espessura cada. Destes painéis retiraram-se, de sua parte central, quatro corpos-de-prova de cada um daqueles tratamentos e, em seguida, realizaram-se ensaios de cisalhamento da linha de cola, por tração, e de desfibramento, conforme ABNT (2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados obtidos.

Tab 1: Resultados dos ensaios de cisalhamento e do teor de fibra nos diversos tratamentos

CP	Carga de ruptura (N)				Teor de fibras (%)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
1	1800	1791	1964	607	100	100	90	100
2	1200	2294	1890	602	100	100	100	100
3	1740	1386	990	1056	100	85	60	100
4	1857	1519	914	1300	100	75	60	100
x	1649	1748	1440	891	100	90	78	100

Onde: CP = corpo-de-prova; Ti = Tratamento "i" e x = valor médio.

Na Tabela 1 observa-se que a carga limite média no ensaio de cisalhamento da linha de cola, por tração, apresentou valores médios de 1649 N, 1748 N e 1440 N, respectivamente, para os tratamentos 1, 2, e 3, sendo que para o tratamento 4 observa-se um valor médio de 891 N.

ABNT (2006) estabelece que a carga de ruptura no ensaio de cisalhamento, por tração, da linha de cola, deve ser de, no mínimo, 625 N para compensados, desde que o mesmo apresente um teor médio de umidade menor que 18%. Todos os corpos-de-prova ensaiados apresentaram um teor de umidade em torno de 12%. Assim, verifica-se que os painéis compensados, nas misturas 102 g, 120 g e 138 g, bem como aqueles da empresa Madeiranit, encontram-se em conformidade com a referida Norma, quanto à carga de ruptura, no referido ensaio mecânico, da linha de cola. Pode-se observar, ainda, que os painéis produzidos com a utilização de fécula de mandioca como extensor apresentaram valores médios de carga no ensaio de cisalhamento da linha de cola, por tração, com valores bem maiores do que aquele estabelecido pela ABNT (2006), e ainda, esses valores foram, notadamente, superiores àqueles apresentados no Tratamento 4, produzidos com a utilização de farinha de trigo como extensor.

Com relação ao teor de fibra, a referida Norma estabelece que o mesmo deve apresentar média geral acima de 80% para compensados. Na Tabela 1 os valores médios de desfibramento foram 100%, 90%, 78% e 100%, respectivamente. Desta maneira, verifica-se que o teor médio de fibra apresentado na Tabela 1 (78%) foi o único valor inferior ao estabelecido pela Norma, embora próximo do valor mínimo de 80%, e os demais encontram-se em conformidade com a mesma (ABNT, 2006).

Observa-se que o tratamento 1 (102 g de fécula de mandioca), apresentou-se com uma carga média de ruptura (1649 N), no ensaio de cisalhamento da linha de cola, por tração, bem acima do estabelecido pela Norma (625 N) e, paralelamente, com maior teor médio de fibras (100%), dentre as três misturas testadas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Concluiu-se que os compensados produzidos com o extensor fécula de mandioca estão em conformidade com ABNT (2006), tanto na resistência à ruptura ao cisalhamento quanto no desfibramento para os tratamentos realizados. O tratamento 1 proporcionou maior carga média de ruptura ao cisalhamento. Concluiu-se, ainda, que é viável o uso do extensor fécula de mandioca em substituição à farinha de trigo.

5. BIBLIOGRAFIA

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Adesivos**. Curitiba: ABIMCI, 2003. 5p. (Artigo Técnico, 7).

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT – ISO 12466-1:2006 - Definição dos Painéis de Madeira**. Rio de Janeiro, 2006. 45p.

ARIENTE, M.; GIULIANE, A.C.; FARAH, O.E; PIZZINATTO, N. K.; SPERS, E.E. Competitividade na indústria de fécula de mandioca: estudo exploratório. **Revista da FAE**, Curitiba, v.8, n.2, p. 54. 2005.

DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Adesivo à base de mamona para compensado. **Revista da Madeira**, Curitiba, v.72, n.72. 3p. 2003.

EFFERSON, N. Nuevos usos de la mandioca. **Agricultura de las Américas**, Kansas (EUA), v. 28, n.11, 1979.

CORRELAÇÃO ENTRE DENSIDADE E PROPRIEDADES FÍSICAS DE PAINÉIS DE RESÍDUOS DE *Acacia mangium* WILLD

Humberto Fauller de Siqueira¹, José Benedito Guimarães Junior¹, Carlos Rogério Andrade¹,
Rafael Farinassi Mendes², Lourival Marin Mendes².

¹ Universidade Federal de Goiás

² Universidade Federal de Lavras

E-mail: ¹ fauller_humberto@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os painéis aglomerados caracterizam-se pela transformação da madeira em pequenas partículas que, secas e misturadas com adesivos sintéticos termofixos e distribuídas aleatoriamente entre si, são prensadas sob calor e pressão, gerando um painel particulado (MOSLEMI, 1974; TSOUMIS, 1991). De acordo com esse conceito, pode-se dizer que todo e qualquer material lignocelulósico tem potencial de ser utilizado como matéria-prima para a fabricação de chapas de partículas. Nesse sentido confere a oportunidade de utilização de resíduos florestais e agroindustriais na sua produção (GUIMARÃES JUNIOR et al., 2011). O sucesso da *A. mangium* em plantios comerciais é devido ao seu crescimento vigoroso, tolerância a solos ácidos e pobres, habilidade para se desenvolver bem em condições onde a competição é severa, relativa tolerância a doenças e boas propriedades da madeira para utilização em diversos fins (National Research Council, 1983), sua madeira é utilizada para produção de lenha, construções, móveis, aglomerados, papel/celulose, carvão, dentre outros. Em outras regiões do Brasil, existem cerca de 2.700 hectares plantados, somente para fabricação de celulose (BRACELPA, 2002).

Uma das etapas dos tratamentos silviculturais no cultivo da *Acacia mangium* Willd é a realização de podas, para retirada de galhos que possam no futuro desvalorizarem a madeira para fins tecnológicos mais nobres, devido a presença dos nós, que podem ser fontes de redução de resistência mecânica, dificultar a trabalhabilidade, impedir uma adesividade adequada, dentre outros. (TUOMELA et al., 1996).

Este resíduo florestal é considerado um dos mais importantes, uma vez que apresentam um baixo diâmetro para serem aproveitados pela indústria de base tecnológica de madeira, tais como serraria e laminadoras. Uma das possíveis

aplicações seria utilizá-lo como matéria-prima para produção de aglomerados convencionais. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a correlação de densidade e propriedades físicas dos painéis produzidos a partir da madeira de resíduo da desrama de *Acacia mangium* Willd.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira de desrama, de *Acacia mangium* Willd com 48 meses, foi coletada na fazenda Impoeira, empresa *Bee happy*, localizada no município de Curimatá na região sul do Piauí.

Foram produzidos 6 painéis de resíduos da desrama, cada um apresentando densidade nominal de 0,70 g.cm⁻³. O adesivo utilizado foi a uréia-formaldeído, com teor de sólidos de 64,07%, pH de 8,48, viscosidade de 480 Cp e tempo de gelatinização de 53 segundos.

As partículas “sliver” foram obtidas a partir do processamento de toretes em moinho de martelo, as mesmas foram peneiradas e utilizadas para produção do painel, somente partículas que ficavam retidas entre as peneira de 10 e 30 mesh. Posteriormente foram secas até o conteúdo de umidade de 3% na base seca. Os painéis foram prensados à temperatura de 160°C, pressão específica de 3,92 MPa, por um período de 8 minutos.

Retirou-se 4 corpos-de-prova por painel para avaliação da absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão. Utilizou-se teste de regressão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 pode-se visualizar a variação da absorção de água e a densidade do painel de resíduo de *Acacia mangium* Willd. Os resultados obtidos através da análise estatística, para absorção de água, permitiu observar que houve diferença entre os tratamentos, ou seja, os valores tiveram comportamento diferentes em imersão após 2 e 24 horas.

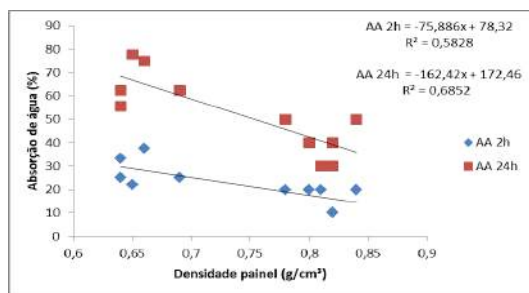


Figura 1 - Absorção de água (%) em função da densidade (g/cm^3)

Este trabalho está de acordo com o que Albuquerque (2002), relata em seu estudo com painéis aglomerados com densidade 0,5; 0,7; e 0,9 $g \cdot cm^{-3}$; encontrando que a absorção de água diminuiu com o aumento da densidade do painel.

Na figura 2 pode-se visualizar a variação de inchamento em espessura e a densidade do painel de resíduo de *Acacia mangium* Willd. Observa-se que não houve correlação desta com a densidade do painel com tal propriedade. Percebe-se que inchamento após 2 horas de imersão há uma ligeira tendência decrescente com o aumento da densidade. Já para inchamento após 24 horas, há um indicativo de que haja um inicial aumento desta propriedade e posteriormente uma gradual redução.

Os resultados obtidos foram contrários ao encontrados por PROTÁSIO et. al (2012) que se observou a correlação perfeita e positiva entre a densidade aparente e a razão de compactação dos painéis, uma vez que essa última propriedade é calculada considerando a densidade básica da madeira e a densidade aparente do painel.

A norma de comercialização CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968) exige valores para inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água, que sejam de no máximo 35% para painéis de média densidade. Neste sentido os mesmos se adequaram a tal normatização.

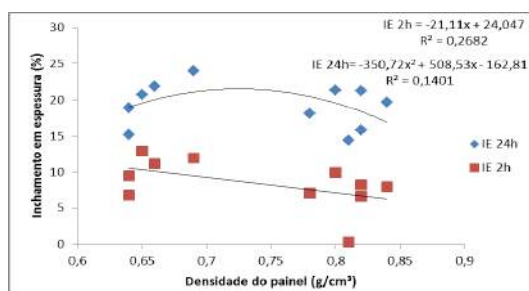


Figura 2 - Inchamento em espessura (%) em função da densidade (g/cm^3)

4. CONCLUSÕES

Pode-se concluir que a densidade dos painéis influencia diretamente na absorção de água, de forma a reduzi-la. Já no inchamento em espessura não se verificou correlação entre esta e a densidade do painel.

5. BIBLIOGRAFIA

- ALBUQUERQUE, C.E.C. **Interações de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados**. Curitiba, PR. Ed.UFPR. 2002. 175 p.
- BRACELPA, Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Reflorestamento: Estatísticas**. Disponível em: <http://www.bracelpa.org.br>. Acesso em 09 ago 2013.
- COMMERCIAL STANDARD. **Mat formed wood particle board: CS -236-66**. Wallingford, 1968.
- GUIMARÃES JUNIOR, J. B. et al. Painéis de madeira aglomerada de resíduos da laminação de diferentes procedências de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*. **Revista Cerne**, Lavras, MG, v. 17, n. 4, p. 443-452, out./dez. 2011.
- MOSLEMI, A. A. **Particleboard**. Carbondale: Southern Illinois University, 1974.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and other fast-growing acacias for the humid tropics**. National Academy Press, Washington D.C. 1983. 62 p.
- PROTÁSIO, T.P.; GUIMARÃES JÚNIOR, J.B.; MENDES, R.F.; MENDES, L.M.; GUIMARÃES, B.M.R.; Correlação entre a propriedade física e mecânicas de painéis aglomerados de diferentes espécies de *Eucalyptus*; **Revista Floresta e Ambiente**, pág 123-132; ISSN: 2179-8087; abr/jun 2012.
- TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization**. New York: Chapman & Hall, 1991. 494 p.
- TUOMELA, K.; OTSAMO, A.; KUUSIPALO, J.; VUOKKO, R.; NIKLES, G. Effect of provenance variation and singling and pruning on early growth of *Acacia mangium* Willd. plantation on *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. dominated grassland. **Forest Ecology and Management**, v.84, 1996. p.241-249.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI pelo aporte de recursos ao estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AJUSTE DE MODELO DE DIÂMETRO DE COPA EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO À ALTURA DO PEITO PARA *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA* NO MUNICÍPIO DE BOM JARDIM DA SERRA, SC.

Leonardo Candil, Myrcia Minatti, Andre Felipe Hess, Gabriel Teixeira da Rosa
Universidade do Estado de Santa Catarina – leonardocandil@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A espécie *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze conhecida, mundialmente, pelos nomes de: Parana pine (Inglês), BrasilKiefer (Alemão), Araucaria du Brésil (Francês), Pino misionero (Espanhol) e Pinheiro-do-Paraná (Português), conforme Lamprecht (1990), pertence ao gênero *Araucaria* da família Araucariaceae, contando com 16 espécies, exclusivas do hemisfério Sul, dentre as quais duas originárias da América do Sul e o restante da Oceania (REITZ e KLEIN, 1966).

Trata-se de uma árvore perenifólia, heliófita pioneira, típica de regiões de altitude, com fuste retilíneo, cilíndrico, às vezes, bifurcado, contendo quatro a oito verticilos na inserção dos galhos, que se destacam com a idade. Planta dioica, raramente monoica por traumas ou doenças, apresenta estruturas reprodutoras organizadas em estróbilos masculinos e femininos (CARVALHO, 2003).

O crescimento das árvores depende dos fatores genéticos da espécie interagindo com o ambiente, compreendendo, desta forma, fatores climáticos: temperatura, precipitação, vento e insolação; solo: características físicas, químicas e biológicas; topográficos: inclinação, altitude e exposição; competição: influência de outras árvores, vegetação rasteira e animais (FINGER, 2006).

As relações morfométricas de uma espécie florestal fornecem os subsídios básicos para estimativas da biomassa de copa. Variáveis como a altura total da árvore, a altura de copa e o diâmetro de copa podem ser facilmente correlacionados com o diâmetro à altura do peito (ORELLANA et al., 2008).

A forma da copa é um indicativo do seu estágio ontogênico, havendo alterações à medida que a planta passa pelos estágios de juvenilidade, maturidade e senescência. Assim,

árvores jovens apresentam copa com formato cônico e árvores adultas e senescentes, copa em forma de taça ou umbela (PUCHALSKI, 2004).

O objetivo do presente trabalho é calcular o diâmetro de copa, e ajustar um modelo matemático em função do diâmetro altura do peito.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os dados para este trabalho foram coletados em um povoamento natural de *Araucaria angustifolia* localizado no município de Bom Jardim da Serra (nas latitudes de 28°20'13" Sul e longitude de 49°37'29" Oeste, e altitude de 1.245 metros).

Segundo a classificação de Köppen, o clima é caracterizado predominantemente como sendo do tipo Cfb, temperado propriamente dito. (ESTADO DE SANTA CATARINA, 1991).

A vegetação predominante da região é a Floresta de Araucárias e os Campos, conforme KLEIN (1978), ou Floresta Ombrófila Mista e Estepe, de acordo com a terminologia adotada no Brasil (IBGE, 1992).

Foram selecionadas 70 amostras e identificadas com plaquetas e posicionamento no terreno com uso de GPS Garmin.

No campo foram feitas as medições do raio de copa. Essas medidas serão tomadas em quatro direções (Norte, Sul, Leste e Oeste) das árvores de estudo, sendo tomadas com auxílio da bússola eletrônica. Além disso, foi medida a inclinação no terreno de uma árvore amostra para a próxima com uso do aparelho Trupulse 200. E o diâmetro a altura do peito (1,30m) com o auxílio da fita métrica. O processamento dos dados foi realizado pelo *software* estatístico SAS (*Statistical Analysis System*) versão 9.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados obtidos a campo foi ajustado modelo para a diâmetro de copa, em função do diâmetro a altura do peito, com o uso da técnica dos modelos lineares generalizados, sendo i testado a Distribuição Gama Poisson e Normal com função de ligação Log e Identidade. O modelo com melhor ajuste foi o com distribuição Gama (Log) apresentando critério de validação de Desvio com valor de 4,6444, AIC (Critério de Informação Akaike em função da máxima verossimilhança) de 368,7843 e o BIC (Critério de Informação Bayesiano) com 375,5297. Os modelos testados foram:

$$dc_i = \beta_0 + \beta_1 d_i + E_i \quad \text{Longhi (1980);}$$

$$dc_i = \beta_0 + \beta_1 d_i + E_i \quad \text{Nutto et al. (2001)}$$

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os resultados do presente trabalho demonstram que os MLG apresentam-se eficientes para explicar a relação entre área de copa e diâmetro a altura do peito.

5. BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileira**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 2003. 1038 p.
- EPAGRI. **Dados e informações biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense** – UPR3, Florianópolis, 2002. 70 p.
- FINGER, C. A. G. **Biometria florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC/UFSM, 2006. 284 p.
- HESS, A. F. **Inter-relações no crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze em diferentes locais do Rio Grande do Sul**. 2006. 177 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 1992. 92p. (Manuais Técnicos em Geociências, n.1).
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Sul do Brasil**. 1980, 198 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.
- NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p.9- 25, dez. 2001.
- ORELLANA, E.; KOEHLER, A.B. Relações morfométricas de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer. **Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 229-237, abr./jun. 2008.
- PUCHALSKI, Â. **Variações edafo-climáticas e ocorrência natural da *Araucaria angustifolia* (Bert.) kuntze no Estado de Santa Catarina**. 2004, 91p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- SCHNEIDER, P. R. et al. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. 2º Ed. Santa Maria: UFSM, CEPEF, 2009. 236p.
- SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C.A.G. **Manejo Sustentado de Florestas Inequiâneas Heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000. 195 p.
- SCOLFORO, J. R. **Mensuração florestal 4: avaliação da produtividade florestal através da classificação de sítio**. Lavras: ESAL, 1993. 138 p.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M. **Flora ilustrada catarinense: Araucariáceas**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 63 p.
- SAS Institute. The SAS System for Windows. Cary: SAS Institute. 2004.
- SAS/STAT. **User's guide** – release 9.1.3 edition. Cary N. C.: SAS Institute Inc. 2004.

AGRADECIMENTOS

A Capes pela concessão da bolsa e ao Dr. Andre Felipe Hess pela confiança, amizade, e sobretudo pelo empenho na orientação e desenvolvimento do projeto.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO DE CHAPAS DE FIBROCIMENTO LIVRES DE AMIANTO PRODUZIDAS COM FIBRAS KRAFT REFINADAS DE BAMBU (*B. vulgaris*)

Mírian de Almeida Costa, Divino Eterno Teixeira

Dept. de Engenharia Florestal - UnB, Laboratório de Produtos Florestais – SFB/IBAMA

almeida.mira@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Estudos médicos associaram o uso de chapas de fibrocimento que continham fibras de amianto a algumas doenças pulmonares, como a mesotelioma e a asbestose, que são tipos de câncer (CAPELOZZI, 2001). Atualmente estuda-se o uso de fibras alternativas, principalmente fibras de celulose provenientes da madeira em substituição à fibra de amianto. E o bambu, com um ciclo curto de corte, renovável, perene e de rápido crescimento, tem alcançado altos valores de rendimento e resistência (PEREIRA, 2012). As fibras celulósicas de bambu poderiam ser uma alternativa para o Brasil, que tem o clima tropical adequado para o plantio desta espécie. Este estudo tem como principal objetivo a busca técnica com vista à substituição da fibra de amianto por um material menos nocivo, como o bambu, mantendo, entretanto, as mesmas particularidades e custo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram feitas chapas com 8% de fibras refinadas a 300, 400, 500 e 600 CSF (*Canadian Standard Freeness*), unidade que expressa o grau de refinação das fibras e está relacionada com as propriedades de drenagem durante o processo de produção do fibrocimento. Em cada tratamento foram feitas 3 repetições. Para isto, as fibras foram desintegradas no desintegrador DSG – 2000, misturadas com cimento, microsilica e kaolin, depositadas em um funil de Büchner com tela de aço inox e aplicado um vácuo, que retirou o excesso de água antes de se levar o colchão para a prensagem por 20 minutos. Para a análise de resistência das chapas, foram feitos ensaios de flexão estática para a obtenção do módulo de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE) com a máquina universal de ensaios Instron. Para avaliar as propriedades físicas, realizou-se ensaios de inchamento em espessura e absorção de água após 2 e 24h, além

da verificação do teor de umidade. Todos os testes citados foram executados conforme a norma técnica ASTM D 1037 (ASTM, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As densidades das chapas não alteraram significativamente entre os tratamentos, indicando que a variação entre as propriedades deve-se ao nível de refino. As chapas de 300 CSF tiveram os menores índices de inchamento após 24 horas (0,076%) como mostra a fig. 1, e o menor índice de absorção após 24h (24,6%) ocorreu nas chapas de 600 CSF, conforme a fig. 2. Estas também mostraram-se mais resistentes nos testes de MOR e MOE, com médias de 70,34 kgf/cm² e 35.034kgf/cm² respectivamente (fig. 3 e 4). Isto pode ser explicado devido ao baixo nível de refino destas chapas, pois quanto maior o refino, maiores os danos causados na parede celular da fibra e maior a fibrilação, influenciando negativamente na resistência mecânica (TONOLI, 2009). As chapas de 500 CSF foram as de menor resistência, com médias de MOR e MOE igual a 62,24 kgf/cm² e 32.183 kgf/cm² respectivamente, além de terem os maiores valores de inchamento (0,24%) e absorção (30,88%).

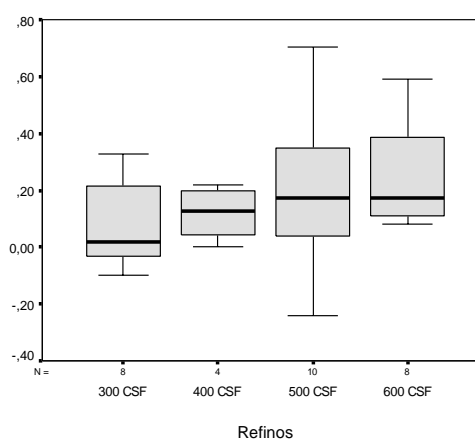


Fig. 1: Inchamento em espessura das chapas conforme o refino após 24h de imersão.

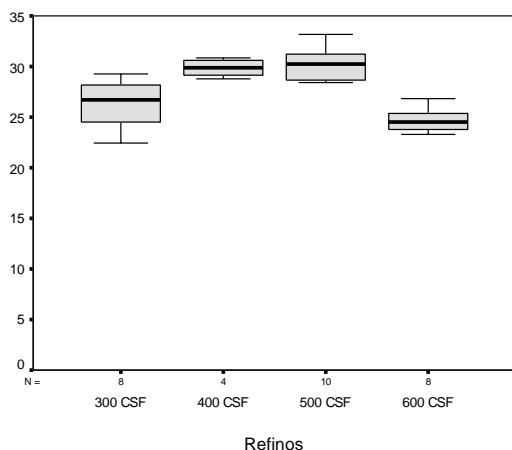


Fig. 2: Absorção de água das chapas conforme o refino após 24h de imersão.

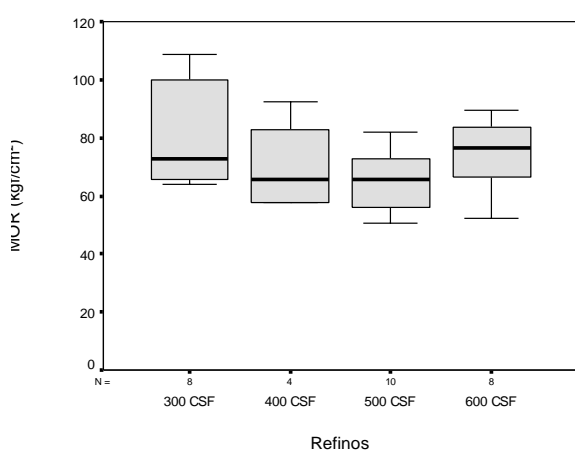


Fig. 3: Módulo de ruptura das chapas conforme o refino.

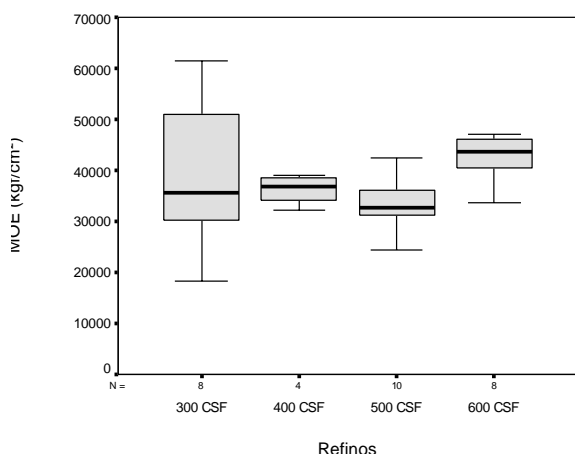


Fig. 4: Módulo de elasticidade das chapas conforme o refino.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Obtiveram-se resultados satisfatórios nos testes físicos e mecânicos, com pequenas variações. Porém de maneira inversa ao refino das fibras presentes nas chapas, ou seja, aquelas menos

refinadas (600 CSF) se mostraram mais adequadas às diversas finalidades do fibrocimento.

5. BIBLIOGRAFIA

AIPA. Associação das Indústrias de Produtos de Amianto. Leça do Balio, Portugal. Disponível em: <<http://portalnacional.com.pt/empresa/a-i-p-a-associacao-das-industrias-de-produtos-de-amianto-crisotilo-104324/>>. Acesso em: 10 fevereiro 2012.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard test methods of evaluating properties of wood-based fiber and particle panel materials. ASTM D 1037 Annual book of ASTM standards, v. 15.03. ASTM, West Conshohocken, PA. 1999.

CAPELOZZI, V.L. Asbesto, asbestose e câncer: critérios diagnósticos. **J. Pneumologia**, São Paulo, v.27, n. 4, p. 206-218, 2001.

PEREIRA, M.A.R. Projeto Bambu. Disponível em: <<http://www.feb.unesp.br/pereira/index.htm>>. Acesso em: 10 fevereiro 2012.

TONOLI, G.H.D. **Fibras curtas de eucalipto para novas tecnologias em fibrocimento**. 2009. 148p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro através da bolsa de Iniciação Científica; ao Laboratório de Produtos Florestais do SFB/IBAMA pela sua estrutura e equipamentos, além dos funcionários que colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



SELEÇÃO PRECOCE PARA PRODUÇÃO DE MADEIRA DE *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish.

Lucas Amaral de Melo¹, Antonio Claudio Davide², Rogério Luiz da Silva¹, Sebastião Carlos da Silva Rosado²

1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2. Universidade Federal de Lavras

lucasamaral@ufrj.br

1. INTRODUÇÃO

Com o aumento na demanda pelo óleo essencial extraído da madeira da candeia (*Eremanthus erythropappus*), uma série de plantios com essa espécie vêm sendo realizados, conforme relatado por Scolforo et al. (2008). No entanto, até o momento, as sementes para a produção de mudas utilizadas nesses plantios têm sido coletadas em árvores de populações naturais sem nenhum grau de melhoramento genético. A falta de materiais genéticos mais produtivos, aliada à carência de conhecimento em sua silvicultura, faz com que os plantios apresentem, em média, produtividades de 2 a 4 m³/ha.ano (Altoé, 2012).

Mesmo em espécies rústicas como a candeia, existe a necessidade de seleção de genótipos mais adaptados às diversas regiões e mais produtivos com relação a rendimento volumétrico da madeira e consequentemente de óleo, porém, testes genéticos com esta espécie são escassos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a eficiência da seleção precoce indireta para a produção de madeira, em progênies de candeia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos genéticos para a seleção das progênies de candeia foram conduzidos a partir de um teste de procedências e progênies, implantado em janeiro 2005 no município de Baependi, MG. O teste é resultante do plantio de mudas dispostas em DBC, em sete repetições e seis plantas por parcela. Para a produção das mudas, foram coletadas sementes de 116 árvores de candeia, oriundas de cinco procedências.

Aos 2, 4, 5 e 5,6 anos de idade foram realizadas avaliações da altura (H) das plantas. Aos 5,6 anos, o DAP também foi avaliado. Com a H e o DAP, coletados aos 5,6 anos, foi estimado o volume de madeira, com base em Melo (2012).

A partir dos valores fenotípicos obtidos para as características avaliadas, foi verificada a existência de variabilidade genética entre as 116 progênies e, a partir daí, realizada a seleção com base nos parâmetros genéticos das famílias dentro do teste de procedências e progênies.

Com o intuito de avaliar a eficiência da seleção precoce indireta em famílias de candeia, foi analisado o ganho esperado (GSE) para a característica volume de madeira na idade de 5,6 anos, pela seleção indireta na característica altura, realizada aos 2, 4 e 5 anos de idade.

A expectativa de ganhos em volume aos 5,6 anos, pela seleção na altura das árvores, foi calculada de acordo com Rezende et al. (1994). Para isso, foi considerada uma intensidade de seleção das progênies de 25% e utilizada a seguinte expressão:

$$GSE (\%) = \frac{MSpa/pb - MGpb}{MGpb} \times 100$$

Em que:

GSE é a estimativa do ganho esperado (%);
pb é a idade padrão (5,6) e, pa é a idade em que ocorreu a seleção precoce indireta (2, 4 e 5);
MSpa/pb é a média do volume das progênies na idade pb, selecionadas com base na altura, na idade pa;
MGpb é a média geral do volume das famílias na idade pb.

Estimou-se também o ganho por unidade de tempo, dividindo o valor de ganho encontrado pelo tempo (anos) compreendido desde o plantio até o momento da avaliação.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ganho esperado aos 5,6 anos para o volume de madeira, pela seleção indireta no caráter altura aos 2, 4 e 5 anos, considerando uma intensidade de seleção de 25% das progênies avaliadas, pode ser observado na tabela 1.

Tabela 1: Estimativa do ganho esperado (GSE) no volume de madeira aos 5,6 anos, quando se pratica a seleção com base no caráter altura aos 2, 4, ou 5 anos de idade, em plantas de *Eremanthus erythropappus*, num teste de procedência e progênies, em Baependi, MG

Idades	GSE (%)	GSE por ano (%)	Vantagem da seleção precoce (%)
5,6	25,63 *	4,42 *	-
2 x 5,6	14,94**	7,47**	3,05
4 x 5,6	20,69**	5,17**	0,75
5 x 5,6	21,84**	4,37**	- 0,07

*GSE obtido para o volume de madeira pela seleção realizada no próprio caráter; **GSE obtido para o volume de madeira pela seleção precoce realizada no caráter altura.

Pode-se observar que, quanto mais precoce a seleção (2 anos), menores foram os valores dos ganhos com esta seleção, quando comparados ao ganho para o volume de madeira pela seleção no próprio caráter, na idade padrão (25,63%). Isso significa que, seleções em idades mais juvenis, apresentam maior probabilidade de seleção de materiais genéticos que não sejam aqueles superiores na idade dita como padrão.

Sendo assim, a seleção precoce deve ser analisada com cautela nos programas de melhoramento genético da candeia, uma vez que os trabalhos com esta espécie são relativamente recentes. Desta forma, para enfatizar ou não o uso da seleção precoce, outros estudos devem ser realizados para conhecer melhor o comportamento silvicultural da espécie ao longo de todo o ciclo de produção.

Por outro lado, observa-se que o ganho anual obtido no caráter volume, pela seleção das progênies aos 2 anos, é cerca de 170% superior ao ganho anual neste mesmo caráter, quando a seleção foi feita aos 5,6 anos. A diferença encontrada (Tabela 1) representa a vantagem da seleção precoce, ou seja, o quanto se adiciona ao ganho com a seleção de genótipos superiores, se a mesma for praticada em idades mais juvenis.

Desta forma, a seleção precoce indireta pode conduzir à redução de custos na avaliação de materiais genéticos, uma vez que tem potencial para eliminar progênies muito abaixo da média desde os primeiros anos de condução de um teste genético. Da mesma forma, pode reduzir os custos e antecipar resultados, na ocorrência de materiais genéticos muito superiores. Neste caso, pode antecipar a seleção de genitores e a oferta de sementes melhoradas.

Além disso, como o óleo, principal produto da candeia, é extraído da madeira desta espécie, espera-se que, quanto maior a produção

volumétrica de madeira, maior a produtividade em óleo essencial.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Quanto mais precoce a seleção indireta em progênies de candeia, maiores são os ganhos anuais em relação ao volume de madeira, no entanto, maior é a probabilidade de selecionar erroneamente os materiais genéticos considerados superiores na idade padrão.

A seleção precoce indireta pode ser utilizada com o intuito de acelerar os programas de melhoramento genético da candeia. A partir dos resultados desta seleção, o melhorista pode proceder ao resgate de matrizes consideradas superiores, com o objetivo de instalar pomares de sementes e ou iniciar o processo de clonagem, disponibilizando materiais genéticos com maior produtividade de madeira.

Atrelado a isto, é necessário verificar se os materiais genéticos mais produtivos com relação às características de crescimento, também são os mais produtivos para a produção de óleo.

5. BIBLIOGRAFIA

ALTOÉ, T.F. **Sustentabilidade de plantações de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) Macleish) na produção e qualidade de óleo essencial**. 2012. 153f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

MELO, L.A. **Seleção e resgate de árvores superiores de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. 2012. 165f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Lavras, Lavras. 2012.

REZENDE, G.D.S.P.; BERTOLUCCI, F.L.G.; RAMALHO, M.A.P. Eficiência da seleção precoce na recomendação de clones de eucalipto avaliados no norte do Espírito Santo e sul da Bahia. **Cerne**, Lavras, v.1, n.1, p.45-50, jan./jun. 1994.

SCOLFORO, J.R.S. et al. **Manejo de plantações de candeia**. Lavras: UFLA, 2008. 26p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG pela concessão das bolsas e a CITROLEO pela área experimental e por todo apoio despendido.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MODELAGEM DO AFILAMENTO DE *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish. PARA QUANTIFICAÇÃO DE MÚLTIPLOS PRODUTOS

Emanuel José Gomes de Araújo¹, Lucas Amaral de Melo¹

1. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

ejgaraujo@ufrj.br

1. INTRODUÇÃO

A madeira da espécie *Eremanthus erythropappus*, candeia, possui elevada importância econômica devido à produção do α -bisabolol, utilizado na indústria de fármacos e cosméticos (SCOLFORO et al., 2012).

Dentre outros usos, a madeira da candeia pode ser utilizada na produção de moirões de cerca (SCOLFORO et al., 2004) ou na produção de painéis de madeira ao se utilizar os resíduos da extração do óleo (SANTOS et al., 2008).

Uma maneira de quantificar os múltiplos produtos oriundos da candeia é por meio do uso de funções de afilamento, que tem por objetivo descrever matematicamente o perfil de uma árvore (SCOLFORO & THIERSCH, 2004).

Mendonça et al. (2007) destacam que essas são ferramentas valiosas para estimar o diâmetro em qualquer altura do tronco, bem como a altura relativa a um determinado diâmetro. Além disso, as funções de afilamento permitem, via integração, a estimativa do volume da árvore.

O objetivo deste trabalho foi ajustar e selecionar modelos de afilamento para caracterizar o perfil e quantificar os múltiplos produtos da espécie *Eremanthus erythropappus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram provenientes da cubagem rigorosa realizada em 200 indivíduos da espécie *Eremanthus erythropappus*, aos 5,6 anos de idade, em povoamento localizado no município de Baependi, MG. Este foi implantado com cinco diferentes procedências da espécie.

Aplicou-se o método de cubagem absoluto de Huber com seções de comprimento variando conforme a forma do tronco. Concomitantemente ao processo de cubagem,

foram mensuradas a altura total e o diâmetro a 1,30 m do solo de cada indivíduo.

Os modelos matemáticos testados foram: Kozak, Demaerschalk e Schöpfer.

Kozak:

$$\left(\frac{d_i}{DAP}\right)^2 = B_0 + B_1 * \left(\frac{h_i}{HT}\right) + B_2 * \left(\frac{h_i}{HT}\right)^2 + e_i$$

Demaerschalk:

$$\frac{d_i}{DAP} = B_0 + B_1 * \ln(1 - B_2 * h_i^{B_3} * H^{-B_3}) + e_i$$

Schöpfer:

$$\frac{d_i}{DAP} = B_0 + B_1 * \left(\frac{h_i}{HT}\right) + \dots + B_5 * \left(\frac{h_i}{HT}\right)^5 + e_i$$

Em que:

HT = altura total (m) da i-ésima árvore cubada;

DAP = diâmetro a 1,30 m do solo (cm) da i-ésima árvore cubada;

h_i = altura (m) da i-ésima seção ao longo do fuste;

d_i = diâmetro (cm) da i-ésima seção ao longo do fuste;

e_i = erro de estimativa da i-ésima árvore cubada;

A seleção da melhor equação ajustada para estimar o diâmetro a diferentes alturas foi realizada a partir dos valores de coeficiente de determinação ajustado ($R^2_{ajustado}$), erro padrão da estimativa (S_{yx}) em porcentagem, valor do teste F (5% de significância) da análise de variância e análise gráfica dos resíduos em porcentagem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentadas as estatísticas de ajuste para cada modelo testado. Apesar do modelo de Kozak apresentar maior valor da estatística F (1190), observa-se que a equação proveniente do modelo de Demaerschalk foi a que propiciou melhores resultados, com alto valor de $R^2_{ajustado}$ (0,80) e menor erro padrão de

estimativa (15,75%). Estes valores são superiores aos encontrados por Araújo et al. (2012) para *Pinus* sp.

Tabela 1: Estatísticas de ajuste dos modelos de afilamento para a espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish.

Modelo	R ² _{AJUST.}	S _{YX} (%)	F
Schöepfer	0,75	18,00	650*
Kozak	0,73	18,54	1190*
Demaerschalk	0,80	15,75	929*

*Significância a 5%.

O fuste de árvores de candeia possui maior heterogeneidade no seu afilamento quando comparado a *Eucalyptus* e *Pinus*. De certa forma, isso é devido aos dados serem provenientes de plantio realizado com diferentes procedências de candeia, além das mudas não terem nenhum grau de melhoramento, o que faz aumentar a variabilidade genética e, conseqüentemente, o padrão de crescimento.

Os coeficientes das equações ajustadas são apresentados na tabela 2 e todos os valores de B_i foram significativos.

Tabela 2: Estimativa dos coeficientes dos modelos de afilamento para a espécie *Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish.

B _i	Kozak	Demaerschalk	Schöepfer
B ₀	3,255*	-4,447*	2,069*
B ₁	8,702*	97,830*	-8,824*
B ₂	6,737*	-0,065*	40,643*
B ₃		-0,065*	-106,300*
B ₄		-0,086*	128,903*
B ₅			-57,619*

*Significância a 5%.

O gráfico de resíduos indica que para a equação proveniente do modelo de Demaerschalk (fig. 1), não existe tendenciosidade na estimativa do diâmetro (d_i) a diferentes alturas (h_i).

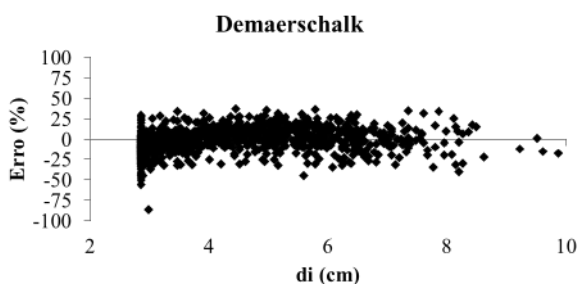


Fig. 1: Distribuição gráfica dos resíduos para o modelo de afilamento de Demaerschalk.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O modelo de Demaerschalk foi o que gerou a equação mais precisa e este pode ser aplicado para retratar o perfil de árvores da espécie *Eremanthus erythropappus*. Desta forma, com base no modelo proposto, é possível quantificar os múltiplos produtos obtidos das árvores de candeia.

5. BIBLIOGRAFIA

ARAÚJO E.J.G.; PELISSARI, A.L.; DAVID, H.C.; MIRANDA, R.O.V.; PÉLLICO NETTO, S.; MORAIS, V.A.; SCOLFORO, J.R. Relações dendrométricas em fragmentos de povoamentos de pinus em Minas Gerais. **Pesq. flor. bras.**, Colombo, v.32, n.72, p.355-366, out./dez. 2012.

MENDONÇA, A.R.; SILVA, G.F.; OLIVEIRA, J.T.S.; NOGUEIRA, G.S.; ASSIS, A.L. Avaliação de funções de afilamento visando a otimização de fustes de *Eucalyptus* sp. para multiprodutos. **Cerne**, Lavras, v.13, n.1, p.71-82, jan./mar. 2007.

SANTOS, R.C.; MENDES, L.M.; MORI, F.A.; MENDES, R.F. Aproveitamento de resíduos da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*) para produção de painéis cimento-madeira. **Cerne**, Lavras, v.14, n.3, p.241-250, jul./set. 2008.

SCOLFORO, J.R.S.; THIERSCH, C.R. **Biometria florestal: medição, volumetria e gravimetria**. Lavras: UFLA, 2004. 285p.

SCOLFORO, J.R.S.; PÉREZ, J.F.M.; MELLO, J.M.; OLIVEIRA, A.D.; CAMOLESI, J.F.; BORGES, L.F.R.; ACERBI JUNIOR, F.W. Estimativas de volume, peso seco, peso de óleo e quantidade de moirões para a candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish). **Cerne**, Lavras, v.10, n.1, p.87-102, jan./jun. 2004.

SCOLFORO, J.R.S.; OLIVEIRA, A.D.; DAVIDE, A.C. **O manejo sustentável da candeia: o caminhar de uma nova experiência florestal em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2012. 329p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa CITROLEO pela área experimental e por todo apoio despendido.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DA PROFUNDIDADE DA PILHA DE CAVACOS NO TEOR DE EXTRATIVOS PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE

Camilla Gabriela Melo Ampessan, Martha Andreia Brand, Polliana D'Angelo Rios, Marcos Vinicius Mazzo, Helena Cristina Vieira
Universidade do Estado de Santa Catarina
 camillaampessan@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O processo de estocagem da madeira em uma empresa de celulose e papel é determinado pela demanda de matéria prima e logística, este exerce grande influencia na quantidade de extrativos que a madeira libera de acordo com sua exposição, conseqüentemente altera o consumo de reagentes químicos na produção de celulose.

Bittencourt et al. (2006) citam que devido à ação da temperatura e microrganismos, os extrativos são alterados ou degradados, de forma isolada ou conjunta durante o processo de estocagem da madeira. Assim, a alteração química dos componentes extrativos é devido à elevação da temperatura nas pilhas.

Este trabalho tem como objetivo determinar o teor de extrativos do *Pinus taeda* em diferentes profundidades dentro de uma mesma pilha experimental de cavacos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A pilha experimental de cavacos de *Pinus taeda*, foi estocada no pátio existente da empresa Klabin situada em Correia Pinto, Santa Catarina. As dimensões da pilha experimental seguiu a mesma metodologia adotada pela empresa, em termos de altura e formato, sendo esta mensuração de 3,8 m de altura e 4,0 m de largura. O formato adotado buscou-se assemelhar a um retângulo usado no pátio de estocagem, demonstrado na Figura 1.

As amostras foram coletadas em 3 diferentes perfis e entre profundidades diferentes de 0,6 m; 1,5 m; 2,5 m e 3,0 m.

Os materiais referentes ao diferentes perfis, mas de iguais profundidades foram armazenados no mesmo saco plástico, assim totalizando 4 amostras.

A Figura 2 demonstra os resultados obtidos para a solubilidade da madeira em solvente orgânico álcool-tolueno em diferentes profundidades.



Fig. 1: Pilha experimental de cavacos de *Pinus taeda*. (AMPESSAN, 2012).

Para análise dos extrativos foi quantificado a solubilidade de extrativos em álcool-tolueno e em água quente seguindo as normas NBR 14853 e NBR 14577, respectivamente. A análise foi realizada pelo programa estatístico SISVAR (Versão 5.3) com teste de médias a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das extrações, expressos em porcentagem, são mostrados nas Figuras 2 e 3.

A Figura 2 demonstra os resultados obtidos para a solubilidade dos cavacos em álcool-tolueno em diferentes profundidades, com valores médios de 2,99 a 3,13%. Os resultados da porcentagem de extrativos em diferentes profundidades não diferiram entre si de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A Figura 3 demonstra os resultados obtidos para a solubilidade dos cavacos em água quente em diferentes profundidades, com valores médios de

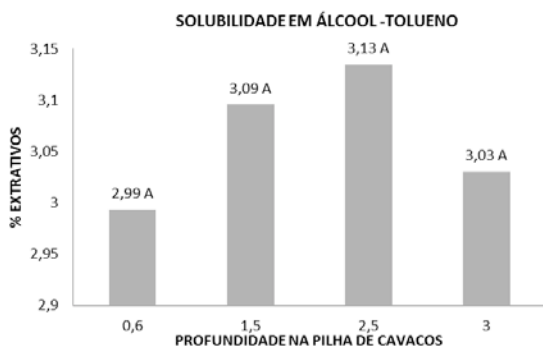


Fig. 2: Extrativos solúveis em álcool-tolueno dos cavacos em diferentes profundidades. Os valores médios seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

1,28 a 1,95%. Assim como para a solubilidade em água quente para diferentes profundidades, os resultados não diferiram estatisticamente entre si.

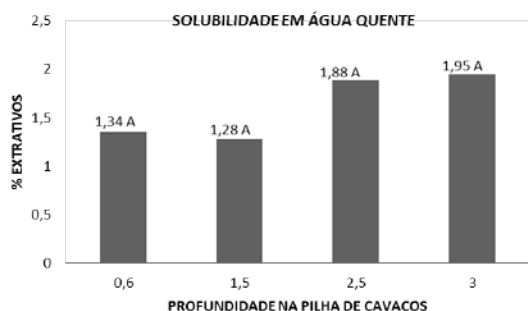


Fig. 3: Extrativos solúveis em água quente dos cavacos em diferentes profundidades. Os valores médios seguidos da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tamanho das pilhas de cavacos com altura máxima de 3 m pode ser adotado ao que se deseja uniformidade na composição química dos extrativos para produção de celulose.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

De acordo com os resultados obtidos nesse trabalho não há influência da profundidade até 3 metros de altura, na pilha de cavacos, de acordo com o teor de extrativos para a produção de celulose.

5. BIBLIOGRAFIA

AMPESSAN, C.G.M; BRAND, M.A.; RIOS, P.D. **Determinação do tempo ideal de estocagem de cavacos de Pinus para a maximização da perda de extrativos.**

Relatório de conclusão de Curso de Engenharia Florestal, UDESC, Lages; 82 p., 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14577: pasta celulósica e madeira – determinação do material solúvel em água.** Rio de Janeiro: ABNT; 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14853: Madeira - Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano.** Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14929: Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa.** Rio de Janeiro, 2003

BITTENCOURT, E.; BRAND, M.A.; OLIVEIRA, J.DE.; **Controle dos Processos de Estocagem da Madeira para minimização dos Problemas no Índice de Luminosidade do Kraft.** Relatório técnico, 13p, 2006



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Pterocarpus rohrii* V.

Dieimes Ribeiro Resende, Andrey de Oliveira Costa, Wigor Souza Faria, José Benedito Guimarães Junior, Carlos Rogério Andrade
Universidade Federal de Goiás
 dieimesribeiro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O *Pterocarpus rohrii* V., é uma espécie nativa, não endêmica do Brasil que pode ser encontrada no Cerrado, Amazônia e Mata Atlântica. Popularmente conhecido como pau-sangue é uma Angiosperma da família Fabaceae, (LORENZI, 2002).

A espécie foi escolhida para pesquisa, com o intuito de aumentar a amplitude de informações com relação à mesma, já que não há muitos trabalhos relacionados.

O nome pau-sangue advém da característica de exsudação de uma resina avermelhada, semelhante ao sangue, quando o tronco é cortado.

A madeira do pau-sangue tem superfície lisa ao tato, medianamente lustrosa, textura média, grã direita, sem cheiro ou gosto distinto (MAINIERI, 1973). É moderadamente densa com $0,55\text{g/cm}^3$, possui baixa resistência ao apodrecimento e ao ataque de cupins de madeira seca, sendo utilizada principalmente para pequenos trabalhos internos como rodapés, esquadrias e peças torneadas (CARVALHO, 2008).

A densidade básica da madeira é reconhecida como um dos mais importantes parâmetros para avaliação da sua qualidade, por ser de fácil determinação e estar relacionada às suas demais características (SHIMOYAMA e BARRICHELLO, 1991). É obtida através da divisão entre massa seca e volume saturado. É considerada a característica mais utilizada em pesquisas referentes à qualidade da madeira, permitindo classificar a madeira quanto ao peso e indicar qual a melhor finalidade. A variação dentro da árvore, tanto na direção radial, da medula para a casca, quanto no sentido base-topo, é fundamental como subsídio ao entendimento de sua qualidade (OLIVEIRA et al., 2005).

Desta maneira, o presente trabalho objetiva-se avaliar a densidade básica da madeira, de

Pterocarpus rohrii v., no sentido medula-casca e base-topo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram abatidas três árvores de *Pterocarpus rohrii* v. de aproximadamente 20 anos de idade, na cidade de Santa Luz-PI. De cada árvore foram retirados discos a 0, 25, 50, 75 e 100 % da altura comercial. Cada disco foi cortado em cunhas opostas, sendo retiradas duas amostras na região do centro, duas na região mediana e duas na região próxima da casca, totalizando seis amostras por disco.

Posteriormente, as amostras foram submersas em dessecadores com água destilada durante 24 horas para que posteriormente fosse obtido o volume saturado, através do método de imersão em água.

Para a obtenção da massa seca, as amostras foram levadas a estufa à $105^{\circ}\pm 5$ °C, até atingirem massa constante. Por fim, a densidade básica das amostras foi obtida através da divisão da massa seca pelo volume saturado em água.

Foi utilizada análise de regressão para as amostras no sentido base-topo e teste de médias de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, para as amostras no sentido centro-casca, considerando delineamento inteiramente casualizado organizado em fatorial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio dos resultados da análise estatística, pode-se observar que não houve interação entre a densidade no sentido base-topo e a densidade no sentido centro-casca. Desse modo, os fatores puderam ser estudados separadamente.

A Fig. 1 apresenta o gráfico e a respectiva equação de regressão do comportamento da densidade básica da madeira de *Pterocarpus rohrii* v. em função da amostragem no sentido base-topo.

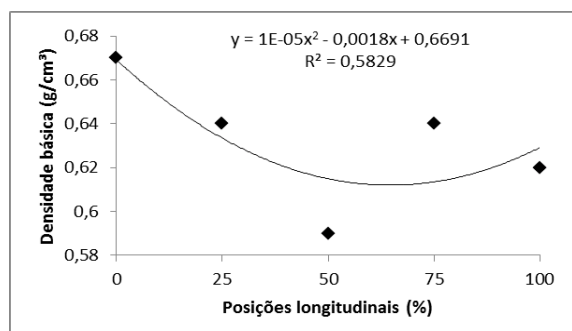


Fig. 1: Densidade básica da madeira de *Pterocarpus rohrii* v. em função das posições no sentido base-topo. (Fonte: Resende, D.R.;2013).

Pôde-se observar uma diminuição da densidade básica da base (0,67 g/cm³) até 50% da altura comercial (0,59 g/cm³) da árvore. E um aumento a partir de 50%, chegando a 0,62 g/cm³.

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios de densidade básica de *Pterocarpus rohrii* v. para em diferentes posições no sentido centro-casca.

Tabela 1: Valores médios de densidade básica da madeira de *Pterocarpus rohrii* v. para as diferentes posições no sentido centro-casca.

Posição radial	Densidade (g/cm ³)
Casca	0,57 A
Medula	0,64 A
Centro	0,67 A
CV (%)	19,09

Observando a Tabela 1, não houve diferença significativa para a densidade básica entre as três posições radiais. Houve uma variação de 0,67 g/cm³ (centro) à 0,57 g/cm³ (casca).

As madeiras são classificadas em três classes de acordo com a densidade: as madeiras com densidade inferior ou igual a 0,50 g/cm³, são consideradas de baixa densidade; as madeiras com densidade entre 0,51 g/cm³ e 0,72 g/cm³, são consideradas de densidade média e madeiras com densidade acima de 0,72 g/cm³, consideradas como densas (IPT, 1985). De acordo com essa classificação, a madeira de *Pterocarpus rohrii* v. pode ser considerada como de média densidade, com relação aos resultados observados.

4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados, conclui-se que:

- Houve um decréscimo da densidade básica da base até 50% da altura comercial no sentido base-topo. Entre 50% e 100% da altura

comercial a tendência foi aumentar gradativamente a densidade básica.

- Não houve diferença significativa entre as densidades básicas no sentido centro-casca.
- A madeira de *Pterocarpus rohrii* v. é considerada de média densidade.

5. BIBLIOGRAFIA

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil, vol. 1. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2002.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies Arbóreas Brasileiras.** v. 3. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2008.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Madeira:** o que é e como pode ser processada e utilizada. São Paulo: 1985. 189p. (Boletim ABPM, 36)

OLIVEIRA, J.T.S.; HELLMEISTER, J.C.; FILHO, M.T. Variação do teor de umidade e da densidade básica na madeira de sete espécies de eucalipto. **Árvore**, Viçosa, v.29, n.1, p.115-127, 2005.

GONÇALVES, F.G.; OLIVEIRA, J.T.S.; LUCIA, R.M.D.; NAPPO, M.E.; SARTÓRIO, R.C. Densidade básica e variação dimensional de um híbrido clonal de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*. **Árvore**, Viçosa, v.33, n.2, p.277-288, 2009.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA NO DESDOBRAMENTO PRINCIPAL COM MOTOSSERRA DE DUAS ESPÉCIES DE MOGNO AFRICANO

João Gabriel Missia da Silva, Tâmara Suely Filgueira Amorim, Graziela Baptista Vidaurre, Danilo Dutra Danezio, Diogo Carvalho Meneguelli
 Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira
 j.gabrielmissia@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A madeira de mogno africano tem importante uso comercial e valor no mercado internacional. Assim, pesquisas relacionadas à madeira de mogno africano plantadas no Brasil, são necessárias e fundamentais para definir e confirmar as potencialidades do seu uso.

Nesta conjuntura, estudos sobre o rendimento da madeira serrada fornecem informações sobre a produção e a porcentagem de perdas. Visto que o rendimento pode ser afetado pelo tipo e forma da matéria-prima, equipamentos, metodologia de desdobro, produto final gerado e experiência dos operadores dos equipamentos de desdobro.

O desdobro principal com motosserra surgiu como uma opção para a redução de custos de transporte e desdobro, bem como pela facilidade na obtenção de madeira serrada na propriedade rural. Entretanto, a principal influência no rendimento no desdobro com a motosserra é a espessura de corte (CORTELETTI, 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento em madeira serrada no desdobro principal com motosserra de duas espécies de mogno africano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As espécies de mogno africano foram a *Khaya ivorensis* e a *Khaya senegalensis*, provenientes de parcela experimental da Reserva Natural Vale S/A, em Sooretama, Espírito Santo, Brasil, com idade de 19 anos. Foram utilizados 26 toretes (15 de *K. ivorensis* e 11 de *K. senegalensis*), sendo o volume sem casca destes obtido de acordo com a equação de Smalian, descrita na equação 1.

$$Vt = \frac{\pi}{80000} \times (D_1^2 + D_2^2) \times L \quad (1)$$

Em que:

Vt: volume sem casca dos toretes (m³);

D₁ e D₂: diâmetros sem casca do topo e base dos toretes (cm); e

L: comprimento dos toretes (m).

Posteriormente, os toretes foram desdobrados com o auxílio de uma motosserra Stihl MS 660, adaptada com um sabre de 75 cm. A metodologia de desdobro utilizada foi cortes tangenciais longitudinais e sucessivos, gerando um pranchão central (8 cm de espessura) e tábuas (2,5 cm de espessura). O diagrama de corte utilizado é ilustrado na Figura 1.

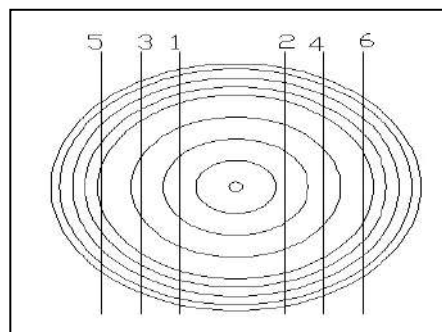


Fig.1: Diagrama de corte utilizado no desdobro com a motosserra

A refilagem das peças serradas foi realizada em serra circular simples de bancada. Em seguida, o volume de madeira serrada foi calculado pelo somatório do volume de cada peça gerada de uma determinada tora. De posse dos volumes, o rendimento foi calculado de acordo com a equação 2.

$$Rms = \left(\frac{Vms}{Vt} \right) \times 100 \quad (2)$$

Em que:

Rms: Rendimento em madeira serrada (%);

Vms: Volume de madeira serrada (m³);

V_t: Volume de toras (m³);

Visando observar a influência da forma dos toretes no rendimento, a conicidade (cm/m) foi determinada de acordo com Scanavaca Junior e Garcia (2003), pela diferença entre o diâmetro da base e o diâmetro do topo da tora sem casca dividido pelo comprimento da mesma.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dimensões e a conicidade dos toretes desdobrados das duas espécies são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Valores médios das dimensões e conicidade dos toretes por espécie

Espécie	D1* (cm)	D2* (cm)	L* (cm)	Con* (cm/m)
<i>K. ivorensis</i>	21,39	22,96	2,50	0,64
<i>K. senegalensis</i>	21,18	23,27	1,25	1,81

*D1 e D2: diâmetro base e topo; L: comprimento; Con: conicidade dos toretes.

A *K. ivorensis* apresentou os toretes com maiores dimensões e menor conicidade comparada a *K. senegalensis*. Tal fato é elucidado pelas características inerentes das espécies, onde ainda em campo notou-se que as árvores de *K. ivorensis* apresentaram maiores fustes e melhor forma que a *K. senegalensis*, que apresentou alto índice de bifurcação.

A tabela 2 apresenta os valores médios do rendimento em madeira serrada obtido no desdobro com motosserra para as duas espécies.

Tabela 2. Valores médios do Rendimento em madeira serrada por espécie

Espécie	Vt (m ³)	Vms (m ³)	Rms (%)	CV* (%)
<i>K. ivorensis</i>	0,096	0,049	51,09	11,46
<i>K. senegalensis</i>	0,047	0,023	49,12	8,79

*Vt: volume tora; Vms: volume madeira serrada; Rms: rendimento em madeira serrada CV: Coeficiente de variação

O rendimento em madeira serrada obtido no desdobro com motosserra para as duas espécies, está dentro da amplitude de 45 a 55% de rendimento, considerada normal para a madeira de folhosas. Entretanto, o bom rendimento obtido para as espécies está relacionado ao tipo de produto gerado (pranchões e tábuas), onde as dimensões destes contribuíram para um menor número de cortes e menores perdas em serragem, visto que o conjunto de corte (sabre e corrente denteada) da motosserra apresenta grande espessura.

De acordo com Grosser (1980 citado por SCANAVACA JUNIOR; GARCIA, 2003) a conicidade influencia o rendimento quando apresenta valores superiores a 1 cm/m para o diâmetro. Para a *K. senegalensis*, na idade de 19 anos, a conicidade foi superior a este valor (tabela

1), o que contribuiu para o rendimento em madeira serrada inferior comparado ao da *K. ivorensis*. Ou seja, toras mais cilíndricas e com diâmetros mais homogêneos facilitam o desdobro com a motosserra, gerando menores perdas com costaneiras e refilos.

Corteletti (2010) avaliou o rendimento em madeira serrada no desdobro principal com motosserra de *Eucalyptus grandis*, de aproximadamente 34 anos de idade. O autor observou uma média de rendimento de 58,91%, superior ao observado para as duas espécies de mogno africano. Entretanto, houve a interposição das características das diferentes espécies, do diâmetro e conicidade das toras avaliadas e dos poucos cortes executados por tora, gerando pouca variedade de dimensões do produto final (pranchão e viga) e baixo volume em serragem.

4. CONCLUSÃO

O desdobro com motosserra das duas espécies apresentou um rendimento em madeira considerado normal pela literatura para a madeira de folhosas. Entretanto, foi observado que este rendimento foi influenciado pela espécie utilizada, pelo tipo de produto gerado que exigiu um menor número de cortes, pela conicidade e pelo diâmetro dos toretes. Este também poderá ser influenciado pela experiência do motosserrista.

5. BIBLIOGRAFIA

CORTELETTI, R. B. **Desempenho e análise de custos do desdobro de *Eucalyptus grandis* com motosserra**. 2010. 66 f. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2010.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. Rendimento em madeira serrada de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 63, p.32-43, jun. 2003.

AGRADECIMENTOS

À Reserva Natural Vale pelo apoio financeiro a pesquisa, concessão do material e condições para a coleta dos dados. Ao Engenheiro Florestal Gilberto Terra pela colaboração e informações repassadas.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RENDIMENTO EM MADEIRA SERRADA DE *Pinus elliotti* PROCEDENTE DE FLORESTAS RESINADAS DO RIO GRANDE DO SUL

Eduardo Schneid¹, Pedro Henrique G. de Cademartori², Darci A. Gatto³
 Universidade Federal de Santa Catarina¹, Universidade Federal do Paraná², Universidade Federal de Pelotas³
 eduardoschneid87@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Segundo a ABRAF (2012), em 2011 o Brasil tinha 6,5 milhões de hectares de florestas plantadas, em que 25% eram ocupadas pelo gênero *Pinus*. No sul do Brasil, a área plantada com esse gênero corresponde a 85%. No país, a utilização do *Pinus* é destinada principalmente para os setores moveleiros e de construção civil (Pereira & Tomazelli, 2004).

As técnicas de desdobro utilizadas nas indústrias madeireiras estão amplamente relacionadas à qualidade da madeira serrada, influenciando diretamente em fatores como rendimento volumétrico da tora e eficiência da linha de produção. De acordo com Ribas et al. (1989), rendimentos atingem em torno de 44% e a utilização de novas tecnologias de desdobro pode auxiliar no desenvolvimento do processo de aproveitamento das toras.

De tal maneira, para um processamento ideal das toras, é necessário considerar-se uma série de fatores, tais como a qualidade do maquinário, qualidade da matéria-prima (toras de madeira), mão-de-obra, além da escolha adequada das técnicas de desdobro de acordo com a produção requerida. Todavia, o rendimento em madeira é afetado pela interação de diversos fatores, tais como diâmetro, comprimento, conicidade, qualidade das toras, variações da serra, condições e manutenção dos equipamentos e métodos de desdobro (STEELE, 1984).

O presente trabalho objetivou avaliar o rendimento em madeira serrada procedente de florestas resinadas da região Sul do Estado do Rio Grande do Sul.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O trabalho foi desenvolvido em uma serraria localizada no município de São José do Norte, região sul do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. As árvores com idade entre 28 e 32 anos, plantadas em espaçamento 2x2 m, sem a

presença de manejo florestal (desbaste e desrama), sofreram o processo de resinagem (extração de resina) de 10 a 12 vezes antes de serem abatidas para processamento.

No processo de desdobro, as toras foram divididas em três classes diamétricas, conforme a tabela 1, considerando a disponibilidade de toras na serraria. Para cada classe diamétrica foram selecionadas ao acaso oito toras de *Pinus elliottii*, e em cada classe diamétrica as toras foram ainda divididas em tora basal com a presença de estrias de resinagem e superior sem a presença de estrias (quatro toras para cada).

Tabela 1: Seleção de toras de *Pinus elliottii* em três classes diamétricas para a realização da etapa de desdobro.

Classe	Nº de toras	Diâmetro da tora (cm)	Comprimento da tora (cm) ²
1	8	15 a 20	190 < C < 220
2	8	21 a 25	190 < C < 220
3	8	26 a 30	190 < C < 220
TOTAL	24		

Após a classificação das toras foram calculados o volume de cada tora utilizando o método de Smalian, conforme eq. (1).

$$V = \frac{g_1 + g_2}{2} \cdot L \quad (1)$$

V = volume real da tora (m³); g₁ = área da maior secção da tora (m²); g₂ = área da menor secção da tora (m²); L = comprimento total da tora (m).

Efetuada o processo de desdobro das toras, foram separadas todas as tábuas para mensuração de suas dimensões (largura, espessura e comprimento), obtendo-se assim o volume de madeira serrada. A partir do volume da tora e de madeira serrada, foi possível calcular o rendimento utilizando a eq. (2).

$$R = \frac{\Sigma Vm}{\Sigma Vt} \cdot 100 \quad (2)$$

R = rendimento em madeira serrada obtida de cada classe diamétrica (%); ΣVm = somatória dos volumes de todas as peças serradas (m^3); ΣVt = somatória dos volumes de todas as toras (m^3).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) fatorial em um arranjo 2 x 3 (duas posições de tora, basal e superior; três classe diamétricas), na qual foi realizada comparação por meio do teste F a 5% de probabilidade de erro. Em caso de rejeição da hipótese nula, as médias foram comparadas por meio do teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (ANOVA) mostrou que apenas o fator classe diamétrica afetou significativamente o rendimento em madeira serrada da madeira de *Pinus elliottii*. Tanto o fator posição da tora como a interação entre os dois fatores não apresentaram significância estatística.

Na tabela 2 apresentam-se os rendimentos médios de cada classe diamétrica das toras basais e superiores de *Pinus elliottii* para fins de constatação.

Tabela 2: Rendimentos médios obtidos no desdobro das toras basais e superiores oriundas das árvores resinadas.

	Classe	Rendimento (%)		
		Mín.	Máx.	Médio
Tora basal	1	37,99	45,67	41,57
	2	35,78	43,90	38,60
	3	34,29	41,99	38,23
Tora superior	1	43,96	52,1	48,49
	2	36,98	40,36	38,50
	3	42,38	51,29	47,50

Observa-se na Tab. 2 que o rendimento médio ficou abaixo do encontrado na literatura. De acordo com Vital (2008) os valores normais de rendimento para coníferas são entre 55 e 65%. O autor afirma que o rendimento é afetado, entre outros fatores, pelo diâmetro das toras e pela produção da serraria.

Tanto para as toras basais quanto para as toras superiores, o rendimento não aumenta conforme o aumento do diâmetro da tora, em que mantém uma certa estabilização, exceto para a classe diamétrica 2 das toras superiores.

Para as classes 1 e 3, observa-se que o rendimento das toras basais foi ~14 e ~19% inferior ao das toras superiores, respectivamente.

Estatisticamente, não se observou significância após ANOVA fatorial, porém é fato constatar que tais diferenças podem vir a afetar uma indústria de madeira serrada na prática e ao longo dos anos.

Themudo e Carneiro (1958) afirmaram que os inconvenientes da resinagem, referem-se à diminuição do acréscimo lenhoso e a perda da madeira na tora da base. No entanto, os autores ressaltam que, verdadeiramente, o estabelecimento do painel de resinagem na tora basal não acarreta a perda de madeira, mas sim uma desclassificação qualitativa e, conseqüentemente, prejudicando a sua utilização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A presença de estrias de resinagem nas toras basais não foi um fator influente no rendimento em madeira serrada. No entanto, o rendimento das toras basais foi inferior para duas das classes analisadas, o que na prática pode afetar a produção da serraria. Nesse contexto, recomenda-se um estudo mais aprofundado em relação ao assunto para a obtenção de respostas mais específicas e conclusivas.

5. BIBLIOGRAFIA

Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas – ABRAF. **Anuário estatístico da abraf 2012, ano base 2011**. Brasília, 150 p., 2012.

Pereira JCD, Tomaselli I. A influência do desbaste na qualidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm var. **Boletim de pesquisa florestal**; n.49, p. 61-81, 2004.

RIBAS, C. et al. Estudo da influencia do diâmetro e do comprimento das toras de *Pinus elliottii* na produção de madeira serrada e de resíduos de serraria. **Revista Instituto Florestal**. São Paulo, p. 51-65, 1989.

STEELE, P. H. Factors determining lumber recovery in sawmilling. Madison: U.S. Department of Agriculture, 1984. 8p.

VITAL, Benedito Rocha. **Planejamento e Operações de Serrarias**. Viçosa: UFV, 2008. 211p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DO TEOR DE EXTRATIVOS NA ESTOCAGEM DE CAVACOS DE *Pinus taeda* PARA A PRODUÇÃO DE PAPEL

Camilla Gabriela Melo Ampessan¹, Martha Andreia Brand², Polliana D'Angelo Rios², Helena Cristina Vieira³ e Daniella Del Castanhel Kniess³
Universidade do Estado de Santa Catarina
 camillaampessan@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

As indústrias papeleiras vêm procurando cada vez mais a redução do custo no processo de produção do papel sendo que um dos fatores que contribuem para este aumento é a necessidade de adição de insumos durante o processamento dos cavacos.

Muitos extrativos reagem com os agentes químicos do licor de cozimento, fazendo com que seu consumo aumente. Esta influência é mais acentuada na preparação de pastas celulósicas alcalinas (Kraft e soda), em que o hidróxido de sódio combina com vários tipos de extrativos, tais como os ácidos resinosos, as gorduras e os polifenóis (SANSIGOLO; SARTE, 2010).

Desta forma, as alterações na composição química da madeira ocorrida durante a estocagem, variam em velocidade e intensidade em função do tamanho da partícula e composição da biomassa, período e época de estocagem, temperatura interna e tamanho das pilhas (BITTENCOURT, BRAND E OLIVEIRA, 2006).

Devido à importância da estocagem na redução da quantidade de extrativos presentes na madeira, este estudo tem como objetivo analisar o teor de extrativos na estocagem de cavacos para a produção de celulose obtida pelo processo Kraft.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras para o presente trabalho foram coletadas no pátio de estoque de cavacos da empresa Klabin situada em Correia Pinto, Santa Catarina. A estocagem desta pilha experimental foi de 8 dias até o processo inicial de polpação, onde realizou-se coletas diárias das amostras. Coletou-se amostras em 3 diferentes perfis.

Os três perfis analisados compuseram uma amostra com 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8 dias de estocagem.

Para análise dos extrativos foi quantificado a solubilidade de extrativos em álcool-tolueno e em água quente seguindo as normas NBR 14853 e NBR 14577, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da solubilidade da madeira em solvente orgânico álcool-tolueno e em água quente, expressos em porcentagens, são mostrados na Figura 1.



Fig. 1: Extrativos solúveis em álcool-tolueno e em água quente para os cavacos em diferentes períodos de estocagem

No primeiro dia de estocagem a média da porcentagem dos extrativos solúveis em álcool-tolueno foi de 6,96%, já para o segundo dia de estocagem esta média teve um decréscimo de 3,11% apresentando uma perda considerável.

As porcentagens de extrativos em álcool-tolueno a partir do segundo dia apresentaram intervalos de 3,11% até 1,12%.

Para a solubilidade em água quente, nota-se que houve decréscimo na porcentagem de extrativos até o terceiro dia. No quarto dia observou-se um aumento nessa porcentagem. Este fato pode ser explicado pela ocorrência das reações metabólicas dos microrganismos pela degradação dos extrativos, aqueles que eram solubilizados em álcool tolueno passam a ser solúveis em água quente.

A partir do quarto dia, a diminuição da porcentagem de extrativos manteve-se, não ocorrendo mais nenhum fato considerável.

De acordo com Moraes, et al. (2005) a mistura etanol:tolueno (1:2, v/v) extrai da madeira compostos insolúveis, como carboidratos de baixa massa molecular, sais e outras substâncias solúveis em água. Os componentes da madeira solúveis em água incluem sais orgânicos, açúcares, polissacarídeos e algumas substâncias fenólicas.

Como nesta análise a porcentagem de extrativos são aqueles solúveis em etanol tolueno, pode-se afirmar que os problemas no cozimento que podem ocorrer durante o processo são as incrustações (“*pitch*”) e a espuma, se considerarem um período de estocagem inferior a cinco dias, já que apresenta uma redução considerável de extrativos nestes dias de estocagem, sendo mesma resposta dada pela análise de extrativos solúveis em água quente a qual também demonstrou um decréscimo no período de cinco dias, em seguida mantendo-se constante.

Ainda, Silverio (2008) descreve que através do processo de estocagem, a quantidade de ésteres de ácidos graxos, para formar os depósitos de “*pitch*”, diminui o que conseqüentemente reduz os problemas de “*pitch*” na produção da fábrica.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A estocagem de cavacos influencia o teor de extrativos no processamento da polpa celulósica. O período de cinco dias de estocagem refletiu diretamente no decréscimo de extrativos, tanto em água quente, quanto em álcool-tolueno estabelecendo este tempo como necessário para que ocorram alterações na composição de extrativos do *Pinus taeda*.

O processo de estocagem é importante e deve ser levado em conta, de acordo com as espécies utilizadas, já que o teor de extrativos entre elas é variável.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 14577: pasta celulósica e madeira – determinação do material solúvel em água.** Rio de Janeiro: ABNT; 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14853: Madeira - Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano.** Rio de Janeiro, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14929: Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa.** Rio de Janeiro, 2003

BITTENCOURT, E.; BRAND, M.A.; OLIVEIRA, J.DE.; **Controle dos Processos de Estocagem da Madeira para minimização dos Problemas no Índice de Luminosidade do Kraft.** Relatório técnico, 13p, 2006

MORAIS,S.A.L.M.; MELO, D. C.; NASCIMENTO, E.A.; **Análise da Madeira de *Pinus Oocarpa* Parte I – Estudo Dos Constituintes Macromoleculares e Extrativos Voláteis,** 2005

SARTO, C.; SANSIGOLO, C.A.; **Cinética da remoção dos extrativos da madeira de *Eucalyptus grandis* durante polpação Kraft,** Maringá v. 32, n. 3, p. 227-235, 2010.

SILVERIO, F.O.; **Caracterização de Extrativos de Madeira de *Eucalyptus* e Depósitos De *Pitch* Envolvidos na Fabricação de Celulose e Papel,** Belo Horizonte, 2008. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DO TRATAMENTO HIDROTÉRMICO NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE PARTÍCULAS *STRAND* DE *Pinus oocarpa* SCHIEDE

Lisiane Nunes Hugen¹, Polliana D'Angelo Rios², Rafael Farinassi Mendes¹, Ângela Maria Stüpp², Lourival Marin Mendes¹

Universidade Federal de Lavras¹, Universidade do Estado de Santa Catarina²
(lisianenuneshugen@hotmail.com)

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, busca-se por meio da modificação química à melhoria das propriedades da madeira, sendo as mais significativas a higroscopicidade, a durabilidade natural e a estabilidade dimensional. Entretanto, as modificações químicas causam alguns efeitos indesejáveis na madeira, tais como, redução nas propriedades mecânicas (MOHEBBY, ILBIGHI e KAZEMI-NAJAFI, 2008).

Por meio do tratamento hidrotérmico efetua-se a retirada de extrativos como, sais inorgânicos, açúcares, polissacarídeos e algumas substâncias fenólicas (PHILIPP e D'Almeida, 1988), ocorrendo a formação de ácidos carbônicos, e principalmente de ácido acético que se forma como resultado da clivagem do grupo acetilo das hemiceluloses (MOHEBBY, ILBIGHI e KAZEMI-NAJAFI, 2008). Dependendo da concentração de ácido e da temperatura aplicada na água, ocorre à degradação dos componentes químicos, sendo os primeiros as hemiceluloses por serem mais reativos, e por último a lignina (TJEERDSMA e MILITZ, 2005).

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito do tratamento hidrotérmico na composição química de partículas *strand* utilizadas na produção de painéis OSB.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material foi obtido de um plantio experimental localizado no Campus da Universidade Federal de Lavras, MG e foi processado no laboratório da Unidade Experimental em Painéis de Madeira.

O delineamento experimental foi constituído por 6 tratamentos, onde as partículas *strand* com dimensões de 0,60 x 25 x 80 mm (espessura, largura e comprimento, respectivamente), foram submersas em água quente a 96,5°C com variação de tempo de 30,

60, 90, 120 e 150 minutos. Após o tratamento, as partículas foram secas em condição ambiente, transformadas em serragem em moinho do tipo Willey e classificadas em peneiras 40-60 mesh para análise química. A serragem foi acondicionada em câmara climatizada a 20 ±2°C e umidade relativa de 65% ±5°C até atingir massa constante.

Foram realizadas as análises de extrativos totais (ABTCP M3/69, 1974); lignina total (Goldschimid, 1971; Gomide e Demuner, 1986) e cinzas (ABTCP M11/77, 1974), para a testemunha e para o material tratado em água. O teor de holocelulose foi obtido pela diferença conforme a equação 1.

$$\begin{aligned} \text{Holocelulose (\%)} &= 100 - \text{Extrativos (\%)} & (1) \\ &- \text{Lignina (\%)} - \text{Cinzas (\%)} \end{aligned}$$

A análise estatística foi realizada por meio da análise de variância, com Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), e foi utilizado o teste de médias Scott-Knott.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância observou-se efeito significativo entre os tratamentos apenas para extrativos totais. O fato de somente os extrativos se mostrarem significativos era previsto devido ao fato de que o tratamento em água quente afeta apenas a solubilidade dos extrativos, mantendo a quantidade de cinzas, lignina e holocelulose a mesma após o tratamento.

De acordo com a Figura 1, observa-se que os teores médios de extrativos encontrados para a testemunha foi de 6,85%. Nos tratamentos de 30, 60, 90, 120 e 150 minutos foram encontrados teores de 5,33%, 4,45%, 4,49%, 4,47% e 4,52% respectivamente. Nota-se que os teores acima de 30 minutos de aquecimento foram significativamente inferiores aos demais.

Tal fato pode ser explicado segundo Klock et al., (2005), onde a quantidade de substâncias extraídas com água quente aumentam com o aumento do tempo de extração, solubilizando os sais, açúcares, polissacarídeos e algumas substâncias fenólicas.

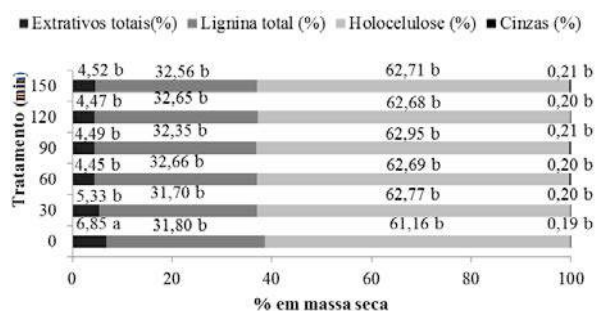


Fig. 1: Percentuais dos componentes químicos da madeira de *Pinus oocarpa* de acordo com os tratamentos hidrotérmicos. Onde: Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si.

Para os demais componentes químicos, os teores médios entre tratamentos para extrativos, lignina, holocelulose e cinza foram de 6,85%, 31,80%, 61,16% e 0,19% respectivamente. Estes valores estão próximos aos observados na literatura. Prata (2010), trabalhando com *Pinus oocarpa* de 18 anos de idade, encontrou teores médios de 7,34% para extrativos, 31,94% para lignina, 60,53% para holocelulose e 0,19% para cinzas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com base nos resultados, concluiu-se que não houve alteração na composição química das partículas de madeira para lignina, cinzas e holocelulose. Apenas os extrativos das partículas *strand* foram alterados de acordo com os diferentes tratamentos hidrotérmicos, podendo melhorar as propriedades físicas e mecânicas de painéis OSB a serem produzidos.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL- ABTCP. **Métodos de ensaio**. São Paulo, 1974. 8 p.

GOLDSCHIMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. (Ed.). **Lignins: occurrence, formation, structure and reactions**. New York: J. Wiley Interprice, 1971. p. 241-298.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material

lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 36-38, 1986.

KLOCK, U.; MUÑIZ, G.I.B; HERNANDEZ, J.A.; ANDRADE, A.S.; **Química da Madeira**, Curitiba, 2005.

MOHEBBY, B.; ILBEIGHI, F.; KAZEMI-NAJAFI, S. Influence of hydrothermal modification of fibers on some physical and mechanical properties of medium density 57fiberboard (MDF) **Holz-und als Roh Werkstoff** vol. 66 issue 3 June 2008. p. 213 – 218. Disponível em: <http://journals.ohiolink.edu/ejc/pdf.cgi/Mohebbby_Behbood.pdf?issn=00183768&issue=v66i0003&article=213_iohmo_fmptomdf>. Acesso em: 10 de maio de 2013.

PHILIPP, P.; D'ALMEIDA, M.L. O. **Celulose e papel**. Volume I. Tecnologia de Fabricação da Pasta Celulósica. Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo- Centro Técnico em celulose e papel. São Paulo, 1988.

PRATA, J.G. **Estudo da viabilidade tecnológica do uso de espécies de Pinus tropicais para produção de painéis colados lateralmente** (Edge Glued Panels – EGP) p. 114, 2010. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/defesas/pdf_dr/2010/t290_0334-D.pdf>. Acesso em: 25 de março de 2013.

TJEERDSMA, B.F.; MILITZ,H. Chemical changes in hydrothermal treated wood: FTIR analysis of combined hydrothermal and dry heat-treated wood. **Holzals Roh-und Werkstoff**, Berlin, v.63, p. 102-111, 2005.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.



VARIAÇÃO RADIAL DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis* PLANTADAS NO NORTE DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

João Gabriel Missia da Silva, Graziela Baptista Vidaurre, Dâmaris Billo, Denise Ransolin Soranso, Abraão Emerick Melo

Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Ciências Florestais e da Madeira

1. INTRODUÇÃO

O mogno africano (gênero *khaya*) tem conquistado a atenção de empreendedores florestais pelas suas excelentes características. Entretanto, existe uma carência de informações sobre as propriedades do lenho que determinarão a qualidade desta madeira. O conhecimento do comportamento da densidade básica (DB), da retratibilidade e do fator anisotrópico (FA) fornece informações úteis sobre a qualidade do lenho. Nesta conjuntura, teve-se por objetivo determinar e avaliar a densidade básica, a contração e o fator anisotrópico, no sentido medula-casca, da madeira de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*, ambas denominadas mogno africano.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As espécies estudadas foram provenientes de parcela experimental da Reserva Natural Vale S/A, em Sooretama, Espírito Santo, Brasil. Foram utilizadas 5 árvores para cada espécie, com idade de 19 anos.

As análises foram realizadas em discos retirados na altura do DAP (1,30m) que foram lixados e demarcados para a retirada de uma bagueta (Figura 1), sendo esta posteriormente seccionada gerando os corpos de prova (cp's). As dimensões dos cp's foram 2x2x1cm³, sendo o mesmo utilizado para análise da DB e também da contração.

Para a completa saturação as amostras foram submersas em um dessecador, sendo expostos à vácuos diários de 5 minutos, por um período de 22 dias. Após a saturação, obteve-se o volume deslocado por meio do processo de imersão da amostra em água destilada e medição das dimensões úmidas nos sentidos axial, radial e tangencial, com auxílio de paquímetro e micrômetro. Determinado o volume saturado, as amostras foram acomodadas em estufa a uma temperatura de 103 ± 5 °C, sendo que

para atingir este ponto a temperatura foi elevada gradualmente, iniciando em 40 °C, e o período de secagem foi de aproximadamente uma semana. Posteriormente a secagem, o material foi pesado para se obter a massa seca, e mensurada as dimensões secas para o cálculo da DB e contração da madeira.

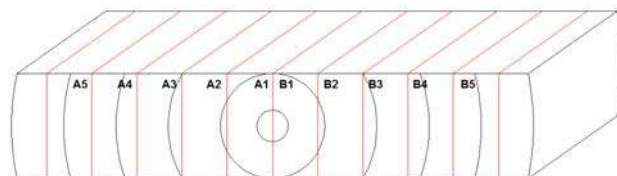


Figura 1 – Demarcação dos cp's na bagueta.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias encontradas de DB foram 0,433 e 0,575 g/cm³ para *K. ivorensis* e *K. senegalensis*, respectivamente, demonstrando uma diferença de 24,7% na densidade entre as duas espécies. Os valores médios de DB da madeira de cada árvore das duas espécies (Figura 2) reafirmam a diferença nos valores de densidade entre as duas espécies, e demonstra diferença no perfil de variação de DB entre as zonas A e B da *K. senegalensis*. É possível perceber ainda que a madeira de *K. ivorensis* apresentou picos de valores de DB próximo da medula e da casca.

Gonçalves et al. (2007) apresentaram um perfil decrescente de DB no sentido radial para *Tectona grandis*. Fica claro então que o comportamento da variação de DB no sentido radial não é um padrão para todas as espécies, sendo que esta variabilidade pode ser elucidada pelas diferentes estruturas anatômicas das espécies, assim como pelas proporções lenho inicial e tardio, juvenil e adulto, e cerne e alburno. Outros fatores que ainda podem ser citados são o teor de umidade da madeira, a idade,

os tratos silviculturais, o solo e as condições climáticas na qual estava inserida a árvore.

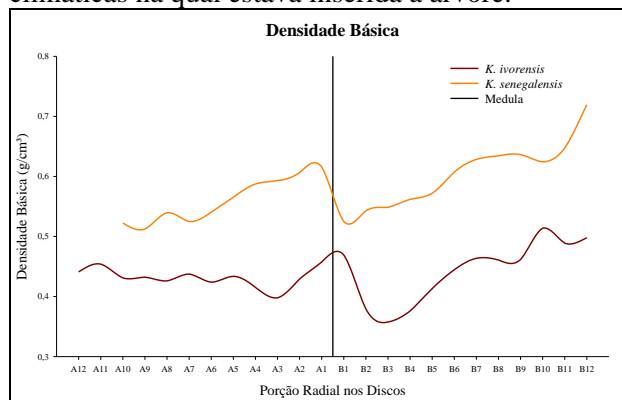


Figura 2 - Variação radial média de DB da madeira das árvores de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*.

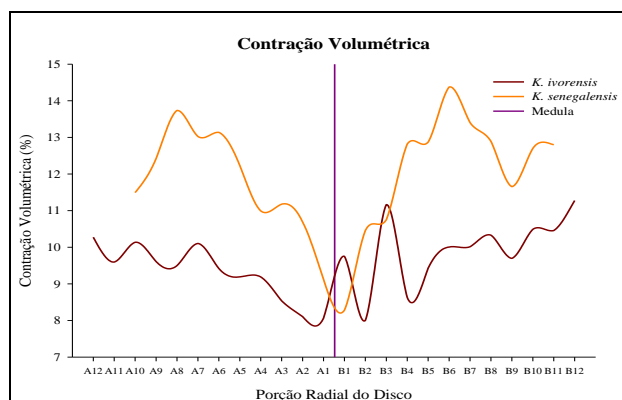


Figura 3 - Variação radial média de contração volumétrica da madeira das árvores de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*.

Com relação à contração volumétrica e ao fator anisotrópico, a *K. ivorensis* apresentou valores de 9,283% e 1,829, respectivamente, enquanto a *K. senegalensis* apresentou 11,819% e 1,708. Observando a classificação de FA e sua relação com a qualidade da madeira proposta por Moreschi (2005), as *Khayas* estudadas foram classificadas como madeiras normais ($1,6 \leq FA \leq 1,9$). Conforme apresentado na Figura 3, as madeiras das duas espécies do gênero *Khaya* apresentaram comportamento variável de contração no sentido medula-casca. Enquanto a *K. ivorensis* apresentou maiores valores de CV na região medular e nas proximidades da casca, a *K. senegalensis* apresentou seus menores valores de CV nessas mesmas regiões. A Figura 4 descreve o comportamento do FA, que apresentou expressivas variações radiais, sendo que para as duas espécies os menores valores encontrados foram próximos da medula e da casca.

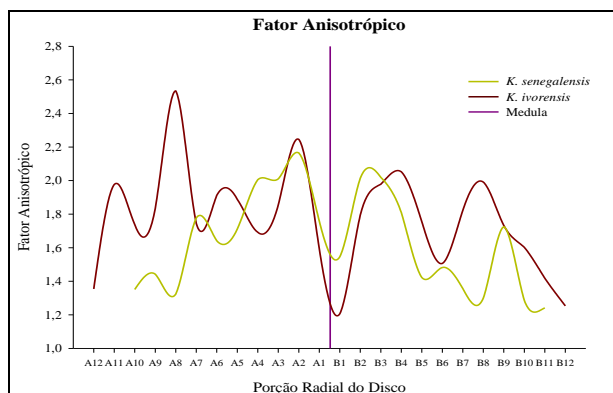


Figura 4 - Variação radial média de fator anisotrópico da madeira das árvores de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*.

4. CONCLUSÃO

De maneira geral, a densidade básica da madeira do mogno africano apresentou maiores valores próximo da medula e da casca, no entanto esta tendência pode ser alterada, por exemplo, pela presença de lenho de reação. Com relação à contração volumétrica a sua variação radial apresenta um perfil crescente. O fator anisotrópico do mogno africano variou consideravelmente ao longo do sentido radial.

5. BIBLIOGRAFIA

GONÇALVES, M. P. M., et al. Variação radial da densidade básica e comprimento das fibras da madeira de *Tectona grandis* L. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.14, n.1, p. 70-75, 2007.

MORESCHI, J. C. **Propriedades tecnológicas da madeira**. Curitiba:UFPR, 2010, 169 p.(Manual didático, 3 ed.)

6. AGRADECIMENTOS

À Reserva Natural Vale pela concessão do material e condições para a realização deste trabalho. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo pelo financiamento para a condução da pesquisa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



MASSA ESPECÍFICA BÁSICA E RETRATIBILIDADE DA MADEIRA DE *Eucalyptus Grandis* W. HILL EX MAIDEN

Mateus Basso¹, Brunela Pollastrelli Rodrigues¹, Rômulo Trevisan², José Tarcísio da Silva Oliveira¹

¹Universidade Federal do Espírito Santo/ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira,

²Universidade Federal de Santa Maria / CESNORS

bassomateus@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com incrementos médios de aproximadamente 63 m³/ha/ano, o *Eucalyptus grandis* é considerada a espécie mais plantada no Brasil, justificando sua utilização nos projetos de reflorestamento para produção de madeira (HIGA, MORA e HIGA, 2000; OLIVEIRA et al., 2004).

Em se tratando de propriedades físicas da madeira, sem dúvidas a massa específica é a propriedade que mais fornece informações a respeito da madeira. A massa específica está correlacionada, por exemplo, com as dimensões da parede celular, quantidade de espaço poroso e ainda com a quantidade de extrativos presentes na madeira (PANSIN; DE ZEEUW, 1980; HAYGREEN; BOWYER, 1982). Em madeiras de *Eucalyptus grandis*, os valores da massa específica básica variam de 0,39 g.cm⁻³ a 0,56 g.cm⁻³ (BRASIL, VEIGA e MELLO, 1979; TREVISAN et al. 2007).

Outra importante propriedade física da madeira é a retratibilidade, tal propriedade pode ser definida como a variação dimensional da madeira, quando há alteração no seu teor de umidade (IPT, 1985). No entanto, qualquer secagem abaixo de 30% de umidade resulta na remoção da água ligada da parede celular e conseqüente na contração da madeira (DENIG, WENGERT e SIMPSON, 2000).

Gonçalez et al. (2006) estudando madeira de *Eucalyptus grandis* com 17 anos encontrou 6,86% para contração radial, 10,86% para tangencial e 1,58 para o fator de anisotropia. Pesquisando *Eucalyptus grandis* em diferentes idades (10, 14, 20 e 25 anos), Silva et al. (2006) encontrou valores de contração radial, tangencial e o fator de anisotropia variando de 5,35 a 6,72%, 8,85 a 13,14% e 1,67 a 1,74, respectivamente.

O presente estudo teve por objetivo caracterizar a madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden proveniente do norte do estado do Rio Grande do Sul quanto à densidade e retratibilidade.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realizar o presente estudo, utilizou-se 5 árvores de *Eucalyptus grandis* com idade de 8 anos provenientes de plantio florestal localizado no município de Seberi, Norte do estado do Rio Grande do Sul.

Após serem abatidas, retirou-se um disco de aproximadamente dois centímetros no DAP (1,3m do solo) de cada árvore. Os discos foram acondicionados em sacos plásticos para evitar a perda de umidade e transportados para o Laboratório de Produtos Florestais (LPF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), onde foram marcados e seccionados em baguetas de 3 cm de espessura. Após a confecção das baguetas, foi realizada a identificação dos corpos-de-prova, com dimensões de 3,0 x 2,0 x 2,0 cm (radial, tangencial e longitudinal, respectivamente). Para completa saturação das fibras, os corpos de prova ficaram submersos em água.

A massa específica básica de cada corpo-de-prova foi obtida de acordo com a norma ASTM (1997) e foi obtida por meia da Equação 1.

$$Meb = \frac{Ms}{Vs} \quad (1)$$

Em que:

Meb: massa específica básica (g.cm⁻³);

Ms: massa seca (g) em estufa à ±103°C;

Vs: volume completamente saturado (cm⁻³).

A retratibilidade linear foi determinada por meio da equação 2, de acordo com a NBR 7190/97 (ABNT, 1997):

$$R = \frac{Du - Ds}{Du} \times 100 \quad (2)$$

Em que:

R: retratibilidade linear em %;

Du: Dimensão linear na condição de volume saturado (cm);

Ds: Dimensão linear seca (cm).

O fator anisotrópico foi determinado pela razão entre a contração tangencial e radial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da massa específica aparente (Me), da contração radial (cr), contração tangencial (Ct) e o fator anisotrópico (Fa) da madeira de *Eucalyptus grandis* estão presentes na tabela 1.

Tabela 1: Valores médio da massa específica aparente (Me), da contração radial (cr), contração tangencial (Ct) e o fator anisotrópico (Fa) da madeira de *Eucalyptus grandis*

	Me (g.cm ⁻³)	Cr(%)	Ct(%)	FA
Média	0,40	4,71	8,95	2,07
Mínimo	0,34	2,20	6,14	1,17
Máximo	0,55	7,83	11,26	4,13
Desvio padrão	0,05	1,45	1,37	0,70

A massa específica aparente encontrada para a madeira de *Eucalyptus grandis* com 8 anos de idade é classificada como média e está entre os valores de densidade encontrada para essa espécie, que varia entorno de 0,39 a 0,56 g.cm⁻³, conforme estudos de Brasil, Veiga e Mello (1979) e Trevisan et al. (2007). Para os valores referentes à retratibilidade foi possível observar que a madeira do estudo apresentou um fator anisotrópico considerado alto.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os valores encontrados de massa específica básica e das contrações lineares para madeira de *Eucalyptus grandis* foram condizentes com os valores encontrados em literatura. Entretanto o fator de anisotropia foi superior aos valores citados em literatura, tal questão pode ser entendida pelo fato de ser uma madeira com idade menor, 8 anos.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190: projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

BRASIL, M. A. M., VEIGA, R. A. A., MELLO, H.A. Densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* aos 3 anos de idade. **Revista IPEF**, Piracicaba, n.19, p.63-76, dez. 1979.

DENIG, J.; WENGERT, E. M.; SIMPSON, W. T. **Drying Hardwood Lumber**. General Technical Report - Forest Products Laboratory, USDA Forest Service, 2000. Disponível em: <<http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/fplgr/fplgr118.pdf>>. Acesso em: 23 jul. 2013.

GONÇALEZ, J.C.; et al. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, vol.16, n.3, p. 329-341, 2006.

HIGA, R.C.; MORA, A.L.; HIGA, A.R. **Plantio de eucalipto na pequena propriedade rural**. Embrapa Florestas, Documentos,54. Colombo-PR, 2000, 31p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. **Métodos de ensaios adotados no IPT para o estudo de madeiras nacionais, Tabelas de resultados obtidos para madeiras nacionais, nomenclatura das madeiras nacionais**. 2.ed. São Paulo: IPT, 1956. 62p. (Boletim Técnico, 31).

OLIVEIRA, J.T.S.; HELLMEISTER, J.C.; SIMÕES, J.W.; TOMAZELLO FILHO; M. Eucalipto tratado é promissor para a habitação. **Revista da Madeira**. n. 82, jul. 2004. Disponível em: <http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=577&subject=Constru%C3%A7%C3%A3o%20Civil&title=Eucalipto%20tratado%20%C3%A9%20promissor%20para%20a%20habita%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 06 de ago 2013.

SILVA, J. C. et al. Variação da retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em função da idade e da posição radial no tronco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 803-810, 2006.

TREVISAN, R.; HASELEIN, C.R.; MELO, R.R.; STANGERLIN, D.M.; BELTRAME, R.; GATTO, D.A.; CALEGARI, L. Variação radial da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Floresta**, v.38, n.3, p. 553-559, 2008.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DIFERENCIAÇÃO ENTRE ESPÉCIES DE EUCALIPTOS UTILIZANDO ANÁLISE DE VARIÂNCIA UNIVARIADA E MULTIVARIADA

Gislaine Cristina Batistela, Carlos Roberto Padovani

Faculdade de Tecnologia – FATEC Botucatu, Universidade Estadual Paulista – UNESP Botucatu
gbatistela@fatecbt.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Segundo Alzate (2004) a densidade básica da madeira varia em função de muitos fatores tais como a idade e taxa de crescimento das árvores, o clima, os tratamentos silviculturais, o sítio, o local de amostragem no tronco, entre outros. Nesta linha de conduta cita-se Benjamin (2002), que relata ser a densidade básica a propriedade mais utilizada para análise de variabilidade entre árvores e dentro de uma mesma árvore.

O fato de as medidas serem realizadas em uma mesma unidade experimental implica em dependência entre as observações, negando assim, a suposição de independência, pressuposto necessário para a aplicação dos modelos clássicos de Análise de Variância e Regressão na análise dos dados.

Nesta pesquisa, a densidade básica da madeira é estudada em função de duas espécies e um híbrido de eucaliptos e das porcentagens da altura comercial da árvore (discos amostrados ao longo do fuste da árvore), segundo as técnicas de Análise de Variância Univariada (ANOVA) e Análise de Variância Multivariada (MANOVA). Este estudo tem como objetivo utilizar a ANOVA e a MANOVA na diferenciação de duas espécies puras e um híbrido de eucaliptos, complementada com os intervalos de confiança de Tukey e com os intervalos de confiança simultâneos (ICS), respectivamente, e com a distância generalizada de Mahalanobis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O conjunto de dados utilizado foi adaptado de Benjamin (2002) para que as exigências de normalidade dos dados e homogeneidade das matrizes de variâncias fossem satisfeitas e, neste sentido, o novo conjunto de dados para a densidade básica das árvores relativas aos três grupos considerados, grupo 1 = G1 (*Eucalyptus saligna*), grupo 2 = G2 (*E. grandis*) e grupo 3 = G3 (Híbrido) permaneceram, respectivamente,

com $n_1=27$, $n_2=31$, $n_3=30$ unidades experimentais.

Em cada árvore foram selecionados discos a 0%, 25%, 50%, 75%, 100% de sua altura comercial – respectivamente os discos A, C, D, E e F, a partir dos quais se estimaram o valor da densidade básica da madeira, mensuradas em g/cm³. O software utilizado para as análises foi *R-Gui* versão 2.15.2.

A partir da matriz dos dados da densidade básica da madeira coletados nas árvores amostradas, realiza-se as técnicas ANOVA paramétrica e MANOVA para comparação das respostas dos três grupos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suposição de normalidade da densidade básica para cada grupo, considerando a análise por disco amostrado da árvore foi confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk. Verificou-se, pelo teste de Bartlett, que não houve rejeição da homogeneidade de variâncias em todos os discos selecionados ao longo do fuste da árvore.

Após confirmar que as suposições de normalidade e homogeneidade foram satisfeitas, o procedimento da técnica de ANOVA para comparação da densidade básica da madeira nos diferentes grupos, indica que existem diferenças significantes entre os grupos estudados em todos os discos considerados ($p<0,01$).

Na fig.1, encontram-se os resultados das comparações entre pares de médias realizados por meio do teste de Tukey considerando o nível de 5% de significância. A comparação entre G1 e G2 mostrou-se significativa nos discos A, E e F; na comparação G1 e G3 e G2 e G3 nos discos C, D, E e F. Destaca-se os discos E e F como posições de diferenciação dos grupos entre si e, também, os discos C e D que permitem diferenciar significativamente ($p<0,05$) as espécies puras do Híbrido.

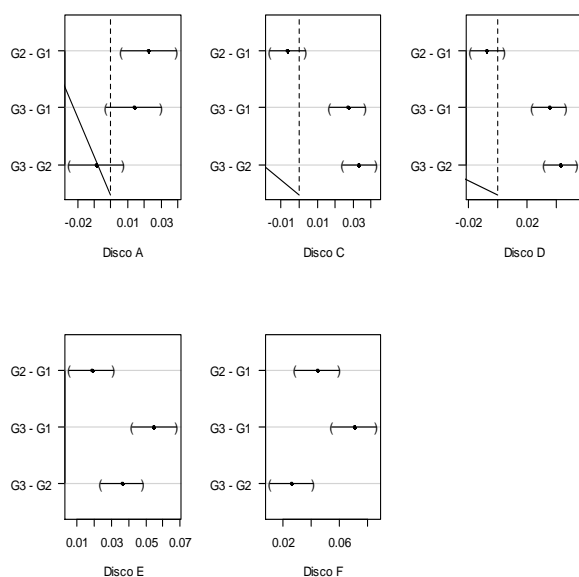


Fig. 1: Intervalos de confiança de Tukey para a diferença entre médias. (Fonte: Batistela, 2013).

Para utilização dos procedimentos da MANOVA, a igualdade de matrizes de variâncias e covariâncias foi assegurada pelo teste de Box (JOHNSON e WICHERN, 2002). Todos os critérios utilizados (Traço de Hotelling-Lawley, Traço de Pillai, Critério de Wilks e Critério de Roy) permitiram rejeitar a hipótese de igualdade dos vetores de médias dos grupos ($p < 0,001$), ou seja, foi possível mostrar diferença significativa entre os vetores das densidades básicas médias considerando o tronco da árvore como um todo.

Para identificar quais componentes do vetor de médias são definidores da significância da diferença entre os vetores das densidades básicas médias, construiu-se os limites dos intervalos de 95% de confiança simultâneos de Hotelling. Complementou-se a comparação entre os vetores de médias com o cálculo distância generalizada de Mahalanobis (tabela 1).

Pela tabela 1, pode ser verificado que no disco F as densidades básicas médias da madeira se diferenciam entre si nos três grupos estudados ($p < 0,05$); enquanto que no disco A não foi possível mostrar diferença ($p > 0,05$).

Nas comparações G1xG3 e G2xG3 as densidades básicas médias se mostram diferentes nos discos C, D, E e F. Entre os grupos G1 e G2 só foi possível mostrar diferença entre as densidades básicas médias no disco F.

A distância de Mahalanobis foi utilizada para verificar a proximidade biológica entre os grupos estudados. Observou-se que G1 e G2 tem maior proximidade concordando com o resultado estatístico encontrado na MANOVA.

Tabela 1: Intervalos de confiança simultâneos para as diferenças entre as médias de dois grupos e distância de Mahalanobis (D.M.)

Disco	G1 x G2	G1 x G3	G2 x G3
A	(-0,0474; 0,0020)	(-0,0389; 0,0109)	(-0,0152; 0,0327)
C	(-0,0083; 0,0211)	(-0,0418; -0,0122) *	(-0,0476; -0,0191) *
D	(-0,0098; 0,0248)	(-0,0528; -0,0179) *	(-0,0596; -0,0261) *
E	(-0,0377; 0,0003)	(-0,0740; -0,0357) *	(-0,0546; -0,0178) *
F	(-0,0685; -0,0205) *	(-0,0949; -0,0465) *	(-0,0494; -0,0030) *
D.M.	5,77	11,57	11,42

* $p < 0,05$

Ao nível de 5% de significância, encontrou-se superior ocorrência de diferenças significativas na análise univariada, em comparação à análise multivariada. Este fato já era esperado, porque a análise univariada possui o nível de significância “inflacionado” (aumentado) e, portanto, indicando algumas falsas rejeições.

4. CONCLUSÕES

Do ponto de vista da análise multivariada, verificou-se que os três grupos são diferentes entre si assegurando um nível conjunto de significância de 5%, considerando o tronco da árvore como um todo. A vantagem obtida na análise multivariada é que os três grupos estudados se mostraram diferentes a um real nível de significância de 5%. Na análise univariada também foi possível demonstrar que os três grupos se diferenciam, em determinados discos, mas não é no mesmo nível de significância considerado na análise multivariada.

5. BIBLIOGRAFIA

ALZATE, S. B. A. **Caracterização da madeira de árvores de clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* x *urophylla***. 2004. 133p. Tese (Doutorado em Recursos Florestais: Tecnologia de Produtos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BENJAMIN, C. A. **Comparação entre três critérios de amostragem para avaliação da densidade básica da madeira de florestas implantadas de Eucaliptos**. 2002. 131p. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Botucatu.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTIMATIVA DAS PROPRIEDADES DA MADEIRA ATRAVÉS DO MÉTODO NÃO DESTRUTIVO DE PERFURAÇÃO

Rejane C. Alves, Javan P. Motta, Ana L. C. Oliveira, Cynara F. Bremer, Edgar V. M.a Carrasco

Universidade Federal de Minas Gerais

mantilla@dees.ufmg.br

1. INTRODUÇÃO

O método de amplitude de perfuração (AP) da madeira se baseia na medida da energia necessária para manter a velocidade de perfuração constante através de um gráfico de AP ao longo do comprimento do corpo-de-prova (CP). A principal característica avaliada por este método é a densidade da madeira, em que são estudadas por autores como Isik e Li (2003); Kahl et al. (2009); Acuña et al. (2011); Johnstone et al. (2011). Trabalhos como Yoursy et al. (2011) destacaram o uso do aparelho resistógrafo para estimar o módulo de elasticidade da madeira. E Calderoni et al. (2010) também enfatizaram mesmo método para avaliar a tensão de compressão máxima ao longo da direção das fibras em árvores de castanheira.

Os estudos das propriedades mecânicas por meio deste método não destrutivo são poucos explorados, e quando esta caracterização se expande para as três direções principais de ortotropia da madeira (longitudinal, tangencial e radial) o número de trabalhos publicados torna-se menor. Na literatura científica não há trabalhos que visam à estimativa de propriedades de tensão de cisalhamento e de dureza Janka de uma gama de madeiras brasileiras através da AP. Neste sentido, o presente trabalho tem como objetivo utilizar o método de perfuração para estimar a densidade aparente, o módulo de elasticidade, a tensão de cisalhamento e a dureza Janka de madeiras tropicais brasileiras, contidas no intervalo de densidade de 650 a 1150 Kg.m⁻³.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os ensaios, destrutivos e não destrutivos, foram realizados no Centro de Pesquisa Avançado da Madeira e novos Materiais, da Universidade Federal de Minas Gerais. As madeiras utilizadas foram às madeiras tropicais: angelim pedra (*Hymenolobium petraeum*), angelim vermelho

(*Dinizia excelsa*), castanheira (*Bertholletia excelsa*), garapa (*Apuleia leiocarpa*), muiracatiara (*Astronium lecointei*), pequi (*Caryocar villosum*) e roxinho (*Peltogyne discolor*).

Para a confecção dos corpos-de-prova (CPs) foram utilizadas sete vigas de 2500 mm de comprimento e seção transversal de 150x150 mm. Os CPs foram armazenados em uma câmara de climatização para a estabilização da umidade e determinação da densidade, de acordo com a norma NBR 7190 (1997). Foram realizados os ensaios mecânicos de compressão, dureza Janka e cisalhamento, nas direções longitudinal, radial e tangencial, de acordo com a NBR 7190 (1997). Na Fig. 1 são mostrados os ensaios mecânicos realizados.

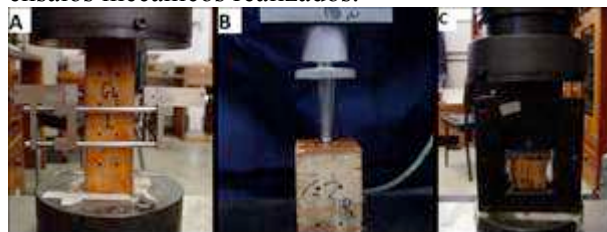


Fig.1. Ensaio de compressão (a), dureza janka (b) e cisalhamento (c).

Após o ensaio de compressão e dureza Janka, foi realizado no mesmo CP o ensaio de resistência à perfuração, em que se utilizou o aparelho resistógrafo, modelo F400, da marca IML, Fig.2.



Fig.2. Utilização do aparelho resistógrafo em laboratório.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor médio da AP para cada madeira, nas três direções principais, é apresentado na Tabela 1. Foi realizada uma análise estatística utilizando o

teste de tukey a 5% de significância com o objetivo de verificar se os valores das APs variam com a orientação das fibras da madeira. Concluiu-se que os valores das APs na direção tangencial e radial não diferem estatisticamente entre si e que os maiores valores da AP correspondem aos da direção longitudinal seguidas das outras duas direções.

Mesmo notando que as APs são proporcionais à densidade aparente a 12% de umidade, pode-se afirmar que a densidade aparente não é a única característica responsável. Os maiores valores médios das APs sempre corresponderam às das madeiras de maior densidade, entretanto, os menores valores variam entre diversas madeiras, e não apenas apontando para as de menores densidades aparentes.

Tabela 1- Valor médio da AP (%) para cada madeira avaliada e sua respectiva densidade média

Madeira	ρ_a 12% (kg/m ³)	Direção		
		Longitudinal	Tangencial	Radial
Castanheira	695 D (35)	28 C (12)*	5 E (1)	5,5 E (1)
Angelim pedra	761 C (42)	25 C (9)	40 C (3)	28,1 CD (2)
Muiracatiara	780 C (63)	21 C (6)	21 DE (1)	15 E (1)
Pequi	783 C (38)	229 C (3)	20 DE (1)	17 DE (2)
Roxinho	933 B (23)	69 A (8)	75 B (2)	65 B (3)
Garapa	946 B (17)	50 B (15)	46 C (1)	38 C (1,0)
Angelim vermelho	1131 A (20)	84 A (11)	96 A (4)	89 A (4)
Média	866 (143)	43 (25)	43 (32)	37 (29)

O coeficiente de determinação para o caso da densidade aparente e dureza de Janka deram um excelente resultado, variando de 80% a 92% e 85% a 90%, respectivamente. Valores um pouco menor, de 59% a 75%, no caso da tensão de cisalhamento. E valores muito inferiores, de 11% a 61%, no caso de módulo de elasticidade.

Tabela 2- Análise de regressão entre a AP (%) e propriedades da madeira

	Direções					
	Longitudinal		Tangencial		Radial	
	R ²	p-valor	R ²	p-valor	R ²	p-valor
DA	80	0,000	91	0,000	92	0,000
E	11	0,000	45	0,000	61	0,000
DJ	90	0,000	89	0,000	85	0,000
τ_c	59	0,000	75	0,000	61	0,000

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A AP é uma alternativa eficiente e prática para a estimativa de propriedades de densidade aparente, dureza Janka e tensão de cisalhamento. Não se mostrando eficiente para estimar o módulo de elasticidade.

5. BIBLIOGRAFIA

ACUÑA, L.; BASTERRA, L. A.; CASADO, M. M.; LÓPEZ, G.; RAMÓN-CUETO, G.; RELEA, E.; MARTÍNEZ, C.; GONZÁLEZ, A. Aplicación del resistógrafo a la obtención de la densidad y la diferenciación de especies de madera. **Materiales de Construcción**. Vol. 61, 303, 451-464, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro, 1997.

CALDERONI, C.; DE MATTEIS, G.; GIUBILEO, C.; MAZZOLANI, F. M. Experimental correlations between destructive and non-destructive tests on ancient timber elements. **Engineering Structures**, nº. 32, p. 442-448, 2010.

ISIK, F.; LI, B. Rapid assessment of wood density of live trees using the Resistograph for selection in tree improvement programs. **Canada Journal of Forest Research**, 33, 2426-2453. Canada: NRC Research Press. 2003.

JOHNSTONE, D.; ADES, P.; MOORE, G. M.; SMITH, W. Using an IML-Resi drill to assess wood density in *Eucalyptus globulus* subsp. *Pseudoglobulus*. **Australian Forestry**. Vol. 74. Nº 3, p. 190-196. 2011.

KAHL, T.; WIRTH, C.; MUND, M.; BOHNISCH, G.; SCHULZE, E. Using drill resistance to quantify the density in coarse woody debris of Norway spruce. **Eur J Forest Res**. 128: 467–473. 2009.

YOURSRY, A. KASSABY, E.; MANSFIELD, S.; ISIK, F.; STOEHR, M. In situ wood quality assessment in Douglas-fir. **Tree Genetics e Genomes**. 7: 553–561. 2011.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao CNPQ.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DETERMINAÇÃO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO EM ENSAIOS DE DUREZA JANKA NA MADEIRA

Milena Guerra de Aguiar, Lucas Jardim, Rejane Costa Alves, Welington Ferreira de Magalhães,
Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco
Universidade Federal de Minas Gerais
mantilla@dees.ufmg.br

1. INTRODUÇÃO

Erros de medição são inevitáveis, já que não existem sistemas de medição, operadores e condições ambientais perfeitos. Assim, um dos maiores desafios da metrologia é dispor de sistemas de medição capazes de indicar com grande segurança pequenas diferenças nas grandezas observadas e de pessoas capacitadas para distinguir essas diferenças. Com a metrologia é possível conviver com os erros de medição, já que ela nos fornece caminhos para estimá-los, proporcionando assim a obtenção de informações confiáveis. A incerteza na área de calibração é um conceito amplamente difundido e praticado pelos laboratórios. Entretanto, na área de ensaios, o cálculo de incerteza ainda não é uma prática. Assim, não calcular e não apresentar a incerteza pode comprometer a análise crítica do resultado de ensaio e, eventualmente, torná-lo inválido, JORNADA (2007). Através do cálculo de incertezas é possível aprimorar o sistema de medição, mas para isso deve-se saber quais são as reais fontes de incerteza que interferem no ensaio.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os corpos de prova (CPs) foram fabricados da madeira Angelim Pedra (*Hymenolobium petraeum*), de acordo à NBR 7190 (1997). Foram ensaiados 7CPs na direção paralela às fibras para a determinação da incerteza da dureza Janka. Cada CP foi ensaiado, nas duas faces totalizando 14 resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Processo de medição. O mensurando Dureza Janka (f_{cor}) é medido indiretamente, sendo calculado pela função de medição dada por $f_{cor} = F_{cor}/A$, na qual as grandezas de entrada são a Força (F_{cor}) e a Área (A). A é função do

diâmetro (D). Uma vez determinado os valores das grandezas de entrada e do mensurando, devem-se determinar quais são as fontes de incerteza, estimar as incertezas padrão de cada fonte, os coeficientes de sensibilidade, a incerteza padrão combinada, os graus de liberdade efetivos, o coeficiente de abrangência e a incerteza expandida. Segundo INMETRO (2012) a estimação das incertezas padrão de cada fonte de incerteza é dividida em dois grupos, as estimadas por processos estatísticos (Tipo A) e as determinadas por procedimentos não estatísticos (Tipo B), sendo necessária, no segundo caso, alguma hipótese sobre o comportamento aleatório da fonte de incerteza.

Cálculo da incerteza. O cálculo da incerteza foi feito pela determinação das incertezas do D e da força, que combinada com a da A resulta na incerteza da dureza Janka. As incertezas relacionadas ao diâmetro são: incerteza devida à resolução do paquímetro, a incerteza declarada no certificado de calibração e a incerteza devido à repetibilidade. As duas primeiras são incertezas do tipo B, e seus valores são dados por $u = U/k$, sendo u = incerteza padrão, U = incerteza expandida combinada e k = coeficiente de abrangência. Para a incerteza de calibração tanto U quanto k são obtidos do certificado de calibração do paquímetro. Para a resolução do paquímetro assume-se a distribuição de probabilidade uniforme ($k = \sqrt{3}$), assim U é a resolução do paquímetro digital dividida por 2. A incerteza devido à repetibilidade (incerteza padrão) é do Tipo A e é dada pelo desvio padrão da média, Eq. (1), sendo n número de medições da dimensão e $s(x)$ o desvio padrão experimental.

$$u(x_i) = \frac{s(x)}{\sqrt{n}} = \frac{1}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1)$$

A incerteza padrão combinada (u_c), referente à área, será as incertezas combinadas do D , Eq. (2). O mensurando ($y = A$) foi determinado por $A = \pi D^2/4$, dessa forma o coeficiente de sensibilidade (c_i) é $\pi D/2$.

$$u_c^2 = \sum_{i=1}^n c_i^2 u^2(x_i) = \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial y}{\partial x_i}\right)^2 u^2(x_i) \quad (2)$$

A fonte da incerteza da força é a relacionada à curva de calibração determinada através da regressão linear dos valores indicados pela máquina universal (F_{ind}) versus os valores verdadeiros convencionais (F_{VVC}) dos padrões de calibração. Os parâmetros da curva são estimados pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinário, Eqs.(3-5).

$$F_{\text{ind}} = \hat{b}_1 F_{\text{VVC}} + \hat{b}_0 \quad (3)$$

$$\hat{b}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n F_{\text{ind}} F_{\text{VVC}} - n^{-1} \sum_{i=1}^n F_{\text{ind}} \sum_{i=1}^n F_{\text{VVC}}}{\sum_{i=1}^n (F_{\text{VVC}})^2 - n^{-1} (\sum_{i=1}^n F_{\text{VVC}})^2} \quad (4)$$

$$\hat{b}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{\text{ind}} - \frac{\hat{b}_1}{n} \sum_{i=1}^n F_{\text{VVC}} \quad (5)$$

Segundo INMETRO (2012), a incerteza combinada $u_c(x_i)$, da força indicada no ensaio corrigida pela Eq. (3), é determinada pela Eq.(6) usando as incertezas do certificado de calibração referentes aos valores de F_{ind} , (s_y), juntamente com as incertezas $s_{\hat{b}_1}$ e $s_{\hat{b}_0}$ da inclinação e do intercepto do modelo de regressão linear, e a covariância $\text{cov}(\hat{b}_0, \hat{b}_1)$ entre esses parâmetros, Eqs. (6-9).

$$u_c^2(x_i) = \frac{s_y^2 + s_{\hat{b}_0}^2 + x_i^2 s_{\hat{b}_1}^2 + 2x_i \text{cov}(\hat{b}_0, \hat{b}_1)}{\hat{b}_1^2} \quad (6)$$

$$s_{\hat{b}_1} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{n-2} \frac{1}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}} \quad (7)$$

$$s_{\hat{b}_0} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y})^2}{n-2} \left(\frac{\bar{x}^2}{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} + \frac{1}{n} \right)} \quad (8)$$

$$\text{cov}(\hat{b}_0, \hat{b}_1) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (9)$$

Para s_y , utilizam-se as informações do certificado de calibração dos pontos calibrados na máquina universal, o qual declara uma incerteza expandida para uma dada probabilidade de abrangência, assumindo uma distribuição de probabilidades a priori e um fator de abrangência k a ela associada. Assim as incertezas expandidas foram transformadas em incertezas padrão. E foi feita uma regressão linear em função dos valores de referência (F_{VVC}), determinando-se os parâmetros b_2 e b_3 da Eq. (10).

$$s_y = b_2 F_{\text{VVC},i} + b_3 \quad (10)$$

A incerteza da dureza Janka é determinada por $U = k \cdot u_c$, sendo u_c dados pela combinação das incertezas padrão da área e da força. A incerteza expandida está associada a uma probabilidade de abrangência (95%). Assim o coeficiente de abrangência $k_{95\%}$ é determinado pela Eq. (11) a partir da distribuição de t com graus de liberdade efetivos (v_{eff}), que é determinado pela Eq. (12). Onde $v_{A,i}$ corresponde aos graus de

liberdade dos desvios padrão das incertezas obtidas por uma estimação do Tipo A para n medições. Para as incertezas do tipo B os graus de liberdade são assumidos como infinito. Isso explica porque as incertezas Tipo B não precisam ser incluídas no cálculo da Eq. (11). Os resultados finais encontram-se na tabela 1.

$$k_{95\%} = t_{95\%, v_{\text{eff}}} \quad (11)$$

$$\frac{u_c^4(f)}{v_{\text{eff}}} = \sum_{i=1}^n \frac{u_{i,A}^4(y)}{v_{A,i}} \quad (12)$$

$$v_{A,i} = n - 1 \quad (13)$$

Tabela 1: Resultados e incertezas do ensaio de Dureza Janka. Incerteza Área = $\pm 0,0011 \text{ cm}^2$

CP	Área (cm ²)	F _{ind} (N)	f _{ind} (MPa)	f _{cor±U} (MPa)
1	1,0	7170,32	71,7	71,7 ± 0,3
2	1,0	5961,15	59,6	59,6 ± 0,3
3	1,0	5446,94	54,5	54,4 ± 0,3
4	1,0	7461,73	74,6	74,6 ± 0,3
5	1,0	6297,63	63,0	63,0 ± 0,3
6	1,0	6286,07	62,9	62,8 ± 0,3
7	1,0	7244,08	72,4	72,4 ± 0,3
8	1,0	7755,23	77,6	77,5 ± 0,4
9	1,0	6771,04	67,7	67,7 ± 0,3
10	1,0	6890,62	68,9	68,7 ± 0,3
11	1,0	10208,7	102,1	102,1 ± 0,4
12	1,0	8123,66	81,2	81,2 ± 0,4
13	1,0	8892,00	88,9	88,9 ± 0,4
14	1,0	7830,98	79,3	78,3 ± 0,4

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O valor da incerteza comparada aos valores medidos é pequeno ($< 0,6\%$). O equipamento apresenta erro sistemático médio desprezível (0,003 MPa). Com a estimação da incerteza de medição, pode-se obter um resultado confiável e comparável a outros trabalhos ou medições ou valores de especificações.

5. BIBLIOGRAFIA

JORNADA, D. H. Calcular a incerteza em ensaios é realmente importante? **Jornal da Metrologia, Red. Metr.**, 2007, Ed. 59, p. 5.

ABNT - NBR 7190: **Projeto de Estruturas de Madeiras**. São Paulo, 1997.

INMETRO, **Avaliação de dados de medição - Guia para a expressão de incerteza de medição - GUM 2008**. Inmetro, RJ., 2012.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao CNPQ.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTIMATIVA DO TEOR DE UMIDADE DE SETE ESPÉCIES DE MADEIRAS TROPICAIS POR MEIO DO MEDIDOR ELÉTRICO RESISTIVO

Rejane C. Alves, Marco A. P. de Rezende, Tatiane Martins, Edgar V. M. Carrasco

Universidade Federal de Minas Gerais

rejane costa@dees.ufmg.br

1. INTRODUÇÃO

O teor de umidade é uma característica indispensável para o conhecimento do material em estudo, as madeiras em especial possuem diferenças significativas em suas propriedades em função do teor de umidade. Ponce & Watai (1985), Simpson (1991), Forest Products Laboratory (1999) e Calonego et al. (2006) utilizam o aparelho medidor elétrico para obtenção do teor de umidade da madeira em seus trabalhos. E concluíram que nem sempre este método não destrutivo é capaz de estimar com precisão o teor de umidade real da madeira. De acordo com Kolmann & Côte (1984) os primeiros estudos com o objetivo de obtenção do teor de umidade baseado na resistência elétrica foi desenvolvido em 1931 por Suits & Dunlap. Existem dois tipos de equipamentos não destrutivos de avaliação de teor de umidade em madeira, os resistivos e os capacitivos. O processo de medição utilizado por aparelhos capacitivos permite verificar a umidade pelo simples toque dos sensores sobre a superfície da madeira. Enquanto para os resistivos, este contato acontece por meio de agulhas que emitem o sinal elétrico transformado para a base seca. Em meados dos anos 1980, Ponce & Watai (1985), já estudava aparelhos elétricos de resistência. E já afirmavam que o ensaio é mais confiável com o intervalo com umidade de 6 a 30%.

Assim, o objetivo do presente estudo é verificar a precisão dos medidores elétricos de teor de umidade comparado com o método tradicional de determinação em estufa em corpos-de-prova de sete espécies florestais.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os ensaios de teor de umidade e densidade aparente foram realizados no Centro de Pesquisa Avançado da Madeira e novos Materiais (CPAM³), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). As madeiras ensaiadas são

Angelim pedra (*Hymenobium petraeum*), Angelim vermelho (*Dinizia excelsa*), Castanheira (*Bertholletia excelsa*), Garapa (*Apuleia leiocarpa*), Muiracatiara (*Astronium lecointei*), Pequi (*Caryocar villosum*) e Roxinho (*Peltogyne discolor*). De cada espécie foram utilizadas sete vigas, e de cada viga foram retiradas três amostras de 3x2x5cm.

À medida que são realizadas as medições do teor de umidade com a utilização do aparelho resistivo, são medidas as massas dos corpos-de-prova para posteriormente ser calculado o valor real de teor de umidade. As medições foram realizadas até a diferença de massa não ultrapassar 0,5%, conforme descrito na NBR 7190 (1997). Os teores de umidade foram determinados pelo método gravimétrico através de uma balança de precisão de 0,1 g e também por medidor resistivo. O aparelho utilizado foi resistivo Digisystem DUP 8805 conforme mostrado na FIG.1.



Fig. 1: Medidor de umidade resistivo Digisystem DUP 8805.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aparelho mostrou boa precisão para a determinação da umidade em todas as madeiras analisadas. O menor valor do coeficiente de determinação foi encontrado para a madeira de angelim pedra, com $R^2=86,2\%$. Enquanto o maior valor foi para as madeira de castanheira, com valor de $R^2=95,8\%$. Os resultados obtidos mostraram que o aparelho resistivo DUP 8805 pode substituir o método tradicional de determinação de umidade, em madeiras tropicais

contidas no intervalo de densidade aparente a 12% de umidade de 650 a 1150 kg.m⁻³.

Na Tabela 1 são mostrados os valores médios de densidade aparente a 12% de umidade, os coeficientes de determinação entre o teor de umidade real do CP e o valor calculado utilizando o aparelho não destrutivo resistivo.

Por meio desta tabela é visto os coeficientes calculados através do programa estatístico Minitab 16. Destaca-se ainda que, quando unidas às madeiras em uma maior classe de amostragem, o teste estatístico obtém valor de 81%, o que mostra que o teste utilizando o aparelho Digisystem DUP 8805 é eficiente para cada espécie separada ou mesmo unida em um intervalo maior de densidade. Coeficientes altos para a mesma relação também foi encontrado por Pereira (2008) para as madeiras de eucalipto (R²=93%) e pinus (R²=88%). Calonego et al. (2006) determinaram a mesma correlação em dois aparelhos diferentes, e encontraram valores de 59% e 81%.

Tabela 1: Coeficientes de determinação (%) e p-valor entre o teor de umidade real e o calculado pelo aparelho resistivo

Madeiras	D.A. média (Kg.m ⁻³)	R ²	p-valor
Angelim pedra	760	86,2	0,000
Angelim vermelho	1130	90,6	0,000
Castanheira	695	95,8	0,000
Garapa	945	92,3	0,000
Muiracatiara	780	93,0	0,000
Pequi	780	93,0	0,000
Roxinho	930	88,4	0,000
Todas espécies	695.≤D.A.≤1130	81,0	0,000

D.A.= Densidade aparente a 12% de umidade

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O medidor elétrico resistivo é capaz de estimar com precisão o teor de umidade real em corpos-de-prova de sete madeiras tropicais contidas no intervalo de 650 a 1150 kg.m⁻³.

5. AGRADECIMENTO

Os autores agradecem o apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao CNPQ.

6. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.

CALONEGO, F. W; BATISTA, W. R.; SEVERO; E. T. D.; SANTOS, J. E. G. dos; RIBAS, C. Avaliação do teor de umidade da madeira de *Eucalyptus grandis* por medidores elétricos resistivos. **Revista do Instituto Florestal**, São Paulo, v. 18, n. único, p.71-78, 2006.

FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Woodhandbook – wood as an engineering material**. Washington, D.C.: United States Department of Agriculture, 1999.463 p.

KOLMANN F. F. P. & CÔTEW. A. **Principles of wood science and technology**. New York Springer Verlag. 1984.

PEREIRA, J. T. M. **Avaliação de equipamento medidor elétrico resistivo de umidade da madeira utilizando amostras de eucalipto e pinus**. 2008. 24 p. Monografia (Engenharia Florestal) – Graduação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

PONCE, R. H.; WATAI, L. T. Secagem da madeira. Brasília, D.F.: STI/IPT, 1985. 70 p.

SIMPSON, W. T. Dry kiln operator's manual. Madison: United States Department of Agriculture -USDA, 1991.274 p.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DIAGNÓSTICO DAS SERRARIAS DE DOM ELISEU, PA.

Francisco Altobelly Viana da Silva¹, Ismael Matos da Silva², Javan Pereira Motta², José Reinaldo Moreira da Silva¹

¹Universidade Federal de Lavras, MG, ²Universidade do Estado do Pará, PA
altobellyviana@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Pará concentra 48% das empresas e gera 45% dos empregos da indústria madeireira da Amazônia (Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - IMAZON, 2010). Os principais pólos madeireiros são Paragominas, Tailândia, Tomé-açú, Ulianópolis, Goianésia do Pará, Jacundá, Uruará, Dom Eliseu, entre outros.

Em 2009 foram identificadas 2.226 empresas madeireiras na Amazônia Legal. Foram extraídos em torno de 14,2 milhões de m³ de madeira em tora, equivalente a 3,5 milhões de árvores. A aproximadamente 47% dessa matéria prima foi proveniente do Pará. Apenas 5,81 milhões de m³ foram utilizados na produção de produtos mecanicamente processados (IMAZON, 2010).

A atividade madeireira no município de Dom Eliseu/PA iniciou-se em 1975 com seis serrarias, que até a década de 90 se destacou como a principal fonte de economia a extração, processamento e comercialização de madeira. Em 2010 foi explorado 40,2 mil m³ de toras que gerou 17,2 mil m³ de madeira (SEMA, 2011). Porém pouco se sabe a respeito da real eficiência do processo e de suas características. Portanto, o objetivo do trabalho foi diagnosticar o processamento mecânico de madeiras nas serrarias Dom Eliseu/PA.

2. METODOLOGIA

A coleta dos dados foi feita em Dom Eliseu/PA (Figura 1), com Latitude 04°17'S e longitude 47°30'W e altitude de 180 metros. Seu clima é do tipo mesotérmico e úmido (IBGE, 2010).



Fonte: Adaptado do IBGE, 2013.

Figura 1. Mapa de localização de Dom Eliseu, PA.

O trabalho foi realizado em seis serrarias (S1, S2, S3, S4, S5 e S6), que correspondiam a 37,5% das empresas em funcionamento. Segundo o Cadastro Nacional de Empresas classificou-se pelo porte.

Foram realizadas visitas para obter informações primárias das atividades desenvolvidas, tipos de maquinário utilizados no processo, quantidade de madeira processada e número de funcionários. Outras informações foram adquiridas por consultas a registros em órgãos públicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As serrarias possuíam idades de funcionamento entre 7 a 26 anos. 83% das serrarias empregavam em média 23 funcionários, consideradas de pequeno porte. Já 17% empregavam 83 funcionários (médio porte), sendo que 34% das serrarias ofereciam

treinamento aos funcionários e nenhuma utilizava programas de gestão de qualidade.

Foi observado, em todas as empresas, o uso do carro porta toras, serra-fita, serra circular e destopadeira, operadas manualmente. Nas serrarias de pequeno porte, 66% trabalhavam com equipamentos com 20 anos de idade, com baixo nível de tecnologia. Estes fatos geraram baixa eficiência na produção, comprometendo a qualidade do produto final.

Os produtos fabricados pelas serrarias de Dom Eliseu foram vigas, caibros, tábuas, ripas e “quadrados”. As dimensões são solicitadas pelos consumidores, conforme sua utilização na confecção de móveis ou construção civil.

As serrarias apresentaram capacidades diferentes de processamento, com rendimentos de 45 a 50%. Na Tabela 1 encontram-se as eficiências em volume de toras processadas por número de funcionários por dia.

Tabela 1 Eficiência das serrarias em volume de toras processadas por número de funcionários por dia.

Serraria	Eficiência (m ³ /funcionário/dia)
S1	1,00
S2	0,90
S3	0,94
S4	1,32
S5	1,38
S6	0,83
Média	1,06
Coeficiente de variação	21,75

Observa-se que 33% das serrarias possuem eficiência superior a média encontrada (1,06 m³/funcionário/dia). Esses valores de eficiência foram superiores a média da eficiência da Amazônia legal que, segundo Guerra (1983) era de 0,5 m³/funcionário/dia. Observou-se que as baixas eficiências estavam relacionadas ao excesso de funcionários, ao uso ineficiente dos equipamentos e até mesmo ao pequeno estoque de matéria-prima para processamento.

4. CONCLUSÕES

- As serrarias de Dom Eliseu extraem madeira de florestas nativas por meio de planos de manejo florestal.

- Os equipamentos utilizados no desdobro possuem baixo nível tecnológico, com operação manual.

- Não foi observado programas de gestão de qualidade

- Os rendimentos do processo variaram de 45 a 50%.

- As eficiências foram superiores às serrarias da Amazônia legal.

5. BIBLIOGRAFIA

GUERRA, F. **Serrarias – subsídios técnicos**. Belém, 1983, P.92.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 09 de mar. 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção nacional de madeira**, 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso em: 09 de mar. 2013.

IMAZON – Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia. Serviço Florestal Brasileiro. **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**, 32p. 2010.

SEMA – Secretaria do Estado de Meio Ambiente. Extração e Movimentação de Toras de madeira nativa por município – Relatório anual. Governo do Estado do Pará. Belém, 2011.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e da FAPEMIG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais por conceder recursos financeiros para bolsas de estudo e viabilizar a participação no evento.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RELAÇÃO ENTRE AS DENSIDADES DA MADEIRA E CARVÃO DE DUAS ESPÉCIES UTILIZADAS NA INDÚSTRIA MADEIREIRA

Leon Henrique Souza Abreu¹, João Jeovan Oliveira Assunção Júnior¹, Francisco Altobelly Viana da Silva², Márcio Franck de Figueiredo¹,

¹Universidade do Estado do Pará, ²Universidade Federal de Lavras, MG
abreulhs@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Crise energética e produção de energia renovável são o que muito se fala no país e no mundo. Porém pouco se faz para amenizar a dependência direta da energia não limpa; derivados do petróleo, hidrelétricas, usinas nucleares, termoelétricas; que causam desequilíbrios ao meio ambiente e danos aos seres vivos. Com o propósito de diminuir a dependência desse tipo de energia surgiram alternativas eficientes e renováveis, que causam menos danos ao homem e ao meio ambiente, são as energias limpa. O carvão vegetal desponta como solução substituindo com imponência fontes produtoras de calor; como derivados do petróleo; nesse contexto o carvão de origem vegetal agride menos o meio ambiente quando comparado aos combustíveis fósseis. Com isso, fazem-se necessárias análises que discutam a qualidade do carvão tomando como base sua densidade, associada à resistência mecânica e poder calorífico, para que a produção industrial e a própria produção familiar seja otimizada.

No período de 1994 a 2004, a participação relativa na produção total de ferro-gusa no Brasil mostra um decréscimo de 2% no consumo de carvão mineral e um acréscimo de 16% no consumo de carvão vegetal (AMS, 2005).

Dentre os produtos derivados da madeira, o carvão tem uma posição de destaque na geração de energia. A utilização da biomassa vegetal para fins energéticos deve ser considerada como alternativa de utilização dos recursos naturais existentes (SILVA, 2007).

As propriedades do carvão vegetal estão intimamente ligadas aos parâmetros do processo de produção e da matéria-prima que lhe deu origem. Há, portanto, a necessidade de se buscar conhecimentos sobre o comportamento na carbonização de resíduos de espécies nativas da região amazônica, assim como sobre os métodos de controle de qualidade, em campo, permitindo

assim caracterizar as propriedades do carvão (SILVA, 2007).

A identificação dos resíduos do processamento da madeira são componentes fundamentais para o estudo de suas possibilidades de aproveitamento como insumo de outros produtos.

Com isso este estudo teve por objetivo verificar a relação entre a densidade da madeira com a densidade do carvão entre as espécies *Paricá Schyzolobium parahyba var. amazonicum* (Huber ex Duckering) Barneby e Maçaranduba *Manilkara huberi* (Duckering) Chevalier através de sobras não utilizáveis na indústria madeireira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram realizados ensaios para a determinação da densidade básica da madeira, a densidade aparente do carvão e do teor de umidade. Para a realização dos ensaios foram adotadas como referência para a elaboração dos procedimentos de laboratório as seguintes normas brasileiras: NBR 6923/81, NBR 8112/86. A densidade aparente do carvão foi determinada pelo método hidrostático, por meio da imersão em água, conforme descrito por Vital (1984) e a densidade básica da madeira foi determinada pela NBR 7190/97 da Associação Nacional de Normas Técnicas - ABNT.

Foram selecionados 50 corpos de prova de medidas 3x2x5cm, sendo 25 de maçaranduba e 25 de paricá para a produção de carvão e para a obtenção das massas iniciais e das massas secas, do volume saturado, da umidade e da densidade básica.

A produção de carvão vegetal foi realizada mediante o uso de um forno-mufla. A densidade aparente do carvão foi calculada mediante a determinação do volume e peso seco das peças de carvão provenientes das carbonizações das madeiras.

O peso e o volume do carvão foram determinados com o mesmo método da determinação da densidade básica da madeira.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que a temperatura ideal para um tempo de 30 minutos de carbonização para os corpos de prova de paricá é 350°C e de maçaranduba 300°C; a essas temperaturas o carvão gerado possui maior rigidez, menor quantidade de rachaduras e melhor brilho que os carvões produzidos em outras temperaturas, esse fato pode estar associado ao tempo de carbonização. A qualidade do carvão é determinada por suas propriedades físicas e químicas: densidade, poder calorífico superior, resistência mecânica ou friabilidade, umidade e composição química (OLIVEIRA et al., 2010). Para os teste de densidade constatou-se que o carvão dos corpos de prova de maçaranduba possuem maior densidade que os produzidos pelos corpos de prova de paricá.

Os resultados obtidos estão acima e próximos dos encontrados na literatura. Segundo Silva (2007) é importante o estudo da densidade da madeira, pois este aspecto é fundamental para a produção de carvão, considerando que a densidade da madeira tem relação direta com a densidade do carvão. Consta-se que carvões de maçaranduba são mais densos que os da espécie de paricá.

Portanto confirma-se a hipótese de que madeiras mais densa gera carvão mais denso. Segundo Silva (2007) esse procedimento permite prever as características do carvão, mediante a avaliação da densidade de sua madeira, proporcionando que a empresa direcione sua produção conforme a necessidade do consumidor, e realize pesquisas no intuito de melhorar as características do carvão.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com base nos resultados obtidos com este trabalho, pode-se concluir que o paricá em relação à maçaranduba apresenta valores de densidade básica inferiores e carvão vegetal menos denso.

As melhores propriedades químicas desejáveis do carvão, como maiores teores de carbono fixo e menores teores em substâncias voláteis e cinzas, estão associadas à madeira com altos teores de lignina, para determinadas condições de carbonização (temperatura final e taxa de aquecimento). Cada faixa de temperatura gera

um produto diferente, sendo que a temperatura final tem grande influência na qualidade do carvão vegetal.

Por fim sugere uma comparação e análise química imediata do carvão; dos teores de carbono fixo, dos teores de voláteis, dos teores de cinzas e do poder calorífico das duas espécies estudadas para um maior grau de confiança nos dados apresentados e comprados aos das literaturas disponíveis.

5. BIBLIOGRAFIA

AMS – ASSOCIAÇÃO MINEIRA DE SILVICULTURA. **Anuário Estatístico AMS**. – Belo Horizonte: set, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR6923 – **Preparo e coleta de amostras de madeira**. Rio de Janeiro,1981.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR8112 – **Análise imediata**. Rio de Janeiro,1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR7190 – **Prójetos de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro,1997.

OLIVEIRA, A. C.; A.C. O. CARNEIRO, A.C. O. ; VITAL, B. R.; ALMEIDA, W. ;PEREIRA, B. L. C.; CARDOSO, M.T. **Parâmetros de qualidade da madeira e o carvão vegetal de Eucalyptus pellita F. Muell**. Scientia Forestalis Piracicaba, v. 38, p. 431-439, 2010.

SILVA, Marcela Gomes. **Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA**. Acta Amaz. vol.37 no.1 Manaus 2007.

VITAL, B ,R . **Métodos de determinação da densidade da madeira**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1984. 21p. (Boletim Técnico, 1).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade do Estado do Pará e a todos os colaboradores.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DA VARIAÇÃO LONGITUDINAL DA DENSIDADE BÁSICA EM TRÊS CLONES DE EUCALYPTUS

Fernando Wallase Carvalho Andrade¹, Victor Hugo Pereira Moutinho²¹Universidade Federal de Lavras, ²Universidade Federal do Oeste do Paráfwcandrade@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço das técnicas de adubação, manejo e melhoramento, visando aumento de produtividade, empresas que, na década de 70, produziam 20m³/ha/ano, hoje chegam ao patamar de 70m³/ha/ano. Em 2011 registrou-se, no Brasil, uma área plantada de 4,87 milhões de hectares de florestas de Eucalipto, consolidando-o como o detentor da maior área de floresta plantada do gênero no planeta e líder no seu desenvolvimento genético (ABRAF, 2012).

Todavia, apesar da alta produtividade volumétrica, o conhecimento sobre as características da madeira destas novas progênies de *Eucalyptus* melhoradas geneticamente ainda são incipientes, frente à importância do gênero na economia nacional.

Neste sentido, a caracterização da densidade básica ou massa específica da madeira, que é a relação da quantidade de matéria lenhosa por unidade de volume, é de grande importância devido esta afetar outras propriedades da madeira.

Segundo Panshin e De Zeeuw (1980), a madeira apresenta diferentes padrões de variação da densidade básica no sentido longitudinal, sendo: I) decréscimo uniforme no sentido base-topo; II) inferior na base, seguido de acréscimo regular até o topo;

III) aumento da base para o topo, embora desuniforme.

Visto isto, é possível observar a heterogeneidade dos valores de densidade ao longo do fuste, o que influenciará em aspectos tecnológicos da madeira, como a variação dimensional, a resistência mecânica e a produção e a qualidade do carvão vegetal (STURION et al, 1987).

Ainda, segundo Mendes et al. (1999), é importante se determinar a melhor posição no tronco em que a densidade corresponda à densidade média da árvore.

Dessa forma, o objetivo com este trabalho foi analisar a densidade básica no sentido

longitudinal (base-topo) do fuste comercial para 3 clones de *Eucalyptus* L'Hér.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os clones foram coletados em plantios comerciais de 6 anos de idade, proveniente de plantios comerciais desenvolvidos em Programa de Melhoramento Genético, no município de Capelinha – MG. Os clones estudados foram: *Eucalyptus urophylla*; (*Eucalyptus camaldulensis* x *Eucalyptus grandis*) x *Eucalyptus urophylla*; e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*.

Para cada clone estudado, foram abatidas três árvores. Após o corte foram seccionados discos do lenho nas alturas relativas a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, considerada até o diâmetro limite de 6 cm, com casca; além de um disco extra retirado a 1,30 m da altura do solo (DAP).

Os discos foram então desdobrados para confecção de corpos de prova, conforme a NBR 7190/97 (ABNT, 1997). Foram determinadas as suas respectivas massa e volume.

Ressalta-se que, após a obtenção dos dados inerentes às propriedades estudadas, os mesmos foram ponderados considerando a posição na área do disco e altura do mesmo, visando propiciar uma maior exatidão dos valores médios.

A densidade básica média de cada espécie foi calculada pelo emprego das médias ao longo da altura comercial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica da madeira dos clones de *Eucalyptus urophylla*, (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla* e *E. urophylla* x *E. grandis* foi de 0,524 g.cm⁻³; 0,529 g.cm⁻³ e 0,435 g.cm⁻³, respectivamente. Segundo a classificação de Melo et al. (1990) os dois primeiros clones podem ser considerados como de média

densidade, já o último enquadra-se na classe de baixa densidade. Os valores de densidade básica da madeira mostraram variações no sentido longitudinal do tronco, apresentado dois modelos de variação, conforme a Fig. 1:

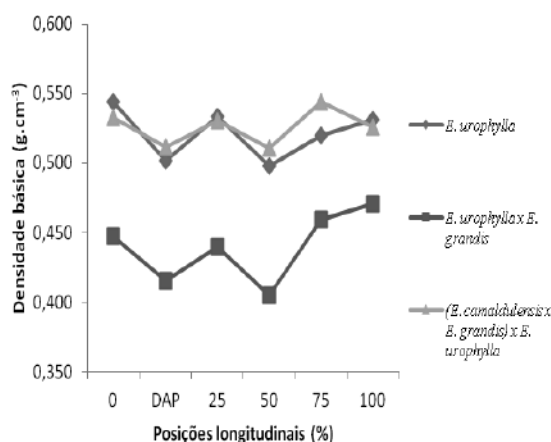


Fig. 1: Variação da densidade básica ao longo do fuste

Todos os clones estudados apresentaram tendência de decréscimo até 50% do fuste, seguido de acréscimo até o topo. Esse modelo é o mais comum em árvores de eucaliptos (SOUZA et al, 1986)

O clone de (*E. camaldulensis* x *E. grandis*) x *E. urophylla* apresentou um modelo semelhante aos outros dois clones até 75%, onde, a partir deste ponto, houve um decréscimo até o topo.

Sturion et al (1987), ao trabalharem com doze espécies de *Eucalyptus* verificou para *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus camaldulensis* que há uma tendência de perfil decrescente no sentido base-topo, já para *Eucalyptus grandis* a densidade básica decresce da base para a posição relativa a 25% da altura comercial, tem um acréscimo na posição relativa a 50% e, posteriormente, volta a decrescer.

De acordo com Moutinho (2013) estas variações em clones de *Eucalyptus* decorrem de variações anatômicas da madeira, entre elas a parede celular das fibras e o lúmen de elementos de vaso, de parênquima e das fibras.

Foi possível observar também que a região do DAP e 50% subestimam a média geral da densidade básica, já as posições de 25% e 75% foram as mais representativas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Foi possível observar um modelo de variação da densidade básica da madeira semelhante todos os clones de eucaliptos estudados.

As posições 25% e 75% foram as que mais representaram a média geral de densidade básica dos indivíduos analisados, podendo ser utilizadas com boa representatividade, para as condições expostas nesse estudo e quando houver restrições para amostragens mais completas.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190. **Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT. 1997. 107 p.

ABRAF. **Anuário estatístico**: ano base 2011. Brasília, 2012. 150p.

MELO, et al. **Classes de densidades para madeiras amazônicas**. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. 1990, São Paulo. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 1990. v.3 p.695–699.

MENDES, et al. Variação da massa específica da madeira de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. no sentido longitudinal dos caules. **Cerne**, v.5, n.1, p.1-7, 1999.

MOUTINHO, V.H.P. **Influência da variabilidade dimensional e da densidade da madeira de *Eucalyptus* sp. e *Corymbia* sp. na qualidade do carvão**. 2013. 164p. Tese. ESALQ/USP, Piracicaba.

PANSHIN, A. J.; de ZEEUW, C. **Text book of wood technology**. 4th ed. New York: Mc Graw Hill, 1980. 722p.

SOUZA, et al. Densidade básica entre procedências de diâmetro em árvores de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 5., 1986, Olinda. Anais...São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura. p.16.

STURION, et al. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.14, p.28-38, 1987.

AGRADECIMENTOS

CAPES, CNPq pelo suporte financeiro ao projeto e a FAPEMIG pela difusão da pesquisa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO E DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus* EM DIFERENTES LOCAIS

Claudinéia Olímpia de Assis, Selma Lopes Goulart, Alessandra de Oliveira Ribeiro, Paulo Fernando Trugilho, Tayana Pedrozo Godinho. *Universidade Federal de Lavras*
claudineia21@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Para uma melhor utilização das espécies ou clones de eucalipto visando à produção de bioenergia, é importante que algumas propriedades da madeira sejam avaliadas a fim de se obter uma melhor matéria-prima para essa finalidade. Algumas das características intrínsecas da madeira que afetam a produção de carvão vegetal são a densidade básica e o teor de lignina na madeira. Todavia, o incremento volumétrico da árvore pode influenciar significativamente tal produção, uma vez que afeta diretamente a quantidade de massa seca do indivíduo (TRUGILHO et al., 2009).

A avaliação das características da madeira deve ser feita considerando-se a idade das árvores, já que as propriedades da madeira variam em função desse fator (VITAL, 1984), o que pode acarretar variações nas propriedades do carvão vegetal produzido. Além disso, é importante conhecer se há dependência entre os fatores clone e idade para as características da madeira que influenciam diretamente o seu uso bioenergético. Nesse sentido, para uma análise preliminar rápida e de baixo custo em vários clones de *Eucalyptus*, podem-se utilizar vários métodos não destrutivos de árvores em pé para a determinação de suas características tecnológicas, principalmente a densidade básica; constitui-se, dessa forma, uma importante ferramenta para o conhecimento da variabilidade entre indivíduos e a caracterização de material no campo (GOUVÊA et al., 2011). Várias pesquisas têm sido desenvolvidas com o objetivo de prever propriedades da madeira por meio de métodos não destrutivos. Trabalhos de Pádua et al. (2004) e Trugilho et al. (2006) são alguns exemplos da utilização de métodos não destrutivos na avaliação da madeira. Essas pesquisas têm contribuído para o avanço do conhecimento da variabilidade natural da madeira, permitindo a identificação de material que possui madeira mais homogênea e livre de defeitos internos, o que auxilia na sua utilização mais adequada. Os ensaios não destrutivos apresentam como principais vantagens à rapidez na coleta de

dados, o baixo custo e a possibilidade de avaliação de grande número de amostras, o que favorece a seleção de genótipos superiores, mesmo em condição de campo. Entretanto, apesar da grande influência das características da madeira, outras variáveis devem ser levadas em consideração tais como as características de crescimento da árvore. O objetivo desse presente trabalho foi avaliar as características de crescimento da árvore e a densidade básica da madeira de clones de *Eucalyptus*, através de métodos não destrutivos em diferentes idades e locais, visando à produção de carvão vegetal para uso siderúrgico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados sete clones de *Eucalyptus* da empresa Saint Gobain com aproximadamente quatro anos de idade no espaçamento de 3,5 m x 2,5 m, amostrados em quatro locais diferentes. Os clones foram avaliados nas idades assim definidas: fazenda Aliança (66 meses), fazenda Areão (77 meses), fazenda Brejos (69 meses) e fazenda Ponte (75) meses. Os clones amostrados foram: I-144 e I-220 (Acesita), 3281, 3334 e 3335 (Plantar) e 0321 e 1277 (Copener), totalizando-se sete clones. As avaliações não destrutivas foram compostas pela determinação da deformação residual longitudinal (DRL), pelo extensômetro, a resistografia, pelo “resistograph” e a resistência à penetração do pino do pilodyn.

A primeira avaliação com o resistograph (resistografia), os clones plantados na fazenda Aliança estavam com 46 meses, na fazenda Areão com 57 meses, na fazenda Brejos com 49 meses e na fazenda Ponte com 55 meses de idade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1: Valores médios das características de crescimento das árvores

Fazenda	Clone	CAP	DAP	HT	CV	HC
Areão	I-144	66,00	21,01	32,13	0,78	28,38
	I-220	61,38	19,54	27,88	3,06	23,75
	3281	68,00	21,65	30,75	3,11	27,88
	3334	65,25	20,77	30,63	1,56	27,75
Ponte	I-144	59,50	18,94	26,00	3,14	23,50
	I-220	58,00	18,46	22,50	7,70	20,50
	3334	64,00	20,37	27,25	3,51	24,25
	3335	65,38	20,81	28,75	4,38	26,25
Brejos	I-144	64,00	20,37	28,50	2,03	25,00
	I-220	56,25	17,90	25,88	0,97	23,00
Aliança	0321	55,00	17,51	21,50	2,69	18,13
	1277	53,25	16,95	23,38	4,74	20,00

CAP e DAP = circunferência e diâmetro a 1,30 m de altura do solo (cm), HT e HC = altura total e comercial da árvore (m).

Os clones plantados na fazenda Areão apresentaram, de modo geral, os maiores valores de diâmetro e altura das árvores. Este fato pode estar associado à maior idade dos clones nesta fazenda. Na fazenda Aliança, de menor idade, os diâmetros e altura foram menores.

Tabela 2: Valores médios de densidade básica da madeira e ensaios não destrutivos

Fazenda	Clone	DBdap	DBm	PILO	DRL	AMP
Areão	I-144	0,486	0,498	13,34	0,125	23,26
	I-220	0,520	0,523	11,81	0,172	30,40
	3281	0,405	0,427	15,63	0,139	15,86
	3334	0,496	0,496	14,25	0,148	22,18
Ponte	I-144	0,460	0,457	15,50	0,162	17,18
	I-220	0,494	0,491	13,94	0,124	24,91
	3334	0,481	0,482	14,25	0,134	26,34
	3335	0,466	0,469	14,97	0,148	23,38
Brejos	I-144	0,471	0,453	14,75	0,124	19,50
	I-220	0,426	0,421	16,19	0,153	15,59
Aliança	0321	0,493	0,503	12,59	0,170	22,97
	1277	0,492	0,491	12,78	0,200	21,60

DBdap e DBm = densidade básica a 1,30 m de altura do solo e média da árvore (g cm^{-3}), PILO = profundidade de penetração do pino do Pilodyn (mm), DRL = deformação residual longitudinal (mm), AMP = amplitude (%).

Observa-se que os clones I-220, fazenda Areão, e 0321, fazenda Aliança, foram os de maior densidade básica média (DBm) da madeira, com valores superiores a $0,500 \text{ g cm}^{-3}$. Tanto o Pilodyn como o Resistograph (amplitude) apresentaram elevada relação funcional com as densidades básicas determinadas na madeira, tanto a 1,30 m de

altura do solo como a média da árvore. Este resultado indica a boa performance da utilização desses equipamentos para avaliar de forma indireta a densidade básica da madeira. Entretanto o extensômetro (DRL) não apresentou relação funcional desejável com a densidade básica da madeira. Outros trabalhos também já encontraram resultado semelhante a este. Este equipamento mede uma deformação provocada pela liberação da tensão longitudinal de crescimento, a qual aparentemente não está associada à densidade básica da madeira.

4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- Os clones I-220, fazenda Areão, e 0321, fazenda Aliança, foram os de maior densidade básica média (DBm) da madeira, com valores superiores a $0,500 \text{ g cm}^{-3}$.
- Os materiais genéticos avaliados apresentaram variabilidade em relação às características de crescimento da árvore.
- Os equipamentos utilizados na análise mostraram uma boa performance para avaliar de forma indireta a densidade básica da madeira.

5. BIBLIOGRAFIA

GOUVÊA, A. F. G.; TRUGILHO, P. F.; GOMIDE, J. L.; SILVA, J. R. M.; ANDRADE, C. R.; ALVES, I. C. N. Determinação da densidade básica da madeiras de *Eucalyptus* por diferentes métodos não destrutivos. *Revista Árvore*, v. 35, n. 2, p. 349-358, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100->

PÁDUA, F. A. Estimativas de parâmetros genéticos das tensões de crescimento em clones de *Eucalyptus*. 2004. 66f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TRUGILHO, P. F. Densidade básica e estimativa de massa seca e de lignina na madeira em espécies de *Eucalyptus*. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 33, n. 5, p. 1228-1239, set./out. 2009.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, a FAPEMIG e a CAPES e a empresa Saint Gobain. Agradecemos à UFLA e ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira/UFLA.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA JOVEM DE *Tectona grandis* L.f

Jeimy Blanco Flórez, Paulo Fernando Trugilho, José Reinaldo Moreira da Silva
 Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia da madeira Universidade Federal de Lavras
jeicoblanco@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A teca (*Tectona grandis* L.f) é uma das espécies mais plantadas no mundo e caracteriza-se por ser uma das madeiras mais valiosas, devido a alta durabilidade natural, estabilidade dimensional e qualidades estéticas. No Brasil, a espécie é plantada devido sua adaptação as condições climáticas, redução da idade de rotação e por apresentar alta demanda para usos específicos, como na construção de embarcações, fabricação de móveis, objetos luxuosos e componentes decorativos para construção. A variação dimensional da madeira constitui-se numa propriedade importante, afeta consideravelmente o emprego da mesma e pode ser utilizada como índice de qualidade. A densidade, a umidade e a idade afetam a magnitude das variações dimensionais, que reflete no seu comportamento como produto sólido.

Considerando a recente introdução da Teca no Brasil, estudos do comportamento dimensional da madeira jovem são escassos. Nesse contexto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de determinar o comportamento dimensional da madeira jovem da *Tectona grandis* L.f.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a determinação das contrações da madeira foi utilizada a norma americana D143-94 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 1997). Foram obtidos corpos de prova de 2,5 x 2,5 x 10 cm da madeira de *Tectona grandis* L.f, com 13 anos de idade, livres de defeitos. Foram determinadas as contrações lineares radial e tangencial e volumétrica nas umidades de 12 (equilíbrio) e 0% (a.s.). Foi calculado o coeficiente de anisotropia. As dimensões lineares foram medidas com paquímetro digital (0,01 mm).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios encontrados foram de 2,40; 4,21 e 6,84% para as contrações radial, tangencial e volumétrica, respectivamente. O coeficiente de anisotropia médio foi de 1,82. Apesar da baixa idade, a madeira da teca apresentou boa estabilidade dimensional quando comparada com outras madeiras, como por exemplo, o *Eucalyptus* cujas contrações volumétricas atingem valores superiores a 15%. Na Costa Rica, a teca com 17 anos apresentou contrações de 2,2; 3,9 e 6,2%, para as contrações radial, tangencial e volumétrica, respectivamente, e coeficiente de anisotropia médio foi de e coeficiente de anisotropia de 1,8 (Castro, 2000). Já no Timor Leste, os valores para as contrações radial, tangencial e volumétrica foram de 3,6; 5,17 e 7,6%, respectivamente (Miranda, Souza e Pereira, 2011). Valero, Reyes e Garay (2005) encontraram, para teca de 20 anos, valores de 2,48% (Contração radial), 3,37% (Contração tangencial) e 6,18% (Contração volumétrica) e 1,45 de coeficiente de anisotropia. Numa comparação global, observa-se que os valores encontrados não diferem quando comparados aos valores de diversos estudos de outras procedências. É importante salientar que o material analisado se trata de madeira jovem, com 13 anos.

Na Figura 1 é possível observar o aumento das contrações causada pela secagem até a umidade de equilíbrio (12%) e até a condição absolutamente seca (0% - a.s.).

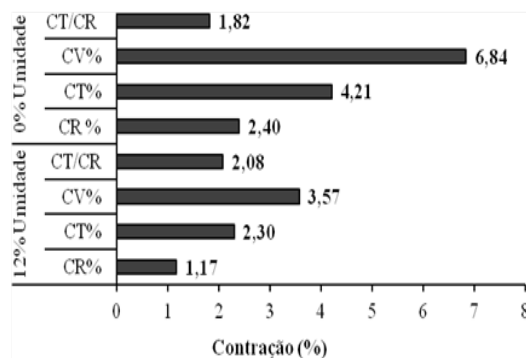


Figura 1 Valores médios das contrações da madeira de teca a 12% e 0% de umidade.

4. CONCLUSÃO

A madeira jovem de *Tectona grandis* apresentou boa estabilidade dimensional, possuindo potencial de utilização em produtos sólidos, com possibilidade de aproveitamento racional da madeira desta espécie amplamente valorizada.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D143-94**: standards methods of testing small, clear specimens of timber. Barr Harbor, 1997.

CASTRO, F. Crecimiento y propiedades físico mecánicas de la madera de teca *tectona grandis* de 17 años de edad en san Joaquín de Abangares Costa Rica. **Agronomia Costarricense**, San José, v. 24, n. 2, p. 7-23, 2000.

MIRANDA, I.; SOUZA, V.; PEREIRA, H. Wood properties of teak (*Tectona grandis*) from a mature unmanaged stand in East Timor. **Journal of Wood Science**, Tokyo, v. 57, n. 1, p. 171-178, Jan. 2011.

VALERO, S.; REYES, E.; GARAY, D. Estudio de las propiedades físico-mecánicas de la especie *Tectona grandis*, de 20 años de edad, proveniente de las plantaciones de la unidad experimental de la reserva forestal Ticoporo, estado barinas. **Revista Forestal Venezolana**, Caracas, v. 49, n. 1, p. 61-73, 2005.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CNPq, da FAPEMIG e da CAPES (PEC-PG) por conceder recursos financeiros para bolsas de estudo e aquisição de suplementos fundamentais para a realização desse trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE QUÍMICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus* EM DIFERENTES CLONES E SÍTIOS PARA FINS ENERGÉTICOS

Selma Lopes Goulart, Alessandra de Oliveira Ribeiro, Claudinéia Olímpia de Assis, Paulo Fernando Trugilho, Taiana Guimarães Arriel. *Universidade Federal de Lavras*
lopesgoulart@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As características tecnológicas da madeira tais como teores de extrativos, holoceluloses, lignina, densidade básica, além das estimativas de massa seca e massa de lignina e o poder calorífico da madeira, são propriedades utilizadas na determinação da sua qualidade para fins energéticos (TRUGILHO et al., 2001). Essa avaliação é realizada para a classificação de genótipos superiores visando à sua multiplicação em escala comercial, gerando futuros projetos de reflorestamento em função do uso industrial da madeira produzida e em especial para o uso energético, (LIMA; et al., 2011). O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade química da madeira de clones de *Eucalyptus*, em diferentes locais, visando à produção de carvão vegetal para uso siderúrgico e verificar o efeito da idade sobre as propriedades químicas da madeira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados sete clones de *Eucalyptus* da empresa Saint Gobain. Os clones foram avaliados nas seguintes idades: a) fazenda Aliança (66 meses), b) fazenda Areão (77 meses), c) fazenda Brejos (69 meses) e d) fazenda Ponte (75) meses, com o espaçamento de 3,5 m x 2,5 m.

A madeira desses clones foi amostrada, em relação à altura comercial do tronco, tendo sido considerada até um diâmetro mínimo de 5 cm. Foram amostradas quatro árvores em cada clone e local. As características avaliadas na madeira foram teores de extrativos, lignina insolúvel e solúvel e o teor de cinzas, análise elementar e poder calorífico.

Das árvores selecionadas foram retirados discos de 2,5 cm de espessura, em sete pontos do tronco, ou seja, a 2%, 10%, 30%, 50% e 70% da altura comercial da árvore, além de um extra a 1,30 m de altura do solo (DAP). Os discos foram encaminhados para o Laboratório de Tecnologia

da Madeira (DCF/UFLA). O material foi devidamente numerado e preparado para as diversas análises na madeira. Os teores de cinzas e extrativos da madeira foram determinados de acordo com as normas da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel-ABTCP (1974) (normas m 11/77 e M 3/89).

A análise elementar foi realizada no analisador elementar, modelo Vario Micro Cube CHNS, utilizando amostra de duas miligramas de madeira e o gás hélio como de arraste. O poder calorífico foi determinado em calorímetro isoperbólico conforme a norma NBR 8633 (Associação Brasileira De Normas Técnicas-ABNT, 1983).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela1: Valores médios das características químicas da madeira

Fazenda	Clone	TE	TLI	TLS	TLT	CZ
Areão	I-144	3,09	28,00	3,29	31,29	0,14
	I-220	2,20	26,95	2,95	29,90	0,24
	3281	2,92	22,85	2,66	25,51	0,31
	3334	2,20	27,34	2,89	30,24	0,27
Ponte	I-144	3,46	21,60	3,44	25,04	0,18
	I-220	3,60	25,61	2,45	28,06	0,16
	3334	2,74	24,40	2,39	26,79	0,16
	3335	3,43	28,53	3,00	31,54	0,16
Brejos	I-144	3,27	29,71	2,84	32,56	0,16
	I-220	3,04	21,83	2,52	24,35	0,20
Aliança	0321	4,17	28,31	2,97	31,28	0,27
	1277	2,75	27,06	3,37	30,42	0,27

TE, TLI, TLS, TLT e CZ = % de teor de extrativos totais, lignina insolúvel, lignina solúvel, lignina total e cinzas.

Os teores de lignina encontrados estão de acordo com o observado na madeira de eucalipto. Elevados valores de lignina são desejáveis para a produção de carvão vegetal. Os clones I-144, nas

fazendas Areão e Brejos, 3335, na fazenda Ponte, e 0381 ou 0321, na fazenda Aliança, foram os que apresentaram maiores teores para esta variável.

Tabela 2: Valores médios da composição química elementar da madeira dos clones avaliados

Fazenda	Clone	N	C	H	O	CV
Areão	I-144	0,62	50,30	6,05	43,03	1,10
	I-220	0,46	50,74	6,14	42,65	1,74
	3281	0,74	50,34	6,06	42,86	2,42
	3334	0,63	49,58	6,05	43,73	1,06
Ponte	I-144	0,73	51,25	6,15	41,88	1,36
	I-220	0,63	50,35	6,07	42,95	1,09
	3334	0,56	49,84	6,04	43,57	1,72
	3335	0,73	51,33	6,23	41,71	1,39
Brejos	I-144	0,70	50,04	6,01	43,25	1,51
	I-220	0,66	50,51	6,12	42,72	2,32
Aliança	0321	0,65	50,21	6,10	43,04	1,86
	1277	0,40	50,05	6,01	43,54	2,69

N, C, H e O = % de teores elementares de nitrogênio, carbono, hidrogênio e oxigênio. CV = coeficiente de variação.

Observa-se que os teores dos elementos estão dentro do normalmente encontrado para a madeira. Verifica-se os baixos coeficientes de variação observados, exceto o teor de nitrogênio no clone 3334 na fazenda Areão.

Tabela 3: Valores médios do poder calorífico superior da madeira

Fazenda	Clone	DBm	PCSm	PCSv
Areão	I-144	0,498	4346	2164618
	I-220	0,523	4276	2237856
	3281	0,427	4456	1901473
	3334	0,496	4329	2146670
Ponte	I-144	0,457	4444	2032282
	I-220	0,491	4195	2060210
	3334	0,482	4273	2059737
	3335	0,469	4308	2018362
Brejos	I-144	0,453	4378	1985513
	I-220	0,421	4573	1923201
Aliança	0321	0,503	4491	2259617
	1277	0,491	4554	2236263

DBm = densidade básica média da madeira (g/cm^3), PCSm = poder calorífico superior dado em massa (kcal/kg), PCSv = poder calorífico superior dado em volume (kcal/m^3). PCSv = DBm X PCS

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

- A análise elementar mostra que os clones apresentam grande variação apenas para o teor de nitrogênio.

- A análise química mostra que os clones I-144, nas fazendas Areão e Brejos, 3335, na fazenda Ponte, e 0381, na fazenda Aliança, foram os que apresentaram maior teor de lignina.

- O poder calorífico superior da madeira dos clones não foi muito variável, porém o clone I-220, na fazenda Areão, foi o que apresentou o maior poder calorífico superior volumétrico (PCSv).

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES, FAMIG e a empresa Saint Gobain. Agradecemos à Universidade Federal de Lavras e ao programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira/UFLA.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL-ABTCP. *Normas técnicas ABCP*. São Paulo, ABTCP, 1974. n.p.

LIMA, E. A.; SILVA, H. D.; LAVORANTI, O. J.; Caracterização dendroenergética de árvores de *Eucalyptus benthamii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v.31, n. 65, p. 09 – 17. 2011

TRUGILHO, P. F. et al. Avaliação de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 104-114, jul./dez. 2001.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DAS DIMENSÕES DOS CORPOS DE PROVA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE PAINÉIS MDP

Lisiane Nunes Hugén, Rafael Farinassi Mendes, Stefânia Lima Oliveira, Lourival Marin Mendes, José Benedito Guimarães Júnior
Universidade Federal de Lavras
 lisianenuneshugen@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O painel de madeira MDP (Medium Density Particleboard) é utilizado principalmente pela indústria moveleira. Os painéis MDP são produzidos em três camadas, sendo as duas camadas da superfície constituídas de partículas de dimensões menores e a camada interna com partículas de dimensões maiores (IWAKIRI, 2005).

As indústrias de painéis particulados têm apresentado uma evolução significativa em termos de produção e inovação tecnológica. No entanto, nos diferentes laboratórios utilizam diferentes normas para as avaliações das propriedades físicas e mecânicas dos diferentes tipos de painéis, sendo as normas NBR 14810-3 (2006) e ASTM D1037 (2006) as mais utilizadas para os painéis MDP. Contudo, surge a dúvida se os valores obtidos por diferentes normas podem ser comparadas, pois as dimensões dos corpos de provas são diferentes; e ainda se corpos de provas com dimensões menores podem ser utilizados, haja visto os tamanhos reduzidos dos painéis produzidos em laboratórios, em função basicamente das dimensões das prensas utilizadas.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo principal avaliar a influência das dimensões dos corpos de provas sobre as propriedades físicas de painéis MDP.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para realização do trabalho foi utilizado apenas um painel MDP comercial de pinus, com dimensões de 244 × 122 × 1,5 cm (comprimento x largura x espessura), para que ocorresse o mínimo de variação em relação à massa específica aparente, tornando a análise das propriedades físicas mais homogênea possível.

O delineamento experimental foi composto por três tratamentos, sendo retirados 10 corpos de prova para cada tratamento. A dimensão do Tratamento 1, seguiu as especificações da norma NRB14810-3 (2006), com dimensões de 25 x 25 mm; o Tratamento 3 com dimensões de 152 x 152 mm, de acordo com a norma ASTM – D1037 (2006); e o tratamento 2 composto por valor intermediário do tratamento 1 e 3, com dimensões de 50 x 50.

O material foi levado para sala de climatização e mantido à temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 5% até atingir massa constante. Em seguida, realizou-se a análise da massa específica e os testes físicos de absorção de água (após 2 e 24 horas de imersão em água) e inchamento em espessura (após 2 e 24 horas de imersão em água).

Para a análise estatística foi considerado um delineamento inteiramente casualizado, com dez repetições. Os resultados obtidos foram analisados mediante análise de variância e teste de média Scott-Knott, ambos a um nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados médios encontrados nos três tratamentos para massa específica aparente estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Massa específica aparente dos diferentes tratamentos.

Tratamento	ME (g/cm ³)
25 x 25 mm	0,612 A
50 x 50 mm	0,613 A
152 x 152 mm	0,612 A

ME: Massa específica aparente
 Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-knott, a um nível de significância de 5%.

De acordo com a análise de variância, não houve efeito significativo sobre a propriedade massa específica aparente. Este fato ocorreu devido ao uso de apenas um painel.

Nas Tabelas 2 e 3, observam-se os valores médios encontrados para absorção de água e inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas.

Tabela 2 - Valores médios de absorção de água (AA) dos diferentes tratamentos.

Tratamento	AA 2h (%)	AA 24h (%)
25 x 25 mm	18,39 A	51,78 A
50 x 50 mm	27,45 B	52,36 A
152 x 152 mm	36,86 C	54,25 B

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-knott, a um nível de significância de 5%.

Tabela 3- Valores médios de inchamento em espessura dos diferentes tratamentos.

Tratamento	IE 2h (%)	IE 24h (%)
25 x 25 mm	6,26 A	11,40 A
50 x 50 mm	6,73 B	12,42 B
152 x 152 mm	7,70 C	12,86 C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Scott-knott, a um nível de significância de 5%.

Na Tabela 2, observa-se que houve diferença estatística entre os tratamentos quando avaliadas as propriedades AA2h e AA24h. Em ambos os casos, os corpos de prova com dimensões de 152 x 152 mm se diferenciaram estatisticamente dos demais tratamentos, apresentando os maiores valores médios. O tratamento com corpos de provas de dimensões de 50 x 50 mm se diferenciaram dos valores obtidos pelo tratamento de 25 x 25 mm apenas na propriedade AA2h, obtendo o maior valor médio.

Nascimento (2003) obteve-se para painéis industriais de *Pinus* e *Eucalyptus*, valores de AA 2h de 12% e 27%, respectivamente, e de AA24h de 16% e 59 %, respectivamente. Desta forma, os valores obtidos no estudo estão próximos dos obtidos em literatura.

Para as propriedade IE2h e IE24h (Tabela 3) observa-se que houve diferença estatística entre os diferentes tratamentos. Sendo observado o aumento dos valores médios das duas

propriedades à medida que se aumentou as dimensões dos corpos de prova. Fato que possivelmente esteja relacionada com a dinâmica de sorção, muito em função da quantidade de partículas disponível para ligação de moléculas de água.

Nascimento (2003), ao avaliar painéis industriais de *Pinus* e *Eucalyptus*, obteve valores médios para IE2h de 7 e 9%, respectivamente, e para o IE24h valores de 16% e 12%, respectivamente. A norma EN312 (2003) determina o valor máximo de 14% para o IE24h utilizado em condições úmidas. Desta forma, nota-se que os valores obtidos enquadram-se de acordo com a literatura e atende ao valor máximo estipulado pela norma de comercialização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Quanto maior às dimensões dos corpos-de-prova de painéis MDP de pinus, maior foi os valores médios obtidos de AA2h, I2h e IE24h.

Trabalhos realizados com corpos de prova obtidos por diferentes normas ou dimensões não podem ser utilizados para parâmetro de comparação das propriedades físicas de painéis MDP de pinus.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1037**. Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials. Philadelphia. Annual book of ASTM Standard. v. 04.09. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Chapas de madeira aglomerada - métodos de ensaio**. ABNT NBR 14810-3. São Paulo: 2006.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005, 274p

NASCIMENTO, M.F. **CPH – Chapas de partículas homogêneas**: madeira do nordeste do Brasil. 2003. 117p. Tese (doutorado)- escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPEMIG.



Estimação da umidade de equilíbrio higroscópico da madeira para a cidade de Jataí-GO

Daiane Souza Silva¹, Jéssica Vieira Lima¹, Lasara Kamila Ferreira de Souza¹, José Benedito Guimarães Júnior¹, Carlos Rogério Andrade¹.

¹Universidade Federal De Goiás (UFG)

daiane.sosi@hotmail.com

INTRODUÇÃO

O estudo da higroscopicidade é necessário para entender como se dá a trabalhabilidade, estabilidade dimensional, resistência mecânica e durabilidade natural da madeira. Portanto entende-se que a madeira possui a capacidade de retirar ou ceder umidade do meio na forma de vapor. Isto porque a madeira é um produto natural que varia de acordo com o ambiente que a cerca (JANKOWSKY, 1985).

Quando em condições úmidas a madeira perde moléculas de vapor de água para a atmosfera e quando seca ganha a capacidade de absorver moléculas de água. A partir do momento em que a mesma não cede e não recebe umidade é estabelecido um equilíbrio, sendo dito equilíbrio higroscópico da madeira. A umidade de equilíbrio pode ser estabelecida entre a umidade relativa e a temperatura.

A umidade de equilíbrio higroscópica varia com a umidade relativa da atmosfera que a circunda, entre as diferentes espécies, entre cerne e alburno da mesma espécie e com teor de extrativos. Também são afetadas pela temperatura, tensões mecânicas e pela história da exposição da madeira (SKAAR, 1972). Assim, a umidade de equilíbrio deve ser determinada para a localidade onde a mesma será empregada, por meio da determinação da umidade das peças ou amostras de madeira expostas às condições de temperatura e umidade relativa ou estimada por meio de equações.

Desta forma a utilização de equações que possibilitem prever a umidade de equilíbrio da madeira em cada época do ano para a região de Jataí-GO, se mostra como ferramenta importante para a utilização racional da mesma, evitando danos e diminuindo perdas. Associado a esta previsão, torna-se interessante o comparativo da equação que melhor se adapte à região de interesse.

Neste sentido o objetivo deste trabalho foi estimar as umidades de equilíbrio higroscópico para a cidade de Jataí-GO por meio de diversas equações.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os dados de 2008 a 2012 de temperatura e umidade relativa foram obtidas na estação meteorológica presente no município de Jataí-GO, na latitude de -17,92°, longitude de -51,72° e altitude de 662,68 metros.

Foi realizada a análise comparativa dos dados, com a utilização de equações matemáticas baseadas nas teorias de sorção elaboradas por autores para estimativas da umidade de equilíbrio (UEH). Para aplicação de tais parâmetros foram obedecidas as normas climatológicas de 1980-2012. As equações de Hailwood e Harrobin para um e dois hidratos e BET.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) e teste de médias de Scott Knott, a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 estão apresentados os dados de umidade de equilíbrio higroscópico para a cidade de Jataí-GO, entre os anos de 2008 a 2012, para as equações de um hidrato, dois hidratos e BET. Foi encontrada umidade de equilíbrio da madeira valores médios de 13,20%, 13,10% e 9,46%, respectivamente. Estes valores estão próximos aos observados por Martins et al. (2001), trabalhando a estimação da umidade de equilíbrio e risco de apodrecimento da madeira em condições de serviço no Brasil, encontrando para região sudoeste de Goiás valores entre 12 e 14%.

Tabela 1: Com valores de umidade de equilíbrio higroscópico.

MESES	UM	DOIS	BET
	HIDRATO	HIDRATOS	
JANEIRO	15,60 A	15,42 A	10,98 B
FEVEREIRO	15,46 A	15,27 A	8,45 B
MARÇO	15,48 A	15,30 A	10,02 B
ABRIL	15,20 A	15,02 A	9,43 B
MAIO	14,23 A	14,07 A	9,98 B
JUNHO	13,26 A	13,13 A	9,70 B
JULHO	10,51 A	10,51 A	8,09 B
AGOSTO	8,54 B	8,64 B	10,52 A
SETEMBRO	9,12 B	9,19 B	8,53 B
OUTUBRO	12,01 A	11,93 A	9,95 B
NOVEMBRO	13,77 A	13,61 A	10,20 B
DEZEMBRO	15,27 A	15,08 A	7,62 B

*Valores nas linhas seguidos pela mesma letra não diferem entres si estatisticamente.

Na tabela pode-se observar um decréscimo nos valores a partir do mês de julho até o mês de novembro para todas as equações. Esta observação pode ser devido ao período de estiagem que acontece na região.

Observa-se que as equações de um e dois hidratos apresentam valores estatisticamente maiores que os valores de BET. Somente no mês de setembro as equações estimaram a umidade de equilíbrio higroscópico iguais estatisticamente, para todas as equações estudadas.

CONCLUSÃO

Conclui-se com bases nos resultados que a estimação da umidade de equilíbrio higroscópico de madeira para a cidade da Jataí foi igual estatisticamente para as equações de um e dois hidratos, diferindo-se da equação de BET. Os valores médios foram de respectivamente 13,20%, 13,10% e 9,46%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALVÃO, A. P. M. **A umidade de equilíbrio e a secagem em da madeira em Brasília (the equilibrium moisture contents and drying wood in Brasília)**. Boletim de pesquisa florestal, Colombo, n.3. p.1-7, dez. 1981.

<http://www.ipef.br/publicacoes/scientia/nr32/cap09.pdf> <Acessado em 29 de junho de 2013>.

GALVÃO, A. P. M. **Estimativas da umidade de equilíbrio da madeira em diferentes cidades do brasil**. Ipef n.11, p.53-65, 1975.

JANKOWSKY, I. P. **Variação sazonal da umidade de equilíbrio para Madeira de pinus**. Ipef, n.31, p.41-46, dez.1985.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO NO SENTIDO MEDULA CASCA DO ÂNGULO MICROFIBRILAR PARA TRÊS ESPÉCIES DE EUCALIPTO

Lidiane Costa Lima, José Tarcísio Lima, Thiago Campos Monteiro

Universidade Federal de Lavras

lidy_nanni@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Trabalhos como os de Evans e Ilic (2001) e Hein e Lima (2012) têm mostrado que o ângulo das microfibrilas da parede celular das fibras é uma das características de grande importância para a definição de algumas propriedades físicas da madeira, como a retratibilidade, e as propriedades mecânicas de resistência e rigidez. Segundo Donaldson (2008), na parede primária a orientação das microfibrilas é geralmente dispersa. A parede secundária das células do xilema apresenta três camadas: as microfibrilas das camadas S1 e S3 são orientadas transversalmente, já na S2, a camada mais espessa, as microfibrilas encontram-se orientadas axialmente. Mas sabe-se que o ângulo microfibrilar da camada S2 é ligeiramente inclinado em relação ao eixo da fibra.

Nas folhosas os ângulos das microfibrilas apresentam variações de 5° a 20°, tanto entre espécies e quanto dentro de uma mesma árvore (BOYD, 1980).

Segundo Evans et al. (2000), em *Eucalyptus* há um declínio no valor do AMF no sentido medula-casca, sendo que na região medular os ângulos normalmente variam de 15° a 20°. Baseado nas tendências médias de 29 árvores, os mesmos autores observaram que o AMF de *E. nitens* variou de 20° na medula para 14° na casca, em árvores de 15 anos de idade. Em *Eucalyptus globulus* e *E. Nitens*, French et al. (2000) encontraram ângulos entre 0 e 13°, com uma diferença de apenas 5° entre as regiões interior e exterior do caule.

O presente trabalho teve como objetivo estudar a variação do ângulo microfibrilar no sentido medula-casca para as espécies *Eucalyptus paniculata*, *Corymbia citriodora* e para o híbrido de *C. citriodora* × *C. torelliana*.

1. MATERIAL E MÉTODOS

O material genético utilizado neste trabalho foi coletado em plantios comerciais localizados no

município de Belo Oriente, Minas Gerais (CENIBRA S/A).

O espaçamento de plantio foi de 3 × 3 m, sendo colhida uma árvore para cada espécie utilizada, todas aos sete anos de idade.

Foram retirados dos caules dois sarrafos próximos à medula e dois próximos à casca, buscando regiões livres de defeitos. A partir dos sarrafos foram produzidas as amostras utilizadas para determinação do ângulo microfibrilar.

As amostras foram orientadas, saturadas em água e cortadas tangencialmente em seções de 10 µm de espessura com o auxílio de um micrótomo. As seções foram colocadas em frascos de vidro e cobertas com uma solução de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio, na proporção de 1:1 (FRANKLIN, 1945, modificado por BERLYN; MIKSCH, 1976). Os frascos foram lacrados e deixados em estufa a 60 °C durante 12 horas para maceração.

O macerado foi retirado da estufa e lavado em água corrente para que a substância macerante fosse completamente removida, sendo então armazenado em água destilada. Os ângulos foram determinados pela técnica de microscopia de luz polarizada, utilizando-se um microscópio dotado de mesa giratória graduada de 0° a 360°.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O AMF variou de 7,5° a 12,4°, dependendo da espécie. Esses valores estão dentro da amplitude de AMF para as madeiras do gênero *Eucalyptus*, conforme relatado por Lima, Breese e Cahalan (2004) e Donaldson (2008).

A espécie *E. paniculata* apresentou o maior AMF, enquanto que o híbrido de *C. citriodora* × *E. torelliana* apresentou o menor (TABELA 1). Maiores AMFs foram observados nas amostras retiradas em posições mais próximas à medula para as três espécies, sugerindo a existência de variação no sentido medula-casca, como relatado por Donaldson (2008) e French et al. (2000).

Tabela 1: Ângulo microfibrilar médio nas posições próximas à medula (1) e próximas à casca (2).

Espécie	Posição	AMF médio (°)
<i>Eucalyptus paniculata</i>	1	11,8
	2	9,7
<i>Corymbia citriodora</i>	1	9,4
	2	8,8
<i>C. citriodora</i> × <i>C. torelliana</i>	1	9,8
	2	8,2

Houve alta correlação negativa entre o AMF e a posição de amostragem para *E. paniculata* e para o híbrido, sugerindo que há variação radial do AMF. As correlações negativas sugerem que há decréscimo do AMF no sentido medula-casca (TABELA 2).

Tabela 2: Correlação de Pearson para ângulo microfibrilar e posição de amostragem.

Espécie	Posição
A	-0,9231
B	-0,5313
C	-0,8074

Como o AMF diminui no sentido medula-casca é possível que propriedades consideradas como relacionadas a esse ângulo, a exemplo da retratibilidade e elasticidade, apresentem menores valores na madeira amostrada próxima à casca, o que pode nortear tomadas de decisões para o processamento e utilização da madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

- A espécie *E. paniculata* apresentou o maior valor de AMF médio, sendo que as outras espécies apresentaram valores médios próximos entre si.
- Os resultados encontrados sugerem que há variação do AMF no sentido radial, ocorrendo uma redução do mesmo da medula para a casca.
- De modo geral, o AMF é bem correlacionado com a posição de amostragem.
- A relação entre as propriedades físico-mecânicas da madeira e o AMF é pouco estudada para os gêneros *Eucalyptus* e *Corymbia*, tornando necessária a continuidade do estudo.

5. BIBLIOGRAFIA

BOYD, J. D. **Relationships between fibre morphology, growth strains and physical properties of wood.** Australian Forest Res. 10: 337-360, 1980.

BERLYN, G. P.; MIKSCHE, J. P. **Botanical microtechnique and cytochemistry.** Ames: Yowa, StateUniversity, 1976.

DONALDSON, L. **Microfibril angle: measurement, variation and relationships – a review.** IAWA Journal, Vol. 29 (4), 345–386, 2008.

EVANS, R.; ILIC, J. 2001. **Rapid prediction of wood stiffness from microfibril angle and density.** Forest Prod J 51(3):53-57.

EVANS, R.; STRINGER, S.; KIBBLEWHITE, R.P. **Variation of microfibril angle, density and fibre orientation in twenty-nine *Eucalyptus nitens* trees.** Appita J. 53: 450–457, 2000.

FRANKLIN, G. L. **Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood.** Nature, 155 (3924): 51, 1945.

FRENCH, J. et al. **The effect of fibre fibril angle on some handsheet mechanical properties.** Appita J. 53: 210–226, 2000.

HEIN, P. R. G.; LIMA, J. T. **Relationships between microfibril angle, modulus of elasticity and compressive strength in *Eucalyptus* wood.** Maderas. Ciencia y Tecnología (Impresa), v. 14, p. 267-274, 2012.

LIMA, J. T.; BREESE, M. C.; CAHALAN, C. M. **Variation in microfibril angle in *Eucalyptus* clones.** Holzforschung, 58: 160-166, 2004.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CNPq e da FAPEMIG por, respectivamente, conceder recursos financeiros para bolsas de estudo e aquisição de suplementos fundamentais para a realização desse trabalho.

QUALIDADE DA MADEIRA COM ÁRVORE NATURALMENTE CAÍDA NO MUNICÍPIO DE BENJMIN CONSTANT NO ALTO RIO SOLIMÕES/AM.

Claudia Eugenio da Silva, Niro Higuchi, Claudete Catanhede do Nascimento, Marta Martins Brasil, Jorge Alves de Freitas.

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/INPA

eugenio.claudia@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os ecossistemas Amazônicos possuem umas das maiores reservas de espécies madeireiras do mundo. Onde o principal interesse é esclarecer uma série de parâmetros sobre a qualidade da madeira, entretanto, a densidade básica apresenta grande variabilidade associada com moderada herança genética, sendo, portanto, um caráter importante na seleção de árvores para o melhoramento florestal (Magalhães et al., 2006). Estudos recentes com densidade básica de três espécies do gênero *Brosimum* da família Moraceae, com o método de Infravermelho por Silva et al, (2012), foi de extrema importância na predição da densidade, isto prova que a tecnologia vem testando a necessidade de esclarecimento por métodos não destrutivo e na avaliação da qualidade de reaproveitamento de resíduos florestal. A pesquisa é direcionada para árvores caídas naturalmente com ênfase em caracterizar a qualidade da madeira das espécies em manejo florestal na Amazônia e esclarecer a viabilidade do uso tecnológico dessas espécies.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Município de Benjamin Constant, no Alto Rio Solimões no Estado do Amazonas, as amostras são oriundas de manejo florestal.

Foram 18 espécies pesquisadas, as quais são: *Astronium lecoitei* Ducke, *Brosimum rubescens* Taub., *Couratari* sp., *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd., *Ecclinusa ucuquirana-braca* Aubl., *Emmotum fagifolium* Desv, *Emmotum* sp., *Handroanthus serratifolius*, *Hortia superba* Ducke, *Hymenolobium excelsum* Ducke, *Inga alba* (S.W.) Willd., *Pradosia praealta* Ducke, *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke, *Swartzia nitens* Benth, *Symphonia globulifera* L., *Tachigalia paniculata* Aubl., *Theobroma microcarpum* Bern., *Vantanea micrantha* Ducke.

As espécies foram identificadas no laboratório de anatomia da madeira/INPA, e a densidade da madeira determinada por método de deslocamento de água, saturadas por quinze dias e, posteriormente o cálculo da densidade (fórmula 1). As amostras foram obtidos do alburno e cerne para a determinação das propriedades físicas da madeira.

$$Db = \frac{Ps}{Vv}$$

Posteriormente, os corpos de prova foram levados para estufa durante cinco dias com temperatura inicial de 85^o, 90^o, 95^o, 100^o e 105^oC, contemplando assim o peso seco das amostras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizado o inventário em 61 árvores caídas naturalmente em área de Manejo Florestal, e de cada árvore foi retirada uma cunha, desta, identificou-se 18 espécies. As espécies de densidade média são: *B. rubescens* Taub, *Emmotum* sp., *I. alba* (S.W.) Willd., *P. praealta* Ducke, *S. amazonicum* (Huber) Ducke, *T. paniculata* Aubl., *T. microcarpum* Bern., *V. micrantha* Ducke, onde, tanto o alburno quanto o cerne possuem densidade com poucas diferenças (Figura 1). Silva et al., (2012), verificou no infravermelho a espécie *B. rubescens* e uso do alburno como promissora economicamente no mercado madeireiro.

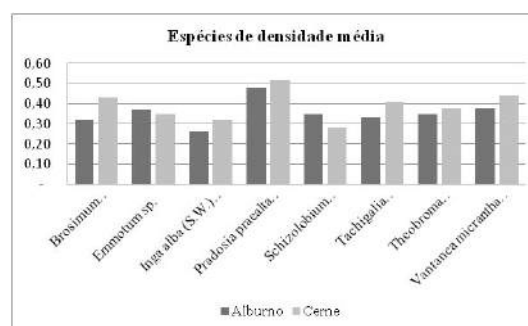


Figura 1. Densidade média.

As espécies *A. lecoitei* Ducke, *Couratari* sp., *E. ucuquirana-braca*, Aubl., *E. fagifolium* Desv., *H. superba* Ducke, *H. excelsum* Ducke *S. nitens* Benth, são de densidade pesada, tanto no alburno como no cerne, (Figura 2). Mainieri (1980) confirma que as espécies como *A. lecoitei* Ducke *Couratari* sp., são moderadamente pesadas.

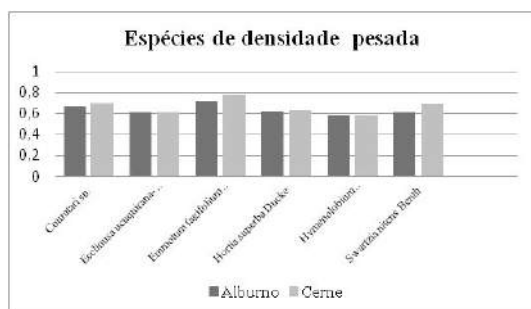


Figura 2. Densidade pesada.

As espécies *D. odorata* (Aubl.) Willd., possuem alburno leve e cerne pesado, *H. serratifolius* possui alburno médio e cerne pesado, na *S. globulifera* L. o alburno é médio e cerne pesado (Figura 3). Constatou-se que nessas espécies o alburno e cerne são bastante diferenciados na densidade.

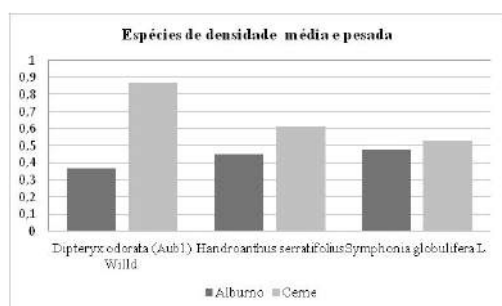


Figura 3. Densidade média e pesada.

CONCLUSÃO

Por método não destrutivo utilizando a tecnologia da madeira na identificação da densidade básica no alburno sempre foi um dos problemas para os pesquisadores. Porém, conclui-se que as espécies de densidade média possuem similaridade tanto no alburno quanto no cerne, e as espécies de densidade pesadas são similares no alburno e cerne, com exceção de *E. fagifolium* Desv., que tem uma variação na densidade. Contudo, as espécies *D. odorata* (Aubl.) Willd., *H. serratifolius*. e *S. globulifera*

L., apresentam alburno e cerne bem diferenciado na densidade.

Conforme estudo das espécies pesquisadas, o alburno com densidade básica média e pesada podem ser viável e especulada no mercado madeireiro, sendo uma proposta do uso do alburno, para posterior fim comercial.

BIBLIOGRAFIA

MAGALHÃES, W.L.E; PEREIRA, J.C.D; MUÑIZ,G.I.B; KLOCK,U.; SILVA,J.R.M. **Determinação de Propriedades Químicas e Anatômicas de Madeira com o Uso da Reflexão Difusa de Infravermelho Próximo.**

MAINIERI, C. CHIMELO, J.P. **Fichas das características das madeiras Brasileiras.** 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Divisão de Madeiras. (publicação IPT; n.1791).

SILVA, C.E; HIGUCHI, N; NASCIMENTO, C.C.; DURGANTE, F.M.; BRASIL, M.M. **Use of Near Infrared Spectroscopy (FT-NIR) to predict wood density of three *Brosimum* species (Moraceae) of Alto Rio Solimões.** IAWA 2012. Recife/PE – Brasil.

AGRADECIMENTO

Ao Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia/INPA, principalmente aos Laboratórios do LEAM, Anatomia da Madeira, Laboratório de Manejo Florestal. Aos órgãos financiadores do Projeto: CNPq e INCT. Aos técnicos: Jair Ferreira Batista e Roberto Daniel de Araújo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DOS TRAQUEÓIDES DA MADEIRA DE *Sequoia sempervirens* (SEQUOIA)

Morgana Pegoraro, Polliana D'Angelo Rios, Luciano Lambert, Rafael Bonatto, Fábio Akira Mori

Universidade do Estado de Santa Catarina, Universidade Federal de Lavras

mor_pegoraro@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A *Sequoia sempervirens* (sequoia) é uma espécie nativa dos Estados Unidos da América e recentemente introduzida no Sul do Brasil.

A madeira tem sido amplamente utilizada para a produção de painéis, principalmente devido a sua baixa massa específica ($0,31 \text{ g/cm}^3$), para produção de celulose e para uso na indústria moveleira (Diel e Fizzo, 2002).

De acordo com sua anatomia macroscópica, a madeira apresenta cerne marrom avermelhado e alburno com tonalidade branca, apresentando textura moderadamente grossa (Sloan e Boe, 1974; Mitchell, 1936).

As características dos traqueóides torna-se de grande importância considerando matéria prima principalmente para a indústria de celulose para papel.

O objetivo desse trabalho foi caracterizar microscopicamente os traqueóides da madeira de *Sequoia sempervirens* no sentido radial da madeira.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As amostras utilizadas neste trabalho são provenientes de um plantio localizado em área pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), localizada no Município de São Joaquim, SC. O plantio foi implantado em 1992 e as árvores de interesse derrubadas em 2011 com 18 anos. Após a coleta, os corpos de prova foram obtidos de discos de madeira com auxílio de uma serra fita, sendo retirados na porção próxima a casca, parte intermediária do disco e próximo a medula.

A dissociação do lenho (maceração) foi realizada no Laboratório de Anatomia da Madeira, do Departamento de Ciências Florestais, Universidade de Lavras, Lavras, MG.

Foram retirados pequenos fragmentos de lenho de cada corpo-de-prova e dissociados segundo o método Franklin (1945), modificado por Berlyn e Miksche (1976), com a adição de solução macerante de ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio, 1:1. em tubos de ensaio, onde foram levados para estufa a 60°C por 24h. A solução macerante foi removida com a lavagem em água, para posterior coloração com safranina a 1%. A montagem de lâminas provisórias em solução aquosa de glicerina (1:1) possibilitou a mensuração das dimensões de 40 fibras por amostra, onde foram obtidos o comprimento, diâmetro total (D) e o lume (I) dos traqueóides. A espessura da parede celular (W) foi obtida pela metade da diferença entre o diâmetro total e o diâmetro do lume, conforme eq. (1):

$$W = (D - I)/2 \quad (1)$$

Onde: W = Espessura da parede celular;
 D = Diâmetro total do traqueoide;
 I = Diâmetro do lume.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta a imagem microscópica dos traqueóides dissociados da madeira de *Sequoia sempervirens*.

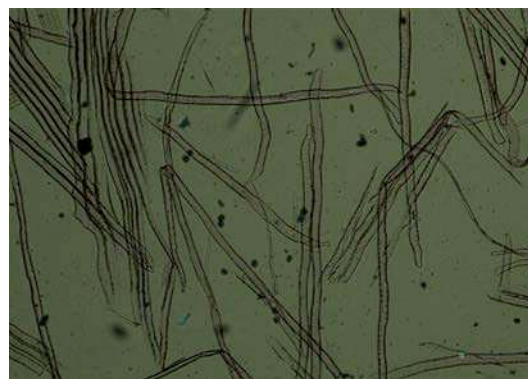


Fig. 1: Traqueóides da madeira de *Sequoia sempervirens* (1x) (Fonte: Pegoraro, 2013).

A Tabela 1 mostra os valores mínimos, médios e máximos do comprimento dos traqueóides e espessura da parede celular no sentido medula, porção intermediária e próximo a casca.

O comprimento médio dos traqueóides próximo a porção intermediária variou de 2029,38 a 3531,96 μm . Próximo à medula apresentou variação de 2055,05 a 7682,69 μm , para a porção próxima a casca variou de 2042,96 a 4345,83 μm .

Tabela 1: Valores mínimos, médio e máximos dos traqueóides da madeira de *Sequoia sempervirens* no sentido radial da madeira.

Valores	Comprimento Traq. (μm)			Esp. da parede (μm)		
	I	M	C	I	M	C
Mínimos	2029,38	2055,05	2042,96	2,03	1,41	2,28
Médios	2780,46	2652,95	3247,13	3,31	2,72	2,63
Máximos	3531,96	7682,69	4345,83	4,63	4,15	6,48
CV	14,61	70,38	8,43	1,85	2,66	24,03

Onde: Comp. Traq. = Comprimento dos traqueóides; Esp. da Parede = Espessura da Parede Celular; M = Medula; I= Porção Intermediária; C= Próximo à casca; CV = Coeficiente de variação.

A espessura da parede celular foi de 2,03 a 4,63 μm na porção intermediária, de 1,41 a 4,15 μm próximo à medula e de 2,28 a 6,48 μm próximo a casca.

De acordo com os resultados para o comprimento dos traqueóides foi apresentando próximo para os valores médios uma tendência de aumento próximo à medula. Também foi observado o mesmo comportamento para a espessura da parede celular próximo a casca.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os traqueóides da madeira de *Sequoia sempervirens* apresentam comprimentos médios e espessura média da parede celular superiores para a porção próxima a casca.

5. BIBLIOGRAFIA

BERLY GP, MIKSCHE JP 1976. Botanical microtechnique and cytochemistry. Ames: Iowa State University, p. 121, 276.

DIEL J, FIZZO, S. Estudos de caracterização da *Sequoia sempervirens* para produção de celulose Kraft. In: Anais do 35º Congresso e exposição anual de celulose e papel; 2002; São Paulo. São Paulo; 2002.

FRANKLIN, G.L. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resins composites, and a new macerating method for wood. Nature, 155: 51.

MITCHELL, J. N. The detailed structure of stem wood of the two sequoias. Journal of Forestry, v. 34, n. 11, p. 988-993, 1936.

SLOAN J, BOE K. *Sequoia sempervirens* (Lamb. Ex D. Don) Endl. In: Seeds of Woody plants in the United States; 1974; Schopmeyer, USA. Schopmeyer; 1974.

AGRADECIMENTOS

Ao laboratório de Anatomia da Madeira, do Departamento de Ciências Florestas, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AValiação DO COEFICIENTE DE ANISOTROPIA NO INCHAMENTO DA MADEIRA DE TECA, *Tectona grandis* L. F., EM DIFERENTES ALTURAS

Tatiana Paula Marques de Arruda, Norman Barros Logsdon, Alessandra de Souza Fonseca,
Jonny Paz Castro, José Reinaldo Moreira da Silva
Universidade Federal de Lavras
tatianarruda@ig.com.br

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, os povoamentos de *Tectona grandis* L. F. apresentam grandes perspectivas de desenvolvimento, com tendência de uso da madeira para diversos fins, sobretudo para confecção de móveis. Entretanto, é sabido que a madeira é um material higroscópico e anisotrópico, e tende a entrar em equilíbrio com a umidade do ambiente. A variação dimensional é um dos principais problemas na utilização de madeira. Para Nock et al. (1975), o coeficiente de anisotropia é usado na indicação da qualidade da madeira levando-se em consideração os defeitos oriundos da retração (A_r).

Segundo, Kollmann & Côté (1984) citado por Logsdon e Penna (2004), a relação entre o inchamento tangencial total e o inchamento radial total, conhecido como coeficiente de anisotropia dimensional no inchamento (A_i) é praticamente igual à relação correspondente na retração (A_r). Sabendo-se da importância do coeficiente de anisotropia dimensional quanto à utilização da madeira, bem como, o seu melhor aproveitamento, foi proposto esse estudo com a madeira de *Tectona grandis* oriunda de primeiro desbaste, seis anos de idade. Com isto, o objetivo do trabalho foi avaliar o coeficiente de anisotropia no inchamento da madeira de *Tectona grandis* (Teca) em diferentes alturas do tronco.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O material de estudo foi coletado na Fazenda Re flora no município de Alta Floresta - MT, as amostras foram retiradas

de três árvores de primeiro desbaste com idade de seis anos. As árvores foram selecionadas buscando atender as características fitossanitárias e comerciais (altura e CAP) próximas entre os três indivíduos amostrados. Dos três indivíduos amostrados foram retirados discos com aproximadamente cinco centímetros de espessura nos níveis de altura de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%. De cada disco foi retirado um corpo-de-prova com dimensões aproximadas de 2cm x 3cm x 5cm, respectivamente, nas direções tangencial, radial e axial.

Para o ensaio de inchamento e retração, utilizaram-se os métodos de ensaios descritos na NBR 7190, da ABNT (1997).

Para avaliação das massas se utilizou uma balança analítica com capacidade mínima de 0,01g, as dimensões foram avaliadas por um paquímetro digital com leitura de 0,01mm e a secagem utilizou uma estufa de circulação de ar forçada, que permitiu manter a temperatura em $103 \pm 2^\circ\text{C}$.

Com as dimensões obtidas no fim da fase de encharcamento (madeira saturada em água) e no fim da fase de secagem em estufa (madeira completamente seca), foram calculados o coeficiente de anisotropia e as deformações específicas do inchamento nas direções radial e tangencial.

Para avaliar estatisticamente a variação do coeficiente de anisotropia no inchamento, ao longo dos níveis de altura, foi utilizada a análise de regressão de um conjunto de equações, que relacionam a posição nas alturas (variáveis independentes) e o coeficiente de anisotropia no inchamento (variável dependente). As equações analisadas foram às seguintes:

1. $y = \beta_1 \cdot x + \varepsilon$
2. $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \varepsilon$
3. $y = \beta_2 \cdot x^2 + \varepsilon$
4. $y = \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2 + \varepsilon$
5. $y = \beta_0 + \beta_2 \cdot x^2 + \varepsilon$
6. $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2 + \varepsilon$

Em que:

- y = Variável dependente, coeficiente de anisotropia no inchamento (A_i);
 x = Variável independente, posição percentual ao longo do fuste (H);
 β_0, β_1 e β_2 = Coeficientes do modelo;
 ε = Erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os modelos apresentaram regressão ($F_{\text{calculado}} < F_{\text{de significação}}$), entretanto, os modelos 1, 3 e 4 apresentaram tendenciosidade. Os modelos 2, 5 e 6, não apresentaram tendenciosidade, mas apresentaram coeficientes de determinação relativamente baixos, $R^2=0,3601$ e $R^2=0,1218$ respectivamente, significando que 36,01 % (modelo 2) e 12,18% (modelo 5) dos resultados experimentais são explicados pelo modelo. Quanto mais próximo de 1 for R^2 mais explicativo é o modelo. Deste modo, o modelo estudado que melhor representou a relação entre o coeficiente de anisotropia no inchamento e o percentual das alturas ao longo do fuste, foi o modelo 6, apresentado na fig. 1, pois sua curva de regressão, $A_i = 2,428955 - 0,0285193 \cdot H + 2,25452 \cdot 10^{-5} \cdot H^2$, com $R^2=0,697834$, explica 69,7% dos resultados experimentais.



Fig. 1: Curva de regressão obtida para o coeficiente de anisotropia no inchamento,

ao longo do tronco, para a madeira de desbaste de *Tectona grandis* L. F.

Os valores obtidos para o coeficiente de anisotropia no inchamento da teca variaram de 1,37 a 2,50, sendo sua média de $A_i = 1,92$ permite considerar a qualidade da teca, aos defeitos oriundos da secagem, normal, deste modo, pode ser utilizado para confecção de mobiliário que permita pequenos empenamentos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Dos modelos testados para a avaliação do coeficiente de anisotropia no inchamento em relação ao percentual das alturas ao longo do fuste, o que melhor se ajustou foi o modelo “ $y = \beta_0 + \beta_1 \cdot x + \beta_2 \cdot x^2$ ”, que forneceu $A_i = 2,428955 - 0,0285193 \cdot H + 2,25452 \cdot 10^{-5} \cdot H^2$ ($R^2=0,697834$).

O valor médio obtido para o coeficiente de anisotropia no inchamento para a teca permitiu considerar a qualidade quanto aos defeitos na secagem como normal, com isto, se aceita recomendar melhor aproveitamento dos desbastes da teca, viabilizando economicamente esse material.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190 - Projeto de estruturas de madeira**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997. 107p.

LOGSDON, N. B; PENNA, J. E. Análise comparativa entre os coeficientes de anisotropia dimensional da madeira no inchamento e na retração. **Revista tropical**. Cuiabá, v8 n. 1, p9-20. 2004.

NOCK, H. P.; RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Tecnologia da Madeira**. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, 1975. 202p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT e à empresa Re flora pelo fornecimento da madeira e apoio na coleta de material.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUALIFICAÇÃO DE SUPERFÍCIES DE MADEIRA DE MOGNO AFRICANO

Anna Carolina de Almeida Andrade, José Reinaldo Moreira da Silva, Luiz Eduardo de Lima Melo, Glenda Ferreira Velocino, Débora Fernanda Reis Nascimento

Universidade Federal de Lavras/MG

carol_bertges@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O emprego de madeiras alternativas contribuiu para a proteção de matas nativas e diminuiu o déficit de matéria prima da indústria de produtos sólidos. O emprego de madeiras de plantios, como o mogno africano, tem ganhado espaço principalmente na indústria moveleira e construção civil. Contudo, a escassez de informações sobre as características dessa madeira e de sua trabalhabilidade dificultam sua utilização. Devido a esse atual quadro objetivou-se avaliar a qualidade da superfície usinada das madeiras de *Khaya ivorensis* A. Chev e *Khaya senegalensis* Desr (A. Juss) processados mecanicamente com diferentes padrões.

As espécies, *Khaya ivorensis* A. Chev e *Khaya senegalensis* Desr (A. Juss) são da família Meliaceae, conhecidas popularmente como mogno africano e foram introduzidas no Brasil com o intuito de substituir o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King), que apresenta de baixas a médias contrações e boas características de resistência a esforços estáticos e à compressão (MACHADO et al., 2003). Outro fator importante é sua resistência à *Hypsiphyla grandella* (Zeller), principal praga do mogno brasileiro

Néri et al. (2000) observaram crescimento na demanda por espécies de reflorestamento no setor madeireiro no Brasil. Esses autores atribuíram este crescimento à necessidade de substituição da madeira de florestas nativas tradicionalmente utilizadas nos setores moveleiro e da construção civil.

O rugosímetro é utilizado para determinar perfis lineares. Ele mede as variações verticais em função do deslocamento horizontal, sobre as superfícies dos materiais. Silva et al. (2006) mostraram que o rugosímetro de arraste pode ser utilizado para verificação de texturas de superfícies usinadas de madeira, fornecendo parâmetros como “Ra”, “Rt”, “Rq”, “Rz”, “Ry” e “Sm”. Silva et al. (2008), analisando madeiras de *Eucalyptus grandis* apresentaram correlação

positiva entre os valores médios dos parâmetros “Ra” e “Rq” com a velocidade de avanço.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Em plantio comercial, com 11 anos de idade, abateu-se aleatoriamente duas árvores, sendo uma de *Khaya ivorensis* e outra de *K. senegalensis* e coletou apenas a primeira tora de cada uma. As toras foram desdobradas tangencialmente e retirou-se aleatoriamente 44 corpos de prova de 600 x 140 x 30 mm (comprimento x largura x espessura). Eles foram transportados para a câmara climática com temperatura e umidade relativa do ar controladas [$T = (20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$ e $UR = (60 \pm 5)\%$] do Laboratório de Ciência e Tecnologia da Madeira (DCF-UFLA).

A seguir, os corpos de prova foram aplainados nas faces, em uma plaina desempenadeira com cabeçote de 105 mm de diâmetro, com três facas e sistema de exaustão. As rotações do eixo porta ferramentas foram de 2400, 3600 e 4000 min^{-1} definidas a partir de inversor de frequência (W10). A partir dessas rotações foram calculadas as velocidades de corte. Já, as velocidades de avanço foram pré-estabelecidas em 6 e em 15 $\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$ com uso de alimentador de avanço acoplado a um inversor de frequência (W8). A seguir os corpos de prova foram transportados novamente para a câmara climática.

Por meio de um rugosímetro de arraste (Surtronic 3+), foram feitas 4 leituras na face aplainada de cada corpo de prova. O parâmetro de rugosidade mensurado foi o “Ra”, conforme trabalho realizado por Braga (2011).

A análise estatística foi realizada utilizando a análise de variância (ANOVA) a 5% de significância com doze tratamentos (três velocidades de corte, duas espécies e duas velocidades de avanço).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância do parâmetro de rugosidade “Ra” encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 Resumo da análise de variância para o parâmetro “Ra” de rugosidade

Fonte de Variação	GL	QM
Velocidade de corte (Vc)	2	0,5523 ^{n.s.}
Velocidade de avanço (Vf)	1	0,3290 ^{n.s.}
Vc x Vf	2	1,8350 ^{n.s.}
Erro	170	1,2943
TOTAL	175	
Coefficiente de Variação (%)	34	

*Significativo a 5% de significância; ^{n.s.} Não significativo a 5% de significância.

Observa-se que não encontrou diferença estatística, a 5% de significância entre os tratamentos analisados.

Em trabalhos realizados por Silva et al. (2006) e Silva et al. (2008) pode-se observar que menores velocidades de avanço e maiores velocidades de corte proporcionaram superfícies com menores valores de rugosidade conseqüentemente de melhor qualidade.

4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

- Não houve diferença na qualificação da superfície para os diferentes tratamentos.
- Deve utilizar rugosímetros com maior faixa de leitura (CUT-OFF) como proposta para detectar brucos arrancamentos de fibras.

5. BIBLIOGRAFIA

BRAGA, P.P.C. **Estabelecimento de padrões de usinagem e qualidade de acabamento em madeira de *Coffea arabica***. 2011. 57p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

MACHADO, J.S.; CRUZ, H.; NUNES, L. Mitos e factos relacionados com o desempenho de elementos de madeira em edifícios. In: **3º Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios**, LNEC, 2003, Lisboa, Portugal, 10p.

NÉRI, A. C.; GONÇALVES, R.; HERNANDEZ, R. E. **Forças de corte ortogonal 90-90 em três espécies de madeira de eucalipto**. Revista Brasileira de Engenharia

Agrícola e Ambiental, v.4, n.2, p.275-280, 2000, Campina Grande, PB, EAq/UFPB

SILVA, J. R. M.; BRAGA, P. P. C.; MARTINS, M. Identificação de parâmetros de rugosidade para qualificação de pisos de *eucalyptus grandis*. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11., 2008, Londrina. **Anais...** Londrina: EBRAMEN, 2008. 1 CD-ROM.

SILVA, J. R. M.; LIMA, J. T.; BRAGA, P. P. C.; TRUGILHO, P. F. A utilização de rugosímetro na qualificação de superfícies usinadas em madeiras de *Eucalyptus* sp. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 10., 2006, São Pedro. **Anais...** São Pedro: EBRAMEN, 2006. 1 CD-ROM.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CNPq e da FAPEMIG por, respectivamente, conceder recursos financeiros para bolsas de estudo e aquisição de suplementos fundamentais para a realização desse trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RELAÇÃO ENTRE CARGAS DE ÁLCALI E RENDIMENTO DE POLPAS DE *EUCALYPTUS*

Vânia Aparecida de Sá, Kelly Iapuque Rodrigues de Sousa, Maria Lúcia Bianchi, Paulo Fernando Trugilho
Universidade Federal de Lavras
 e-mail: vania_desa@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O Brasil se destaca como maior produtor mundial de celulose kraft branqueada de fibra curta, cuja produção alcançou valores da ordem de 14,0 milhões de toneladas de polpa e 9,9 milhões de toneladas de papel no ano de 2011 (BRACELPA, 2012). Este sucesso se deve, em grande parte, ao bom desempenho silvicultural das espécies do gênero *Eucalyptus* às condições edafoclimáticas brasileira, além dos fortes investimentos em pesquisas e desenvolvimento dos programas de melhoramento genético que possibilitou a obtenção de espécies mais produtivas.

As indústrias de celulose que utilizam madeiras de eucalipto, normalmente empregam materiais com densidade variando entre 450 e 550 kg/m³ (Wehr e Barrichello, 1992). A utilização de madeiras de baixa densidade influencia no rendimento em polpa (base volume), enquanto que as madeiras mais densas apresentam dificuldades de cavaqueamento e impregnação dos cavacos, consomem quantidades elevadas de reagentes de cozimento e resultam em baixos rendimentos (base peso) e altos índices de rejeitos.

O rendimento depurado é o resultado do rendimento bruto do cozimento subtraído o teor de rejeitos. Os rejeitos são constituídos basicamente de nós ou cascas da madeira, palitos (“shives”) ou até cavacos que não se deslignificaram totalmente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o rendimento depurado e sua relação com diferentes dosagens de álcali em polpas produzidas com clones comerciais de *Eucalyptus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 9 clones de *Eucalyptus urograndis*, com 6,5 anos de idade, procedentes da CENIBRA S.A, localizado no município de Belo Oriente, MG. Para cada material genético foram selecionadas 5 árvores. De cada árvore foram obtidos toretes de 1,0 m de comprimento retirados nas posições correspondentes à 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do fuste, considerando um diâmetro mínimo de 7 cm. Os toretes foram transformados em cavacos, em seguida, classificados e misturados perfazendo uma amostra composta de madeira por material genético.

Os cozimentos foram realizados em digestor laboratorial da CENIBRA-S.A, dotado de 3 células. As condições operacionais foram: 400 g de cavaco; temperatura máxima de 170 °C; tempo até a temperatura máxima, 90 minutos; tempo de permanência à temperatura máxima, 60 minutos. As cargas de álcali foram estabelecidas experimentalmente de modo a obter polpas com número kappa $17 \pm 0,5$. Foram realizados três cozimentos para cada clone, totalizando 27 polpas. As fibras foram lavadas em água desmineralizada e individualizadas em *hydrapulper* durante 1 minuto. As polpas foram depuradas em um depurador laboratorial, lavadas em água corrente durante 5 horas, em seguida, desaguadas a aproximadamente 30% de consistência em centrífuga. Para determinação do rendimento, considerou-se a massa de madeira seca, massa de polpa seca e teor de rejeitos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento depurado das polpas de celulose está apresentado na Fig. 1. O valor médio de 49,4% obtido neste estudo está próximo ao valor de 50% citado na literatura (D'ALMEIDA, 1988). Os produtos resultantes do processo de polpação foram o licor de cozimento e a polpa

marrom. No processo foram perdidos, em maior parte, a lignina, que é indesejada no processo, extrativos, minerais e parte dos carboidratos sensíveis às condições mais severas de cozimento (temperatura, sulfidez, álcali efetivo, tempo).

Quanto menor o rendimento depurado, maior será o consumo específico de madeira. Além desse fator, influenciará também na maior geração de teor de sólidos no licor, podendo resultar até na redução da produção devido a sobrecarga da caldeira de recuperação (CALDEIRA, 2007)

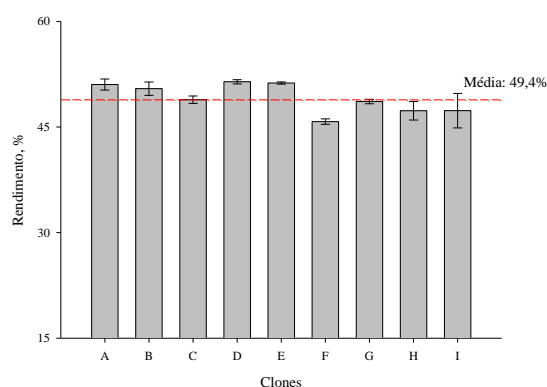


Fig. 1: Rendimento depurado das polpas de celulose de clones comerciais de *Eucalyptus*.

A fig. 2 apresenta a relação entre as cargas de álcali efetivo e o rendimento depurado. A variação para carga de álcali efetivo foi de 14 a 18,4%. Quanto maior a carga de reagente de deslignificação, maior serão as perdas dos componentes químicos da madeira, como hemiceluloses e celulose, que influenciam no rendimento final das polpas.

A correlação demonstra proporcionalidade entre a carga de álcali e o rendimento depurado. Para esta relação foi obtido o coeficiente de determinação de 0,72. Portanto, verifica-se que a variação da carga de álcali explica em 72,0% a variação do rendimento, sendo que, possivelmente, os outros 28,0% possam ser explicados por variáveis como matéria-prima, as condições de cozimento entre outras.

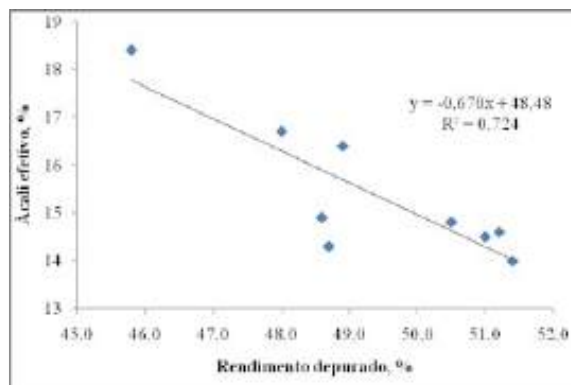


Fig. 2: Correlação entre cargas de álcali e rendimento depurados das polpas de *Eucalyptus*.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O rendimento das polpas foi compatível com os encontrados na literatura.

Houve uma relação linear entre as cargas de álcali e o rendimento depurado das polpas.

É importante um estudo de caracterização físico-química das madeiras e das polpas.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT 11942: Madeira – determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. Relatório estatístico. Disponível em: < fb.Bracelpa.org.br >

Acesso em: 14 de fevereiro de 2013.

CALDEIRA, A. F. **Efeito das condições de processo sobre a produção de ácidos hexenurônicos em polpas celulósicas**. 2007. 124 f. Dissertação (mestrado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

D'ALMEIDA, M. L. O. Composição Química dos Materiais Ligno-celulósicos. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Celulose e Papel**, v. 1. São Paulo: SENAI, 1988, v.1, p. 6-38.

AGRADECIMENTOS

À empresa CENIBRA S.A, pelo financiamento, disponibilização do laboratório e dos materiais.

À CAPES e à FAPEMIG pelo suporte e bolsas.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



GELATINIZAÇÃO DE ADESIVO NATURAL A BASE DE TANINOS DE CASCA DE *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville

Marina Rates Pires, Caroline Junqueira Sartori, Vânia Aparecida de Sá, Fábio Akira Mori
Gustavo Henrique Denzin Tonoli
Universidade Federal de Lavras
marinarates@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Stryphnodendron adstringens (Mart.) Coville, ou barbatimão, como é popularmente conhecida, é uma espécie do Cerrado, da família Leguminosae, cuja principal utilização de valor econômico, é a extração de taninos, encontrado nas suas cascas e folhas.

Segundo Pizzi (1983, 2003), o termo “tanino” é usado para definir duas classes diferentes de compostos químicos de natureza fenólica: os taninos hidrolisáveis e os taninos condensáveis.

Os taninos podem ser utilizados como importantes fontes fenólicas para a produção de adesivos naturais para a indústria madeireira. Com a crise do petróleo no início da década de 70, houve um crescente interesse no desenvolvimento de adesivos a partir de fontes naturais, uma vez que grande parte das matérias primas para a fabricação de adesivos é oriunda de derivados do petróleo (PIZZI, 1994).

A característica que o torna possível é a quantidade de componentes de caráter fenólico que apresentam. Os extratos por si só não possuem qualquer capacidade de ligação, sua utilização como adesivo só é possível em presença de produto ligante, como por exemplo, formaldeído (DIX e MARUTZKY, 1987).

A caracterização de adesivos de bases sintéticas ou naturais se dá pela determinação da viscosidade e do tempo de formação de gel. Normalmente, a viscosidade de soluções de tanino é bem maior do que a viscosidade de resinas fenólicas de mesma concentração. O tempo de formação de gel é uma medida que expressa a velocidade de cura da resina, ou seja, a velocidade de formação de ligações tridimensionais que tornam a estrutura polimérica rígida. Sendo assim, é uma medida importante para se conhecer a vida útil da mistura de adesivos (LELIS, 1995).

O objetivo deste trabalho foi a determinação do tempo de gel de adesivos tânicos em diferentes valores de pH's.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As cascas de barbatimão foram coletadas em uma área de fragmento de Cerrado, localizada no município de Lavras – MG, a partir de 1 metro do solo, sem a derrubada das árvores. Após a coleta, o material foi seco ao ar livre e moídas em moinho martelo com uma peneira de abertura de 1 mm².

A extração dos polifenóis foi realizada de acordo com Mori et al. (2003), empregando-se uma relação licor/casca de 15:1 (v/m) e adicionados 3% de sulfito de sódio em relação a massa seca, em banho-maria à uma temperatura de 70°C por três horas. O material foi filtrado empregando-se uma peneira de malha de 1 mm². Os extratos foram distribuídos em bandejas de vidro e levados à estufa a uma temperatura de 40°C até secagem total. Em seguida, foram moídos até uma granulometria de 200 mesh.

O pH do adesivo foi determinado. Para a obtenção do tempo de gel, foram utilizadas amostras de 10 g de adesivo colocadas em tubos de ensaio e adicionados 8% de paraformaldeído com relação a massa seca do adesivo. O conjunto tubo-bastão foi mergulhado em um banho de glicerina à temperatura de 130°C. Com o auxílio do bastão, o líquido foi constantemente agitado com movimento vertical, em função do aumento na resistência do adesivo ao atingir a “fase de gel”. O mesmo procedimento foi repetido para diferentes valores de pH, sendo este alterado com adição de hidróxido de sódio (2M). O tempo de gelatinização para cada tratamento foi aquele entre imersão do tubo na glicerina e o momento em que a amostra endureceu, sendo correspondente à polimerização ou gel time do adesivo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH e respectivos tempos de gel (s) estão apresentados na tabela 1, verifica-se que o pH do tanino foi de 5,53 apresentando tendência de aumento com a adição da base (fig. 1).

Tabela 1: Valores de pH e tempo de gel do tanino sem e com adição de base:

	pH	TG (s)
Tanino	5,53	75
Tanino + NaOH	7,69	35
	8,02	29
	9,41	25
	11,55	15

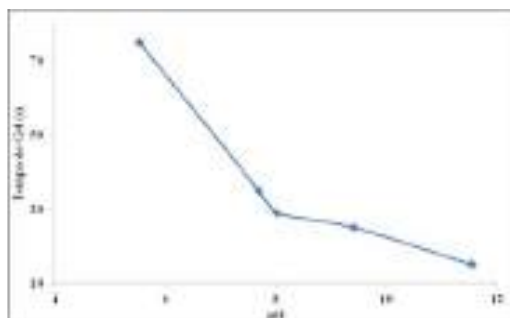


Fig. 1: Comportamento do tempo de gel em diferentes valores de pH.

O aumento do pH com a adição de base, promoveu aumento em sua capacidade de polimerização e consequentemente na reatividade dos adesivos.

Nota-se que o adesivo a base de taninos apresentou caráter ácido, o que é compatível ao encontrado por Almeida et al. (2010) para adesivos a base de taninos de cascas e folhas de barbatimão e adesivo natural comercial de acácia negra.

Siqueira (2005), estudando a reatividade do adesivo de taninos de casca de barbatimão, com 6% de paraformaldeído em diferentes pH's, constatou que o aumento do pH do extrato tânico com NaOH (50% m/m) aumentou rapidamente o endurecimento do extrato de taninos de barbatimão, ou seja, o tempo de gelatinização foi bem baixo. A autora ainda relata que essa alta reatividade dos taninos deve-se, provavelmente, ao caráter nucleofílico do anel A da unidade flavonóide. De acordo com Pizzi (1994), o anel A de qualquer unidade de flavonóides tende a ser mais reativo do que o anel B. O formaldeído reage com taninos através de ligações de pontes metilênicas em posições reativas das moléculas de flavonóides, principalmente dos anéis A.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O aumento do pH com adição de hidróxido de sódio resultou em uma maior reatividade entre o tanino e o paraformaldeído, com um menor tempo de gel.

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, N.F.; MORI, F.A; GOULART, S.L; MENDES, L.M. Estudo da reatividade de taninos de folhas e cascas de barbatimão *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. **Sci. For.**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 401-408, 2010

DIX, B.; MARUTZKY, R. Tanninformaldehyde harze aus den Rindenextrakten von Fichte (*Picea abies*) und Kiefer (*Pinus sylvestris*). **Holz als Roh- und Werkstoff** 45: 457-463, 1987.

LELIS, R. C. C.; **Zur Bedeutung der Kerninhaltsstoffe obligatorisch verkernter Nadelbaumarten bei der Herstellung von feuchtebeständigen und biologisch resistenten Holzspanplatten, am Beispiel der Douglasie (*Pseudotsuga menziesii* Mirb. Franco).** 1995. 175f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais). Forstliche Fakultät, Universität Göttingen, Göttingen, Alemanha

SIQUEIRA, D. **Adesivo termofixo à base de taninos das cascas de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* [Mart.] Coville).** 2005, 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

PIZZI, A. **Wood adhesives: chemistry and technology.** New York: Marcell Dekker, 1v. 364 p. 1983.

PIZZI, A. Natural Phenolic Adhesive I: Tannin. In: **Handbook of adhesive technology.** Org: PIZZI, A e MITTAL K. L. New York: Marcell Dekker, 2edição, p. 573-587, 2003.

PIZZI, A. Tannin-based wood adhesives. In: **Advanced wood adhesives technology.** New York: Marcel Dekker. p. 149-217, 1994.

SIQUEIRA, D. **Adesivo termofixo à base de taninos das cascas de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens* [Mart.] Coville).** 2005, 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e à Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais – FAPEMIG pelas concessões de bolsas de estudo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DAS DIMENSÕES DOS CORPOS DE PROVA NA DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO EM CARVÃO VEGETAL

Taís Regina Lima Abreu, José Tarcísio Lima; Thiago Campos Monteiro; Paulo Fernando Trugilho

Universidade Federal de Lavras.

tr.abreu@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O carvão vegetal é utilizado nas indústrias siderúrgicas como termorreduzidor, uma vez que fornece energia e o gás redutor para o minério de ferro.

Para sua utilização no alto forno é fundamental caracterizá-lo, uma vez que suas propriedades mecânicas estão diretamente ligadas à qualidade final do aço produzido. De acordo com Mendes et al.(1982), entre as propriedades desejáveis do carvão vegetal para a siderurgia, podem-se citar composição química, densidade, tamanho médio das partículas e friabilidade, que estão ligadas à resistência mecânica do carvão, que é um fator importante no processo de fabricação do aço. Alguns testes como o de tamboramento e de queda permitem obter uma indicação da friabilidade do carvão vegetal, porém, estes testes não caracterizam individualmente a peça carbonizada e não garantem resultados confiáveis.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar a influência das dimensões dos corpos de prova na determinação da resistência à compressão paralela às fibras da madeira e do carvão.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados clones de *Eucalyptus*, com sete anos de idade, dos quais foram produzidos oitenta (80) corpos-de-prova para ensaio de resistência à compressão paralela no sentido das fibras da madeira e, seguindo o mesmo sentido, do carvão. As dimensões para a seção transversal foram de 25 x 25 mm e as alturas variaram com: 50, 75, 100 e 125 mm. Dos 80 corpos-de-prova, 40 foram carbonizados conforme metodologia adotada por Vieira et al. (2013), utilizando uma velocidade de aquecimento de 0,5°C/min. e temperatura final de 450°C. O restante dos corpos-de-prova foi

utilizado para determinar a resistência mecânica na madeira.

A resistência à compressão (RC) da madeira e do carvão foi determinada em ensaio de compressão paralela às fibras, adaptando a norma D 143-94(ASTM, 1997). Os testes foram em uma máquina universal de ensaios, a uma velocidade de aplicação de carga de 0,005 cm/min.

Os resultados foram avaliados através da análise de variância (ANOVA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de resistência à compressão da madeira e do carvão em função da altura das amostras são ilustrados nos gráficos 1 e 2, respectivamente.

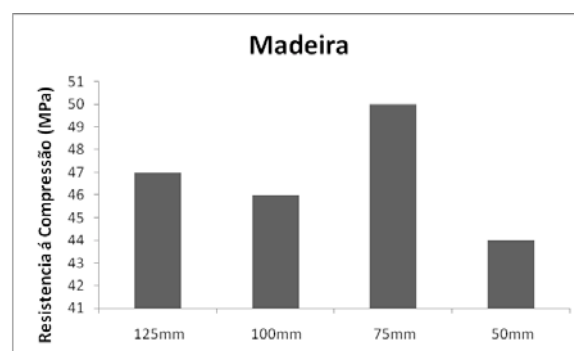


Gráfico 1: Resistência da madeira à compressão paralela às fibras em função da altura dos corpos de prova.

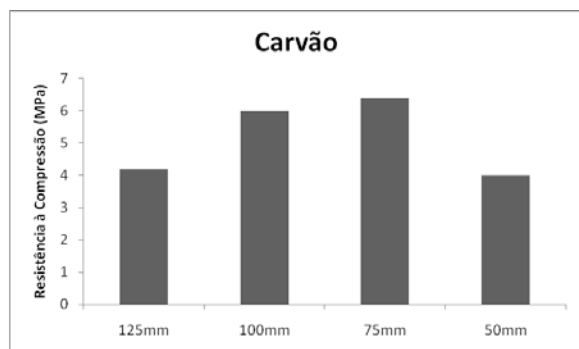


Gráfico2: Resistência do carvão à compressão paralela às fibras em função da altura dos corpos de prova.

Os resultados sugerem que corpos-de-prova maiores podem ser propensos a apresentarem defeitos, por isso, é desejável ensaiar peças menores.

A variação da resistência à compressão do carvão entre as diferentes alturas dos corpos-de-prova foram ligeiramente pequenas e todas se encontram semelhantes aos valores encontrados por Vieira (2009).

Não houve diferença significativa para a resistência à compressão entre as diferentes alturas dos corpos-de-prova de madeira e de carvão, ao nível de 5% de significância, indicando que os comprimentos nas dimensões avaliadas não influenciaram na resistência à compressão.

4. CONCLUSÕES

Os comprimentos nas dimensões dos corpos de prova analisados não influenciaram na resistência à compressão.

Corpos-de-prova de pequenas dimensões preferivelmente devem ser usados nos ensaios, visto que estão sujeitos a defeitos menores durante a carbonização.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS-ASTM. Annual book of ASTM standards. Denver: 1997. 679 p. D 143–94. Standard methods of testing small, clear specimens of timber. p. 23-53.

MENDES, M.G.; GOMES, P.A.; OLIVEIRA, J.B. Propriedades e controle da qualidade do carvão vegetal. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS.

Produção e utilização de carvão vegetal. Belo Horizonte, 1982. p.77-89.

VIEIRA, R. S. **Propriedades mecânicas da madeira de clones de *Eucalyptus* e do carvão produzido entre 350°C e 900°C.** Lavras: UFLA, 2009. 80 p. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

VIEIRA, R. V. S.; LIMA, J. T.; MONTEIRO, T. C.; NAPOLI, A.; SELVATTI, T. S.; BARAÚNA, E. E. P. Influência da temperatura no rendimento dos produtos da carbonização de *Eucalyptus microcorys*. CERNE, v. 19, n.1, p. 59-64, 2013.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto de iniciação científica tecnológica. A empresa V&M Florestal por fornecer a madeira para os ensaios. À Fapemig pelo apoio à participação no I CBCEM e à UFLA por fornecer os equipamentos para confecção das amostras e carbonização.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE ÁRVORES ADULTAS DE *Corymbia maculata*

José Tarcísio Lima; Taiana Guimarães Arriel; Selma Lopes Goulart, Lidiane Costa Lima
 Universidade Federal de Lavras
 jtlima@dcf.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

A densidade é um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade da madeira, pois é de fácil determinação e está ligada às demais propriedades do material.

De acordo com Panshin & De Zeeuw (1980) a densidade da madeira depende do tamanho das células, da espessura das paredes celulares e da inter-relação entre o número de células de vários tipos em função desses dois fatores. No gênero *Eucalyptus* a densidade da madeira pode variar de acordo com inúmeros fatores, entre eles, com a idade da árvore, com o seu local de crescimento e dentro da própria árvore (FERREIRA, 1972). A variação da densidade básica no sentido medula-casca, geralmente, é crescente, isto é, aumenta gradativamente do cerne para o alburno (FOELKEL et al., 1983). Já as variações da densidade básica no sentido longitudinal, base-topo, das árvores são menos consistentes do que aquelas na direção radial (Lima et al., 1992).

Para a contração volumétrica da madeira, maior alteração dimensional se manifesta tangencialmente ao sentido dos anéis de crescimento, sendo seguida pela dimensão radial e com valores praticamente desprezíveis no sentido longitudinal (PANSHIN; DE ZEEUW, 1980). Segundo esses autores, as contrações longitudinais e transversais variam de acordo com a interação da quantidade de substância da madeira, com a média do AMF nas paredes das células em relação ao seu eixo longitudinal e com a lignificação da parede celular.

Ainda segundo os mesmos autores, a contração da madeira também varia de acordo com a sua posição na árvore. Normalmente, as contrações transversais são menores próximos à medula, mas crescem desta para a casca, o que pode estar relacionado com a redução do ângulo microfibrilar da parede celular, com o aumento do comprimento da célula e do teor de celulose.

O presente trabalho teve como objetivos estudar a variação da densidade básica e da contração

volumétrica da madeira de *Corymbia maculata* no sentido medula-casca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas madeiras de duas árvores de 37 anos de *Corymbia maculata*, cada uma representada por um disco de 10 cm de espessura amostrado a três metros de altura do tronco. Os discos foram levados a plaina desempenadeira e depois lixados com lixas de gramatura de 40, 60, 80, 100, 150, 180. Após demarcação dos 37 anéis de crescimento, foram retirados os corpos de provas no sentido medula-casca do lenho de tração e normal, procurando representar toda extensão diametral do tronco.

A densidade básica foi calculada conforme a NBR 11941 (ABNT, 2003), e as contrações volumétricas foram determinadas de acordo com a norma NBR 7190/97 (ABNT, 2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade básica média (DB) da madeira de *Corymbia maculata* foi igual a $0,603 \text{ g.cm}^{-3}$. A densidade básica aumenta da medula em direção à casca até atingir um ponto de máximo, decrescendo a partir daí em direção à casca. A DB (Figura 1), no lenho normal apresentou maior valor aproximadamente à idade de 20 anos. Para o lenho oposto, o mesmo comportamento foi encontrado, mas o maior valor de densidade foi observado próximo aos 26 anos de idade.

Em geral, a contração volumétrica (CV) mostrou comportamento da medula para a casca semelhante ao observado para DB. A CV média foi igual a 17,01%. Em geral, a contração volumétrica (Figura 2) no lenho normal teve variação entre 20 e 15%, mostrando seu maior valor próximo aos 23 anos de idade, enquanto no lenho oposto apresentou-se mais homogênea, com maior valor aos 17 anos de idade, aproximadamente.

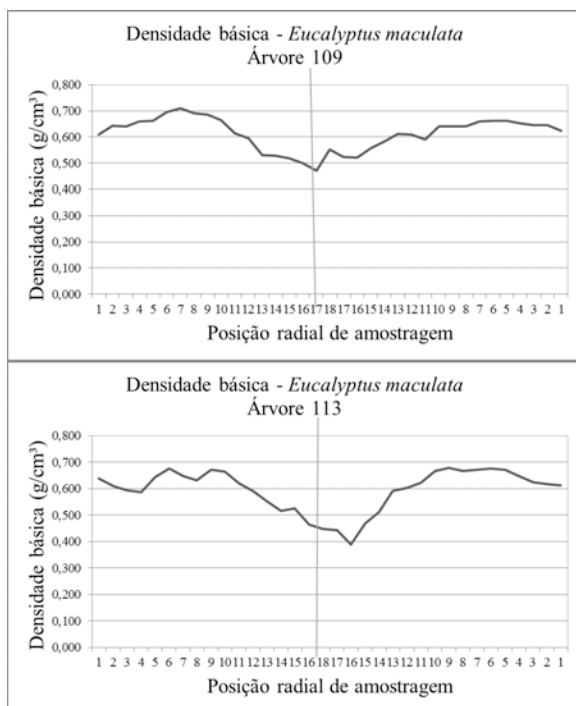


Figura 1: Densidade básica de *Corymbia maculata*, para amostra da árvore 109 e 113, sendo lado esquerdo lenho normal e direito lenho oposto.

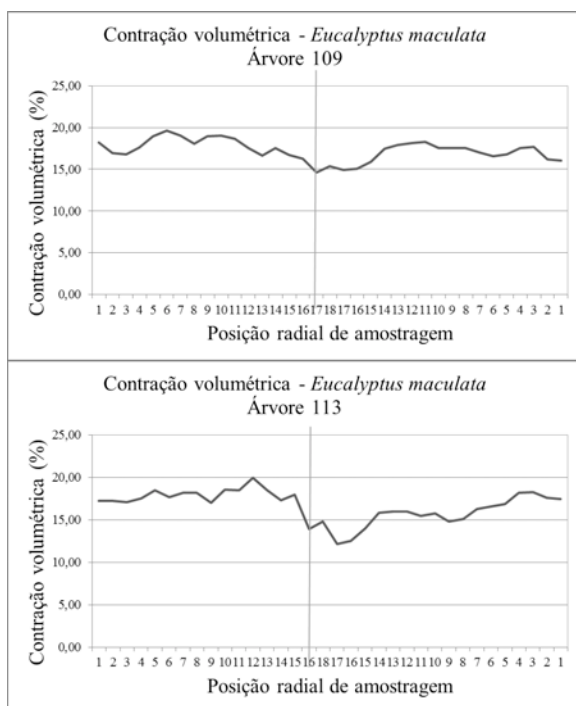


Figura 2: Contração volumétrica de *Corymbia maculata*, para amostra da árvore 109 e 113, sendo lado esquerdo lenho normal e direito lenho oposto.

4. CONCLUSÕES

A densidade básica e a contração volumétrica da madeira de *Corymbia maculata* foram iguais a $0,603 \text{ g.cm}^{-3}$ e $17,01\%$, respectivamente. Os

valores dessas propriedades apresentaram tendência de aumento no sentido medula-casca, com valor máximo de densidade básica observado acima dos 20 anos de idade. O valor máximo de contração volumétrica foi, em geral observado em madeira madura.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: Madeira – Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro: 2003. 6p.

BARRICHELO, L.E.G.; BRITO, J.O.; MIGLIORINI, J.A. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus* spp. *Silvicultura*, n.8, v.28, p.726-731,1983.

FERREIRA, S. Lenho de tração em *Eucalyptus* spp cultivados em diferentes topografias. 2007. 169 p. Tese doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

LIMA, J.T., ROSADO, S.C.S., OLIVEIRA, A.D. Variação da densidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, *E. tereticornis* e *E. camaldulensis* no sentido longitudinal dos caules. *Revista Ciência e Prática*, v. 16, n.1, p. 42-47, 1992

OLIVEIRA, J. T. S., SILVA, J. C. Variação radial da retratibilidade e densidade básica da madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. *Revista Árvore*, 27(3): 381-385, 2003.

PANSHIN, A. J., DE ZEEUW, C. Structure, identification, properties and uses of the commercial woods of the U.S. and Canada. *Textbook of wood technology*, 722 p, 1980.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio do CNPq (Processo 483293/2009-1) e da FAPEMIG por concederem recursos financeiros para auxílio à pesquisa e bolsas para a realização desse trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA DE HÍBRIDOS NATURAIS DE *Eucalyptus urophylla* UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE CARVÃO VEGETAL

Débora Fernanda Reis Nascimento, Luiz Eduardo de Lima Melo, José Reinaldo Moreira da Silva, José Tarcisio Lima, Hélder Bolognani Andrade
Universidade Federal de Lavras
deborareis@engflorestal.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

O estudo das células permite diferenciar espécies aparentemente idênticas e auxilia no entendimento do comportamento da madeira para sua utilização, isto é, ele é importante na predição da qualidade da madeira.

A madeira é heterogênea devido à presença de vários tipos e quantidades de células em sua estrutura, sendo caracterizada como material variável. Suas propriedades anatômicas, físicas, mecânicas e químicas variam significativamente entre espécies, árvores e posições dentro das árvores. É sabido que a variação mais significativa ocorre no sentido da medula para a casca, que é devido às mudanças sofridas pelo amadurecimento do câmbio vascular e por modificações impostas pelo ambiente.

Segundo Brito et al. (1983), o *Eucalyptus* é um importante gênero fornecedor de matéria-prima para diversas finalidades industriais, devido à grande variabilidade da qualidade da madeira das diversas espécies/clones desse gênero. As condições edafoclimáticas do Brasil permitiram que várias espécies do gênero *Eucalyptus* se adaptassem passando a serem importantes fornecedoras de matérias-primas para a produção de lenha, carvão vegetal, celulose e papel.

Objetivou-se nesse trabalho caracterizar anatomicamente madeira de híbridos naturais de *Eucalyptus urophylla* para seleção genética de material para a produção de carvão vegetal.

2. METODOLOGIA

Em plantios comerciais de três híbridos naturais (VM03, VM04 e VM05 da V&M FLORESTAL), com sete anos de idade, selecionou-se aleatoriamente três indivíduos de cada híbrido, que foram abatidos. A partir de discos retirados a 1,30 m do solo, retirou-se corpos de prova de 1 x 1 x 1 cm, em quatro

posições radiais: 0% (medula), 33%, 66% e 100% (próximo à casca).

Segundo IAWA (1989) avaliou-se os parâmetros anatômicos: frequência de vasos (n°/mm^2), comprimento e diâmetro dos elementos de vaso (μm), altura e largura dos raios (μm), comprimento, largura e diâmetro do lume das fibras (μm) e fração parede da fibra (%).

A análise estatística foi realizada utilizando a análise de variância (ANOVA), a 5% de significância, para os três híbridos e para as quatro posições radiais. Quando significativo fez-se a comparação múltipla das médias pelo teste de Skott Knott, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre os híbridos. Já para as posições radiais, observou variação significativa para os parâmetros anatômicos, com exceção do diâmetro do lume e da altura dos raios, no clone VM03 e do diâmetro do lume e da fração de parede no clone VM04. Nas Figuras 1, 2 e 3 encontram-se os planos transversal, tangencial e radial, respectivamente, dos híbridos.

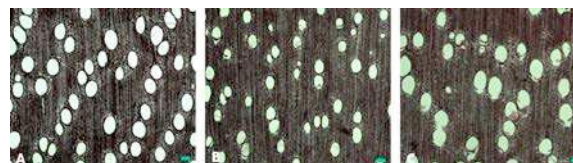


Fig. 1: Fotomicrografias transversais dos híbridos, A= VM03, B= VM04 e C= VM05.



Fig. 2: Fotomicrografias tangenciais dos híbridos, A= VM03, B= VM04 e C= VM05.

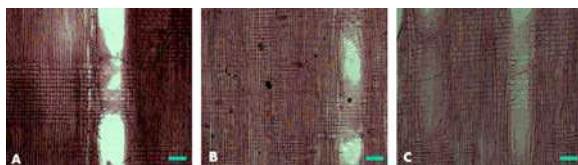


Fig. 3: Fotomicrografias radiais dos híbridos, A= VM03, B= VM04 e C= VM05.

Na literatura é informado que madeiras ricas em vasos e células parenquimatosas (Tabela 1) não são indicadas para a geração de energia, pois apresentam menor quantidade de biomassa para sustentar a combustão. Essa biomassa é melhor representada pelas fibras, ou mais especificamente pela ocupação de suas paredes no lenho (Tabela 2) O clone VM04 apresentou maiores frações parede, baixa frequência e menor diâmetro de vasos, características que o apresenta como melhor material genético para a geração de energia.

Tabela 1: Comparação múltipla das médias das características anatômicas ligadas aos vasos e parênquima radial, para os híbridos

Característica anatômica	Híbridos		
	VM03	VM04	VM05
Comprimento dos vasos (μm)	257,6 a	297,8 b	254,0 a
Diâmetro dos vasos (μm)	140 b	132 a	150 c
Frequência dos vasos ($\text{n}^\circ/\text{mm}^2$)	11,4 c	10,5 a	10,2 b
Comprimento dos raios (μm)	13,9 b	13,7 a	15,1 b
Altura dos raios (μm)	203,6 a	242,1 b	213,1 b

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na linha, não difere entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância

Tabela 2: Comparação múltipla das médias das características anatômicas ligadas às fibras, para os híbridos

Característica anatômica	Híbridos		
	VM03	VM04	VM05
Fração Parede (%)	40,85 b	45,00 a	40,02 b
Diâmetro do lume da fibra (μm)	10,78 b	9,57 a	9,80 a
Diâmetro da fibra (μm)	18,18 c	17,27 b	16,29 a
Espessura da parede da fibra (μm)	3,70 b	3,85 b	3,24 a
Comprimento da fibra (μm)	712 a	806 c	765 b

Médias seguidas de pelo menos uma mesma letra, na linha, não difere entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de significância

4. CONCLUSÕES

O Híbrido natural de *Eucalyptus urophylla* VM04 apresentou melhores características anatômicas para utilização no processo de carbonização. Contudo, deve-se fazer o estudo do comportamento dessa madeira frente à secagem e ao processo de carbonização.

5. BIBLIOGRAFIA

BRITO, J. O.; BARRICHELO, L. E. G.; MIGLIORINI, A. J.; MURAMOTO, M. C. Análise da produção energética de carvão vegetal de espécies de eucalipto. **Boletim Informativo IPEF**, Piracicaba, SP, n. 23, p. 53-56, 1983.

IAWA COMMITTEE. List of microscope features for hardwood identification. **IAWA Bulletin** 10: 234-332. 1989.

NEVES, T. A.; PROTÁSIO, T. de P.; COUTO, A. M.; TRUGILHO, P. F.; SILVA, V. O.; VIEIRA, C. M. M. Avaliação de clones de *Eucalyptus* em diferentes locais visando à produção de carvão vegetal. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 68, p. 319-330, 2011.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da V & M FLORESTAL, pelo financiamento da pesquisa e da FAPEMIG e CNPq por conceder recursos financeiros para aquisição de suplementos fundamentais para a realização desse trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUALIDADE DA MADEIRA USINADA DE *Coffea arabica* L.

¹José Reinaldo Moreira da Silva, ²Glenda Ferreira Velocino, ³Anna Carolina de Almeida Andrade

Universidade Federal de Lavras

jureinaldo@dcf.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

A indústria moveleira carece de qualificação dos seus produtos. Diversos trabalhos têm focado a utilização de rugosímetros na qualificação da superfície processada de madeiras, pois consideram as variações nas propriedades da madeira e nos parâmetros de usinagem qualificando de forma precisa a superfície usinada (Braga, 2011).

Minas Gerais possui elevada quantidade de resíduo das lavouras de *Coffea arabica* L., que atualmente é utilizada para fins energéticos, mas que pode ser adequada para subsidiar confecção de produtos sólidos.

Segundo Silva et al. (2006), o rugosímetro de arraste pode ser utilizado para verificação de texturas de superfícies processadas de madeira, portanto a qualidade da superfície usinada foi baseada nos parâmetros de Ra e Rz.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade da superfície usinada de madeiras de *Coffea arabica* L. por meio do rugosímetro de arraste.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A madeira de *Coffea arabica* foi proveniente da renovação de plantio de 15 anos, no espaçamento 3 x 2 m, localizado no município de Machado/MG. O cafeeiro foi desgalhado, cortado e transportado para o Laboratório de Usinagem da Madeira (DCF-UFLA) para obtenção de corpos de prova de 30 mm de espessura e comprimento e largura variáveis, que foram armazenados na câmara climática [T = (20±2)⁰C e UR = (60±5)%].

A seguir, os corpos de prova foram aplainados nas faces, em uma plaina desempenadeira com cabeçote de 105 mm de diâmetro, com três facas e sistema de exaustão. A rotação do eixo porta ferramentas foi de 3600 definidas pelo inversor

de frequência. A velocidade de avanço foi pré-estabelecidas em 6 e em 15 m*min⁻¹ com uso de alimentador de avanço acoplado a um inversor de frequência (W8).

Posteriormente, os corpos de prova foram transportados novamente para a câmara climática, onde foram realizadas as determinações dos parâmetros de rugosidade “Ra” e “Rz”, por meio de um rugosímetro de arraste (Figura 1).



Figura 1 – Leitura dos parâmetros de Rugosidade

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a velocidade avanço de 6 m*min⁻¹ o menor valor de “Ra” foi 2,07 e o menor valor de “Rz” foi 11,60. Para a velocidade de avanço de 15 m*min⁻¹ o menor valor de “Ra” foi 2,39 e o menor valor de “Rz” foi 14,07.

Observa-se a diferença estatística, a 5% de significância entre os tratamentos analisados. Pela comparação múltipla entre as médias (Tabela 1) observa-se que a velocidade de avanço de 6 m*min⁻¹ apresentou melhores qualidades de superfície usinada, fornecendo menores valores dos parâmetros “Ra” e “Rz”.

Tabela 1-Valores médios do parâmetro de rugosidade “Ra” e “Rz” para madeiras de Coffea arábica em diferentes velocidades de avanço

Velocidade de avanço	Ra	Rz
6 m * min ⁻¹	2,36 a	13,95 a
15 m * min ⁻¹	2,89 b	16,51 b

Segundo Braga (2008), madeiras de *Pinus* usinadas com velocidade de avanço de 10 m*min⁻¹ apresentaram menores valores de “Ra”, entretanto esses valores quando comparados com valores de “Ra” encontrados em madeiras de *Eucalyptus* para essa mesma velocidade foram considerados elevados caracterizando uma superfície rugosa.

Pode-se verificar também que a madeira de *Pinus* apresentou maiores valores de “Ra” médio, quando comparado com os valores médios de “Ra” obtidos em madeiras de *Eucalyptus*, comportando-se de forma rugosa nos tratamentos (Braga, 2008).

Silva et al (2008) avaliando a qualidade da superfície usinada na operação de desempenho em madeiras de *Eucalyptus* sp. verificaram que altas velocidades de corte associadas a altas velocidades de avanço aumentaram os valores de rugosidade consequentemente reduziu a qualidade da superfície usinada.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

- Menores velocidades de avanço oferecem superfícies usinadas de melhor qualidade, assim, será necessário menos trabalho durante o acabamento superficial e melhor será a utilização para a fabricação de sólidos de madeira de *Coffea arabica*.

5. BIBLIOGRAFIA

BRAGA, P. P. C. **Análise da superfície usinada de madeiras por meio de rugosímetro de arraste.** 2008. 37 p, Lavras - MG

SILVA, J. R. M., LIMA J. T., BRAGA, P. P. C., TRUGILHO, P. F. (2006). **A utilização de rugosímetro na qualificação de superfícies usinadas em madeiras de *Eucalyptus* sp.** In 10º EBRAMEN, São Pedro/SP. 2006.

SILVA, J. R. M., BRAGA, P. P. C., MARTINS, M. **Identificação de parâmetros de rugosidade para qualificação de pisos de *Eucalyptus grandis*.** In 11º EBRAMEN, Londrina/PR. 2008.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao apoio da FAPEMIG por conceder recursos financeiros para bolsas de estudo e aquisição de suplementos fundamentais para a realização desse trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



SISTEMA ESTRUTURAL ESTAIADO EM MADEIRA TIPO ÁRVORE: UMA TECNOLOGIA QUE PRIVILEGIA O ECOSISTEMA DE SEU ENTORNO

Decio Gonçalves – dg@sc.usp.br, Francisco Antonio Rocco Lahr – frocco@sc.usp.br, Carlito Calil Jr. – calil@sc.usp.br: LaMEM/SET/EESC/USP; André Luis Christoforo – DEMEC/UFSJ – alchristoforo@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho apresenta e analisa o projeto do *Sistema Estrutural Estaiado Tipo Árvore – S2ETA*, bem como define suas características construtivas que primam pela racionalidade construtiva, remetendo-o à obra exemplar “*Sagrada Família*” do Arquiteto Catalão Antoni Gaudí I Conet, iniciada em fins do século XIX em Barcelona e ainda em construção.



Fig. 1: Pilares da Sagrada Família - Fonte INSTITUTO TOMIE OHTAKE (2004).

Gaudí emprega uma linguagem arquitetônica recorrente da imagem metafórica da árvore, invertendo a lógica do gótico que privilegia o pesado abaixo e o leve acima. Esta inversão de elementos estruturais propiciou ao Arquiteto criar uma configuração espacial inédita que tem por imagem a própria árvore. Este sistema sustenta-se projetualmente no conceito singelo e singular para desenvolver um sistema estrutural que respeita a natureza, causando-lhe um mínimo impacto no sítio de sua implantação. De forma bastante sucinta, tem apenas um ponto de apoio no solo, com dois estais e mais uma ancoragem por meio de um deck de aproximação ao primeiro pavimento. Compõe-se de dois pavimentos mais a cobertura, aplicando-se nesta um solarium, podendo o piso do primeiro pavimento ser o abrigo de dois autos, fato este atingido pela simples conformação do seu solo abaixo. Os elementos estruturais de madeira são conectados por ligações metálicas, sendo providos de três pilares “diamante” de apoio, treliças espaciais e vigas principais e secundárias. Pode ser implantado em terrenos de diferentes declividades e, pelas suas características projetuais e construtivas, possibilita a desmontagem completa da estrutura, reutilizando-a em outros sítios. O *S2ETA* apresenta excelente relação custo-benefício, quando comparado com outros

sistemas convencionais, totalizando uma área construída de 85 m², com duas suítes, dois banhos, estar, cozinha-área de serviço, despensa, depósito e duas vagas para autos. O objetivo principal deste trabalho, partindo de sua apresentação e análise, é estabelecer parâmetros projetuais e construtivos que focam à temática tão cara aos preceitos contemporâneos que privilegia o ecossistema do entorno de sua implantação. Medidas como reaproveitamento das águas pluviais e dos dejetos advindos do artefato arquitetônico, aplicação de sistema de energia solar, por meio de células fotovoltaicas, detalhes de projeto como ventilação cruzada, aeração tipo chaminé, entre outras, fazem parte das preocupações deste trabalho.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: MATERIAL E MÉTODOS

O material madeira

A madeira é um material renovável que requer pequena quantidade de energia para o seu processamento. Além deste atributo importante, é agradável ao tato e primordialmente aplica-se de forma perfeita a sistemas estruturais que propiciam as mais variadas configurações espaciais.

As conexões entre elementos estruturais em madeira

Empregam-se neste sistema estrutural composto de peças de madeira de comprimentos que possam ser transportados por caminhão com carrocerias de até 4 m de comprimento. Neste contexto, é essencial o emprego de conexões madeira x madeira, com parafusos auto-atarraxantes, ligações metálicas, ou seja, o que melhor convier para uma adequada conexão entre os elementos estruturais em madeira.

Os experimentos

Sua estrutura é composta basicamente por pilares do tipo “diamante”, ou simplesmente “diamante” e treliças espaciais, esta configuração espacial se repete no sistema,

recebendo assim a denominação de Módulo (Figura 2). O estágio atual de desenvolvimento contemplou o cálculo numérico do Módulo, definindo todas as suas dimensões, bem como, caracterizando sua estabilidade estrutural. O cálculo foi feito por meio do software CYPECAD versão 2007.1.i, que tem como base o método dos elementos finitos (MEF). A opção pela utilização deste software se deu em virtude do mesmo considerar no dimensionamento da estrutura as recomendações das normas brasileiras ABNT NBR 7190:1997 – “Projetos de estruturas de madeira” e ABNT NBR 6123:1988 – “Forças devidas ao vento em edificações”.

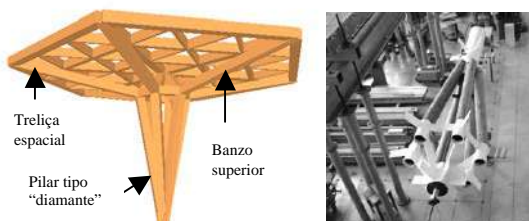


Fig. 2: Módulo/modelagem Fig. 3: “Diamante”



Fig. 4: Módulo: construído e em construção

O maior esforço calculado foi de 7,8 kN, em ensaio à compressão realizado no Laboratório de Madeira e Estruturas de Madeira – LaMEM/SET/EESC/USP com o “diamante” na posição horizontal, aferido por intermédio do dispositivo Kyowa, acionando-se manualmente o cilindro hidráulico, no caso até 15 kN. Resultou um deslocamento relativo de 0,03 cm, ou seja, com praticamente o dobro do esforço calculado, o deslocamento foi insignificante, comprovando o excelente desempenho do elemento estrutural em ensaio de carga (Figura 3).

Para o cálculo definitivo do S2ETA se utilizará o software SAP 2000, mais apropriado a complexidade da estrutura, agora, não mais analisada sob o enfoque de seu Módulo, mas pelo seu conjunto estrutural (Figura 4).



Fig. 5: Maquete na escala 1:50 do S2ETA

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A expectativa que envolve este projeto no que se refere a sua construção é de que se possa iniciá-lo ainda no primeiro semestre de 2013, sendo

implantação prevista para a Área do Campus II da USP São Carlos. A madeira dos elementos estruturais foi disponibilizada graciosamente pela firma PLANTAR de Belo Horizonte, da espécie eucalipto clonado – AMARU, na quantidade de 12 m³ (o Amaru é cotado comercialmente a R\$ 600,00/m³).

Os estais representam estruturalmente a estabilidade longitudinal e transversal da estrutura, em número de dois conjuntos de cada lado do artefato, contando ainda a estrutura com a fixação de seu deck de aproximação ancorando-o no solo, via canaleta de concreto armado. Além disto, os estais são elementos que manterão a estrutura nivelada e prumada, ao longo de toda sua vida útil.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O sistema estrutural pode adequar vários programas funcionais, desde residências unifamiliares, centros de pesquisa, a núcleos habitacionais de interesse social, com as ditas “favelas”. Seu emprego se faz pertinente, pois necessita de apenas um ponto de apoio no solo, caracterizado por um pilar de concreto armado, aonde os “diamantes” com seus respectivos Módulos (pavimentos) são fixados por sistema de encaixe. Sua implantação causa mínimo impacto ambiente ao seu entorno, pode ser construído em terrenos com declividades das mais variadas, chamados de difíceis; Suas peças estruturais são acondicionadas em *pallets*, numeradas. Previamente os três “diamantes” são montados na oficina de marcenaria e os três Módulos são concluídos in loco, sua montagem remete à figura de um LEGO. As expectativas quanto à sua aplicação em diferentes programas funcionais são as mais favoráveis possíveis, pois parte de um apelo de interesse social, a erradicação de favelas e também ao seu emprego em usos institucionais, para fins de pesquisa e ensino.

5. BIBLIOGRAFIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Projetos de estruturas de madeira** – ABNT-NBR 7190:1997, Rio de Janeiro, 1997.
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Forças devido ao vento em edificações** – ABNT-NBR 6123:1988, Rio de Janeiro, 1988.
INSTITUTO TOMIE OHTAKE. **A procura da forma**. Instituto Tomie Ohtake, São Paulo, 2004.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e ao LaMEM/SET/EESC/USP.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DIRETRIZES E PROJETOS ARQUITETÔNICOS PARA INSTALAÇÕES RURAIS EM MADEIRA ROLIÇA

Decio Gonçalves – dg@sc.usp.br, Francisco Antonio Rocco Lahr – frocco@sc.usp.br, Carlito Calil Jr. – calil@sc.usp.br: LaMEM/SET/EESC/USP; André Luis Christoforo – DEMEC/UFSJ – alchristoforo@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho aborda, de uma forma geral, os aspectos arquitetônicos e tecnológicos que podem ser utilizados em instalações em madeira nas propriedades rurais, notadamente do cocho e em seu entorno, visando pensar tópicos e propor alternativas viáveis para moradia e edificações de suporte específicas às atividades pecuárias de gado leiteiro e de corte, bem como unidades armazenadora de cereais, ou simplesmente silos. Possibilita, também, o pensar em formas alternativas de atividades exploratórias, além da produção pecuária com ênfase no turismo rural, apresentando projetos arquitetônicos, algo que já vem sendo abordado com sucesso por algumas propriedades, quer no âmbito familiar, quer por empresas de médio e grande porte.

Além de aspectos como moradia e edificações de suporte e aplicações alternativas à atividade pecuária, dá ênfase ao cocho para alimentação de bovinos, dotado de recursos de informatização, visando uma segura, rápida e eficiente troca de informações entre dados disponibilizados no cocho com uma central de informática, simples ou complexa, nas propriedades rurais. Este equipamento disponibiliza informações sobre datas de aporte das rações, suas proporções, quantidade de sal e água, fornecidos aos bovinos, sua periodicidade, entre outras.

De uma forma geral, uma construção rural, segundo (Ferreira, 1989): “pode ser entendida como toda àquela que compõe o *habitat* do homem do campo, ou seja, sua habitação e os demais componentes necessários, inclusive as instalações destinadas à produção agrícola e pecuária”.

Há que se considerar uma perfeita separação conceitual entre o que se define, como o anteriormente considerado a construção rural, de equipamento rural. Enquanto a construção rural se encerra praticamente na configuração física de um artefato arquitetônico, ainda que simples, o equipamento rural agrega valores a esta

construção, dotando-a de requisitos e especificidades, como, por exemplo, dados de informatização arquivados, para posterior avaliação, referentes às suas atividades em dispositivos e recursos eletrônicos projetados para tais fins.

Procura apresentar uma concepção projetual que privilegia a racionalidade construtiva de um equipamento, no caso, o cocho, em ambientes rurais. Ao mesmo tempo, aponta alguns artefatos arquitetônicos em madeira que compõem o cenário da vida no campo. As construções em áreas rurais, de uma forma geral no que se referem aos artefatos arquitetônicos, como sede da propriedade, moradia para funcionários, locais para abrigo de equipamentos, ambientes de lazer tem uma interface muito parecida com os da cidade. Fazem parte deste pensar, além do cocho, as residências unifamiliares, os edifícios administrativos, o abrigo de ônibus em madeira que pode ser implantado no entorno destas propriedades rurais para conforto de seus usuários.

O trabalho visa propor soluções alternativas às atividades de pecuária, com preocupações arquitetônicas e tecnológicas em algumas instalações situadas nas propriedades rurais e no seu entorno de influência externo, dotando-as de um suporte atual e altamente necessário, o da informatização de suas atividades. Aborda essencialmente o cocho e suas especificidades, ainda que superalimento. Aplica-se primordialmente à implantações em terrenos ditos difíceis, com diferentes declividades e topografia variada.

Grosso modo, estas áreas nas propriedades rurais são relegadas a serem consideradas sem uso, utilizadas apenas como áreas para cobertura de vegetação. De dois sistemas estruturais, “*Sistema Estrutural Tipo Árvore - SETA*” com três pontos de fixação no solo e o “*Sistema Estrutural Estaiado Tipo Árvore - S2ETA*” com apenas um ponto de apoio dotados de estais para sua estabilidade estrutural, decorrem os projetos

elencados neste trabalho. Suas implantações resultam em um impacto ambiental praticamente nulo. Ambos têm seus direitos autorais devidamente registrados no Instituto Nacional da Propriedade Industrial – INPI, com titularidade da Universidade de São Paulo – USP.

No caso do cocho, aplicam-se dois tubos de aço de cada lado para sua fixação no solo concretados por meio de formas de madeira. Com este sistema de fixação os tubos de aço permitem que se transfira, caso necessário, o cocho para outro local. Todas as peças deste cocho veem em *pallets*, numeradas para uma fácil montagem do conjunto (Figura 1).

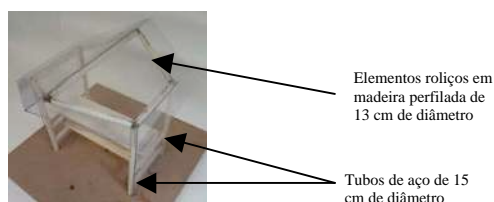


Fig.1. Maquete do cocho na escala 1:50.

Os cochos são fixados em um determinado local no pasto para a alimentação dos bovinos, todavia com o passar do tempo a área dos cochos pelo constante pisar dos animais, o local acaba ficando sem condições de uso, daí a necessidade de transferi-lo para outro local. Esta mobilidade na alocação do cocho de forma periódica tem que ser planejada com antecedência para evitar qualquer descontinuidade na alimentação dos animais



Fig.1: Cocho em condições precárias de utilização – Fonte: Power Point de aula do Professor Paulo Roberto Leme – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – USP Pirassununga.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL: MATERIAL E MÉTODOS EMPREGADOS NAS INSTALAÇÕES RURAIS

A madeira é um material renovável que requer pequena quantidade de energia para o seu processamento. Além deste atributo importante, é agradável ao tato e primordialmente aplica-se de forma perfeita a sistemas estruturais que propiciam as mais variadas configurações espaciais.

Neste contexto, é essencial o emprego de conexões madeira x madeira, com parafusos

auto-atarraxantes, ligações metálicas, ou seja, o que melhor convier.

Os experimentos

As diferentes instalações rurais elencadas neste trabalho, especificamente o cocho, partem de em mesmo conceito projetual, ou seja, remetem à imagem metafórica da árvore e conseqüentemente aos pilares da “Sagrada Família” do Arquiteto Antoni Galdi.



Fig. 2: Pilares da Sagrada Família - Fonte INSTITUTO TOMIE OHTAKE (2004).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas estruturais apontados neste trabalho, tanto o *SETA* quanto o *S2ETA* estão em fase adiantada de desenvolvimento. Ponto relevante foi a construção do Módulo parte integrante dos dois sistemas (Figura 3).



Fig. Módulo - LaMEM/SET/EESC/USP

A partir desta construção pretender-se-á construir-se o *S2ETA*, para tanto está em processo final o cálculo numérico por meio do software SAP 2000. Os 12 m³ de madeira necessária à edificação do mesmo foram disponibilizados graciosamente pela firma PLANTAR de Belo Horizonte, da espécie eucalipto clonado, denominada AMARU. O artefato está previsto a ser erigido na área do campus II da USP São Carlos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Estima-se que as instalações rurais mereçam um tratamento diferenciado do que atualmente é pensado. Agregar valores aos mesmos, com certeza, refletirá em retornos financeiros mais atraentes e melhoria da qualidade de vida de seus usuários.

5. BIBLIOGRAFIAS

FERREIRA, L. A. Diretrizes de Projetos para Instalações de Bovinos. Dissertação de Mestrado na Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP. São Carlos/SP.

INSTITUTO TOMIE OHTAKE. **A procura da forma**. Instituto Tomie Ohtake, São Paulo, 2004.

AVALIAÇÃO DA SECAGEM DE TORAS DE *Eucalyptus* COM DIFERENTES COMPRIMENTOS

Raul de Abreu Neto, Tais Regina Lima Abreu, Fernanda Silveira Lima, Antônio José Vinha Zanuncio, Thiago Campos Monteiro, José Tarcísio Lima

Universidade Federal de Lavras
abreu.raul@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A secagem da madeira é um processo que influencia diretamente na qualidade e no valor do produto final. Essa fase deve ser conduzida de forma que o material mantenha suas características e dimensões estáveis para que não interfira nas propriedades do produto, evitando danos provocados pela saída de água, como a contração (SEVERO, 2000) e as rachaduras.

A movimentação da água no lenho sofre influência das características do ambiente e das propriedades da madeira. Durante o início do processo de secagem a velocidade de saída de água é maior, quando ocorre à saída da água livre, que ocupa os espaços intercelulares (SKAAR, 1972). Posteriormente, ocorre a perda da água de adesão, que se situa nas paredes celulares (KLITZKE, 2003). Após essas etapas, a madeira encontra-se na umidade de equilíbrio. A saída de água ocorre em todas as direções do lenho, movendo-se por capilaridade e por diferença de gradiente de umidade, em que move do maior gradiente de concentração para o menor. Quanto ao sentido de secagem, a taxa de saída de água varia em função do eixo observado, sendo maior na direção longitudinal quando comparado ao transversal, e maior no sentido radial quando comparado ao tangencial (MELLADO, 2007).

A maioria dos estudos de secagem da madeira ocorre em madeira serrada, sendo poucos os estudos da movimentação da água em madeira roliça. O conhecimento do efeito da taxa de secagem nas toras é um importante parâmetro para planejamento na indústria de base florestal, como por exemplo, determinação do tempo de armazenamento das toras no pátio, antes da carbonização. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a secagem de toras de *Eucalyptus* com diferentes comprimentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizadas quatro árvores de *Eucalyptus*, sendo duas árvores de cada clone (VM4 e MN463), cortadas

em plantios com sete anos de idade, e espaçamento de 3 x 3 metros.

O material foi coletado na empresa V&M Florestal, na cidade de Paraopeba – MG. De cada árvore foram retirados quatro toretes, com diferentes comprimentos (Fig. 1).

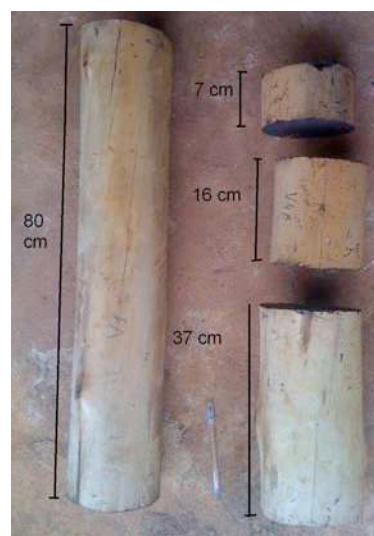


Fig. 1: Relação entre área transversal e área da seção rolante das toras.

A Tabela 1 apresenta as relações entre a área transversal e área da seção rolante.

Tabela 1: Proporção entre a área transversal e a área da superfície rolante dos toretes.

Tratamento	Proporção
1	1:1
2	1:2
3	1:5
4	1:10

Os toretes foram submetidos à secagem em condições naturais, em galpão aberto para livre circulação do ar, durante 104 dias. As massas foram medidas 3 vezes por semana no primeiro mês e 2 vezes por semana no período restante. Os dados foram obtidos utilizando uma balança digital, com capacidade para 150 quilos. A superfície transversal dos toretes foi impermeabilizada com emulsão asfáltica. Após a estabilização das massas, a velocidade de secagem foi calculada conforme a Equação 1.

$$V1 = \frac{\mu - mUE}{T1 \times A} \quad \text{Equação 1}$$

Em que V1: velocidade de secagem da umidade inicial até umidade de equilíbrio (g/cm².h); μ .: massa da amostra à umidade inicial (g); mUE: massa da amostra na umidade de equilíbrio (g); T1: tempo de secagem da umidade inicial até umidade de equilíbrio (h); A: área exposta para secagem (cm²).

Os dados foram analisados utilizando o delineamento fatorial com duas fontes de variação: material genético e tratamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta a análise de variância dos dados de velocidade de secagem.

Tabela 2: Análise de variância dos dados de velocidade de secagem

Fonte de variação	GL	QM
Material genético	1	0,000203*
Proporção	3	0,000101*
Material genético x Proporção	3	0,000018 ^{ns}
Erro	12	0,000024
CV (%)		34,38

Pode-se observar que houve diferença estatística para as fontes de variação material genético e proporção entre as áreas da seção transversal e superfície rolante, entretanto não houve interação entre as fontes de variação anteriormente citadas.

A Tabela 3 apresenta o teste de comparação múltipla de medias para material genético.

Tabela 3: Comparação múltipla de medias para material genético

Material genético	Médias	
VM4	0,011509	B
MN463	0,018007	A

O clone MN463 apresentou diferença significativa de velocidade de secagem quando comparado ao clone VM4. Possivelmente esse resultado deve-se a menor densidade do clone MN463 (0,483 g/cm³) quando comparada ao clone VM4 (0,510 g/cm³).

A Tabela 4 apresenta o teste de comparação múltipla de medias para as diferentes proporções das áreas da seção transversal e áreas da superfície rolante.

Tabela 4: Comparação múltipla das médias das velocidades dos tratamentos

Tratamento	Médias	
4	0,008999	B
3	0,012112	B
2	0,015998	A
1	0,019324	A

Observa-se que a velocidade de secagem dos tratamentos relativos aos números 1 e 2 foram maiores comparados aos 3 e 4. Quanto menor o comprimento da amostras mais rapidamente a água sai do lenho. No entanto, importante relatar que os toretes do tratamento 4 não chegaram na umidade de equilíbrio no período de 104 dias, sendo provavelmente esse motivo a causa da diferença não significativa com o tratamento 3.

4. CONCLUSÕES

Com os resultados é possível concluir que:

Os toretes com menores comprimentos apresentaram maiores taxas de secagem.

O tratamento 1 apresentou velocidade 2,1 vezes superior quando comparado ao tratamento 4.

O aumento do comprimento e conseqüente aumento da proporção entre seção rolante e seção transversal reduzem significativamente a velocidade de secagem.

5. BIBLIOGRAFIA

KLITZKE, R. J. **Secagem da madeira**. Curitiba: UFPR, 2003.

SEVERO, E. T. D. Qualidade da secagem de madeira serrada de *Eucalyptus dunnii* quality of sawn timber drying of *Eucalyptus dunnii*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p.109-124 109. 2000

SKAAR, C. J. **Water in wood**. Syracuse: Syracuse University, 1972. 218 p.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG, pelo financiamento na publicação deste trabalho. A empresa V&M Florestal, por fornecer a madeira para os ensaios e bolsa de iniciação científica.

Durabilidade natural de *Eucalyptus spp* e *Corymbia citriodora* ao fungo *Postia placenta* (Fr.) M. J. Larsen & Lombard

Edvá Oliveira Brito, Rodrigo Bastos Rodrigues, Marcelo Elias Fraga
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
 edva@ufrj.br

1. INTRODUÇÃO

Em algumas espécies florestais é grande a diferença de resistência natural entre o cerne interno e o externo; em quase todas elas a madeira proveniente da porção interna do cerne, formada quando a planta é jovem, é menos resistente que a oriunda do cerne externo, região fronteira com o alburno. Entretanto, nem todas as espécies apresentam esse padrão de variação e, em algumas mais duráveis, a região próxima à medula é tão resistente quanto à região externa do cerne, enquanto a madeira de alburno é susceptível à deterioração biológica (Findlay, 1985). A proporção de cerne e alburno depende da espécie e varia na árvore, em razão da idade, local, solo, clima, entre outros fatores.

Outro fator de grande influência na utilização de uma peça de madeira está relacionado à sua susceptibilidade a microrganismos xilófagos, principalmente fungos e insetos; assim, madeiras que apresentam maior resistência natural, ou seja, resistência sem proteção química a esses agentes biológicos são preferenciais para utilização (Morais & Costa, 2007).

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência natural da madeira de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus pellita* e *Corymbia citriodora*, ao ataque fungo *Postia placenta* (Fr.) M. J. Larsen & Lombard, por meio de ensaio acelerado de laboratório.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Amostragem

2.1.1. Espécies Estudadas

No estudo, foram empregadas às espécies *Eucalyptus pellita* F. Muell e *Corymbia citriodora* K. D. Hill & L. A. S. Johnson, com vinte anos de idade, provenientes de plantios existentes no Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de

Janeiro (UFRRJ), e de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake, proveniente de plantio existente na Floresta Nacional Mário Xavier, Km 50, Seropédica – RJ.

2.1.2 Preparação dos corpos de prova

Os corpos-de-prova foram confeccionados a partir de três posições no tronco na direção medula-casca: cerne interno, cerne externo e alburno; (Figura 1), nas seguintes dimensões: 2,5cm x 2,5cm x 0,90cm.

Assim, as dimensões dos corpos-de-prova, estão de acordo com a norma ASTM D 2017 - 81 (1994), que padroniza o teste de resistência de madeiras ao ataque de fungos, em condições de laboratório. O número de corpos-de-prova e o tempo de exposição foram modificados em virtude do curto espaço de tempo para montagem e análise dos dados de todo experimento.

2.5. Análise estatística

Para análise dos resultados de perda de massa e densidade foi feito teste de correlação entre os valores e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os corpos-de-prova, após 98 dias de experimento, apresentaram mudança na sua cor original, sofrendo escurecimento (Figura 5) e ligeira perda de resistência apresentando fissuras. Segundo Tarcísio (2008) os fungos da podridão parda nutrem-se dos hidratos de carbono presentes na parede celular, causando o escurecimento da madeira, provocando fissuras por toda a peça e afetando a resistência da madeira.

Segundo Santos (1992), a madeira sob ataque de fungos apresenta alterações na composição química, redução da resistência mecânica, diminuição de massa, modificação da cor, aumento da permeabilidade, redução da

capacidade acústica, aumento da inflamabilidade, diminuição do poder calorífico e maior propensão ao ataque de insetos, comprometendo dessa forma a sua utilização para fins tecnológicos.

As madeiras testadas foram classificadas como resistentes ou muito resistentes, sendo que a média de perda de massa do *E. urophylla* foi superior à do *E. pellita* e *C. citriodora*, indicando sua maior susceptibilidade ao ataque do fungo, mas, apesar desta diferença, a madeira das três espécies sofreram desgaste em razão do processo deterioração.

A porção do albarno e cerne externo do *E. pellita* e *C. citriodora* sofreu perda maior de massa (1,50 e 0,55%; 1,30 e 0,54%) em relação ao cerne interno; para o *E. urophylla*, o albarno e o cerne interno foram mais susceptíveis ao ataque do fungo xilófago em relação ao cerne externo, perdendo maior massa (11,30 e 11,26%).

A madeira de *E. pellita* foi considerada como muito resistente, sua perda de massa foi inferior a 10%, atingindo 1,25%, 1,30% e 1,50% (cerne interno, cerne externo e albarno respectivamente). Existem poucas informações a respeito da durabilidade natural dessa espécie.

Foi comprovado nesse experimento maior perda de massa nos corpos-de-prova com densidade menores (Figura 6), conforme citado por alguns autores, apesar da porção de cerne interno de *E. pellita* ter sido inferior à de *E. urophylla* que apresentou densidade ligeiramente maior, porém perda de massa superior.

A análise do teste de correlação entre a densidade e a perda de massa causada pelo fungo, indicou que a resistência natural esteve associada à densidade da madeira (exceção feita ao valor obtido pelo corpo-de-prova de cerne externo de *E. pellita*).

A análise de variância dos dados de densidade (g/cm^3) em relação ao fungo testado acusou resultados significativos pelo teste de Tukey, para o fator espécie, onde o *E. urophylla* que apresentou menor densidade mostrou-se mais atrativo e degradado em

função de sua perda de massa quando comparado com *C. citriodora* e *E. pellita*.

De modo geral, pode-se afirmar que houve uma relação diretamente proporcional entre a densidade e a resistência das madeiras ao fungo testado, onde as espécies de maiores densidades foram também as mais resistentes. Tal relação, também foi evidência por Paes et al. (2002), ao estudar a ação de organismos xilófagos em diferentes espécies da Caatinga.

4. CONCLUSÃO

Eucalyptus pellita, *Eucalyptus urophylla* e *Corymbia citriodora* apresentaram mudança na coloração e rachaduras dos corpos-de-prova, evidenciando a susceptibilidade das espécies ao fungo testado.

As madeiras testadas foram classificadas como resistentes ou muito resistentes, sendo que a média de perda de massa do *Eucalyptus urophylla* foi superior à do *Eucalyptus pellita* e *Corymbia citriodora*, indicando sua maior susceptibilidade ao ataque do fungo.

Referências Bibliográficas

- 1
- 2 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND
- 3 MATERIALS – ASTM D-2017,
- 4 **Standard test method of accelerated**
- 5 **laboratory test of naturak decay**
- 6 **resistance of wood.** Annual book of
- 7 ASTM Standards, Philadelphia, p.324-
- 8 28, v.0410, 1994.
- 9 FINDLAY, W. P. K. **The nature and**
- 10 **durability of wood.** In: Findlay, W. P.
- 11 **K. (Ed.). Preservation of timber in the**
- 12 **tropics.** Dordrecht: Martinus Nijhoff/ Dr.
- 13 W. Junk Publishes, 1985. p.1-13.
- 14 MORAIS, F. M.; COSTA, A. F. da; **Alteração**
- 15 **da cor aparente de madeiras submetidas**
- 16 **ao ataque de fungos apodrecedores.**
- 17 **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.2,
- 18 n.1, p.44-50, 2007.
- 19 SANTOS, Z. M. **Avaliação da durabilidade**
- 20 **natural da madeira de *Eucalyptus***
- 21 ***grandis* W. Hill: Maiden em ensaios de**
- 22 **laboratório.** Dissertação de Mestrado em
- 23 **Ciência Florestal, Universidade Federal**
- 24 **de Viçosa, 75 f., 1992.**



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE PAINÉIS MDF TRATADOS TERMICAMENTE

Rafael Farinassi Mendes¹, Stefânia Lima Oliveira¹, Ticyane Pereira Freire²,
Lourival Marin Mendes¹

Universidade Federal de Lavras - UFLA, Centro Universitário de Lavras ó UNILAVRAS
rafaelfarinassi@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os painéis MDF (*Medium Density Fiberboard*) são formados por processo de prensagem à seco e utilizam como matéria-prima a madeira desfibrada termomecanicamente com a adição de adesivo sintético, geralmente uréia-formaldeído, além de outros aditivos em menor quantidade. A resistência à umidade dos painéis MDF é exigida em acabamentos de banheiros, portas, janelas e outros aplicativos em interior de construções onde a resistência às condições de umidade e a estabilidade dimensional são requisitos importantes. Dentre as possíveis alternativas para melhorar a estabilidade dimensional e diminuir a absorção de água dos painéis, tem-se destacado o tratamento térmico, o qual tem por objetivo degradar a hemicelulose, o componente mais higroscópico da parede celular, assim como liberar as tensões de compressão formadas durante a prensagem (MENDES et al., 2013). Neste contexto, o objetivo do trabalho foi de avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis MDF tratados termicamente em diferentes níveis de temperatura.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados painéis MDF comerciais de Pinus produzidos no Brasil com o adesivo uréia-formaldeído. Tais painéis foram divididos em painéis menores, com dimensões de 50 x 50 cm, os quais foram climatizados em uma sala com temperatura de $22 \pm 2^\circ \text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$. Após a climatização, os painéis foram tratados termicamente em uma prensa hidráulica, com controle de tempo, temperatura e pressão. Os tratamentos realizados estão especificados na Tabela 1. Para cada tratamento foram realizadas quatro repetições. Em cada tratamento a pressão utilizada foi de $0,5 \text{ kgf/cm}^2$, sendo esta apenas para promover contato adequado entre os pratos da prensa e o painel. O

tempo adotado para o tratamento térmico foi de 10 minutos.

Tabela 1 ó Descrição dos tratamentos térmicos

Tratamentos	Temperatura ($^\circ\text{C}$)
T1 - Controle	-
T2	180
T3	210
T4	240

As dimensões dos corpos-de-prova e os procedimentos de ensaio empregados para a avaliação das propriedades absorção de água e inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas de imersão, teor de umidade, densidade aparente, ligação interna, módulo de elasticidade e módulo de ruptura à flexão estática seguiram as determinações da norma NBR 15316-3 (ABNT, 2006). Para a análise estatística dos dados foi considerado um experimento em delineamento inteiramente casualizado. Para diferenciação entre os tratamentos foi realizado análise de variância e teste de média Scott-Knott, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios de densidade aparente (DA) e umidade dos painéis. Observa-se que os painéis tratados termicamente apresentaram diminuição significativa da densidade dos painéis. Em relação à umidade dos painéis, apenas os tratamentos a 210 e 240°C promoveram redução significativa dos valores. Não houve diferença significativa entre os tratamentos realizados nas temperaturas de 210 e 240°C quando analisadas as propriedades densidade aparente e umidade. Tais tratamentos diferenciaram-se estatisticamente dos demais, apresentando os menores valores médios. O decréscimo da densidade e da umidade dos painéis é um indicativo da degradação química

dos painéis de madeira, principalmente das hemicelulose.

Tabela 2 ó Densidade aparente e umidade

Tratamentos	DA (g/cm ³)	Umidade (%)
Testemunha	0,71 (0,01) a	7,65 (0,59) a
180°C	0,66 (0,01) b	6,93 (0,12) a
210°C	0,64 (0,01) c	5,73 (0,25) b
240°C	0,63 (0,01) c	5,25 (0,30) b

Scott-knott (5%). Desvio padrão dentro dos parênteses.

Na Tabela 3 e 4 encontram-se os valores médios de Absorção de água após duas e vinte e quatro horas (AA2h e AA24h) e Inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas (IE2h e IE24h), respectivamente. Observa-se que, independente do nível de temperatura aplicado, houve diminuição significativa dos valores médios das propriedades físicas. Não houve diferenciação estatística entre os níveis de temperatura quando avaliadas as propriedades AA2h e IE2h. Nas propriedades AA24h e IE24h os painéis tratados na temperatura de 240°C apresentaram os menores valores médios, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos. A norma NBR 15316-3 (ABNT, 2006) determina, para painéis utilizados em condições úmida, o valor máximo de 8% para o IE24h. Nesse contexto, apenas os painéis tratados termicamente a 240°C atenderam a norma de comercialização.

Tabela 3 ó Absorção de água dos painéis

Tratamentos	AA2h	AA24h
	%	
Testemunha	13,1(1,4) a	49,0 (2,6) a
180°C	5,4(0,3) b	34,3 (1,4) b
210°C	4,(0,5) b	25,4 (0,6) c
240°C	3,2(0,4) b	16,2 (0,7) d

Scott-knott (5%). Desvio padrão dentro dos parênteses.

Tabela 4 ó Inchamento em espessura dos painéis

Tratamentos	IE2h	IE24h
	%	
Testemunha	6,0 (1,6) a	16,1(0,9) a
180°C	2,4 (1,8)b	13,3 (0,8) b
210°C	1,1 (0,7) b	12,1 (0,5) b
240°C	0,5 (0,4) b	7,6 (0,8) c

Scott-knott (5%). Desvio padrão dentro dos parênteses.

Na Tabela 5 encontram-se os valores médios de Módulo de ruptura (MOR) e Módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática e ligação interna (LI) dos painéis. Observa-se que para o

MOR e LI, apenas os painéis tratados a 240°C apresentaram redução significativa dos valores médios em relação aos painéis testemunha. Para a propriedade MOE, todos os painéis tratados termicamente apresentaram redução significativa. No entanto, não houve diferença significativa entre os níveis de tratamento térmico aplicado. A norma NBR 15316-3 (ABNT, 2006) determina, para painéis utilizados em condições úmida, os valores mínimos de 24, 2400 e 0,75 MPa para o MOR, MOE e ligação interna, respectivamente. Nesse sentido, nenhum dos painéis após tratamento térmico atendeu aos valores de MOE estipulado pela norma. Para ligação interna apenas os painéis tratados a 240°C não atenderam ao valor mínimo. Para o MOR todos os tratamentos atenderam ao valor mínimo estipulado.

Tabela 5 ó Propriedades mecânicas dos painéis

Trat.	MOR	MOE	LI
	MPa		
Test.	33,7(1,2)a	3325 (234) a	0,80 (0,07)a
180°C	33,0(1,6)a	2024 (70) b	0,73 (0,13)a
210°C	31,8(1,6)a	2079 (34) b	0,80 (0,06)a
240°C	24,5(0,7)c	1943 (53) b	0,63 (0,04)b

Scott-knott (5%). Desvio padrão dentro dos parênteses.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Independentemente do nível de temperatura houve melhora significativa das propriedades físicas. A temperatura de 240°C permitiu que os painéis atendessem a norma NBR 15316 (ABNT, 2006) para painéis utilizados em condições úmidas. No entanto, esse tratamento não atendeu a norma quanto aos pré-requisitos estipulados para as propriedades MOE e ligação interna. Recomenda-se a avaliação de novos níveis de temperatura e de tempo de tratamento térmico.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15316**: painéis de fibra de média densidade. Rio de Janeiro, 2006. 48 p.

MENDES, R.F.; BORTOLETTO JR, G.; ALMEIDA, N.F.; SURDI, P.G.; BARBEIRO, I.N. Effect of thermal treatment on properties of OSB panels. **Wood Science and Technology**, v.47, n. 2, pg. 243-256, 2013.

AGRADECIMENTOS

Fapemig, Capes e CNPq



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ABSORÇÃO DE SUPERFÍCIE EM PAINÉIS MDP DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR TRATADOS TERMICAMENTE

Stefânia Lima Oliveira¹, Rafael Farinassi Mendes¹, Ticyane Pereira Freire²,
Amélia Guimarães Carvalho¹, Lourival Marin Mendes¹
Universidade Federal de Lavras – UFLA¹, Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS²
stefaniaoliveira@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O setor moveleiro no Brasil apresentou crescimento e desenvolvimento significativo nos últimos anos (Oliveira, 2013). Dentre os painéis de madeira utilizados por este setor está o MDP (Medium Density Particleboard), produzidos com partículas de madeira em diferentes dimensões, com a adição de adesivo e aplicação de calor e pressão. Estes podem ser produzidos a partir de qualquer material lignocelulósico que lhes confirmam resistência mecânica e boas características físicas (ROWELL et al. 2000).

O bagaço de cana-de-açúcar está entre os resíduos agrícolas em maior quantidade no Brasil. Segundo dados da FAO (2013), a quantidade de cana-açúcar no Brasil é de aproximadamente 734.000.000 MT. Alguns trabalhos já foram desenvolvidos em painéis aglomerados com este resíduo, porém foram encontrados maiores valores de absorção de água e inchamento em espessura em relação aos painéis produzidos com pinus e eucalipto (MENDES et al. 2008).

Uma alternativa para melhoria da estabilidade dimensional é o tratamento térmico, com o objetivo de liberar as tensões de compressão formadas durante a prensagem e também promover a degradação térmica de alguns constituintes químicos.

O setor de painéis cresce a cada ano, e com o intuito da inserção destes painéis ao processo produtivo de móveis, seu principal consumidor, o ensaio de absorção de superfície, que simula a derrubada de um líquido na superfície, avalia o desempenho destes painéis em seu uso diário. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a absorção de superfície em painéis aglomerados de bagaço de cana tratados termicamente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O teste de absorção de superfície seguiu os procedimentos descritos pela norma EN 382-1 (1993) com a adaptação do aparato com angulação de posicionamento do corpo de prova de 80° e a distância de queda da gota de 6 cm.

O teste foi realizado em painéis aglomerados comerciais de bagaço de cana-de-açúcar provenientes da China tratados termicamente em uma prensa hidráulica, com controle de tempo, temperatura e pressão, sendo esta de 0,5 kgf/cm², promovendo contato adequado entre os pratos da prensa e o painel. O delineamento experimental pode ser visualizado na Tabela 1.

Tabela 1: Delineamento experimental.

Tratamento	Temperatura	Minutos
1	Testemunha	
2	200 °C	8'
3	200 °C	12'
4	230 °C	8'
5	230 °C	12'
6	260 °C	8'
7	260 °C	12'

Para a análise dos dados foi realizada uma análise fatorial 3 x 2 (Três níveis de temperatura e 2 períodos de tempo) juntamente com um tratamento testemunha. Para os fatores que tiveram efeito significativo foi utilizado o teste de média de Tukey, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para a absorção de superfície e a variação em função dos painéis testemunha podem ser visualizados na Tabela 2.

Não foi observada diferença estatística entre os painéis com tratamento térmico e os painéis sem tratamento térmico (testemunha), apesar de se notar, em termos médios, que os painéis tratados termicamente absorveram líquido de forma mais rápida. Tal fato não era o desejado, pois o tratamento térmico visa diminuir os

componentes químicos que absorvem água, contudo o tratamento pode ter causado apenas uma degradação parcial dos elementos, deixando a estrutura ainda mais aberta para ligações químicas.

Tabela 2: *Variação da absorção de superfície em comparação aos painéis testemunha.*

Tratamento	Absorção de superfície	
	(cm)	Δ
200°C 8'	3,30ns	-13
200°C 12'	3,48ns	-8
230°C 8'	3,20ns	-15
230°C 12'	3,33ns	-12
260°C 8'	3,48ns	-8
260°C 12'	3,38ns	-11
Testemunha	3,78	

Na Tabela 3 pode ser observada a absorção de superfície em função da temperatura e tempo.

Tabela 3: *Absorção de superfície em função das variáveis temperatura e tempo.*

Temperatura	(cm)	Tempos	
		(cm)	(cm)
200°C	3,56 a	8'	3,28 b
230°C	3,66 a	12'	4,09 a
260°C	3,84 a		

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na análise dos fatores temperatura e tempo não foi observada interação entre os dois fatores, porém quando avaliado os fatores separadamente, foi observado efeito significativo do tempo de tratamento, sendo o tempo de 12 minutos o que apresentou a maior distância de escorrimento da gota. Tal fato contribui para os valores relatados na Tabela 2, deixando claro que o tempo de tratamento térmico influencia a absorção de superfície e que esse tempo poderia ser aumentado para se conseguir certa melhora estatística para essa propriedade.

Oliveira (2013) avaliando painéis MDP comerciais de pinus, eucalipto e bagaço de cana obteve valores médios de absorção de superfície de 3,5; 3,2 e 2,8 cm, respectivamente. Os valores obtidos nesse estudo se mostraram próximos aos obtidos na literatura para os painéis de bagaço de cana.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Da forma como o trabalho foi conduzido, o tratamento térmico não promoveu diminuição da absorção de superfície dos painéis de bagaço de cana.

Apenas o tempo de tratamento térmico afetou significativamente os valores de absorção de superfície.

Sugere-se a avaliação de novos tempos de tratamento térmico, visando assim a diminuição dos valores médios de absorção de superfície dos painéis.

5. BIBLIOGRAFIA

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 382-1:** Fiberboards – determination of surface absorption, part 1- test methods for dry process fiberboard. Brussels, 1993.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – **FAO**. Disponível em: <<https://www.fao.org.br/>> Acesso em fevereiro/2013.

MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDONÇA, L. L. Qualidade de painéis aglomerados produzidos na China utilizando bagaço de cana. In: EBRAMEM - ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 11, 2008, Londrina. **Anais...** Londrina, 2008.

OLIVEIRA, S. L. **Painéis aglomerados de bagaço de cana-de-açúcar: Caracterização e possibilidades de uso na indústria moveleira. Dissertação (Mestrado)**, Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

ROWELL, R. M.; HAN, J. S.; ROWELL, J. S. Characterization and factors affecting fiber properties. In: FROLLINI, E.; LEÃO, A. L.; MATTOSO, L. H. C. (Ed.) **Natural polymers and agrofibers based composites**. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2000. p.115-134.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG e ao CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ENVELHECIMENTO ACELERADO EM PAINÉIS AGLOMERADOS DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR

Stefânia Lima Oliveira¹, Rafael Farinassi Mendes¹, Ticyane Pereira Freire²,
 Lourival Marin Mendes¹, Débora Pereira Ribeiro²
 Universidade Federal de Lavras – UFLA¹, Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS²
 stefaniaoliveira@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Os painéis aglomerados vêm ganhando o mercado continuamente, porém, com a crescente demanda de matéria-prima, há a possibilidade de utilização dos resíduos lignocelulósicos para a produção de painéis aglomerados.

A produção de painéis aglomerados com bagaço de cana-de-açúcar agregam valor ao resíduo, reduzindo os custos de produção dos painéis, tornando-os ainda mais competitivos (MENDES & MENDES, 2010).

Um método de ensaio destes painéis são os ensaios de envelhecimento acelerado, que visam simular em um curto período de tempo uma ou mais condições ambientais extremas que podem ser esperadas para o uso real do material (BARRERO et al. 2012).

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a perda de resistência mecânica dos painéis aglomerados de bagaço de cana-de-açúcar após ciclos de envelhecimento acelerado.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para simular ciclos de envelhecimento acelerado foram utilizados corpos de prova nas dimensões de 250x50x15mm (Comprimento x Largura x Espessura) de painéis aglomerados comerciais de bagaço de cana-de-açúcar, provenientes da China e produzidos com adesivo uréia-formaldeído.

O delineamento experimental consistiu de dois tratamentos: 1) sem ciclo de envelhecimento (Testemunha); e 2) 5 ciclos de envelhecimento. Em cada ciclo, os corpos de prova foram imersos em água por 10 minutos e acondicionados em estufa a 100°C por 20 minutos. A determinação da densidade aparente foi de acordo com a norma ASTM D-1037

(ASTM, 2002). Para as propriedades mecânicas foi realizado o teste de Módulo de elasticidade (MOE) e Módulo de ruptura (MOR) à flexão estática, de acordo com a norma NBR 14810-3 (ABNT, 2006). Para a análise dos dados foi realizada análise de variância, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 observam-se os valores médios de densidade aparente dos diferentes tratamentos.

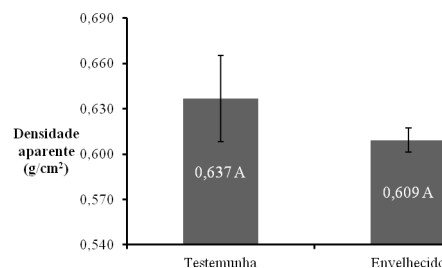


Fig. 1: Densidade aparente dos painéis a 9% de umidade

Não houve diferença estatística entre as duas densidades médias. Entretanto, observa-se certa redução na densidade do painel envelhecido, sendo este o fator que pode ter influenciado, em partes, as demais propriedades avaliadas.

Nas Figuras 2 e 3 encontram-se os valores médios de MOR e MOE dos painéis testemunha e envelhecido.

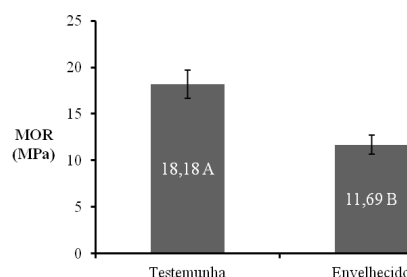


Fig. 2: Módulo de ruptura.

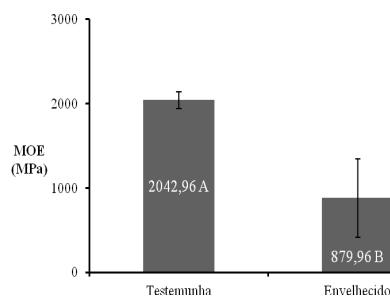


Fig. 3: Módulo de elasticidade.

Conforme observado, tanto para o MOR quanto para o MOE houve diferença estatística entre os painéis avaliados. A redução das propriedades mecânicas dos painéis envelhecidos está associada ao aumento da espessura destes painéis, o que promoveu uma diminuição da densidade, assim como certa degradação do próprio adesivo utilizado na produção dos painéis. A redução das propriedades dos corpos de provas envelhecidos em relação a testemunha foi de 56,92% para o MOE e de 35,68% para o MOR.

Oliveira (2013) ao avaliar o envelhecimento natural em painéis MDP comerciais de pinus, eucalipto e bagaço de cana por quatro meses, obteve nos corpos de prova de bagaço de cana envelhecidos a redução do MOE e MOR da ordem de 35,6 e 31,7%, respectivamente.

Scatolino et al. (2012) avaliaram a perda de resistência mecânica de painéis MDP de bagaço de cana após ciclos de envelhecimento acelerado e obtiveram uma diminuição de 66% do MOE com 3 ciclos de envelhecimento e de 77% com 6 ciclos de envelhecimento, enquanto que para o MOR, as reduções foram de 37% quando realizado 3 ciclos de envelhecimento e 49% com 6 ciclos de envelhecimento.

Em comparação com as normas ANSI A208-1 (ANSI, 1993) e EN 312 (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, 1993), que estipulam valores mínimos de MOR de 12,8 e 13,0 MPa, respectivamente, e de MOE de 1943,8 e 1800 MPa, respectivamente, os painéis envelhecidos não atenderam estes requisitos.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Houve redução significativa nas propriedades de MOE e MOR após o envelhecimento acelerado;

Os painéis aglomerados de bagaço de cana, após ciclos de envelhecimento acelerado, não

atendem aos valores mínimos de MOE e MOR, estipulados pelas normas comerciais.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. **ANSI A208.1:** mat-formed wood particleboard: specification. Gaithersburg, 1993.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D-1037: standard methods of evaluating of wood-base fiber and particles materials. In: _____. **Annual book of ASTM standard.** Philadelphia, 2002. p. 1-30.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810-3:** chapas de madeira aglomerada - métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2006c. 51 p. Parte 3.

BARRERO, N. M. G.; FIORELLI, J.; ROSSIGNOLO, J. A.; SAVASTANO JÚNIOR, H. Ajuste de metodologias para a avaliação da durabilidade de chapas de partículas. **Anais... 1º.** Workshop de Integração da rede de Pesquisa INOVATEC FINEP, Pirassununga, SP, 2012.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 312:** particleboard: specifications. Bruxelas, 1993.

MENDES, R. F. MENDES, L. M. Propriedades de painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana obtido por diferentes processos. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRAS, 12., 2010, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2010. 1 CD ROM.

OLIVEIRA, S. L. **Painéis aglomerados de bagaço de cana-de-açúcar: Caracterização e possibilidades de uso na indústria moveleira. Dissertação (Mestrado),** Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

SCATOLINO, M. V.; OLIVEIRA, S. L.; MENDES, R. F.; CARVALHO, A. G.; SILVA, D. W. MENDES, L. M. ENVELHECIMENTO ACELERADO EM PAINÉIS MDP DE BAGAÇO DE CANA. **Anais...** XXV Congresso de Iniciação Científica da UFLA, 2012.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



TRATAMENTO TÉRMICO EM PAINÉIS MDP DE EUCALIPTO

Ticyane Pereira Freire¹, Rafael Farinassi Mendes², Stefânia Lima Oliveira²,Lourival Marin Mendes², José Benedito Guimarães Júnior³Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS¹, Universidade Federal de Lavras – UFLA²,Universidade Federal de Goiás – UFG³

ticyane-pf@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O painel MDP é composto por adesivo sintético e partículas de madeira, as quais são combinadas com a aplicação de calor e pressão, que se consolidam por meio de temperatura e pressão.

Com a finalidade de melhorar a estabilidade dimensional dos painéis MDP, algumas alternativas estão sendo avaliadas, dentre as quais o recobrimento de painéis, a modificação química da madeira e o tratamento térmico.

MENDES (2010) relata duas formas de tratamento térmico: pré-tratamento térmico que é efetuado sobre a matéria-prima dos painéis, ou seja, sobre as partículas, e o pós-tratamento térmico que é efetuado sobre os painéis depois de consolidados e estabilizados.

O tratamento térmico da madeira, sob temperaturas elevadas, é um método eficaz para melhorar as suas estabilidade dimensional e resistência biológicas frente aos organismos xilófagos (ROUSSET et al., 2004). Embora haja diferença nas técnicas aplicadas nos tratamentos térmicos, a base principal é a mesma, ou seja, a madeira é aquecida à alta temperatura em uma atmosfera pobre em oxigênio (MENDES, 2010). O nível da temperatura utilizada irá depender do grau de modificação da madeira que se pretende.

Neste sentido, o objetivo do estudo foi avaliar o efeito do nível de temperatura do tratamento térmico sobre as propriedades físicas de painéis MDP de eucalipto.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

No presente estudo foram utilizados painéis comerciais MDP de eucalipto. Para efetuar o tratamento térmico dos painéis foi utilizada uma prensa automática, com controle de temperatura e pressão. Os tratamentos realizados estão

descritos na Tabela 1. A pressão utilizada foi de 0,5 kgf/cm², apenas para manter o contato entre os pratos da prensa e o painel.

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos

Tratamento	Temperatura (°C)	Tempo (minutos)
Testemunha	0	0
1	200	10
2	230	10

Após o tratamento térmico foram confeccionados os corpos de prova para determinação das propriedades densidade aparente, absorção de água após duas e vinte quatro horas de imersão e inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas de imersão. As dimensões dos corpos de prova e os procedimentos utilizados seguiram as determinações da norma ASTM D1037 (2006). Para a avaliação dos resultados foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, seguido de análise de variância e teste de média Scott-Knott, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da densidade aparente dos painéis estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Densidade Aparente

Tratamento	Densidade
Testemunha	0,633 (0,01) A
200° C – 10 min	0,601(0,02) A
230° C – 10 min	0,611(0,01) A

Não houve diferenciação estatística entre os tratamentos, contudo pode-se observar uma certa diminuição dos valores médios, o que se deve à degradação térmica de alguns constituintes químicos.

Os valores médios de absorção de água dos painéis MDP de eucalipto após duas horas de imersão em água (AA 2h) e após vinte e quatro horas (AA 24h), para cada tratamento, estão apresentados no Gráfico 1.

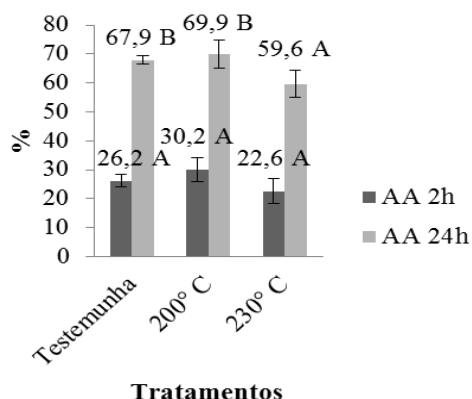


Gráfico 1 – Absorção de água dos painéis

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey a 5% de significância.

Na AA2h não houve diferenciação significativa entre os tratamentos. Porém, na absorção 24h houve diferença estatística entre o tratamento na temperatura de 230°C e os demais, sendo esse tratamento o que apresentou o menor valor médio.

Os valores médios de inchamento de espessura dos painéis MDP de eucalipto após duas horas de imersão em água (IE 2h) e após vinte e quatro horas (IE 24h), para cada tratamento, estão apresentados no Gráfico 2.

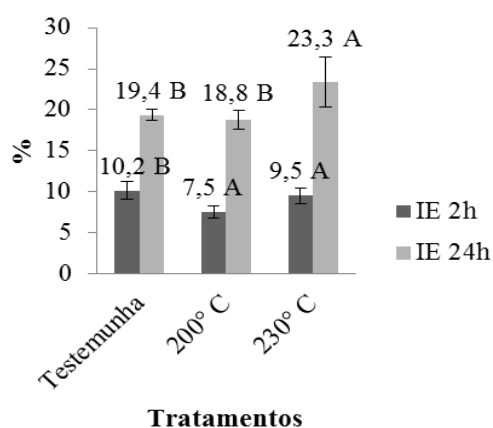


Gráfico 2 – Inchamento em espessura dos painéis

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey a 5% de significância.

Observou-se diferença estatística em ambas as propriedades. Para o IE2h, o tratamento térmico, independente do nível de temperatura, promoveu

a diminuição dos valores médios. Enquanto que para a propriedade IE24h, o tratamento aplicado a 230°C promoveu aumento significativos do valor médio. O motivo para a piora dessa propriedade pode estar associada a degradação do adesivo uréia-formaldeído.

A norma EN 312 (2003) estipula o valor máximo de 15% para a propriedade IE24h. Nesse sentido, nenhum dos painéis avaliados atendeu à norma, mostrando, a princípio, que o tratamento térmico para esse tipo de painel não foi adequado.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Da maneira como o trabalho foi conduzido o tratamento térmico nos painéis MDP de eucalipto, de forma geral, não promoveu melhoras das propriedades físicas.

Novas pesquisas com diferentes tempos e temperaturas devem ser realizadas para verificar de forma mais pronunciada essa viabilidade ou não do uso do tratamento térmico em painéis MDP de eucalipto.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1037**: standart methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials. In: _____. **Annual book of ASTM standart**. Philadelphia, 2006. p. 1-30.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 312**. Particleboard - Specifications. Bruxelas. 1993.

MENDES, R. **Efeito do tratamento térmico sobre as propriedades de painéis OSB**. Dissertação, (Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, São Carlos, 115p, 2010.

ROUSSET, P.; PERRÉ, P.; GIRARSD, P. Modification of mass transfer properties in poplar wood (*P. robusta*) by thermal treatment at high temperature. **Holz als Roh-und Werkstoff**, Berlin, v. 62, n. 2, p. 113-119, 2004.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPEMIG



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ENVELHECIMENTO ACELERADO DE PAINÉIS MDF

Ticyane Pereira Freire¹, Rafael Farinassi Mendes², Stefânia Lima Oliveira²,
Lourival Marin Mendes², José Benedito Guimarães Júnior³
Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS¹, Universidade Federal de Lavras – UFLA²,
Universidade Federal de Goiás – UFG³
ticyane-pf@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A indústria de painéis de madeira é de relevante importância para a economia brasileira, dentre os vários tipos de painéis fabricados está o MDF, painel produzido a partir de fibras de madeira.

De uma forma geral, os painéis MDF apresentam maior estabilidade dimensional que os painéis de partículas (GRIGORIOU, 1983), embora ainda tenha limitações em relação à resistência à umidade e ao calor excessivo, sendo que essas condições ambientais promovem o envelhecimento do painel e conseqüentemente a perda de qualidade do mesmo (SCATOLINO et al., 2012).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a perda de resistência mecânica dos painéis MDF após simulações de ciclos de envelhecimento acelerado.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

No presente estudo foram utilizados painéis MDF comerciais produzidos com a madeira de pinus e adesivo uréia-formaldeído.

O delineamento experimental consistiu em dois tipos de tratamento, o primeiro nos painéis testemunha (sem envelhecimento) e o segundo nos painéis que foram submetidos a cinco ciclos de envelhecimento.

Em cada ciclo os corpos de prova foram imersos em água durante 10 minutos e em seguida foram acondicionados em estufa a 100°C por 20 minutos.

Posteriormente foram avaliadas as propriedades mecânicas MOE (Módulo de Elasticidade) e MOR (Módulo de Ruptura) à flexão estática, de acordo com a norma ABNT NBR 15316-3

(2006). Para a análise estatística foi realizada análise de variância, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios da densidade aparente dos painéis estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Densidade Aparente

Tratamento	Densidade
Testemunha	0,652515 A
Envelhecido	0,602164 B

Estatisticamente houve uma diferenciação entre os tratamentos, podendo ser observada uma redução na densidade do painel envelhecido. Basicamente em função do aumento de espessura dos painéis que entraram em contato com a água.

Os valores médios do MOR (Módulo de Ruptura), para cada tratamento, estão apresentados no Gráfico 1.

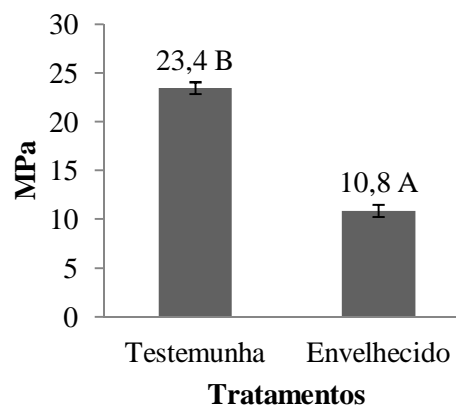


Gráfico 1 – Módulo de Ruptura à flexão estática
Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey, a 5% de significância.

Os valores médios do MOE (Módulo de Elasticidade), para cada tratamento, estão apresentados no Gráfico 2.

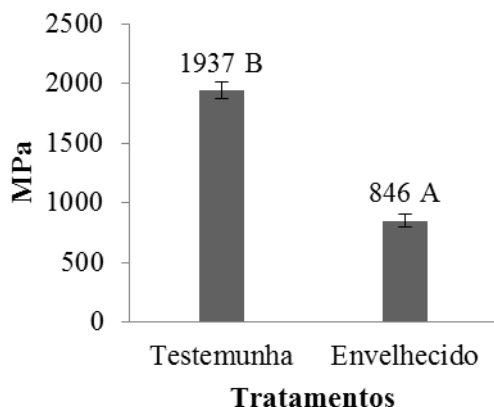


Gráfico 2 – Módulo de Elasticidades à flexão estática

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de tukey a 5% de significância.

Estatisticamente houve diferenciação nos tratamentos, tanto para o MOR quanto para o MOE, essas diferenças nas propriedades mecânicas dos painéis envelhecidos podem estar associadas à diminuição da densidade e à degradação do adesivo utilizado na fabricação dos painéis MDF.

Belini (2007) ao avaliar painéis MDF produzido com a madeira de *Eucalyptus grandis* obteve valores médios entre 31,4 a 36,1 MPa para o MOR e entre 3662 a 3776 MPa para o MOE. A norma ABNT NBR 15316-3 (2006) estipula o valor mínimo de 24 MPa para o MOR e de 2400 MPa para o MOE. Nesse sentido, os painéis MDF após o envelhecimento não atendem a norma. Sendo assim, tanto os painéis testemunha como os painéis após envelhecimento acelerado apresentaram valores médios inferiores aos encontrados em literatura e ao determinado pela norma de comercialização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Com o envelhecimento acelerado dos painéis MDF, houve redução significativa das propriedades MOR e MOE à flexão estática.

Recomenda-se novas pesquisas na tentativa de melhorar as propriedades mecânicas dos painéis MDF após o envelhecimento.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15316**: Painéis de fibra de média densidade. Rio de Janeiro, 2006. 48 p.

BELINI, U. L. **Caracterização e alterações na estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus grandis* em três condições de desfibramento e efeito nas propriedades tecnológicas de painéis MDF**. Dissertação, (Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 90p, 2007.

GRIGORIOU, A. Comparisons between médium density fibreboard and particleboard. **Holz als Roh und Werkstoff**, v.41, n.5, p.183-186, 1983.

SCATOLINO, M. V.; OLIVEIRA, S. L.; MENDES, R. F.; CARVALHO, A. G.; SILVA, D. W. MENDES, L. M. ENVELHECIMENTO ACELERADO EM PAINÉIS MDP DE BAGAÇO DE CANA. **Anais... XXV Congresso de Iniciação Científica da UFLA**, 2012.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ENVELHECIMENTO ACELERADO DE PAINÉIS COMPENSADOS PRODUZIDOS COM MADEIRA DE FAVEIRA E PINUS

Débora Pereira Ribeiro¹, Bernardo Soares Braga², Stefânia Lima Oliveira²,
Rafael Farinassi Mendes², Lourival Marin Mendes²
Centro Universitário de Lavras – UNILAVRAS¹, Universidade Federal de Lavras – UFLA²
deboraprbio@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os compensados podem ser empregados na construção civil, na construção naval e na indústria moveleira, dentre outras. Para a sua produção podem ser utilizadas inúmeras espécies de madeiras tropicais da Amazônia (ABIMCI, 2007).

A durabilidade as intempéries dos painéis compensados é uma das suas propriedades mais importantes quando usados na construção civil. Sua resistência à umidade e ao calor é normalmente determinada pelo método de ensaio de envelhecimento (NORITA et al. 2008). As avaliações de envelhecimento acelerado são mais rápidos para executar e, mais padronizados do que os testes de exposição ao ar livre, e elas são essenciais na determinação da durabilidade de painéis (KOJIMA et al. 2011).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a resistência mecânica de painéis compensados de *Pinus* sp. e *Parkia gigantocarpa* Ducke após a realização de ciclos de envelhecimento acelerado.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a confecção dos painéis compensados foram utilizadas lâminas de 2mm de espessura de madeira de *Pinus* sp. provenientes da Universidade Federal de Lavras e, *Parkia gigantocarpa* Ducke pertencentes à Fazenda Rio-Capim da Empresa Cikel Brasil Verde S.A. localizada em Paragominas, Pará.

Os painéis foram produzidos com 5 lâminas e adesivo fenol-formaldeído, com gramatura de 360g/m² em linha dupla. O ciclo de prensagem foi pressão de 10kgf/cm², com tempo de 10 minutos e temperatura de 160°C.

Foram retirados corpos de prova nas dimensões de 250x50mm, e estes foram acondicionados em sala de climatização com condições de umidade e temperatura controladas (22 ± 2° C e 65 ± 5% de UR) até massa constante.

Posteriormente, os corpos de prova foram divididos em dois grupos para cada tipo de espécie, sendo que um deles, de cada espécie, sofreu 25 ciclos de envelhecimento acelerado, sendo imersos por 5 minutos em água e 25 minutos acondicionados em estufa a 100°C.

O ensaio de Módulo de ruptura (MOR) e Módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática foi realizado de acordo com a norma NBR 31:000.05-001/1 (2004). Os dados obtidos foram confrontados com as médias encontradas para os corpos de prova sem o envelhecimento, dentro de cada tipo de espécie, proporcionando assim avaliar a perda de resistência. A avaliação estatística dos dados foi realizada por meio de análise de variância, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de densidade aparente obtidos para os corpos de prova testemunha (test.) e envelhecido (env.) podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1: Densidade aparente dos painéis.

Trat.	Densidade aparente (g/cm ³)	
	Faveira	Pinus
Test.	0,506 (0,054) A	0,503 (0,027) A
Env.	0,456 (0,048) A	0,453 (0,024) B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si. Dentro dos parênteses encontra-se o desvio padrão positivo.

Observa-se que para os painéis compensados produzidos com faveira, não houve diferença estatística entre os tratamentos, apesar de se notar certa diminuição. Para os painéis produzidos com pinus, a densidade aparente após o envelhecimento acelerado foi menor em comparação aos painéis testemunha, diferindo estatisticamente destes.

Os valores médios de MOR dos painéis testemunha (test.) e envelhecido (env.) podem ser observados nas Tabelas 2. Os valores de

MOE paralelo e perpendicular, antes e após o envelhecimento, podem ser observados nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

Tabela 2: Módulo de ruptura dos painéis

Trat.	MOR // (MPa)		MOR \perp (MPa)	
	Faveira	Pinus	Faveira	Pinus
Test.	35,0(4,1)A	49,7(10,5) A	13,1(3,4) A	18,2 (0,4)A
Env.	32,0(6,1) A	37,7(12,1)A	11,1(3,3) A	12,3(0,1) B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si.

Comparando os valores dos painéis testemunha e envelhecido, somente houve diferença estatística nos painéis de pinus para o MOR perpendicular, enquanto que os demais foram estatisticamente iguais.

A norma NBR 31.000.05-001/1 (2004) determinada os valores mínimos de MOR paralelo e perpendicular para compensados produzidos com 5 lâminas e com espessura de 15 mm, de 21,4MPa e 11,5 MPa, respectivamente. Neste sentido, apenas os painéis de faveira, após envelhecimento acelerado, não atenderam o mínimo requerido pela norma para o MOR perpendicular.

Tabela 3: Módulo de elasticidade paralelo dos painéis.

Trat.	MOE // (MPa)	
	Faveira	Pinus
Test.	5398,9 (667,7) A	6344,4 (639,3) A
Env.	3703,6 (1024,0) B	4599,4 (1047,7)B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si.

Tabela 4: Módulo de elasticidade perpendicular dos painéis.

Trat.	MOE \perp (MPa)	
	Faveira	Pinus
Test.	2320,4 (852,6)A	1740,3 (114,7) A
Env.	1003,1(663,9) A	1284,8 (41,3)B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si.

Com relação a Tabela 3, os painéis compensados produzidos com faveira e pinus apresentaram diferenciação estatística entre os tratamentos para o MOE paralelo. Para o MOE perpendicular (Tabela 4), somente os painéis compensados de pinus foram estatisticamente diferentes.

Muito dessa diminuição das propriedades mecânicas dos painéis de faveira e pinus pode ser justificada pela diminuição estatística da densidade dos painéis. A qual se explica pela perda de degradação química de alguns

componentes químicos da madeira e pelo aumento em espessura dos painéis após a imersão em água para a realização dos ciclos de envelhecimento.

A norma NBR 31.000.05-001/1 (2004) determinada os valores mínimos de MOE paralelo e perpendicular para compensados produzidos com 5 lâminas e com espessura de 15 mm, de 4590 MPa e 2142 MPa, respectivamente. Neste sentido, apenas os painéis sem envelhecimento de faveira e pinus atenderam ao valor mínimo estipulado para o MOE paralelo. Para o MOE perpendicular, apenas os painéis produzidos com a madeira de faveira, sem envelhecimento, atenderam ao valor estipulado pela norma.

4. CONCLUSÕES

O envelhecimento acelerado promoveu efeito mais pronunciado, de redução das propriedades mecânicas, nos painéis produzidos com a madeira de pinus.

Os painéis após envelhecimento não conseguem atender as especificações da norma NBR 31.000.05-001/1 (2004) para o Módulo de elasticidade à flexão estática.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE - ABIMCI. **Estudo setorial**. Curitiba, 2007. 40 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR Projeto 31:000.05-001/1-Proposta. **Painéis de madeira compensada**. Rio de Janeiro, 2004.

KOJIMA, Y.; SUZUKI, S. Evaluating the durability of wood-based panels using internal bond strength results from accelerated aging treatments. **Journal of wood science**, v. 57, n. 1, p. 7-13, 2011.

NORITA, H.; KOJIMA, Y.; SUZUKI, S. The aging effects of water immersion treatments in wet-bending for standardized testing of wood panels. **Journal of wood science**, v. 54, n. 2, p. 121-127, 2010.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG e ao CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUALIDADE DE PAINÉIS AGLOMERADOS PRODUZIDOS COM RESÍDUO DE LAMINAÇÃO

André de Moraes Gonçalves¹, Rafael Farinassi Mendes¹, Stefânia Lima Oliveira¹, Lourival Marin Mendes¹, José Benedito Guimarães Júnior²
Universidade Federal de Lavras (UFLA)¹, Universidade Federal de Goiás (UFG)²
alanpereiravilela@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

As indústrias de base florestal no Brasil geram um grande volume de resíduos durante os processos operacionais, que vão desde a extração até a industrialização da madeira. De acordo com Brito et al.(2006), as indústrias de madeira serrada, lâminas e compensados geraram resíduos da ordem de 19.255.000 metros cúbicos por ano, o que representa 50,7% do volume original de toras.

Iwakiri et al.(2000) relata que a maioria destes resíduos provenientes do processo industrial da madeira é utilizado para a geração de energia para fins industriais e até domésticos. Todavia, apesar dos benefícios sociais gerados, essa forma de utilização agrega baixo valor ao produto final, surgindo a possibilidade de se obter outras formas de utilização destes resíduos agregando valor ao produto, como a produção de painéis de madeira aglomerada.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de painéis aglomerados produzidos com o resíduo proveniente do processo de laminação.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados resíduos do processo de laminação da madeira *Eucalyptus grandis*, aos 28 anos de idade. O resíduo utilizado foi aquele advindo do processo de arredondamento das toras, logo após a retirada da sua casca.

Após o processamento do resíduo em moinho martelo, para a obtenção das partículas sliver, essas forma classificadas em peneira vibratória com abertura de 6 mm e posteriormente secas a umidade de 4% (base massa seca das partículas).

Para a produção dos painéis aglomerados foi utilizado 8% de adesivo uréia-formaldeído, densidade nominal de 0,70 g/cm³, dimensões de 480 mm x 480 mm x 15 mm, e ciclo de prensagem de temperatura de 160°C, pressão especificada de 40 kgf/cm² por um período de 8 minutos.

Foram produzidos três, os quais após climatização (temperatura de 20±2°C e umidade relativa de 65±5%) foram cortados para as retiradas de corpos de prova. As dimensões dos corpos-de-prova e os procedimentos de ensaio empregados na avaliação das propriedades absorção de água (AA) após duas e vinte e quatro horas de imersão, inchamento em espessura (IE) após duas e vinte e quatro horas de imersão e ligação interna (LI), foram definidos com base na norma americana ASTM D1037 (2006). Para a avaliação das propriedades MOR e MOE à flexão estática, nas direções paralela e perpendicular, foi empregada a norma DIN 52362 (1982). A densidade do painel foi determinada através da média da densidade dos corpos de prova de todos os ensaios citados anteriormente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das propriedades físicas e mecânicas analisadas estão apresentados na Tabela 1.

Os painéis obtiveram densidade aparente média de 0,64 g/cm³, sendo classificados como de média densidade, que são painéis com densidade entre 0,59 e 0,80g/cm (Iwakiri, 2005).

Iwakiri et al. (2000) ao avaliarem a utilização de resíduos de serraria das espécies *Eucalyptus maculata*, *E. grandis* e *E. tereticornis* para produção de painéis aglomerados obtiveram valores médios entre 13,9 a 41,7% para AA2h,

de 37,4 a 58,8% para AA24h, de 12,3 a 30,6% para IE2h, de 24,2 a 38,8% para IE24h, de 7,4 a 16,4 MPa para MOR, de 1218 a 2305 MPa para MOE e de 0,76 a 1,36 MPa para ligação interna.

Tabela 1: Valores médios das propriedades físico-mecânicas dos painéis aglomerados

Propriedades	Valores Médios
Densidade (g/cm ³)	0,66 (0,05)
AA2h (%)	56,4 (5,6)
AA24h (%)	69,6 (4,5)
IE2h (%)	13,4 (2,0)
IE24h (%)	19,6 (2,6)
MOR (MPa)	9,7 (1,9)
MOE (MPa)	1562,8 (144,8)
LI (MPa)	1,1 (0,22)

Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão

Guimarães junior et al. (2011) ao avaliarem as propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos de laminação das espécies *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana* obtiveram valores médios entre 45,7 a 61,3% para a AA2h, de 71,2 a 82,3% para AA24h, de 15,8 a 16,7% para IE2h, de 24,5 a 27,2% para IE24h, de 14,7 a 17,9 MPa para MOR, de 735 a 879 MPa para MOE e de 0,28 a 0,31 MPa para Ligação interna.

A norma de comercialização EN 312 (2003), estipula o valor máximo de 15% para IE24h de painéis aglomerados, e os valores mínimos de de 15 MPa para o MOR, 2300 MPa para o MOE e de 0,35 MPa para ligação interna.

Dessa forma, de maneira geral os dados obtidos no presente estudo apresentaram valores médios condizentes com os dados obtidos em literatura. Em comparação com a norma de comercialização, os painéis atenderam apenas ao valor mínimo determinado. Sendo necessárias modificações nas variáveis de produção para ser viável a utilização do resíduo de laminação na produção de painéis aglomerados.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os painéis produzidos com o resíduo de laminação da madeira de *Eucalyptus grandis* apresenta grande potencial de utilização. Contudo, ainda são necessárias modificações nas variáveis de produção para ser viável a utilização desse tipo de resíduo.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM 1037:** standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. Philadelphia, 2006. 30 p.

DIN 52362: Whilst for the properties of modulus of elasticity and modulus of rupture to static bending. 1982.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 312.** Particleboard - Specifications. Bruxelas. 1993.

GUIMARÃES JUNIOR, J.B.; MENDES, L.M.; MENDES, R.F.; MORI, F.A. Painéis de madeira aglomerada de resíduos da laminação de diferentes procedências de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 4, p. 443-452, out./dez. 2011.

IWAKIRI, S.; CUNHA, A.B.; ALBUQUERQUE, C.E.C.; GORNIK, E.; MENDES, L.M. Resíduos de serrarias na produção de painéis de Madeira aglomerada de eucalipto. **Scientia Agraria**, v.1, n. 1-2, p. 23-28, 2000.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída.** Curitiba: FUPEF, 2005, 247 p.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES DE PAINÉIS COMPENSADOS APÓS ENVELHECIMENTO NATURAL

Fernanda Silveira Lima, Carolina Rezende Pinto Narciso, Rafael Farinassi Mendes,
Lourival Marin Mendes, Camila Laís Farrapo
Universidade Federal de Lavras - UFLA
ferslima@ymail.com

1. INTRODUÇÃO

O compensado é um painel formado por lâminas de madeira coladas entre si, sendo que a direção das fibras de uma lâmina está orientada perpendicularmente às lâminas adjacentes. Normalmente é composto por um número ímpar de lâminas, com a finalidade de distribuir a resistência e compensar a deformação do painel (PEREYRA, 1994).

O compensado estrutural é classificado como de uso exterior (EX) e trata-se de um painel multilaminado, colado com resinas à prova d'água (normalmente fenol-formaldeído), destinadas a uso em condições cíclicas de alta e baixa umidade relativa, eventualmente em ação direta com a água. A sua aplicação se destina principalmente ao setor de construção civil e para embalagens (BALDWIN, 1995).

Além de suportar cargas esses painéis estão sujeitos à degradação, o que em alguns casos pode vir a afetar toda parte estrutural da construção. Fazendo com que o entendimento da perda de resistência dos painéis compensados com a exposição a intempéries seja de grande importância para o setor de construção civil.

Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de painéis compensados após envelhecimento natural.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados painéis compensados comerciais produzidos com 5 lâminas e madeira de pinus.

O ensaio de envelhecimento foi realizado utilizando uma mesa inclinada a 30° voltada para o norte magnético. Os corpos de prova foram expostos às intempéries por 50 dias e os dados climatológicos foram monitorados diariamente.

Os dados médios podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1- Média das variáveis climáticas no período de 50 dias

Média das variáveis climáticas - 50 dias	
Temperatura média (°C)	21,0
Umidade relativa do ar (%)	73,0
Temp. max (°C)	26,1
Temp. min (°C)	15,1
Precipitação (mm)	1,7

Posteriormente, foram realizados os ensaios mecânicos de MOE e MOR à flexão estática, nos sentidos paralelo e perpendicular, conforme procedimento da norma ASTM D1037 (2006). Os dados obtidos foram confrontados com as médias encontradas para os corpos de prova sem o envelhecimento, proporcionando assim avaliar a perda de resistência. A avaliação estatística dos dados foi realizada por meio de análise de variância, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontra-se os valores médios de densidade aparente dos painéis compensados antes e após o envelhecimento.

Tabela 2 – Densidade aparente dos painéis

Tratamentos	Densidade aparente(g/cm ³)
Testemunha	0,463 A
Envelhecimento	0,435 B

Tratamentos seguidos de mesma letra não diferem estatisticamente pela análise de variância, a 5% de significância.

Observa-se que houve diferença estatística entre as densidades aparentes dos painéis sem envelhecimento e com envelhecimento, sendo o menor valor médio obtido para os painéis com envelhecimento. O que se justifica pelo aumento

da espessura dos painéis após o envelhecimento, aumentando assim o volume dos mesmos sem aumentar a massa, e conseqüentemente diminuindo a densidade.

Nas Figuras 1 e 2 encontram-se os valores de módulo de ruptura (paralelo e perpendicular) e Módulo de elasticidade (paralelo e perpendicular) à flexão estática, respectivamente.

Observa-se que o envelhecimento natural promoveu reduções significativas apenas no MOR e MOE paralelo, apresentando reduções da ordem de 32,1% e de 20,8%, respectivamente.

Em comparação com a norma NBR 31.000.05-001/1 (2004) os valores mínimos de MOR paralelo e perpendicular para compensados de pinus produzidos com 5 lâminas e com espessura de 15 mm, é de 21,4MPa e 11,5 MPa, respectivamente. Enquanto que para o MOE paralelo e perpendicular os valores são de 4590 MPa e 2142 MPa, respectivamente.

Sendo assim, tanto os painéis testemunha quanto os painéis com envelhecimento ficaram acima do mínimo para o MOR paralelo e perpendicular. Para o MOE paralelo e perpendicular, os painéis testemunhas e os painéis com envelhecimento não atenderam ao valor mínimo determinado pela norma.

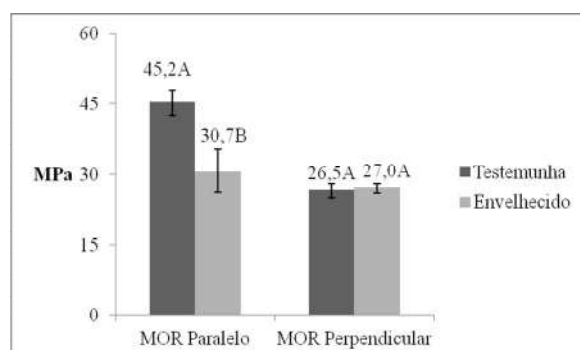


FIGURA 1 – Módulo de ruptura dos painéis
Tratamentos com letras diferentes diferem estatisticamente pela análise de variância a 5% de significância.

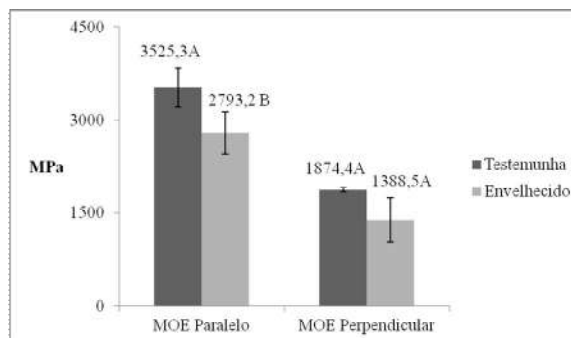


FIGURA 2 – módulo de elasticidade dos painéis
Tratamentos com letras diferentes diferem estatisticamente pela análise de variância a 5% de significância.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O envelhecimento natural de painéis compensados afetou apenas as propriedades MOR paralelo e MOE paralelo.

Recomenda-se novas pesquisas com a avaliação de ciclos mais longos de envelhecimento e com a avaliação das propriedades de cisalhamento.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR Projeto 31:000.05-001/1-Proposta1. **Painéis de madeira compensada**. Rio de Janeiro, 2004.

BALDWIN, R. F. **Plywood and veneer-based products: manufacturing practices**. San Francisco: M. Freeman, 1995. 388 p.

PEREYRA, O. **Avaliação da madeira de Eucalyptus dunni (Maid) na manufatura de painéis compensados**. Piracicaba: USP/ESALQ, 1993. 119p. (Dissertação – Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira)

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DO ENVELHECIMENTO NATURAL NA QUALIDADE DE PAÍNÉIS OSB

Carolina Rezende Pinto Narciso, Fernanda Silveira Lima, Rafael Farinassi Mendes,
Stefânia Lima Oliveira, Lourival Marin Mendes

Universidade Federal de Lavras - UFLA

carolina.narciso@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

O OSB (“Oriented Strand Board”) é um painel de partículas de madeira orientadas, finas e longas do tipo “strand”, que são consolidadas pelo uso de adesivo, calor e pressão (BORTOLETTO JÚNIOR; GARCIA, 2004). Tais painéis de madeira apresentam boas propriedades de resistência mecânica e estabilidade dimensional (CLOUTIER, 1998), sendo tratado assim como um produto estrutural.

Os produtos derivados de madeira, dentre os quais o OSB, se tornaram alternativas interessantes à substituição da madeira maciça em diversas aplicações, desde a indústria moveleira até elementos estruturais. Sendo assim, cresce a necessidade de informações sobre a resistência desse tipo de painel à exposição das variações climáticas, como diferenças de temperatura, umidade, ação dos ventos e das chuvas, e também, como esse intemperismo pode influenciar a qualidade dos painéis.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do envelhecimento natural sobre as propriedades mecânicas de painéis OSB.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados painéis de OSB comerciais de 15 mm de espessura e produzidos com madeira de pinus.

Para o procedimento dos testes foram separados corpos de prova cortados nos sentidos paralelo e perpendicular, conforme norma ASTM D1037 (2006). Estes ficaram expostos às variações de temperatura e umidade durante 50 dias. A média dos dados climatológicos pode ser observada na Tabela 1. O ensaio de envelhecimento foi

realizado utilizando uma mesa inclinada a 30° voltada para o norte magnético.

Tabela 1 - Variáveis climatológicas

Média das variáveis climáticas - 50 dias	
Temperatura média (°C)	21,0
Umidade relativa do ar (%)	73,0
Temp. max (°C)	26,1
Temp. min (°C)	15,1
Precipitação (mm)	1,7

Posteriormente, foram realizados os ensaios mecânicos de MOR (módulo de ruptura) e MOE (módulo de elasticidade) à flexão estática, nos sentidos paralelo e perpendicular, conforme procedimento da norma. Corpos de prova não expostos a tais variações foram utilizadas como testemunhas.

Os dados obtidos foram confrontados com as médias encontradas para os corpos de prova sem o envelhecimento, proporcionando assim avaliar a perda de resistência. A avaliação se deu por meio de análise de variância, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios de densidade aparente dos painéis antes e após envelhecimento natural.

TABELA 2 – Densidade aparente dos painéis

Tratamentos	Densidade (g/cm ³)*
Testemunha	0,63 (0,01)
Envelhecido	0,58 (0,03)

*Difere estatisticamente a 5% de significância

Houve diferença estatística entre os tratamentos, sendo a menor densidade obtida para os painéis envelhecidos. O que em parte é justificado pelo aumento da espessura dos painéis que entraram em contato com a umidade.

Na Figura 1 e 2 estão destacados os dados de MOR e MOE paralelo e perpendicular, antes e após o envelhecimento dos painéis OSB. Em todas as propriedades não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos. Contudo, pode se observar certa tendência de redução dos valores médios, o que é justificado pela diminuição da densidade aparente dos painéis.

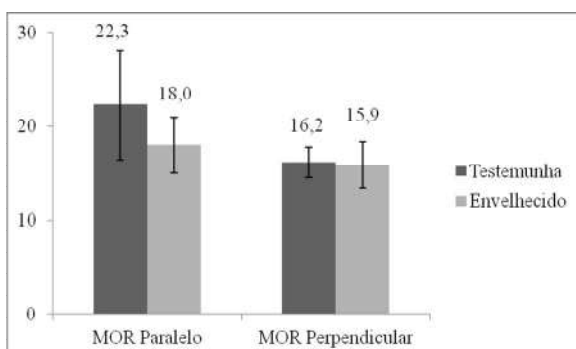


FIGURA 1 – Módulo de ruptura dos painéis

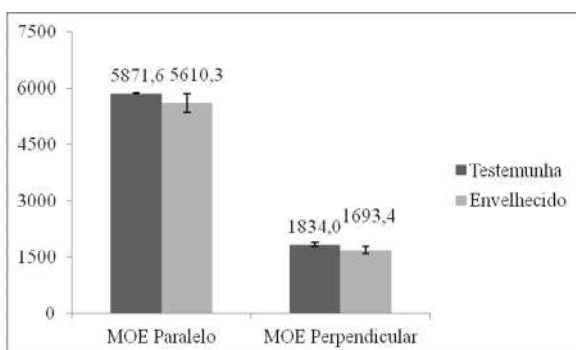


FIGURA 2 – Módulo de elasticidade dos painéis

A norma CSA 0437 (1993) estipula os valores mínimos de resistência para MOR paralelo de 29,0 e 23,4 MPa para a classificação O1 e O2, respectivamente. Para a propriedade MOR perpendicular os valores são 12,4 e 9,6, respectivamente. Para a propriedade MOE paralelo os valores são de 5500 e 4500, respectivamente. Para a Propriedade MOE perpendicular os valores são de 1500 e 1300, respectivamente.

Bortoletto Júnior e Garcia (2004) ao avaliarem a qualidade de painéis comerciais do tipo compensados e OSB obtiveram, para painéis OSB de 15 mm, valores próximos de 24 e 15 MPa para o MOR paralelo e perpendicular respectivamente, e valores de 4000 e 1600 MPa para o MOE paralelo e perpendicular, respectivamente.

Nesse sentido, os painéis com e sem envelhecimento apresentaram valores próximos aos encontrados em literatura. Enquanto que em comparação com a norma de comercialização, os painéis não atenderam apenas aos valores mínimos estipulados para o MOR paralelo. Para o MOR perpendicular e MOE paralelo e perpendicular, os dois tratamentos atenderam a todos os requisitos da classificação O2 da norma CSA 0437 (1993).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O envelhecimento acelerado por período de 50 dias não promoveu reduções significativas das propriedades mecânicas dos painéis OSB.

Novos períodos de avaliação devem ser realizados para uma avaliação mais completa da perda de resistência de painéis OSB em função da sua exposição à variações climáticas.

5. BIBLIOGRAFIA

ASTM D-1037. Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials. American Society for Testing and Materials Annual book of ASTM standard. Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, pp 1–30, 2006.

BORTOLETTO JÚNIOR, G.; GARCIA, J. N. Propriedade de resistência e rigidez a flexão estática de painéis OSB e compensados. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 563-570, 2004.

CLOUTIER, A. Oriented Strand Board (OSB): Raw material, manufacturing process, properties, and uses. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA 1., E ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIA APROPRIADAS DE DESDOBRADO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1., 1998, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1998. p. 173-185.

CSA 0437–0. OSB and waferboard. Canadian Standards Association, Ontario, 18 p, 1993.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



COMPORTAMENTO DO PH DE ADESIVOS EM FUNÇÃO DE DIFERENTES ESPÉCIES DE MADEIRA

Júlia Resende Carvalho, Antônia Amanda da Silva César, Lina Bufalino, Ricardo Gabriel de Almeida Mesquita, Lourival Marin Mendes

Universidade Federal de Lavras

julia_rcarvalho@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

No processo de produção de painéis reconstituídos de madeira, a união dos substratos se dá pela utilização de um agente que promova a colagem, no caso, um adesivo sintético termofixo. Na qualidade desse processo, é importante considerar a influência do pH tanto da madeira quanto do adesivo. Os limites de pH do adesivo não devem ultrapassar a faixa de 2,5 a 11, pois podem resultar em degradação das fibras de madeira (IWAKIRI, 2005).

A acidez da madeira tem influência sobre a cura do adesivo e também na escolha do tipo de catalisador a ser empregado na confecção de painéis. O nível de acidez da madeira é medido em pH e capacidade tampão. Enquanto que o nível de pH da madeira mede a acidez específica sob determinadas condições, a capacidade tampão mede a resistência da madeira em alterar o pH. Madeiras com alta capacidade tampão requerem maiores quantidades de catalisadores ácidos, para reduzir o pH ao nível necessário para uma cura ideal do adesivo (MALONEY, 1993). As resinas mais utilizadas comercialmente, que são a ureia-formaldeído e o fenol-formaldeído, curam respectivamente nos meios ácidos e alcalinos. Portanto, uma madeira de alta acidez apresenta maior dificuldade de colagem com a resina fenol-formaldeído, enquanto madeiras com pH excessivamente ácidos podem causar a pré-cura do adesivo ureia-formaldeído durante a fase de fechamento da prensa, prejudicando as propriedades finais do painel (IWAKIRI et al., 2002). O pH das diversas espécies situa-se geralmente na faixa entre 3 e 6 (IWAKIRI, 2005).

O pH do adesivo pode ser diretamente medido por aparelhos como potenciômetros específicos. Por outro lado, na literatura os estudos sobre o pH das diferentes espécies de madeira são

escassos. Dessa forma, uma alternativa seria verificar a influência da madeira no pH do adesivo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de diferentes espécies de madeira sobre o pH de adesivos sintéticos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas madeiras de *Pinus oocarpa*, *Eucalyptus grandis*, *Toona ciliata*, *Eremanthus erythropappus*, *Coffea arabica* L., da cultivar Mundo Novo, *Brosimum parinarioides*, *Anadenanthera colubrina*, *Cunninghamia lanceolata*. As madeiras foram moídas em moinho do tipo martelo e, posteriormente, em moinho do tipo Willey.

O material foi peneirado, sendo selecionadas as partículas que passaram na peneira de 60 mesh e ficaram retidas na peneira de 100 mesh. Essas foram secas em estufa de circulação de ar forçada até umidade de 4%, visando simular o que acontece nas partículas destinadas à produção de painéis. Os adesivos utilizados foram a uréia-formaldeído (UF) e o fenol-formaldeído (FF). Com um potenciômetro mensurou-se o pH do adesivo puro e de misturas de adesivo com as diferentes proporções de cada espécie de madeira: 0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5 e 15% (base peso do adesivo). Para cada tipo de adesivo submetido à adição de cada tipo de madeira, foi gerada uma curva resposta do comportamento do pH.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies apresentaram comportamentos distintos de variação de pH para o adesivo UF (Figura 1) e FF (Figura 2). Os comportamentos apresentados pelas diferentes curvas podem influenciar na produção de painéis com essas madeiras.

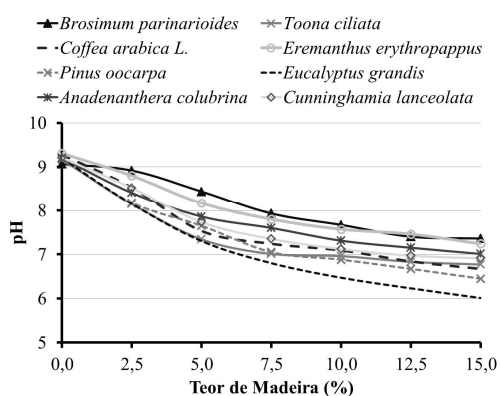


Fig. 1: Curva resposta de pH do adesivo UF para as espécies utilizadas.

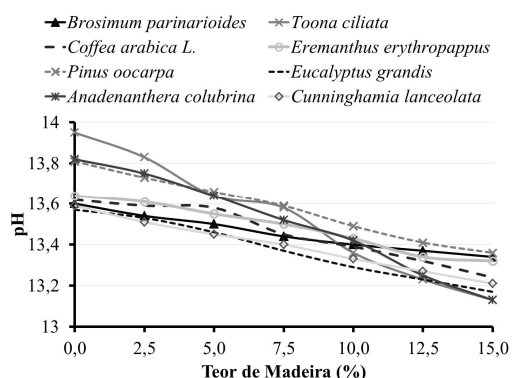


Fig. 2: Curva resposta de pH do adesivo FF para as espécies utilizadas.

Foi observado que o acréscimo de maiores proporções de madeira ocasiona diminuição de pH em função de sua acidez. Adicionalmente, variações mais intensas de pH ocorrem no adesivo UF em relação ao adesivo FF. Com a adição da serragem de madeira, o menor valor de pH encontrado para UF foi de 6,01, quando *Eucalyptus grandis* foi adicionado a 15%. Já o maior valor foi de 8,92 para a espécie *Brosimum parinarioides* a 2,5%. Para FF essa variação foi expressivamente menor e valores de pH entre 13,13 e 13,83 foram observados. O valor máximo foi obtido para as madeiras de *Toona ciliata* e *Anadenanthera colubrina* a 15%, enquanto o valor mínimo para *Toona ciliata* a 2,5%. Dessa forma, é possível inferir que o adesivo UF possui menor capacidade tampão e a variação de pH da madeira é mais relevante quando esse é utilizado para colagem.

Para UF, *Toona ciliata* apresentou a menor faixa de variação (1,38) quando a proporção variou de 2,5% a 15%. A maior faixa foi obtida para *Eucalyptus grandis*, que apresentou uma variação de 2,14 nessa mesma variação de porcentagem de serragem.

Para o adesivo FF, as espécies *Toona ciliata* e *Brosimum parinarioides* apresentaram a maior (0,70) e menor (0,20) variação, respectivamente, quando a proporção de madeira aumentou de 2,5 para 15%.

Esses fenômenos podem ser atribuídos principalmente à variação na quantidade e tipo de extrativos presentes em diferentes espécies de madeira que alteram sua interação com o adesivo. Extrativos na superfície da madeira são os principais contribuidores da inativação da superfície, alterando o pH da mesma e gerando assim um pobre umedecimento do substrato (SKEIST, 1990).

Os diferentes comportamentos observados nesse trabalho podem significar a melhor aptidão de uma determinada madeira a ser utilizada com um tipo de adesivo específico. Adicionalmente, o estudo do comportamento do pH pode auxiliar na avaliação da necessidade de se utilizar catalisadores ácidos durante a produção de painéis de madeira (MALONEY, 1993).

4. CONCLUSÕES

Diferentes proporções e espécies de madeira apresentaram comportamentos variáveis sobre o pH dos adesivos, sendo que para UF a variação do pH foi maior em relação a FF.

5. BIBLIOGRAFIA

MALONEY, T.M. **Modern particleboard & dry process fiberboard manufacturing**. San Francisco: Miller Freeman Inc. 1993. 681p.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. FUPEF. 247p. Curitiba, abril de 2005.

IWAKIRI, S. et al. Produção de chapas de partículas orientadas "OSB" com diferentes teores de resina, parafina e composição em camadas. **Ciência Florestal**. Santa Maris, v.13, n.1, p. 89-94, outubro de 2002.

SKEIST, I. **Handbook of adhesives**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 778p.

AGRADECIMENTOS

CAPES, CNPq e FAPEMIG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DEGRADAÇÃO TÉRMICA DE PAINÉIS OSB TRATADOS QUIMICAMENTE

Nathália Carvalho Ferriolli, Antônia Amanda da Silva César, Thiago de Paula Protásio, Fernanda Silveira Lima, Lourival Marin Mendes

Universidade Federal de Lavras

nferriolli@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

OSB é um painel de partículas de madeira orientadas e coladas com resina a prova d'água sob prensagem a quente. (Maloney, 1996). Foi desenvolvido para aplicações estruturais, e é produzido a partir de partículas “strand” de madeira. Apresenta bom desempenho na maioria das aplicações nas quais se usam os compensados de madeira, sendo utilizados também como revestimento de teto em habitações de madeira. Dentre os potenciais riscos ligados à utilização da madeira na construção habitacional, está presente a insegurança frente ao risco de incêndio, mesmo esta apresentando bom desempenho quando comparada a outros materiais estruturais. A tendência de que a madeira entre em combustão depende da espécie, do teor de umidade, da temperatura, da fonte de calor, duração de exposição, tamanho e forma da madeira, e detalhes construtivos. Pode se avaliar o comportamento dos materiais, ou elementos construtivos, quando submetidos a ensaios de resistência, expondo-os a condições de incêndio a fim de avaliar seu comportamento quanto à estabilidade, estanqueidade (restringir a passagem de gases e chamas), e isolamento térmico (PINTO, 2001). Estes mesmos testes que são avaliados na madeira podem ser utilizados em diversos materiais, inclusive nos sub-produtos de madeira. O objetivo desse trabalho foi estudar e determinar o comportamento de resistência ao fogo, de painéis OSB, tratados quimicamente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas toras da madeira de *Pinus oocarpa* de densidade 0,473g/cm³. As partículas “strand” foram obtidas nas dimensões nominais de 90 x 30 x 0,7mm por meio de um picador de discos. As partículas foram secas até aproximadamente 3% de umidade. Após o encolamento, as partículas foram distribuídas no

colchão em três camadas perpendiculares entre si nas proporções 25, 50 e 25% para face, miolo e face, respectivamente. Para a formação do colchão foi utilizada uma caixa formadora com dimensões de 500 x 500 mm. O colchão foi então pré-prensado até 0,78 MPa em uma prensa manual. O processo de prensagem foi feito em uma prensa hidráulica automática com controle de temperatura e pressão, sendo que as variáveis do ciclo foram: temperatura de 150°C e pressão de 3,92 MPa por um período de 8 minutos. Todos os painéis foram produzidos com densidade aparente nominal de 0,700 g.cm⁻³ e espessura nominal de 15 mm. Foi utilizado o adesivo fenol-formaldeído em um teor de 9%. Foram aplicados 3 tipos de tratamentos químicos (ácido acético, água destilada e hidróxido de sódio) e 1 testemunha. Para cada combinação, foram produzidos 4 painéis. Os corpos de prova para o teste de combustibilidade, nas dimensões de 2,5x2,5x1, 5 cm, foram acondicionados em sala de climatização com condições de umidade e temperatura controladas (20±2 °C e 65±3% de UR) até massa constante. Para avaliar o comportamento dos painéis durante a combustão foi utilizada a metodologia proposta por Quirino & Brito (1991) e Paula (2011). A ignição ocorreu com a combustão de 10g de álcool. A cada minuto foram feitas as leituras de massa do painel e da temperatura do sistema. O teste foi feito em quadruplicatas, posteriormente extraíndo-se a curva média para cada repetição de cada tratamento. Para facilitar o entendimento dos resultados, foram extraídos dados como temperatura máxima (T_{máx}), assim como o tempo necessário para que esta seja atingida (TO na T_{máx}) e a massa total restante (Mr) para cada um dos tratamentos. As curvas médias de variação da temperatura e % de massa restante no decorrer do tempo de ensaio foram plotadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 encontram-se os valores médios de T_{máx} (°C), TO na TA máx (s) e Mr (%).

Tabela 1: Valores médios de $T_{m\acute{a}x}$ ($^{\circ}C$), TO na $T_{m\acute{a}x}$ (s) e Mr (%).

Tratamento	$T_{m\acute{a}x}$	TO na $T_{m\acute{a}x}$	Mr
Ácido acético	330,5	6	60,63
Água destilada	292,3	5	79,78
NaOH	392,5	5	87,80
Testemunha	434,0	5	79,62

Pode-se verificar que a menor temperatura atingida no pico (por volta dos 5 min de ensaio) ocorre para o tratamento com água destilada. Já o maior valor de pico ocorre para a testemunha. Como todos os tratamentos químicos realizados removem os extrativos presentes na madeira, pode-se inferir que a ausência ou diminuição de extrativos acarrete menor combustibilidade dos painéis. Os extrativos decompõem-se a baixas temperaturas (150-600 $^{\circ}C$) e diminuem a energia de ativação da madeira (Guo et al., 2010). Dessa forma, pode-se presumir que a presença de extrativos na biomassa pode ser fundamental nas reações iniciais da combustão, especialmente a ignição.

Na Fig. 1 estão apresentados os perfis de variação da % de massa restante em função do tempo e na Fig. 2 os perfis de variação da temperatura em função do tempo.

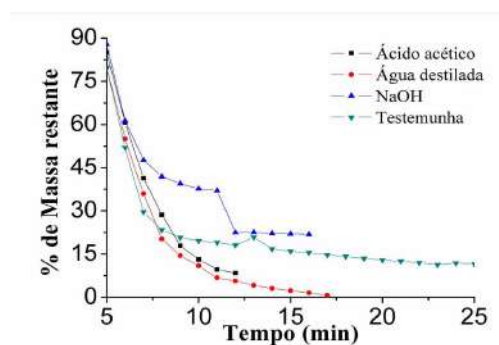


Fig. 1: Valores médios de % de massa restante em função do tempo de combustão.

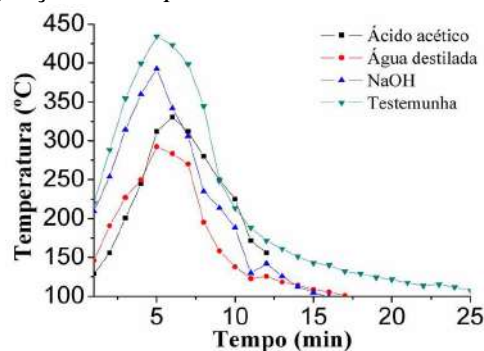


Fig. 2: Valores médios de temperatura em função do tempo de combustão.

A maior massa restante foi verificada para o tratamento com hidróxido de sódio. Já a menor foi verificada para o tratamento com ácido acético. Esse fenômeno demonstra que o tratamento com hidróxido de sódio é mais efetivo no aumento da estabilidade térmica e resistência do painel à perda de massa.

Painéis tratados com NaOH foram os que apresentaram menor risco na utilização da madeira na construção habitacional, devido a sua combustão mais lenta e menor perda de massa, fato este que influencia na segurança deste tipo de local já que, a combustão desses material seria mais lenta e o fogo se extinguiria antes que todo o material fosse consumido. Isto possivelmente reduziria o risco de acidentes graves.

4. CONCLUSÃO

O NaOH dentre os tratamentos utilizados, é o mais aconselhável para tratar painéis de madeira com relação a resistência ao fogo.

5. BIBLIOGRAFIA

GUO, X.; WANG, S.; WANG, K.; LIU, Q.; LUO, Z. Influence of extractives on mechanism of biomass pyrolysis. *Journal of fuel Chemistry and Technology*, v. 38, n. 1, p. 42-46, 2010.

PAULA, L. E. R. TRUGILHO, P. F.; REZENDE, R. N.; ASSIS, C. O. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. *Pesquisa Florestal Brasileira*, Colombo, v. 31, n. 66, p. 103-112, 2011.

QUIRINO, W. F.; BRITO, J. O. Características e índices de combustão de briquetes de carvão vegetal. Brasília: IBAMA, LPF, 1991.

PINTO, E. M. **Proteção contra incêndio para habitações em madeira**. 2001. 157 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura na Área de Tecnologia do Ambiente Construído). – Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos, 2001.

MALONEY, T. M. The family of wood composite materials. *Forest Products Journal*, Madison, v. 46, n. 2, p.19-26. 1996.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq e Capes.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE DA COMBUSTIBILIDADE DE PAINÉIS OSB

Nathália Carvalho Ferriolli, Antônia Amanda da Silva César, Mário Vanoli Scatolino, Carolina Rezende Pinto Narciso, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
 nferriolli@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente existe uma vasta gama de aplicações estruturais do OSB, como por exemplo, no uso de revestimento na construção habitacional apresentando melhor desempenho com relação a outros materiais (PINTO, 2001).

A madeira utilizada na construção está sujeita, assim como outros materiais de estrutura, a risco de incêndios. A tendência a entrar em combustão depende da espécie, da temperatura aplicada, do teor de umidade, fonte de calor, duração da exposição, tamanho e forma da madeira, densidade e detalhes construtivos (PINTO, 2001).

A densidade do painel está diretamente ligada com a sua resistência mecânica, ou seja, quanto maior a densidade do painel, maior será a sua resistência mecânica (KELLY, 1977). Contudo, uma densidade alta pode diminuir, por vezes, a resistência física do painel. É possível reduzir os riscos de incêndio considerando as características do material utilizado.

Pode-se avaliar o comportamento dos materiais, ou elementos construtivos, quando submetidos a ensaios de resistência, quando expostos a condições de incêndio a fim de avaliar seu comportamento quanto à estabilidade, estanqueidade, e isolamento térmico. Os critérios a serem atendidos variam dependendo da natureza do material utilizado. O objetivo deste trabalho foi determinar o comportamento de resistência ao fogo de painéis OSB de diferentes densidades.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizadas toras da madeira de Pinus oocarpa de densidade $0,473\text{g/cm}^3$. As partículas “strand” foram obtidas nas dimensões nominais

de $90 \times 30 \times 0,7\text{mm}$ por meio de um picador de discos. As partículas foram secas até aproximadamente 3% de umidade. Após o encolamento, as partículas foram distribuídas no colchão em três camadas perpendiculares entre si nas proporções 25, 50 e 25% em relação à massa total do painel para face, miolo e face, respectivamente. Para a formação do colchão foi utilizada uma caixa formadora com dimensões de $500 \times 500\text{mm}$. O colchão foi então pré-prensado até $0,78\text{Mpa}$ em uma prensa manual. Com auxílio de uma prensa hidráulica foi empregado o seguinte ciclo de prensagem: temperatura de 150°C e pressão de $3,92\text{MPa}$ por um período de 8 minutos. A espessura nominal foi de 15mm . Foi utilizado o adesivo fenol-formaldeído (FF) em um teor de 9%. Todos os painéis foram produzidos com densidade aparente nominal de $0,700\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e $0,800\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$. Para cada combinação, foram produzidos 4 painéis.

Os corpos de prova para o teste de combustibilidade, nas dimensões de $2,5 \times 2,5 \times 5\text{cm}$, foram climatizados até massa constante. Para avaliar o comportamento dos painéis durante a combustão foi utilizada a metodologia proposta por Quirino & Brito (1991) e Paula (2011). A ignição ocorreu com a combustão de 10g de álcool. A cada minuto foram feitas as leituras de massa do painel e da temperatura do sistema. O teste foi feito em quadruplicatas, posteriormente foi extraída a curva média para cada repetição de cada tratamento. Para facilitar o entendimento dos resultados, foram extraídos dados como temperatura máxima ($T_{\text{máx}}$), assim como o tempo necessário para que seja atingida (T_0 na $T_{\text{máx}}$) e a porcentagem de massa restante (PM_r) para cada um dos tratamentos. As curvas médias de variação da temperatura e % de massa restante no decorrer do tempo de ensaio foram plotadas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na fig. 1 estão apresentados os perfis de variação da % de massa restante em função do tempo.

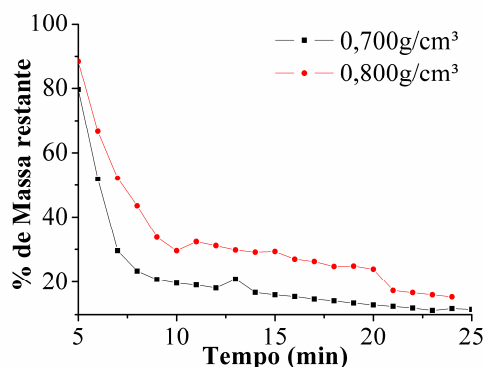


Fig 1. Valores médios de % de massa restante em função do tempo de combustão.

Na fig. 2 estão apresentados os perfis de variação da temperatura em função do tempo.

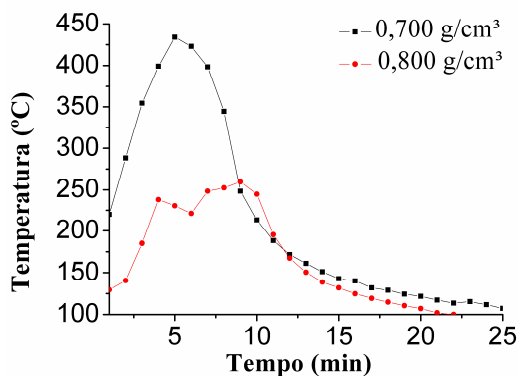


Fig 2. Valores médios de temperatura em função do tempo de combustão.

Na tabela 1 encontram-se os valores médios de TAMáx (°C), TO na TA máx (s) e PMr (%).

Tabela 1: Valores médios de TAMáx (°C), TO na TA máx (s) e PMr (%).

Tratamento	TAMáx	TO na TAMáx	PMr
0,700g.cm ⁻³	434,0	5	79,62
0,800g.cm ⁻³	230,5	5	88,46

A maior densidade utilizada resultou em maior percentual de massa restante, indicando que ao cessar o fogo, parte do material ainda estava intacta no interior do painel. A maior densificação deste painel pode ter funcionado como uma barreira mecânica para a movimentação dos gases quentes e chamas para o interior do material, resultando em menor avanço da frente de calor. Esse fato seria ocasionado pela menor quantidade de espaços vazios, já que em densidades maiores se comprime maior quantidade de material lenhoso em um mesmo volume (MALONEY, 1993;

MARRA, 1992). Painéis com densidade 0,800g.cm⁻³ foram os que apresentaram menor risco na utilização da madeira na construção habitacional, fator este que influencia na segurança deste tipo de local já que, em caso de incêndio o tempo de queima seria menor, diminuindo o risco de acidentes graves. A menor temperatura alcançada por este mesmo tratamento também é uma vantagem, visto que em casos de incêndio o risco à saúde a gravidade do acidente diminuem.

4. CONCLUSÕES

A maior densidade resultou em melhor comportamento considerando menor risco de incêndio, pois alcançou menor temperatura e maior percentual de massa restante.

5. BIBLIOGRAFIA

PAULA, L. E. R. TRUGILHO, P. F.; REZENDE, R. N.; ASSIS, C. O. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, v. 31, n. 66, p. 103-112, 2011.

QUIRINO, W. F.; BRITO, J. O. Características e índices de combustão de briquetes de carvão vegetal. Brasília: IBAMA, LPF, 1991.

PINTO, E. M.; **Proteção contra incêndio para habitações em madeira.** 2001. 157 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura na Área de Tecnologia do Ambiente Construído). – Universidade Estadual de São Paulo, São Carlos, 2001.

KELLY, M. W. A critical literature review of relationship between processing parameters and physical properties of particleboard. Madison: U.s. for. Prod. Lab. General Technical Report, 1977. 66 p

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq e Capes.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTÊNCIA MECÂNICA DE PAINÉIS OSB TRATADOS QUIMICAMENTE

Marina de Magalhães Rivelli, Antônia Amanda da Silva César, Ricardo Gabriel de Almeida Mesquita, Lourival Marin Mendes, Gabriela Pereira Botelho
Universidade Federal de Lavras
 marinarivelli@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Pinus* possui vasta aplicabilidade nos mais diversos produtos. As pesquisas na área de tecnologia da madeira vêm buscando melhorar o aproveitamento do material madeira. A produção de painéis de madeira é uma dessas possibilidades. Dentre os painéis particulados, o painel OSB destaca-se por possuir características para uso estrutural, como uma alta resistência mecânica (IWAKIRI et al., 2004).

Tratamentos químicos nas partículas podem ser realizados com o intuito de melhorar a estabilidade dimensional e a resistência mecânica de painéis de madeira (KADDAMI et al., 2006 e YASAR et al., 2010). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência de tratamentos químicos de partículas sobre resistência à flexão estática de painéis OSB.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira utilizada foi *Pinus oocarpa* (25 anos), com densidade básica de $0,473\text{g.cm}^{-3}$. Foram geradas partículas “strand” de dimensões nominais $90 \times 30 \times 0,7$ mm. Essas partículas receberam tratamento químico com ácido acético 1,5%, hidróxido de sódio 1,5% e água destilada, por um período de 24 horas de imersão nas soluções. Os materiais foram lavados em água corrente até que a água se tornasse transparente. Adicionalmente, partículas não tratadas foram utilizadas como testemunha. As partículas foram secas até aproximadamente 3% de umidade, com base na massa seca. Após o encolamento, as partículas foram distribuídas no colchão em três camadas perpendiculares entre si nas proporções de 25, 50 e 25% para face, miolo e face, respectivamente. O colchão foi então pré-prensado até 0,78 MPa em uma prensa manual. As variáveis do ciclo de prensagem foram: temperatura de $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressão de 3,92 MPa por um período de 8 minutos. Todos os painéis

foram produzidos com densidade aparente nominal de $0,700\text{ g.cm}^{-3}$ e espessura nominal de 15 mm. Foi utilizado o adesivo fenol-formaldeído (FF) em um teor de 9%. Para cada tratamento, foram produzidos 4 painéis. Os corpos de prova foram climatizados até massa constante para a posterior realização dos testes. A resistência à flexão estática foi determinada segundo a norma DIN 52362 (DIN 1982) para obtenção do módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) dos painéis. A densidade aparente foi obtida segunda norma ASTM D 1037-100 (ASTM, 2006). O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, sendo a fonte de variação os diferentes tratamentos químicos. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e teste de média Scott-knott para comparação dos tratamentos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está apresentado o resumo das análises de variância para MOE e MOR à flexão estática. Foi observada diferença estatística significativa apenas para variável MOE. Os valores médios de MOR foram: 29,46MPa, 30,45MPa, 34,01MPa e 34,87MPa para o tratamento químico de água destilada, hidróxido de sódio, testemunha e ácido acético, respectivamente. Em trabalho com os mesmos tratamentos químicos Yasar et al. (2010), verificaram diferenças de MOR entre tratamentos. Essa diferença não foi verificada neste trabalho. Para a variável densidade aparente não houve diferença estatística significativa. Os valores médios da densidade aparente dos painéis foram: $0,761\text{g.cm}^{-3}$, $0,738\text{g.cm}^{-3}$, $0,734\text{g.cm}^{-3}$ e $0,760\text{g.cm}^{-3}$ para o tratamento químico de água destilada, hidróxido de sódio, testemunha e ácido acético, respectivamente. Na fig. 1 estão apresentados os valores médios de MOE para diferentes tratamentos químicos.

Tabela 1: Resumo dos quadros das análises de variância.

Fonte de Variação	GL	QM	
		MOR	MOE
Tratamento	3	27,93 ^{ns}	527961,18*
Erro	12	-	-
CV (%)		11,58	7,99
Média geral		32,20 MPa	3444,48MPa

QM^{ns} e QM*: valor de Quadrado Médio não significativo e significativo respectivamente.

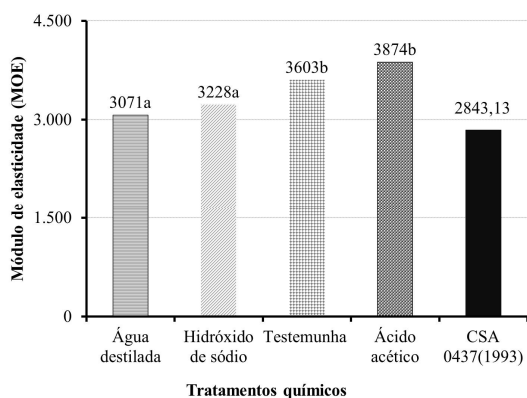


Fig. 1: Valores médios de MOE para os diferentes tratamentos químicos, seguidas de teste de média e valor médio da norma de comercialização canadense.

O melhor resultado de MOE foi observado para o ácido acético e testemunha. Os menores valores de MOR encontrados para tratamento com água destilada e hidróxido de sódio, indicam uma baixa qualidade da colagem efetuada. Este resultado difere da literatura onde melhores valores de MOE são observados para o tratamento químico com hidróxido de sódio e ácido acético, superando o material não tratado (YASAR et al., 2010). Tratamentos ácidos hidrolisam as hemiceluloses e causam abertura da parede celular colaborando para a penetração do adesivo na madeira (OGEDA & PETRI, 2010; BOONSTRA et al., 1996; EL SEOUD et al., 2008) e conseqüentemente melhorando a colagem e a resistência mecânica. Enquanto que, tratamentos básicos removem parte da lignina presente (OGEDA & PETRI, 2010), podendo ainda em alguns casos de tratamento severo iniciar a degradação da fibras resultando em colagem inadequada e perda da resistência mecânica (EL SEOUD et al., 2008). Todos os tratamentos propostos resultaram em valores de MOE superiores ao requerido pela norma de comercialização considerada.

4. CONCLUSÃO

Dentre as variáveis analisadas houve diferença significativa apenas para MOE.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING ASTM **D1037- 06a**: Standard test methods for evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Panel Materials. Philladelphia: 2006

BOONSTRA, M. G. ; PIZZI, A.; TEKELY, P; PENDLEBURY J. Chemical modification of Norway spruce and Scots pine. A 13C NMR CP-MAS study of the reactivity and reactions of polymeric wood components with acetic anhydride. **Holzforschung** 50:215–220, 1996.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION – **CSA 0437** OSB and waferboard. Ontario, 1993. 18 p.

EL SEOUD, O. A. et al. Cellulose swelling by protic solvents: which properties of the biopolymer and the solvent matter? **Cellulose**, v. 15, n. 3, p. 371-392, Jun 2008.

IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; SALDANHA, L. K.; SANTOS, J. C. Utilização da madeira de eucalipto na produção de chapas de partículas orientadas – OSB. **Cerne**, Lavras, MG, v.10, n.1, p.46-52, 2004.

KADDAMI, H. et al. Short palm tree fiber thermoset matrices. **Composites: Part A. Applied Science and Manufacturing**, Kidlington, v.37, n.9, p.1413-1422, Sept. 2006.

NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. **DIN 52362** – Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength. Germany: 1982. p. 39-40.

OGEDA, T. L.; PETRI, D. F. S. Hidrólise enzimática da biomassa. **Química Nova**. Volume 33 numero 7. São Paulo. 2010.

YASAR, S. et al. The correlation of chemical characteristics and UFResin ratios to physical and mechanical properties os particleboard manufactured from vine prunings. **Scientific Research and Essays**, Victoria, v.5, n.8, p.737-741, Apr. 2010.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq e Capes.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



RESISTÊNCIA MECÂNICA DE PAINÉIS OSB PRODUZIDOS COM DIFERENTES DENSIDADES APARENTES

Marina de Magalhães Rivelli, Antônia Amanda da Silva César, Lina Bufalino, Lourival Marin Mendes, Tathiane Aparecida Severiano
Universidade Federal de Lavras
 marinarivelli@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Oriented strand board (OSB) é um painel de partículas de madeira orientadas e coladas com adesivo à prova d'água, consolidados sob prensagem a quente (MALONEY, 1996). Esses painéis se destacam por possuir característica para uso estrutural, como uma alta resistência mecânica (IWAKIRI et al., 2004).

A densidade tem uma importância significativa nos painéis particulados. A relação entre a densidade do painel e a densidade da madeira que foi utilizada é o indicativo do grau da densificação das partículas, o que irá influenciar nas propriedades dos painéis particulados (MALONEY, 1993). Os painéis com alta densidade apresentam maior resistência mecânica, porém, esta prejudica a sua estabilidade dimensional devido ao aumento do inchamento em espessura (KELLY, 1977).

Com o intuito de adequar a razão de compactação do produto para seu uso, pode-se alternar a matérias-primas ou modificar a densidade aparente nominal do painel produzido.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a resistência à flexão de painéis OSB de diferentes densidades aparente.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira utilizada foi *Pinus oocarpa* (25 anos), com densidade básica de $0,473\text{g.cm}^{-3}$ procedente do plantio experimental da Universidade Federal de Lavras. Foram geradas Partículas “strand” de dimensões nominais $90 \times 30 \times 0,7$ mm por meio de um picador de discos.

As partículas foram secas até aproximadamente 3% de umidade em estufa de circulação de ar forçada, com base na massa seca. O material foi

armazenado em sacos plásticos lacrados para que a umidade fosse mantida até o momento do encolamento.

Após o encolamento com 9% de fenol-formaldeído (FF), as partículas foram distribuídas no colchão em três camadas perpendiculares entre si nas proporções de 25, 50 e 25% em relação à massa total do painel para face, miolo e face, respectivamente. O colchão foi então pré-prensado até 0,78 MPa em uma prensa manual. As variáveis do ciclo de prensagem foram: temperatura de $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ e pressão de 3,92 MPa por um período de 8 minutos. Os painéis foram produzidos com densidade aparente nominal de $0,700\text{ g.cm}^{-3}$ e $0,800\text{ g.cm}^{-3}$, enquanto a espessura nominal de 15 mm foi mantida constante. Para cada combinação, foram produzidos 4 painéis.

Os corpos de prova foram acondicionados em sala de climatização com condições de umidade e temperatura controladas ($20 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $65 \pm 3\%$ de UR) até massa constante para a posterior realização dos testes. A resistência à flexão foi determinada segundo a norma DIN 52362 (DIN, 1982), onde foram obtidos módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) dos painéis. A densidade aparente determinada (DAd) foi obtida segunda norma ASTM D 1037-100 (ASTM, 2006). O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, sendo a fonte de variação as duas densidades aparentes nominais. Os dados foram submetidos a análise de variância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os principais resultados da análise de variância para MOE e MOR à flexão e densidade aparente do painel. Foi observada diferença estatística significativa apenas para variável DAd.

Tabela 1: Resultados das análises de variância.

Fonte de Variação	QM		
	MOR	MOE	DAd
Tratamento	21,83 ^{ns}	328987,83 ^{ns}	0,011705*
CV (%)	14,85	6,47	2,32

QM^{ns} e QM*: valor de Quadrado Médio não significativo e significativo respectivamente.

Os valores médios e desvio padrão das variáveis MOE e MOR, além do DAd, estão apresentados nas Figuras 1 e 2 respectivamente.

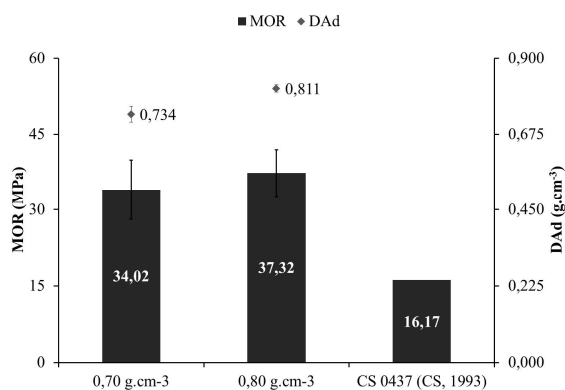


Fig. 1: Valores médios e desvio padrão de DAd e MOR dos tratamentos e da norma de comercialização.

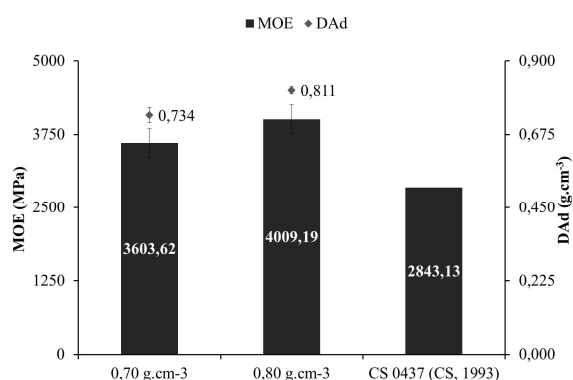


Fig. 2: Valores médios e desvio padrão de DAd e MOE dos tratamentos e da norma de comercialização.

A produção dos painéis com densidade de 0,700g.cm⁻³ e 0,800 g.cm⁻³ não afetou os resultados de MOR e MOE. De acordo com a literatura maiores densidades resultam em melhora das propriedades mecânicas uma vez que você obtém-se mais material lenhoso compactado em um mesmo volume (MALONEY, 1993; MARRA, 1992; IWAKIRI et al., 2005). Possivelmente a amplitude na variação das densidades utilizadas não foi suficiente para se verificar esse fenômeno. Dessa forma, a utilização da densidade aparente nominal de 0,7 g.cm⁻³ é recomendada em função

do custo, uma vez que uma menor massa de madeira é requerida.

Os painéis de ambos os tratamentos apresentaram valores de MOE e MOR consideravelmente superiores ao estipulado pela norma de comercialização considerada.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Não foi verificada influência das diferentes densidades testadas sobre as propriedades MOE e MOR.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING ASTM **D1037- 06a**: Standard test methods for evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Panel Materials. Philladelphia; 2006

IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; SALDANHA, L. K.; SANTOS, J. C. Utilização da madeira de eucalipto na produção de chapas de partículas orientadas – OSB. **Cerne**, Lavras, MG, v.10, n.1, p.46-52, 2004.

KELLY, M. W. A critical literature review of relationship between processing parameters and physical properties of particleboard. Madison: **U.s. for. Prod. Lab. General Technical Report**, 1977. 66 p

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding**. New York: V. Nostrand Reinhold, 1992. 453 p.

MALONEY, T.M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. 2. ed. São Francisco: Miller Freeman, 1993, 689p.

MALONEY, T. M. Family of wood composite materials. **Forest Products Journal**, Madison, v.46, n.2, p.19-26, 1996

NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. **DIN 52362** – Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength. Germany: 1982. p. 39-40.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq e Capes.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PROPRIEDADES DE FLEXÃO ESTÁTICA EM PAINÉIS AGLOMERADOS DE EUCALIPTO

Thamirys Andrade Lopes, Lina Bufalino, Antônia Amanda da Silva César, Rafael Farinassi Mendes, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
 thamiryscpo@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O Brasil está entre os mais avançados do mundo na fabricação de painéis de madeira. É também o país com o maior número de fábricas de última geração (ABIPA, 2012).

O aglomerado é um painel produzido a partir de pequenas partículas de madeira impregnadas geralmente com adesivo uréia-formaldeído e consolidado por aplicação de calor e pressão. É amplamente utilizado na indústria moveleira (IWAKIRI et al., 2008). O conhecimento das suas propriedades mecânicas possibilita a adequação para seu uso.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência que a densidade aparente exerce sobre as propriedades de flexão estática dos painéis aglomerados.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A madeira utilizada foi obtida de um povoamento de *Eucalyptus urophylla* de 7 anos de idade, localizado na região de Curvelo, Minas Gerais. Partículas do tipo *sliver* foram geradas em moinho martelo e posteriormente peneiradas para a retirada dos finos. O material foi seco até atingir a umidade de aproximadamente 3%.

O adesivo utilizado foi ureia-formaldeído no teor de 8%, aplicado juntamente com 1% de emulsão de parafina em uma encoladeira do tipo tambor rotatório. O colchão foi pré-prensado a 0,78 MPa em uma prensa manual. As variáveis do ciclo de prensagem foram temperatura de 150 °C, pressão de 3,92 MPa e tempo de 8 minutos. Os painéis foram produzidos nas dimensões de 48,5 x 48,5 x 1,5 cm. Os corpos de prova foram obtidos por meio de uma serra circular e acondicionados em sala de climatização com condições de umidade e temperatura controladas (20±2 °C e 65±3% de UR) até massa constante.

Quatro densidades aparentes nominais foram comparadas: 0,60; 0,65; 0,70 e 0,75 g.cm⁻³. Três painéis foram produzidos para cada tratamento.

Determinou-se as propriedades módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) em flexão estática de acordo com a norma DIN 52363 (DIN, 1984). Já a densidade aparente (DAd) foi obtida de acordo com a norma ASTM D 1037-100 (ASTM, 2006). Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos para as três propriedades avaliadas (Tabela 1).

Tabela 1. Resultado das análises de variância:

Fator de Variação	DAd	MOE	MOR
	Quadrado médio		
Tratamento	0,014*	292913,35*	19,28*
CV (%)	3,57	23,51	25,47

* Significativo a 5% de probabilidade; DAd = densidade aparente determinada.

Os valores médios de MOE e MOR juntamente com DAd e os resultados do teste de Scott-Knott para essas propriedades estão apresentados nas Figuras 1 e 2, respectivamente. Os painéis com densidades aparentes nominais 0,60 e 0,65 g.cm⁻³ apresentaram valores médios de DAd estaticamente iguais. Esse resultado não corresponde à meta do trabalho e pode ter sido ocasionado por problemas de laboratório como ausência de dosadores e perda de partículas durante o manuseio.

Para MOE e MOR não ocorreu diferença significativa entre os painéis de densidades aparentes nominais 0,60, 0,65 e 0,75 g.cm⁻³,

enquanto que o maior valor médio significativo correspondeu ao painel de densidade aparente nominal $0,70 \text{ g.cm}^{-3}$.

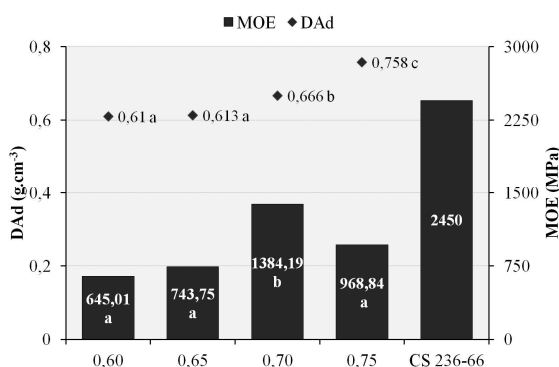


Fig. 1: Valores médios de módulo de elasticidade (MOE) e densidade aparente determinada (DAd); médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

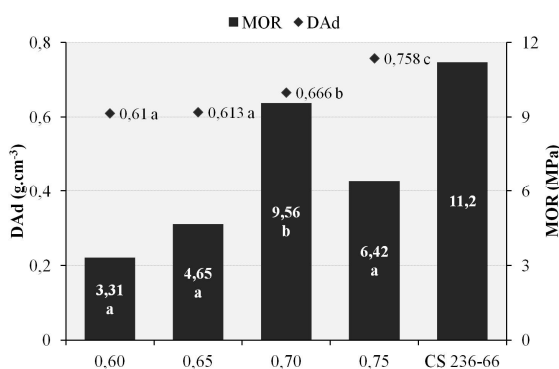


Fig 2: Valores médios de módulo de ruptura (MOR) e densidade aparente determinada (DAd); médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Maiores densidades de painel ocasionam maior quantidade de partículas lenhosas por unidade de volume e, portanto, maior resistência a esforços mecânicos externos. Entretanto, essa tendência não foi observada para os painéis de densidade nominal aparente de $0,75 \text{ g.cm}^{-3}$, pois com um aumento excessivo no valor de densidade, aumenta-se também a área superficial de partículas, necessitando assim, maior teor de adesivo para seu recobrimento adequado (MALONEY, 1993; MARRA, 1992; IWAKIRI et al., 2005). Os diferentes tratamentos propostos não atingiram a norma CS 236-66. A madeira utilizada apresenta densidade básica média de $0,57 \text{ g.cm}^{-3}$, o que resulta em um valor de compactação próximo do mínimo adequado (1,2) para os painéis de densidade aparente nominal $0,70 \text{ g.cm}^{-3}$.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Observou-se que com o aumento da densidade aparente, aumenta-se também a resistência mecânica à flexão estática dos painéis até o limite de $0,70 \text{ g.cm}^{-3}$.

Melhores resultados poderiam ser obtidos misturando-se a madeira do presente estudo com madeiras de menor densidade básica com o intuito de alcançar os valores médios estipulados pela norma de comercialização.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 1037:** standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. Philadelphia, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINEL DE MADEIRA. Novembro de 2012. Disponível em <<http://www.abipa.org.br/>>.

IWAKIRI, S.; ANDRADE, A. S.; JUNIOR. A. A. C.; CHIPANSK, E. R.; PRATA, J. G.; ADRIAZOLA, M. K. O. Produção de painéis aglomerados de alta densificação com uso de resina melamina-uréia-formaldeído. **Cerne**, v. 11, n. 4, p. 323-328, out./dez, 2005.

IWAKIRI, S.; STINGHEN, A. B. M.; DA SILVEIRA, E. L.; ZAMARIAN, E. H. C.; PRATA, J. G.; BRONOSKI, M. Influência da massa específica sobre as propriedades Mecânicas de painéis aglomerados. **Floresta**, v. 38, n. 3, p. 487-493, jul./set. 2008.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing.** San Francisco: M. Freeman, 1993. 689 p.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding.** New York: V. Nostrand Reinhold, 1992. 453 p.

NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. **DIN 52362:** testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength. Berlin, 1982.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq, Capes e Religar



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA TRAÇÃO PERPENDICULAR EM PAINÉIS OSB

Láysa Maria Ferreira Andrade, Antônia Amanda da Silva César, Laurenn Borges de Macedo,
Lina Bufalino, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
laysa@engflorestal.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

O OSB é um painel estrutural produzido com partículas *strand* depositadas em camadas perpendiculares entre si e consolidado com adesivo sintético. Possuem um baixo custo relativo devido a baixa exigência em matéria-prima e as suas propriedades mecânicas assemelham-se às da madeira sólida, podendo substituir plenamente os compensados estruturais. Esse painel vem ganhando mercado e sua produção com qualidade requer uma adesão satisfatória (CÉSAR, 2011).

A qualidade da colagem em painéis particulados pode ser verificada por meio de teste de ligação interna, também chamado teste de tração perpendicular (CÉSAR, 2011). Este trabalho objetivou avaliar a tração perpendicular nos painéis OSB produzidos com duas espécies de madeira em diferentes teores de adesivo.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As madeiras utilizadas foram *Pinus oocarpa* (25 anos) e *Eucalyptus grandis* (15 anos), com densidade básica de 0,473g/cm³ e 0,510 g/cm³, respectivamente. Foram geradas partículas *strand* de dimensões nominais 90 x 30 x 0,7 mm por meio de um picador de discos. As partículas foram secas até aproximadamente 3% com base na massa seca. As partículas foram encoladas com fenol-formaldeído (FF) e distribuídas no colchão em três camadas perpendiculares entre si nas proporções de 25, 50 e 25% para face, miolo e face, respectivamente. O colchão foi então pré-prensado até 0,78 MPa em uma prensa manual. As variáveis do ciclo de prensagem foram: temperatura de 150 °C e pressão de 3,92 MPa por um período de 8 minutos. Todos os painéis foram produzidos com densidade aparente média nominal de 0,700 g.cm⁻³ e espessura nominal de 15 mm. O adesivo foi aplicado nos teores de 6, 9 e 12%, base massa de partículas. Para cada tratamento, foram

produzidos 4 painéis. Os corpos de prova foram acondicionados até massa constante. A tração perpendicular (TP) e a densidade aparente (DA) foram determinadas segundo a norma ASTM D1037 (ASTM, 2006). Para a variável tração perpendicular o experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 X 3 (duas espécies de madeira X 3 teores de adesivo). Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e regressão linear para o fator quantitativo. Para a variável densidade aparente foi feita análise de variância a 5% de significância para comparação das médias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para a DA foi não significativa e os valores variaram de 0,665 a 0,719 g.cm⁻³, o que está de acordo com a densidade nominal estipulada para confecção dos painéis na metodologia deste trabalho que era de 0,700 g.cm⁻³.

Na Tabela 1 está apresentado o resumo da análise de variância para a variável TP (MPa). Foi observada diferença estatística significativa para ambos os fatores quando analisados separadamente.

Na Fig. 1 estão apresentados os valores médios de TP para ambas as espécies. É possível observar que a TP foi superior para *Eucalyptus grandis*. Esse resultado pode indicar uma melhor qualidade da adesão entre esta madeira e o adesivo FF em relação á madeira de *Pinus oocarpa*. Na literatura os valores de TP para *Eucalyptus grandis* variam entre: 0,26 e 1,06 MPa (CARNEIRO et al.,2004; IWAKIRI et al., 2008; CABRAL et al., 2006). Já para *Pinus sp.* os valores encontrados são em torno de 0,40 MPa (IWAKIRI et al., 2008).

Na fig. 2 estão apresentados os valores médios de TP para os diferentes teores de adesivo.

Tabela 1: Resumo do quadro da análise de variância.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	Quadrado médio
Espécie	1	44,1*
Teor de Adesivo	2	131,65*
Espécie x Teor de Adesivo	2	0,65 ^{ns}

Média = 0,41 MPa
Coeficiente de Variação = 25,04%

e*: significativo; e^{ns}: não significativo

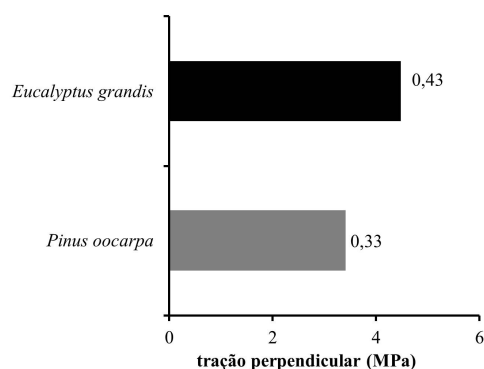


Fig. 1 Valores médios de TP para as duas espécies.

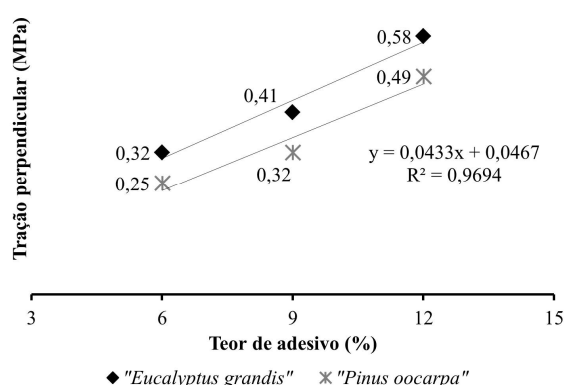


Fig. 2 Valores médios de TP para os diferentes teores de adesivo.

O modelo linear indicou aumentos na tração perpendicular em função de aumentos no teor de adesivo. Comportamento similar foi relatado por Gouveia et al (2003). A norma CSA 0437-0 (1993), estabelece valor mínimo de tração perpendicular de 0,34 MPa, o qual foi atingido por painéis produzidos com 9% e 12% de adesivo para a espécie *Eucalyptus grandis* e 12% de adesivo para espécie *Pinus oocarpa*.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os painéis OSB de *Pinus oocarpa* apresentaram menores valores de TP em relação aos painéis de

Eucalyptus grandis. Aumentos no teor de FF ocasionaram aumentos de TP.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D1037-0**: Standard test methods for evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Panel Materials. Philadelphia, 1996.

CABRAL, C. P. T.; VITAL, B. R.; LUCIA, R. M. D.; PIMENTA, A. S.; SOARES, C. P. B.; CARVALHO, A. M. M. L. Propriedades de chapas tipo OSB, fabricadas com partículas acetiladas de madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus cloeziana* e *Pinus elliottii*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 659-668, 2006.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. CSA 0437-0: OSB and waferboard. Ontario, 1993. 18p.

CARNEIRO, A. DE C. O.; ROCHA, V., B. ; PIMENTA, A. S.; DELLA LUCIA, R M. Propriedades de chapas de flocos fabricadas com adesivo de uréia-formaldeído e de taninos da casca de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden ou de *Eucalyptus pellita* F. Muell. **Rev. Árvore**, v. 28, n. 5, p. 715-724, 2004.

CÉSAR, A. A. S. **Estudo da interação adesivo partícula em painéis OSB (Oriented strand board)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2011.

GOUVEIA, F. N; VITAL, B. R; SANTANA, M. A. E. Avaliação de três tipos de estrutura de colchão e três níveis de resina fenólica na produção de chapas de partículas orientadas - OSB. **Revista Árvore**, v. 27, n. 3, p. 365-370, 2003.

IWAKIRI, S.; ALBUQUERQUE, C. E. C. DE ; PRATA, J. G.; COSTA, A. C. B. Utilização de madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunnii* para produção de painéis de partículas orientadas - OSB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 265-270, 2008.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq e Capes.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INCLUSÃO DE PARTÍCULAS DE EUCALIPTO EM COMPÓSITOS PLÁSTICOS

Ricardo Gabriel de Almeida Mesquita, Gustavo Henrique Denzin Tonoli, Rafael Farinassi Mendes, Antônia Amanda da Silva César, Lourival Marin Mendes

Universidade Federal de Lavras

ricardogam@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A busca por materiais mais sustentáveis tem desencadeado uma crescente busca de novas alternativas para substituição das matérias-primas oriundas de fontes não renováveis, tais como as fibras de vidro e provenientes do gás natural e petróleo. Além de questões relacionadas com o meio ambiente e da demanda atual brasileira por produtos alternativos aos polímeros sintéticos, o incentivo à viabilização do uso de fibras/partículas vegetais e resíduos lignocelulósicos torna-se importante para o desenvolvimento tecnológico de compósitos poliméricos. Sendo o Brasil um dos maiores produtores de fibras celulósicas de eucalipto (BRACELPA, 2012) e um país caracterizado pela economia de base agroindustrial o desenvolvimento de compósitos reforçados com essas fibras/partículas pode resultar em notável crescimento econômico, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Porém, aspectos relativos à compatibilidade das fibras com as matrizes poliméricas e sua hidrofiliabilidade ainda devem ser investigados, a fim de que essa tecnologia possa ser efetivamente implementada na fabricação industrial de compósitos de menor custo e resistência mecânica (CARVALHO; CAVALCANTI, 2006). Diante disso o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do tratamento químico de partículas de *Eucalyptus grandis* em compósitos plásticos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A matriz polimérica utilizada foi composta por resina poliéster insaturada ortoftálica, doada pela empresa Fibrasil localizada em Lavras-MG. O catalisador utilizado foi o peróxido de metil-etil-cetona. Foram utilizadas partículas de madeira de *Eucalyptus grandis*. As partículas foram processadas em moinho martelo com peneira de abertura de 1,88 mm de diâmetro, promovendo a

geração de partículas, as quais foram classificadas em peneiras de 20 e 24 mesh, sendo utilizadas as partículas retidas na peneira de 24 mesh. A proporção de partículas utilizada foi de 15% (massa) e a de agente catalisador foi de 2% (massa), em relação à massa de resina. As partículas foram ainda tratadas quimicamente. O tratamento químico foi realizado com o objetivo de melhorar a interface fibra-matriz. O tratamento foi executado com uma solução de NaOH (pH = 12) por 2 horas, conforme trabalho prévio de Abreu (2011).

Os compósitos foram confeccionados em escala laboratorial, onde a resina poliéster insaturada foi misturada com as partículas e com o catalisador. Posteriormente essa mistura foi vertida em moldes de ferro untados com silicone para facilitar o desmoldo. Após a cura os corpos-de-prova foram desmoldados e levados para climatização até massa constante ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$). O ensaio de tração (Figura 1) foi determinado de acordo o procedimento descrito na norma ASTM D638-01 (ASTM, 2003) e o de resistência ao impacto (Figura 2) conforme ASTM D256 (ASTM, 2010).

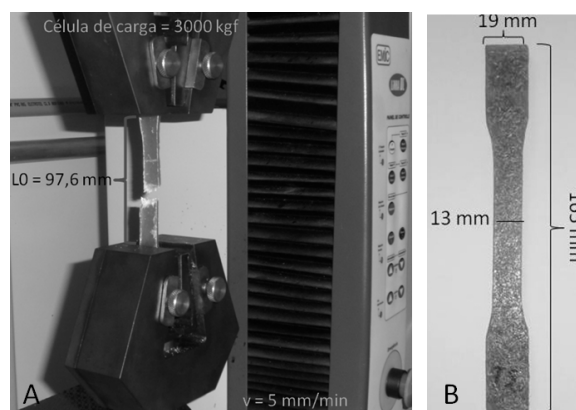


Fig. 1: A-Ensaio de tração; B-Corpo de prova.

Os resultados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado. O experimento constituiu-se da ocorrência ou

ausência do tratamento químico das partículas utilizadas para confecção dos compósitos. Utilizou-se estatística descritiva para avaliação dos compósitos

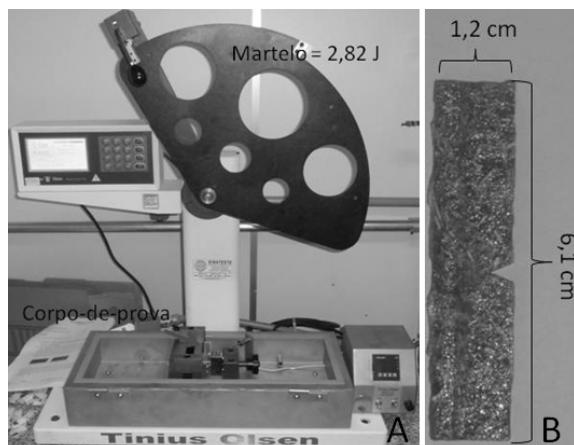


Fig. 2: A-Ensaio de resistência ao impacto; B-Corpo de prova.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios para as propriedades mecânicas dos compósitos seguidos do desvio padrão. O tratamento químico atuou de forma negativa sobre as propriedades mecânicas dos compósitos, visto que, para todas as propriedades analisadas observou-se uma diminuição dos valores médios. Contudo a diminuição dos valores médios para compósitos de partículas tratadas foi mais expressiva para a propriedade de módulo de elasticidade. O tratamento químico das partículas provavelmente provocou algum tipo de degradação química nas fibras o que resultou no enfraquecimento das mesmas.

Tabela 1: Propriedades mecânicas de tração dos compósitos

Compósitos	Tração (MPa)	
	MOE	Resistência
<i>Eucalyptus</i> (Sem tratamento)	2296±105	17,0±2,4
<i>Eucalyptus</i> (NaOH)	1716±288	16,8±2,9

Tabela 2: Propriedade de resistência ao impacto dos compósitos

Compósitos	Resistência ao impacto (kJ.m ⁻²)
<i>Eucalyptus</i> (Sem tratamento)	2,1±0,4
<i>Eucalyptus</i> (NaOH)	1,8±0,25

Os valores de resistência à tração e impacto desse estudo são inferiores aos encontrados por Hillig et al. (2011), já os valores de MOE são superiores, contudo esses autores utilizaram uma proporção maior de partículas de eucalipto.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Apesar do tratamento químico com NaOH não ter se mostrado eficiente, a inclusão de partículas de *Eucalyptus grandis* apresenta potencial de utilização como reforço em compósitos plásticos. Novos estudos com diferentes concentrações e tempo de tratamento químico devem ser investigados para que se possa encontrar formulações mais adequadas.

5. BIBLIOGRAFIA

ABREU, A. L. **Modificação química de resíduo lignocelulósico para preparação de compósito**. 2011. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 256**. Standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics. West Conshohocken, 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 638**. Standart test method for tensile properties of plastics. West Conshohocken, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. 2012. Disponível em: <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/index.php>>. Acesso em: 8 jan. 2013.

CARVALHO, L. H; CAVALCANTI, W. S. Propriedades mecânicas de tração de compósitos poliéster/ tecidos híbridos sisal/vidro. **Polímeros: Ciência e tecnologia**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 33-37, 2006.

HILLIG, E. et al. Caracterização de compósitos produzidos com polietileno de alta densidade (HDPE) e serragem da indústria moveleira-parte II extrusão em dupla-rosca. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, n. 2, p.335-347, 2011.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPEMIG, CNPQ, UFLA/CTM, EMBRAPA Instrumentação, FIBRASIL.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INCLUSÃO DE PARTÍCULAS DE PINUS EM COMPÓSITOS PLÁSTICOS

Ricardo Gabriel de Almeida Mesquita, Gustavo Henrique Denzin Tonoli, Antônia Amanda da Silva César, Rafael Farinassi Mendes, Lourival Marin Mendes

Universidade Federal de Lavras

ricardogam@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os compósitos podem ser definidos como materiais constituídos pela combinação de dois ou mais materiais que, após serem misturados, podem ser perfeitamente identificados em sua massa e apresentam ainda propriedades superiores a de seus materiais constituintes em separados. O crescente interesse por esses materiais pelos diversos segmentos da indústria se deve a boa sinergia na interação dos componentes que o formam, oferecendo melhores características estruturais para determinadas aplicações que seus constituintes não ofereciam individualmente, além de fatores econômicos (CALLISTER JÚNIOR, 2002).

Além de questões relacionadas com o meio ambiente e da demanda atual brasileira por produtos alternativos aos polímeros sintéticos, o incentivo à viabilização do uso de fibras/partículas vegetais e resíduos lignocelulósicos como reforço, torna-se importante para o desenvolvimento tecnológico de compósitos poliméricos. Sendo o Brasil um país caracterizado pela economia de base agroindustrial, o desenvolvimento de compósitos reforçados com essas fibras pode resultar em notável crescimento econômico, além de contribuir para o desenvolvimento sustentável.

Porém, aspectos relativos à compatibilidade das fibras com as matrizes poliméricas e os mecanismos para diminuir sua hidrofobicidade ainda devem ser investigados, a fim de que essa tecnologia possa ser efetivamente implementada na fabricação industrial de compósitos de menor custo e resistência mecânica que atendam as necessidades dos produtos (CARVALHO; CAVALCANTI, 2006). Diante disso o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do tratamento químico de partículas de *Pinus oocarpa* em compósitos plásticos.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A matriz polimérica utilizada foi composta por resina poliéster insaturada ortoftálica, doada pela empresa Fibrasil localizada em Lavras, MG. O agente catalisador utilizado foi o peróxido de metil-etil-cetona. Foram utilizadas partículas de madeira de *Pinus oocarpa*. As partículas foram processadas em moinho martelo com peneira de abertura de 1,88 mm de diâmetro, promovendo a geração de partículas, as quais foram classificadas em peneiras de 20 e 24 mesh, sendo utilizadas as partículas retidas na peneira de 24 mesh. A proporção de partículas utilizada foi de 15% (massa) e de agente catalisador foi de 2% (massa), em relação à massa de resina. As partículas foram ainda modificadas quimicamente. A modificação química foi realizada com o objetivo de melhorar a interface fibra-matriz e diminuir a hidrofobicidade das mesmas. O tratamento foi executado com uma solução de NaOH (pH = 12) por 2 horas, conforme trabalho prévio de Abreu (2011).

Os compósitos foram confeccionados em escala laboratorial, onde a resina poliéster insaturada foi misturada com as partículas e com o catalisador. Posteriormente essa mistura foi vertida em moldes de ferro untados com silicone para facilitar o desmolde. Após a cura os corpos-de-prova foram desmoldados e levados para climatização até massa constante ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$). O ensaio de tração foi determinado de acordo o procedimento descrito na norma ASTM D638-01 (ASTM, 2003) e o de resistência ao impacto conforme ASTM D256 (ASTM, 2010). Os resultados foram analisados segundo um delineamento inteiramente casualizado. O experimento constitui-se da ocorrência ou ausência do tratamento químico das partículas utilizadas para confecção dos compósitos. Utilizou-se estatística descritiva para avaliação dos compósitos.

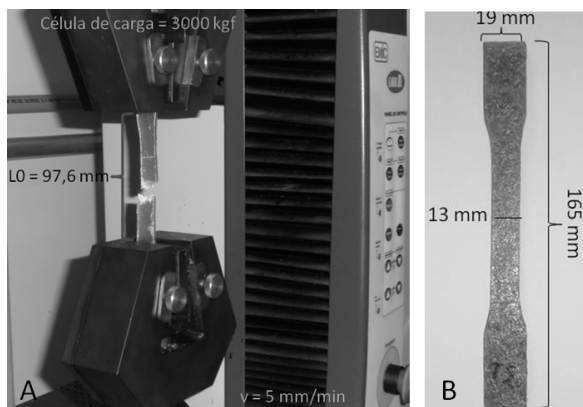


Fig. 1: A-Ensaio de tração; B-Corpo de prova.

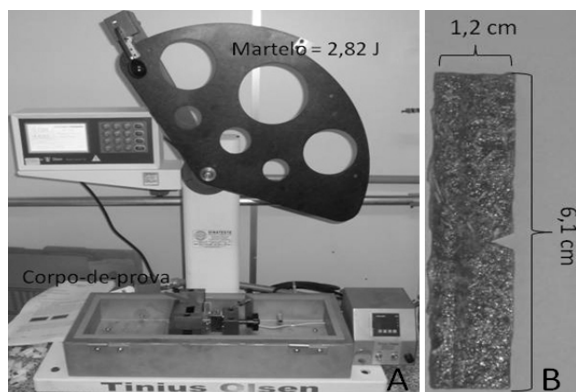


Fig. 2: A-Ensaio de resistência ao impacto; B-Corpo de prova.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores médios para as propriedades mecânicas dos compósitos seguidos do desvio padrão. O tratamento químico das partículas atuou de forma promissora sobre as propriedades mecânicas dos compósitos, visto que, para as propriedades de resistência a tração e resistência ao impacto observou-se uma tendência de aumento dos valores médios. Já para o módulo de elasticidade (MOE) o inverso foi verificado com diminuição dos valores médios. O tratamento químico provavelmente atuou de forma a diminuir a hidrofobicidade das partículas melhorando a interação partícula/matriz. Contudo devido à confecção manual dos compósitos e a origem natural das partículas, observa-se um elevado desvio padrão.

Tabela 1: Propriedades mecânicas de tração dos compósitos

Compósitos	Tração (MPa)	
	MOE	Resistência
<i>Pinus</i> (Sem tratamento)	2051±181	13,2±3,27
<i>Pinus</i> (NaOH)	1288±288	17,2±4,2

Tabela 2: Propriedade de resistência ao impacto dos compósitos

Compósitos	Resistência ao impacto (kJ.m ⁻²)
<i>Pinus</i> (Sem tratamento)	1,3±0,2
<i>Pinus</i> (NaOH)	1,5±0,3

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A inclusão de partículas de *Pinus oocarpa* apresenta potencial de utilização como reforço em compósitos plásticos, assim como o tratamento químico das partículas com NaOH mostrou-se promissor. Novos estudos com diferentes concentrações e tempo de tratamento químico devem ser investigados para que se possa encontrar formulações mais adequadas.

5. BIBLIOGRAFIA

ABREU, A. L. **Modificação química de resíduo lignocelulósico para preparação de compósito**. 2011. 110 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 256**. Standard test methods for determining the izod pendulum impact resistance of plastics. West Conshohocken, 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D 638**. Standard test method for tensile properties of plastics. West Conshohocken, 2003.

CALLISTER JÚNIOR, W. D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002. 589 p.

CARVALHO, L. H; CAVALCANTI, W. S. Propriedades mecânicas de tração de compósitos poliéster/ tecidos híbridos sisal/vidro. **Polímeros: Ciência e tecnologia**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 33-37, 2006.

AGRADECIMENTOS

CAPES, FAPEMIG, CNPQ, UFLA/CTM, EMBRAPA Instrumentação, FIBRASIL.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM FIBROCIMENTO COM POLPA CELULÓSICA DE EUCALIPTO

Danillo Wisky Silva, Camila Lais Farrapo, Rafael Farinassi Mendes,
Gustavo Henrique Denzin Tonoli, Ronaldo Soares Teixeira.

Universidade Federal de Lavras
danilowisky@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente as fibras lignocelulósicas veem recebendo notória atenção no desenvolvimento de compósitos, devido à disponibilidade, baixo custo, serem não tóxicas e biodegradáveis (MACVICAR et al., 1999).

As matrizes cimentícias reforçadas com fibras formam os fibrocimentos, que apresentam valores satisfatórios de resistência à tração e ao impacto, maior controle da fissuração e comportamento dúctil na ruptura (TEIXEIRA, 2010).

Aproximadamente 85% dos fibrocimentos são produzidos pelo método Hatschek (IKAI, et al, 2010). Contudo, alguns estudos recentes mostram que o processo de extrusão, atualmente utilizado na produção de cerâmicas, é uma alternativa econômica e viável na confecção destes compósitos (SHAO, et al., 1995).

Devido ao Brasil ser o maior produtor de polpa celulósica de eucalipto na atualidade (ABRAF, 2013), é esperado o uso destas fibras na produção de inúmeros produtos, entre eles, os fibrocimentos que já utilizam fibras de amianto e fibras celulósicas de pinus como reforço.

No entanto, um problema encontrado no uso das fibras vegetais é a degradação destas devido à alcalinidade do cimento. Os ensaios de envelhecimento acelerado são realizados com intuito de quantificar essa degradação.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do envelhecimento sobre as propriedades mecânicas de fibrocimentos reforçados com fibras celulósicas de eucalipto.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foi utilizada polpa celulósica de eucalipto fornecida pela empresa Fibria (Jacaré-SP). A produção dos compósitos foi realizada na Universidade de São Paulo, campus de Pirassununga - SP (FZEA).

A matriz cimentícia consistiu de 71,3 % de cimento CPV ARI (NBR 5733), 21,7 % de calcário dolomítico (filler) e 5% de reforço com fibras celulósicas de eucalipto. A massa para extrusão foi preparada com adição dos modificadores reológicos Hidroxipropil methylcelulose (HPMC - 1%) e aditivo para concreto alto-adensável (ADVA 190 - 1%).

A massa foi levada a uma extrusora de hélice helicoidal onde foram obtidos os corpos de prova (250 x 50 mm) para a realização dos ensaios de módulo de ruptura (MOR) e Módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática. Para cada tratamento foram realizadas três repetições. Foram realizados dois tratamentos, com três repetições cada, sendo eles: testemunha (fibrocimentos sem envelhecimento) e fibrocimentos após envelhecimento acelerado. O envelhecimento acelerado dos fibrocimentos consistiu de 30 ciclos, sendo cada ciclo constituído de 10 minutos em água e 20 minutos em estufa à 103°C. Os resultados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade aparente média dos compósitos estão destacados na Tabela 1.

Tabela 1: Densidade aparente média.

Tratamentos	Densidade aparente (g/cm ³)
Testemunha	1.802 (0.013) a
Envelhecido	1.814 (0.005) a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si estatisticamente, a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Observa-se que os 30 ciclos de envelhecimento acelerado não causaram diferença significativa na densidade média aparente dos fibrocimentos.

Os valores médios de MOR e MOR a flexão estática pode ser observados nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

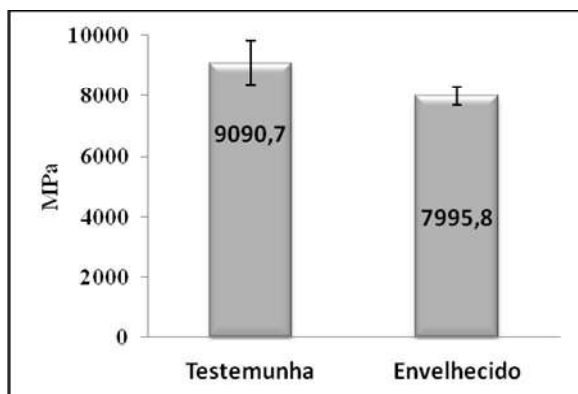


Figura 1: Módulo de Elasticidade.

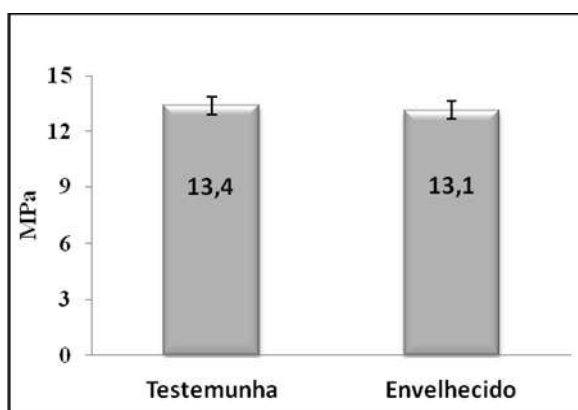


Figura 2: Modulo de Ruptura.

Não houve efeito significativo do envelhecimento acelerado sobre as propriedades mecânicas analisadas. Apesar de se observar uma tendência de redução dos valores médios de MOR e MOE do fibrocimento com envelhecimento acelerado. O que pode estar associado às degradações das fibras, causada principalmente pelo pH básico da matriz de cimento (TEIXEIRA, 2010).

Teixeira (2010) encontrou valor médio para MOR de 10,9 MPa e para MOE de 3810 MPa em fibrocimentos confeccionados com 5% de fibras de bagaço de cana. Sendo assim, os valores obtidos no presente estudo se mostraram superiores aos dados encontrados em literatura.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O número de 30 ciclos de envelhecimento acelerado não foi suficiente para diminuir significativamente as propriedades mecânicas do compósito. Recomendam-se números maiores de ciclo de envelhecimento para avaliar o efeito sobre as propriedades mecânicas de fibrocimento.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/informativo.asp>>. Acesso em: 29/06/2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5733**: cimento Portland de alta resistência inicial, especificação. Rio de Janeiro, Brazil, 1983. 5p.

BEZERRA, E. M.; JOAQUIM, A. P.; SAVASTANO JUNIOR, H.; JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. The effect of different mineral additions and synthetic fibre contents on properties of cement based composites. **Cement and Concrete Composites**, v. 28, n. 6, p. 555-563, 2006.

IKAI, S.; REICHERT, J. R.; RODRIGUES, A. V.; ZAMPIERI, V. A. Asbestos-free technology with new high toughness polypropylene (PP) fibres in air-cured Hatschek process. **Construction and Building Materials**, v. 24, n. 2, p. 171-180, 2010.

MACVICAR, R.; MATUANA, L. M.; BALATINECZ, J. J. Aging mechanism in cellulose fibre reinforced cement composites. **Cement and Concrete Composites**, v. 21, n. 3, p. 189-96, 1999.

SHAO, Y.; MARIKUNTE, S.; SHAH, S. Extruded fibre-reinforced composites. **Concrete International**, v.17, n.4, p.48-52, 1995.

TEIXEIRA, R. S. **Utilização de resíduos sucro-alcooleiros na fabricação de fibrocimento pelo processo de extrusão**. 2010. 133p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2010.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG e ao CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DENSIDADE BÁSICA DE CLONES COMERCIAIS DE *Eucalyptus spp.*

Danillo Wisky Silva¹, Camila Lais Farrapo¹, Fernanda Maria Abílio²,
Rafael Farinassi Mendes¹, Lourival Marin Mendes¹

¹Universidade Federal de Lavras ² Empresa Eucatex
danilowisky@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus* é de suma importância no setor florestal, possuindo mais de 700 espécies botânicas utilizadas nas mais diversas indústrias madeireiras (SILVA e XAVIER, 2006).

Estima-se que em 2012 a área ocupada por plantios de *Eucalyptus* no Brasil totalizou 4.873.851,3 ha (ABRAF, 2013), madeira esta utilizada principalmente na produção de celulose e papel, painéis de madeira, madeira serrada, carvão vegetal entre outras.

Uma importante característica para a avaliação da qualidade da madeira é a densidade básica, que está diretamente ligada às características físicas e mecânicas da madeira e de seus produtos finais (SOUZA et al., 1986).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade básica de quatro clones comerciais de *Eucalyptus spp.*

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As árvores utilizadas neste trabalho foram doadas pela empresa Eucatex. Os plantios estavam com 7 anos de idade, em espaçamento de 3 x 2 m, localizados na região de Botucatu-SP. Os tratamentos estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos.

Tratamentos	Clones
1	<i>E. platyphylla</i>
2	<i>E. grandis</i> x <i>E. resinífera</i>
3	<i>E. urophylla</i>
4	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>

A determinação da densidade básica foi baseada nos critérios descritos na norma técnica NBR 11941 (ABNT, 2003). Os procedimentos laboratoriais adotados foram realizados na

Unidade Experimental de Produção de Painéis de Madeira – UFLA.

Foi avaliada a densidade básica média e a variação no sentido base – topo de cada material. A análise estatística foi realizada em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, os resultados foram submetidos a análise de variância e teste de Tukey, ambos com 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade básica média dos clones estão na Tabela 2.

Tabela 2: Densidade básica média.

Tratamentos	Densidade básica (g/cm ³)
T1	0,432 (0,006) b
T2	0,448 (0,007) b
T3	0,502 (0,010) a
T4	0,447 (0,015) b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão.

Houve diferença estatística apenas com relação a madeira de *E. urophylla* (T3), os demais tratamentos foram iguais estatisticamente. Mori et al. (2003) encontraram densidade básica para *E. urophylla* e *E. resinífera* de 0,548 e 0,891 g/cm³, respectivamente. Ferreira e Kageiama (1978) encontraram densidade básica para *E. grandis* e *E. platyphylla* de 0,430 e 0,448 g/cm³, respectivamente. Estando os resultados encontrados neste trabalho coerentes com os valores obtidos em literatura.

Nas Figuras 1, 2, 3 e 4 estão representados os perfis de densidade básica no sentido base-topo dos clones em estudo.

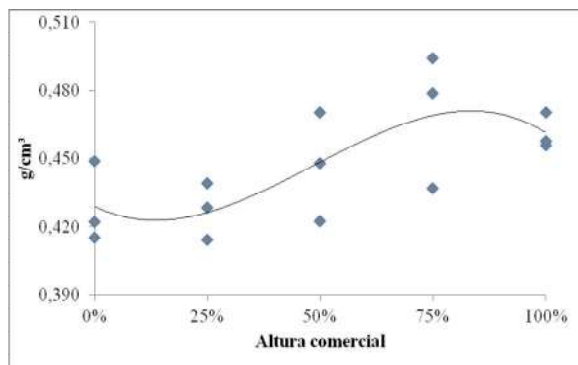


Figura 1: Clone de *E. platyphylla*.

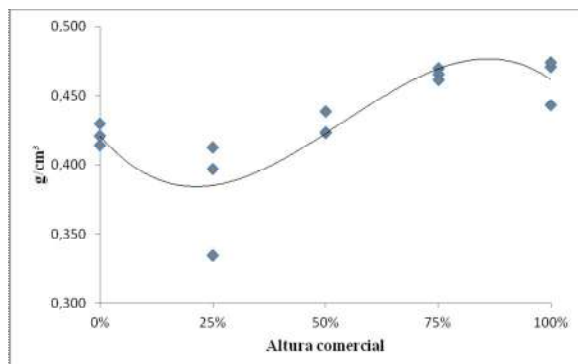


Figura 2: Clone de *E. grandis* x *E. resinifera*.

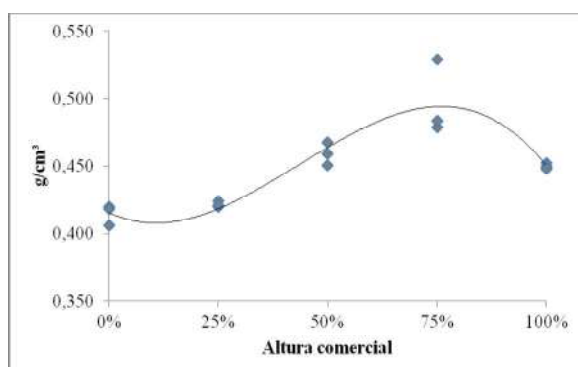


Figura 3: Clone de *E. urophylla*.

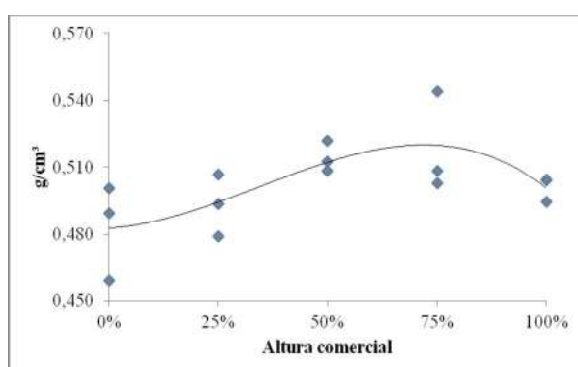


Figura 4: Clone de *E. grandis* x *E. urophylla*.

Todos os clones tiveram o mesmo perfil de densidade, tendo um pico mínimo entre 0 e 25% e um pico máximo entre 75 e 100% da altura comercial.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Concluí-se que o clone de *E. urophylla* teve a maior densidade básica em comparação com os outros clones avaliados.

Todos os clones tiveram o mesmo perfil de densidade básica. Tendo um pico mínimo entre 0 e 25% e um pico máximo entre 75 e 100%

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE FLORESTAS. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/informativo.asp>>. Acesso em: 03/07/2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11.941**: Madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, Brazil, 2003. 6p.

FERREIRA, M. & KAGEYAMA, P. Y. Melhoramento genético da densidade da madeira de eucalipto. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO**, 3, Manaus, 1978. Anais. São Paulo, 585, 1978. v.2, p.148-52.

MORI, F. A.; MENDES, L. M.; TRUGILHO, P. F.; CARDOSO, M. G.; Utilização de eucaliptos e de madeiras nativas no armazenamento da aguardente de cana-de-açúcar. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 23(3): 396-400, set.-dez. 2003.

SOUZA, V. R.; CARPIM, M. A.; BARRICHELO, L. E. G.. Densidade básica entre procedências, classes de diâmetro e posições em árvores de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna*. **IPEF**, n.33, p.65-72, ago.1986.

SILVA, J. C.; XAVIER, B. A. **Eucalipto**: manual prático do fazendeiro florestal, produzindo madeira com qualidade. Viçosa, MG: Independente, 2006. 65 p.

5. AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG e ao CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUALIDADE DA MADEIRA DE CLONES DE *Eucalyptus* sp. PARA USO ENERGÉTICO: APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE VARIÁVEIS CANÔNICAS

Thiago de Paula Protásio, Allan Motta Couto, Paulo Fernando Trugilho, Lourival Marin Mendes¹

Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais, C.P. 3037, CEP: 372000-000, Lavras-MG

depaulaprotasio@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Na avaliação e seleção de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio da combustão direta devem-se considerar inúmeras características da madeira, como a densidade básica, composição química e poder calorífico.

Dessa forma, podem-se utilizar técnicas de análise multivariada para aprimorar a seleção e agrupamento de clones de *Eucalyptus* para essa finalidade, com base em um número elevado de características (PROTÁSIO et al., 2013).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi selecionar clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio da análise de variáveis canônicas.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados três clones de *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake (U059, U103 e U221) e quatro clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden (G005, G085, G120 e G129), com 42 meses, pertencentes à ArcelorMittal Bioenergia em Martinho Campos (MG).

A área experimental foi subdividida em cinco áreas idênticas. Foi amostrada uma árvore por subdivisão. De todas as árvores foi mensurado o DAP (~1,30 m do solo). Das árvores das quatro primeiras subdivisões foram retirados discos de 2,5 cm de espessura nas posições de 2, 10, 30, 50 e 70% da altura comercial ($\phi = 5$ cm com casca), conforme Downes et al. (1997); foi retirado também um disco extra no DAP. Já nas árvores da quinta subdivisão foram retirados discos de 2,5 cm de espessura na base, DAP e a partir dessa posição de metro em metro até a altura comercial.

A densidade básica da madeira foi determinada segundo a NBR 11941 (ABNT, 2003). Foi obtida a densidade básica média da

árvore (DB) como sendo a média aritmética das posições longitudinais de amostragem.

Para as análises químicas da madeira foram consideradas amostras compostas por todas as posições longitudinais de amostragem com granulometria de 40/60 mesh.

O teor de extrativos totais foi obtido segundo a norma M3/69 (ABTCP, 1974a). Já o teor de lignina insolúvel (Klason) foi determinado segundo o procedimento descrito por Gomide & Demuner (1986). O teor de lignina solúvel foi determinado por meio de espectrofotometria (Goldschimid, 1971). O teor de lignina total (LGT) foi considerado como sendo a soma da lignina solúvel e insolúvel. A quantificação das cinzas foi realizada segundo a norma M11/77 (ABTCP, 1974b).

A composição química elementar (C, H, N e S), em relação à massa seca, foi quantificada em um analisador Elementar. Utilizou-se para o ensaio a fração que passou pela peneira de 60 mesh e ficou retida na peneira de 270 mesh.

O poder calorífico superior (PCS) foi determinado conforme a norma NBR 8633 (ABNT, 1984).

Procedeu-se a análise de variáveis canônicas, sendo aplicado o critério de Wilks como teste de significância multivariado. De forma preliminar, foi realizada a análise de variância multivariada. As análises estatísticas foram realizadas no *software* R versão 3.0.1 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013) por meio do pacote *candisc* (FRIENDLY e FOX, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas primeiras variáveis canônicas foram estatisticamente significativas pelo critério de Wilks e explicaram quase 80% da variância total dos dados. Logo, as informações mais relevantes dos dados originais estão contidas nessas duas variáveis canônicas.

A densidade básica da madeira não foi decisiva para o agrupamento dos clones por meio da análise de variáveis canônicas, pois apresentou baixa correlação com essas variáveis latentes. Já o teor de lignina total apresentou alta correlação com a primeira variável canônica.

O clone U221 pode ser considerado o mais dissimilar em relação aos demais, sendo que o poder calorífico superior foi a variável mais relevante neste resultado (Fig. 1).

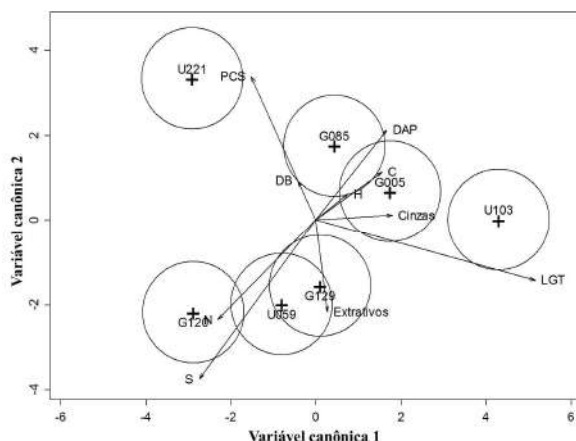


Fig. 1: Dispersão dos escores e agrupamento dos clones de *Eucalyptus* analisados ($\alpha = 0,05$).

Os clones G085 e G005 são similares e formaram um único grupo. Já o clone U103 apresenta-se como um único grupo. Esses clones apresentaram os maiores valores de lignina total e são os mais recomendados para a produção de carvão vegetal.

Devido à influência do teor de extrativos totais os clones U059 e G129 foram os mais similares devido a maior sobreposição dos círculos de confiança.

Já o clone G120 pode ser considerado um único grupo e dissimilar em relação aos demais, sendo que os teores de nitrogênio e enxofre foram as variáveis originais mais relevantes neste resultado.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O clone U103 pode ser considerado o mais indicado para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio da combustão direta da madeira, pois apresentou elevado teor de lignina total e mostrou-se dissimilar em relação aos demais por meio da análise multivariada empregada.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941: madeira:**

determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633: carvão vegetal: determinação do poder calorífico.** Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

ABTCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **M3/69: métodos de ensaio.** São Paulo, 1974a. 8 p.

ABTCP - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL. **M11/77: teor de cinzas.** São Paulo, 1974b. 8 p.

DOWNES, G. M.; HUDSON, I. L.; RAYMOND, C. A.; DEAN, G. H. MICHELL, A. J.; SCHIMLECK, R.; EVANS, R. MUNERI, A. **Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties.** Collingwood, Vic.: CSIRO Australia, 1997. 126 p.

FRIENDLY, M; FOX, J. **candisc: Generalized Canonical Discriminant Analysis and Canonical Correlation Analysis.** R package version 0.6-5. 2013. Disponível em: <http://CRAN.R-project.org/package=candisc>. Acesso em 24 jun. 2013.

GOLDSCHMID, O. Ultraviolet spectra. In: SARKANEN, K. V.; LUDWIG, C. H. **Lignins: occurrence, formation, structure and reations.** New York: John Wiley & Sons, 1971. p. 241-266.

GOMIDE, J. L.; DEMUNER, B. J. Determinação do teor de lignina em material lenhoso: método Klason modificado. **O Papel**, São Paulo, v. 47, n. 8, p. 36-38, 1986.

PROTÁSIO, T. P.; COUTO, A. M.; REIS, A. A.; TRUGILHO, P. F. Seleção de clones de *Eucalyptus* para a produção de carvão vegetal e bioenergia por meio de técnicas univariadas e multivariadas. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 97, 2013.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing.** Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2013. Disponível em: <http://www.R-project.org>. Acesso em: 24 jun. 2013.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ESTABILIDADE TÉRMICA DE PAINÉIS AGLOMERADOS PRODUZIDOS COM BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E MADEIRA DE *Pinus* spp

Thiago de Paula Protásio¹, Rafael Farinassi Mendes¹, Lourival Marin Mendes¹, Isabel Cristina Nogueira Alves de Melo¹, José Benedito Guimarães Júnior²
¹Universidade Federal de Lavras, ²Universidade Federal de Goiás
 depaulaprotasio@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a indústria brasileira de painéis utiliza predominantemente madeiras dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Contudo, Mendes et al. (2012) afirmaram que tem ocorrido um aumento da demanda por matéria-prima devido ao crescimento apresentado pelo setor, em função de fatores como: a modernização do parque fabril; o surgimento de novos produtos, como o OSB, MDF e aglomerado/MDP e; pelo crescimento da construção civil e do setor de móveis.

Dessa forma, o bagaço de cana-de-açúcar apresenta-se como alternativa viável para a produção de painéis particulados ou de fibras (BELINI et al., 2010; MENDES et al., 2012), pois permite a correta destinação dos resíduos das usinas produtoras de açúcar e etanol.

Contudo, deve-se analisar o efeito da associação de bagaço de cana com a madeira nas propriedades dos painéis. Elevadas quantidades de bagaço de cana podem afetar a estabilidade térmica desses produtos e a sua resistência a situações de intensa exposição ao calor.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade térmica de painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana-de-açúcar e madeira de *Pinus* spp.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os painéis aglomerados foram produzidos com a associação de bagaço de cana com a madeira de *Pinus* spp. O bagaço de cana foi obtido de um alambique de produção artesanal de cachaça em Lavras (MG). Já a madeira de *Pinus* spp. foi proveniente de plantios experimentais, com 25 anos de idade, localizados no câmpus da Universidade Federal de Lavras, Lavras (MG). O bagaço de cana foi utilizado da mesma forma em que foi coletado no alambique, ou seja, sem que houvesse a retirada da medula. Enquanto que as toras de

madeira de *Pinus* spp. foram transformadas em blocos.

Os blocos de madeira e o bagaço de cana foram então triturados em um moinho martelo, com uma peneira de abertura de 6 mm, para a geração das partículas *sliver*. Estas partículas foram secas a uma umidade de 3% e, posteriormente, depositadas em uma encoladeira para aplicação de 6% do adesivo ureia-formaldeído e 1% de parafina (base massa seca das partículas). Utilizou-se a associação de 25, 50 e 75% de bagaço de cana-de-açúcar na confecção dos painéis aglomerados.

Após encoladas, as partículas foram depositadas em uma caixa formadora de colchão, com dimensões de 48 cm x 48 cm, para a realização da pré-prensagem. Posteriormente, o colchão foi levado para uma prensagem a quente, com temperatura de 160°C, pressão de 40 kgf cm² e tempo de 8 minutos. Para cada tratamento foram produzidos três painéis com densidade nominal de 0,70 g cm⁻³.

Para as análises termogravimétricas as amostras retiradas dos três painéis produzidos foram reduzidas a pó, sendo utilizada a fração granulométrica que passou pela peneira de 200 *mesh*. Para essa análise foi utilizado o equipamento DTG-60H da marca SHIMADZU. As amostras de aproximadamente 4 mg foram submetidas a um gradiente de temperatura variando da temperatura ambiente até 600°C, com taxa de aquecimento de 10°C min⁻¹, sob fluxo de nitrogênio (50 mL min⁻¹).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que o aumento da quantidade de bagaço de cana-de-açúcar resultou na diminuição da estabilidade térmica dos painéis aglomerados (Figura 1).

Analisando-se o principal estágio de decomposição térmica dos painéis, referente principalmente a degradação da holocelulose (Figura 2), percebe-se uma diminuição das

temperaturas *onset*, *endset* e de máxima degradação e, conseqüentemente aumento da perda de massa, com o acréscimo da associação de bagaço de cana com a madeira de *Pinus* spp na confecção dos painéis (Tabela 1).

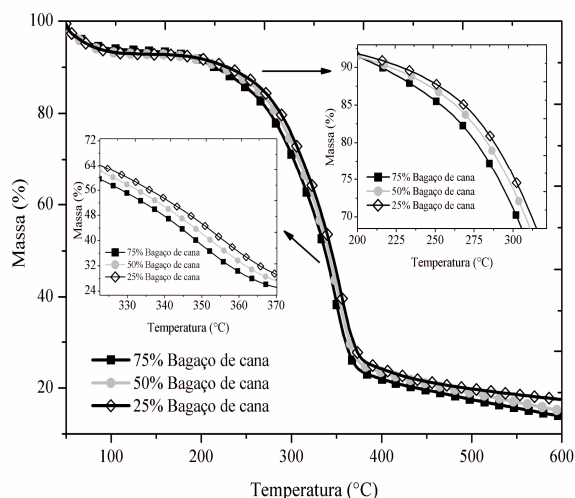


Fig. 1: Perda de massa em função da temperatura dos painéis aglomerados.

Tabela 1: Temperatura onset (T_{on} - °C), temperatura endset (T_{end} - °C), temperatura máxima de degradação (T_p - °C) e percentagem de perda de massa (P%)

Material	Degradação da holocelulose	PMT
BC	<i>Pinus</i>	T_{on} T_{end} T_p P% (%)
25%	75%	327,98 371,51 355 69,25 82,83
50%	50%	300,76 367,93 352 69,54 84,32
75%	25%	295,56 364,21 349 71,87 85,84

BC: bagaço de cana; PMT: perda de massa total.

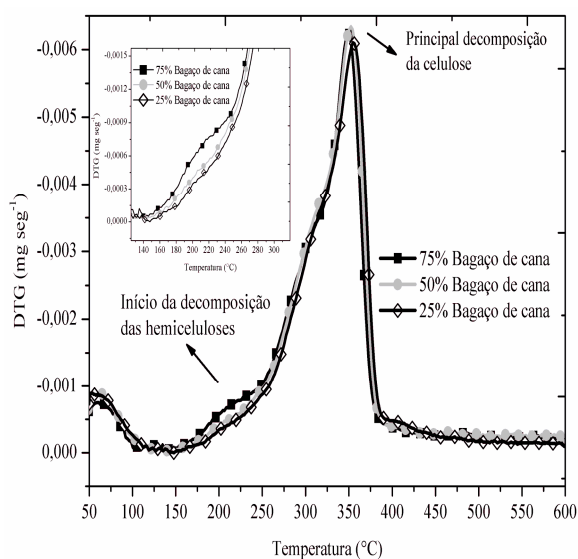


Fig. 2: Derivada primeira (DTG) da curva de perda de massa em função da temperatura.

Sabe-se que as hemiceluloses são degradadas a baixas temperaturas, ou seja, entre 180°C e 315°C, conforme pode ser visualizado na Figura 2. Já a decomposição térmica da celulose ocorre entre 305°C e 375°C, com pico de máxima perda de massa em torno de 350°C, e a lignina entre 160°C e 900°C (Shafizadeh, 1985; Yang et al., 2007).

Dessa forma, os resultados encontrados podem ser atribuídos ao maior teor de holocelulose do bagaço de cana em relação à madeira de *Pinus* spp. Isso poderá influenciar o uso, bem como a resistência dos painéis aglomerados a incêndios ou outras situações de intensa exposição ao calor.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O aumento da quantidade de bagaço de cana-de-açúcar e, conseqüentemente, diminuição da madeira de *Pinus* spp, resultou na diminuição da estabilidade térmica dos painéis aglomerados.

5. BIBLIOGRAFIA

BELINI, U. L.; TOMAZELLO FILHO, M.; LOUZADA, J. L. P. C.; RODRIGUES, J. C. Aspectos anatômicos e tecnológicos de painéis confeccionados com fibras de eucalipto e cana-de-açúcar. *Cerne*, Lavras, v.16, Suplemento, p. 48-52, 2010.

MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; SANTOS, R. C.; CÉSAR, A. A. S. Efeito da associação de bagaço de cana, do tipo e do teor de adesivo na produção de painéis aglomerados. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 161-170, 2012.

SHAFIZADEH, F. Pyrolytic reactions and products of biomass. In: *Fundamentals of Biomass Thermochemical Conversion*. London: Elsevier, 1985. Cap.6, p.183-217.

YANG, H.; YAN, R.; CHEN, H.; LEE, D. H.; ZHENG, C. Characteristics of hemicellulose, cellulose and lignin pyrolysis. *Fuel*, London, v.86, n. 12-13, p. 1781-1788, 2007.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig e ao CNPq pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MADEIREIRA NA FABRICAÇÃO DE PAINÉIS OSB

Lívia Mara Silva Dias¹, Joabel Raabe¹, Rafael Farinassi Mendes¹, Alan Pereira Vilela²Lourival Marin Mendes¹*1-Universidade Federal de Lavras - UFLA 2 -UNILAVRAS -Centro Universitário de Lavras*

livinha_diass@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

A grande quantidade de resíduos gerados pelo setor florestal, principalmente na indústria madeireira, tem ocasionando problemas logísticos em consequência do grande volume produzido e espaço ocupado, além de gerar problemas ambientais quando mal gerenciados. Entretanto, estes resíduos, quando destinados a uma utilização, tais como para confecção de material combustível “pellets”, para a produção de compostos para agricultura, para geração de energia elétrica em termoelétricas, para indústria de painéis reconstituídos e outros, podem reduzir significativamente tais problemas (IBQP, 2002). Casagrande Junior et al. (2004), classificam os resíduos de madeira de acordo com suas características morfológicas em cavacos (partículas com dimensões máximas de 50 x 20 mm, em geral provenientes do uso de picadores), maravalha (resíduo com mais de 2,5 mm), serragem (partículas de madeira provenientes do uso de serras, com dimensões entre 0,5 a 2,5 mm), e o pó (resíduos menores que 0,5 mm).

Na indústria de painéis, os resíduos são utilizados, basicamente para produção de MDP - *Medium Density Particleboard* e MDF - *Medium Density Fiberboard* (IBQP, 2002). No entanto, devido a semelhança entre as dimensões do resíduo maravalha e partículas *strands* de OSB, este resíduo pode ter potencial de utilização na confecção desse tipo de painel reconstituído.

Diante do exposto, o trabalho objetivou avaliar as propriedades mecânicas de painéis OSB com maravalha em sua composição.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As partículas (*strand* e maravalhas) utilizadas neste trabalho foram de *Pinus oocarpa*, com 30 anos de idade. As partículas *strands*, com dimensões médias de 8,0 x 2,5 x 0,6 cm (comprimento x largura x espessura), foram confeccionadas em moinho de disco após a

saturação das tábuas. O resíduo maravalha foi obtido na marcenaria da UFLA, pelo processo de desengrosso de tábuas. As maravalhas geradas apresentaram grande variação no tamanho das partículas, sendo encontrado dimensões de 2,0 a 10,0 cm de comprimento, por 1 cm de largura e 0,5 a 1 mm de espessura.

Foi utilizado 6% de adesivo fenol formaldeído para produção dos painéis, com propriedades de viscosidade de 270,59 cP, gel time de 931 segundos, teor de sólidos 43,01% e pH de 13,11. Foram produzidos painéis com 100% de partículas *strands* e painéis com 50% de partículas *strands* e 50% de maravalha. Para ambos os casos as partículas foram orientadas de acordo com a deposição das camadas (face/miolo/face), na proporção (em %), com base na massa total, de 25/50/25, exceto a maravalha, que foi adicionada à camada interna dos painéis sem orientação definida, devido às dimensões reduzidas destas partículas.

A densidade nominal dos painéis foi de 0,70 g.cm⁻³, sendo confeccionados três painéis por tratamento, com dimensões aproximadas de 45 x 45 x 1,5 cm (largura x comprimento x espessura).

Os testes de flexão estática no sentido paralelo (//) e perpendicular (⊥) para a determinação do módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) foram realizados de acordo com a norma DIN 52362 (1982). Para a determinação da ligação interna seguiu-se recomendações contidas na norma ASTM D1037 (2006). Os resultados dos ensaios foram avaliados mediante análise de variância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das propriedades mecânicas dos painéis produzidos estão apresentados na Tabela 1. Verifica-se que as propriedades MOR e MOE à flexão estática no sentido paralelo (//) não diferiram estatisticamente pela análise de

variância. Entretanto, não pôde ser observado o mesmo comportamento para o sentido perpendicular (\perp), em que os painéis de OSB com maravalhas apresentaram valores inferiores aos painéis produzidos apenas com partículas strand. Este comportamento pode ser justificado pela não orientação das partículas de maravalha no miolo do painel e pelas reduzidas dimensões, quando comparado às partículas *strands*.

Os valores de ligação interna de ambos os painéis não diferiram entre si e foram superiores ao exigido pela norma CSA 0437 (1993), que estipula valor mínimo de 0,34 MPa.

Tabela 1: Valores médios das propriedades mecânicas para os painéis produzidos.

Propriedades (MPa)	OSB	OSB de maravalha
MOR (//) ^{NS}	44,04 (22,25)	45,50 (6,78)
MOE (//) ^{NS}	5312,27 (34,61)	4666,80 (9,26)
MOR (\perp) *	30,87 (23,99)	15,21 (26,94)
MOE (\perp) *	2456,78 (13,17)	1082,65 (19,6)
LI ^{NS}	0,49 (18,15)	0,41 (21,33)

(^{NS}) não significativo; * significativo para análise de variância a 95% de probabilidade; valores de coeficiente de variação (%) entre parênteses abaixo de cada média.

Os valores mínimos exigidos na norma para módulo de ruptura e módulo de elasticidade são: MOR (//): 22,95 MPa; MOE (//): 4.412,7 MPa; MOR (\perp): 9,41 MPa e MOE (\perp): 1274,8 MPa. Nota-se, analisando a Tabela 1, que os valores correspondentes aos parâmetros avaliados dos painéis OSB com maravalha são superiores aos valores mínimos exigidos pela norma CSA 0437 (1993) para painéis do tipo O-1, com exceção do MOE perpendicular.

A introdução de 50% de maravalha na composição do OSB, na região interna (miolo) dos painéis, afetou suas propriedades mecânicas no sentido perpendicular (\perp). No entanto, a diminuição das propriedades mecânicas neste sentido (\perp) não comprometem o uso destes painéis, visto que, o carregamento perpendicular em OSB é evitado. Nesse sentido, levando-se em consideração as propriedades mecânicas dos painéis produzidos com maravalhas, a utilização deste resíduo para produção de painéis reconstituídos OSB torna-se uma alternativa viável.

CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os painéis OSB produzidos com incorporação de maravalhas no miolo dos painéis apresentaram redução significativa apenas nas propriedades MOE e MOR à flexão estática no sentido perpendicular. Nas demais propriedades não foi observado variação significativa entre os dois tipos de tratamentos, demonstrando o potencial de utilização desse tipo de resíduo na produção de painéis OSB.

No entanto, são necessários estudos adicionais para certificar e assegurar a utilização deste tipo de resíduo em escala industrial.

5. BIBLIOGRAFIA

CANADIAN STANTARD ASSOCIATION OSB AND WAFERBOARD. CSA 0437-93. Ontario: 1993, 18 p.

IBQP - INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE E PRODUTIVIDADE DO PARANÁ. **Análise da competitividade da cadeia produtiva da madeira no estado do Paraná**. Curitiba. 2002. 345 f. Relatório Final. IBQP

CASAGRANDE JUNIOR, E. F.; SILVA, M. C. DA; CASSILHA, A. C.; PODLASEK, C. L.; MENGATTO, S. N. F. Indústria moveleira e resíduos sólidos: considerações para o equilíbrio ambiental. **Revista Educação e Tecnologia**. Curitiba, editora de CEFET – PR, v.8, p. 209 – 228, 2004.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM 1037: standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. Philadelphia, 2006. 30 p.

DIN 52362: Whilst for the properties of modulus of elasticity and modulus of rupture to static bending. 1982.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a UEPAM (Unidade Experimental de Produção de Painéis de Madeira) por proporcionar subsídios à pesquisa e aos órgãos financiadores CAPES, CNPq e FAPEMIG pela concessão de bolsas de pesquisa.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



UTILIZAÇÃO DE TRATAMENTO CORONA EM PAINÉIS MDP REVESTIDOS COM STAIN

Camila Lais Farrapo, Danillo Wisky Silva, Rafael Farinassi Mendes,
Vinnicius Dordernoni Pizzol, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
camilafarrapo@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O MDP é um painel produzido a partir de pequenas partículas lignocelulósicas, impregnadas com adesivo sintético e consolidado através da aplicação de calor e pressão (IWAKIRI et al., 2008).

A principal limitação quanto ao uso de painéis aglomerados está relacionada à sua estabilidade dimensional. Sendo que, os revestimentos e tratamentos termoeletrônicos podem ser utilizados na tentativa de amenizar a absorção de água dos painéis.

Um tipo de tratamento termoeletrônico é a descarga Corona, que consiste em liberar uma descarga elétrica de até 10 kV, produzindo moléculas excitadas, radicais e íons. Estes componentes, por serem altamente energéticos, ao interagirem com a superfície do MDP podem causar modificações nas propriedades de adesão e higroscopicidade, facilitando assim a ligação com algum tipo de revestimento, como verniz, Stain, papel melaminico, entre outros.

Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento corona para aplicação de Stain em painéis MDP, visando assim a melhoria da estabilidade dimensional.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Neste trabalho foram utilizados painéis MDP comerciais de bagaço de cana oriundos da China.

O plano experimental consistiu de três tratamentos, sendo: T1 – Testemunha, sem revestimento; T2- Tratamento com descarga Corona e posterior revestimento com Stain; T3- Revestimento com Stain e posterior descarga Corona. Foram retirados cinco corpos de prova

(75 x 50 mm) por tratamento. A descarga Corona foi realizada por período de 10 minutos e carga de 10 kV, o revestimento consistiu de 3 demãos de Stain.

Foram realizados ensaios de absorção de água após duas (AA2h) e vinte e quatro horas (AA24h) de imersão e inchamento em espessura após duas (IE2h) e vinte e quatro horas (IE24h) de imersão. Os procedimentos empregados na avaliação foram definidos com base na norma ASTM D 1037 (2006).

A análise estatística foi conduzida em um experimento em delineamento inteiramente casualizado, sendo realizada análise de variância e teste de média de Tukey, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade aparente média dos painéis estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de Densidade aparente.

Tratamento	Densidade (g/cm ³)
T1	0,61 (0,01)A
T2	0,60 (0,05)A
T3	0,63 (0,05)A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à densidade, demonstrando que todos os painéis se enquadram na classe de média densidade, que pertence àqueles painéis com densidade aparente entre 0,59 e 0,80 g/cm³ (IWAKIRI, 2005).

Os resultados médios de AA2h e AA24h estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Valores médios de AA2h e AA24h.

Tratamento	AA2h	AA24h
	%	
T1	15,6 (0,8)A	48,9 (2,2)A
T2	24,3 (6,4)B	65,5 (7,2)B
T3	18,9 (2,8)AB	59,0 (7,3)AB

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

O tratamento que não recebeu nenhum revestimento e aquele que foi recoberto com stain antes da descarga Corona (T1 e T3, respectivamente) foram iguais estatisticamente quando avaliado as propriedades AA2h e AA24h. O tratamento que houve a aplicação do tratamento corona após a aplicação de stain (T2) apresentou diferença estatística em relação aos painéis testemunha, obtendo os maiores valores médios de AA2h e AA24h. A maior absorção do Tratamento 2 pode ser justificada pelo fato do tratamento corona, além de promover uma fixação do filme no painel, pode ter aberto ligações químicas do próprio filme de stain para ligação das moléculas de água.

Os valores médios de IE2h e IE24h estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores médios de IE2h e IE24h.

Tratamento	IE2h	IE24h
	%	
T1	4,0 (0,4)A	9,1 (0,2)A
T2	4,8 (0,9)A	9,6 (1,1)A
T3	3,6 (0,4)A	11,3 (0,5)A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Quanto ao IE2h e IE24h, os três tratamentos foram iguais estatisticamente. Tal resultado é muito justificado em função do não revestimento das bordas dos corpos de prova, por onde a água tem maior facilidade de penetração, devido basicamente a menor densidade no miolo dos painéis.

Freire, et al. (2011) encontraram valores médios, para painéis MDP de bagaço de cana, de 17 e 49% para a AA2h e AA24h, respectivamente, e de 7 e 11% para o IE2h e IE24h,

respectivamente. A norma de comercialização EN 312 (1993) estipula o valor máximo de 15% para o IE24h. Neste sentido, todos os tratamentos avaliados apresentaram valores coerentes com os dados obtidos em literatura, e com valor médio de IE24h abaixo do máximo determinado pela norma.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Da maneira como o trabalho foi conduzido, conclui-se que o tratamento com descarga corona, junto com a aplicação de revestimento do tipo stain, não é viável para melhorar a estabilidade dimensional dos painéis MDP de bagaço de cana.

Estudos com diferentes descargas e tempo de exposição devem ser realizados para avaliar melhor o efeito da descarga Corona em painéis MDP.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1037**. Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials. Philadelphia. Annual book of ASTM Standard. v. 04.09. 2006.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 312. Particleboard - Specifications. Bruxelas. 1993.

FREIRE, C. S.; SILVA, D. W.; SCATOLINO, M. V.; CÉSAR, A. A. S.; BUFALINO, L.; MENDES, L. M.. Propriedades físicas de painéis aglomerados comerciais confeccionados com bagaço de cana e madeira. **Floresta e Ambiência**, v.18, n.2,p.178-185, 2011.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005, 247 p.

OKINO, E. Y. A., ANDAHUR, J. P. V.; SANTANA, M. A. E.; SOUZA, M. R. (1997). Resistência físico-mecânica de chapas aglomeradas de bagaço de cana-de-açúcar modificado quimicamente. **Scientia Florestalis**, n 52, p 35-42, Dez. 1997.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



UTILIZAÇÃO DE RESÍDUO PLÁSTICO PARA RECOBRIMENTO DE PAINÉIS MDP

Camila Lais Farrapo, Rafael Farinassi Mendes, Stefânia Lima Oliveira,
Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
camilafarrapo@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os painéis de madeira aglomerada, conhecidos como MDP (Medium Density Particleboard), são produzidos a partir de partículas de madeira, incorporados com adesivos sintéticos e consolidados com pressão e temperatura (IWAKIRI, 2005).

A inclusão de resíduos agrícolas na produção de painéis é uma das alternativas estudadas para atender a demanda do setor, além de promover a adequada deposição dos resíduos e gerar materiais que preservem os recursos naturais (MENDES et al., 2008). No entanto, uma das limitações quanto à sua utilização é a estabilidade dimensional.

De encontro a esse ponto, a inclusão de resíduos plásticos no revestimento dos painéis é uma alternativa na tentativa de melhorar as propriedades físicas, como absorção de água e inchamento em espessura. Outra vantagem quanto à reutilização de resíduos plásticos é devido à redução do impacto ao meio ambiente, pois não há destino adequado após o uso. Fabro *et al.* (2007), considera o plástico um dos principais problemas ambientais. Segundo os mesmos autores, a estimativa é que 80% das sacolas plásticas sejam destinadas aos aterros sanitários e que a durabilidade deste material no solo é superior a 100 anos.

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da utilização de sacolas plásticas para recobrimento de painéis MDP de bagaço de cana.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados painéis comerciais oriundos da China e produzidos com bagaço de cana. Os materiais não possuíam nenhum tipo de revestimento.

O plano experimental consistiu de três tratamentos: T1) Tratamento testemunha, o qual não recebeu revestimento; T2) Tratamento revestido com 3,5 gramas de sacola plástica em cada face; T3) Tratamento revestido com 7,0 gramas de sacola plástica em cada face. Para cada tratamento foram produzidos quatro corpos de prova com dimensões de 7,5 x 5 x 1,5 (comprimento x largura x espessura).

O recobrimento das faces foi realizado em uma prensa a quente, na temperatura de 220 °C, sob pressão de 2 Kgf/cm² e por período de cinco minutos.

Os procedimentos de ensaio empregados na avaliação da absorção de água após duas e vinte e quatro horas (AA2h e AA24h) e e inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas (IE2h e IE24h) foram definidos mediante adaptação da ASTM D 1037 (2006).

A análise estatística foi conduzida em um experimento em delineamento inteiramente casualizado, sendo realizada análise de variância e teste de média de Tukey, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da densidade aparente média dos painéis estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios de densidade aparente dos painéis

Tratamento	Densidade (g/cm ³)
T1	0,61 (0,01)A
T2	0,61 (0,02)A
T3	0,64 (0,05)A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Observa-se que não houve diferença estatística entre os tratamentos, demonstrando que todos os painéis se enquadram na classe de média densidade, que se refere aos painéis com densidade aparente entre 0,59 e 0,80 g/cm³ (IWAKIRI, 2005).

Os valores médios de AA2h e AA24h estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Resultados da AA2h e AA24h

Tratamento	%	
	AA2h	AA24h
T1	15,6 (0,8)B	48,9 (2,2)B
T2	9,8 (1,8)A	33,6 (1,1)A
T3	10,7 (1,6)A	35,5 (4,3)A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Os tratamentos que receberam revestimento plástico (T1 e T2), obtiveram os menores valores médios de AA2h e AA24h, diferenciando-se estatisticamente do tratamento testemunha. Não houve diferença estatística entre os dois tratamentos com revestimento com plástico.

Os valores médios de IE2h e IE24h estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Valores médios de IE2h e IE24h

Tratamento	%	
	IE2h	IE24h
T1	4,0 (0,4)A	9,1 (0,2)A
T2	4,4 (0,1)A	13,4 (1,3)A
T3	4,6 (2,9)A	9,9 (2,9)A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%.

Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos tanto para o IE2h como para o IE24h. O motivo dos painéis mesmo apresentando menores valores de absorção de água não obterem melhora para o inchamento em espessura, inclusive com certa tendência de aumento, pode estar associado ao aumento da tensão de compressão dos painéis que sofreram recobrimento, haja visto que foi aplicado uma pressão para o adequado revestimento dos painéis. Tal tensão foi então liberada quando os corpos de prova entraram em contato com a

água, promovendo maior inchamento dos mesmos.

A norma de comercialização EN 312 (2003), estipula o valor máximo de 15% para IE24h de painéis MDP. Sendo assim, todos os tratamentos atenderam a esse requisito.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O recobrimento com sacolas plásticas de painéis MDP promoveu melhoras significativas apenas para as propriedades AA2h e AA24h.

Recomenda-se a avaliação de novas formas de recobrimento de painéis de madeira com resíduos plásticos.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1037**. Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials. Philadelphia. Annual book of ASTM Standard. v. 04.09. 2006.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 312**. Particleboard - Specifications. Bruxelas. 1993.

FABRO, A. T. et al, Utilização de sacolas plásticas em supermercados. **Revista Ciências do Ambiente**. Vol. 3, No I, 2007. p 15-23.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005, 247 p.

MENDES, R. F.; Mendes, L. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDONÇA, L. L. Qualidade de painéis aglomerados produzidos na china utilizando bagaço de cana. In: EBRAMEM, 9., 2008, Londrina. **Anais**. Londrina. Editora Ibramem, 2008. p. 45-47.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



EFEITO DO TRATAMENTO TÉRMICO SOBRE A ESTABILIDADE DIMENSIONAL DA MADEIRA DE *Eucalyptus grandis*

Leandro Afonso Caixêta¹, Rafael Farinassi Mendes¹, Amélia Guimarães Carvalho²,
 Marcela Gomes da Silva¹, Lourival Marin Mendes¹
Universidade Federal de Lavras – UFLA¹, Universidade Federal de Viçosa²-UFV
 leandrocaixeta@ymail.com

1. INTRODUÇÃO

O tratamento térmico da madeira, sob temperaturas relativamente elevadas, é um método eficaz para melhorar a sua estabilidade dimensional (ROUSSET et al., 2004). Segundo Homan et al. (2000), os tratamentos térmicos da madeira maciça já vêm sendo atualmente aplicados em escala industrial na Finlândia (Thermowood *Process*), França (Termorreificação e *Le Bois Perdure*), Holanda (Plato-process) e Alemanha (Oil-heat-treatment).

A termorreificação é uma das formas de tratamento térmico, cujo processo consiste em aplicar calor à madeira em temperaturas entre 100 e 250 °C. O resultado seria a obtenção de um produto sólido apresentando características diferenciadas, comparativamente à sua madeira original (BRITO et al., 2006).

Del Menezzi (2004) relata que a madeira termicamente tratada pode apresentar alterações nas propriedades mecânicas, na estabilidade dimensional e na resistência biológica, as quais são provocadas principalmente pela degradação térmica dos componentes químicos da madeira, podendo ainda decorrer de mudanças sobre os componentes anatômicos da madeira.

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi de avaliar o efeito do tratamento térmico sobre a estabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus grandis*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização do trabalho foi utilizado madeira de *Eucalyptus grandis* aos 25 anos de idade, coletado no campo experimental da Universidade Federal de Lavras.

Após a geração das tábuas foram retirados corpos de prova da região próxima a medula e na parte mais externa do cerne (região intermediária). As dimensões dos corpos de prova e os procedimentos utilizados para determinação da estabilidade dimensional dos tratamentos seguiram as determinações da norma NBR 7190 (1999).

Para efetuar o tratamento térmico dos corpos de prova foi utilizada uma estufa com circulação forçada de ar. A temperatura utilizada para o tratamento térmico foi de 200°C, e o período de exposição de seis horas. O delineamento experimental está exposto na Tabela 1. Para cada tratamento foram utilizadas cinco repetições.

Tratamento	Região avaliada	Tratamento térmico
1	Medula	sim
2		não
3	Cerne	sim
4		não

Foi avaliada a variação dimensional dos corpos de prova nos planos tangencial e radial, sendo realizado na umidade de equilíbrio da madeira em sala de climatização (Temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 5%) e após a saturação. Os dados foram avaliados mediante análise de variância a 5% de significância, sendo os dados avaliados dentro de cada tipo de região e dentro de cada condição (climatizado e saturado).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 pode-se observar a densidade básica e aparente obtida para os corpos de prova antes e após o tratamento térmico.

TABELA 1 – Densidade básica e aparente

Tratamentos	DA (12%) g/cm ³	DB
Medula	0,50	0,41
Medula/trat. Térmico	0,49	0,39
Cerne	0,58	0,47
Cerne/trat.Térmico	0,55	0,45

DA: densidade aparente, DB: densidade básica

Não foi encontrada variação significativa entre as regiões com e sem tratamento térmico. Apesar de se notar uma pequena diminuição em termos médios. Redução essa que pode estar associada a degradação de alguns componentes químicos da madeira, principalmente as hemiceluloses.

Nos Gráficos 1 e 2 pode-se observar a variação dimensional (inchamento) dos corpos de prova antes e após o tratamento térmico para a região próxima a medula e de cerne, respectivamente.

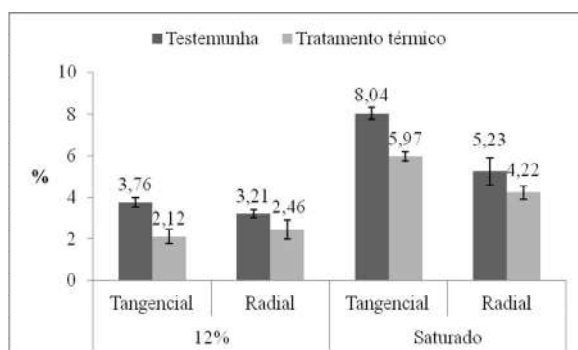


GRÁFICO 1 : Efeito do tratamento térmico sobre a estabilidade dimensional da madeira próxima a medula

Para a região próxima a medula observou-se efeito significativo do tratamento térmico sobre a estabilidade dimensional no sentido tangencial e radial nas duas condições de avaliação (12% de umidade e saturado). Sendo os menores valores médios obtidos pelos painéis tratados termicamente.

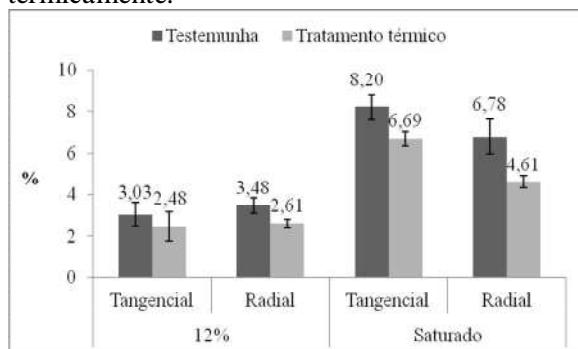


GRÁFICO 1 : Efeito do tratamento térmico sobre a estabilidade dimensional da madeira de Cerne

Para a região do cerne, não houve efeito significativo apenas no sentido tangencial e na condição de 12% de umidade. Nas demais análises (radial 12% e tangencial e radial saturado), houve melhoras significativas dos corpos de prova com tratamento térmico. Demonstrando de forma geral a eficiência desse tratamento sobre a estabilidade dimensional das peças de madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O tratamento térmico promoveu reduções significativas na movimentação dimensional dos corpos de prova retirados da região próxima a medula e do cerne da espécie *Eucalyptus grandis*, se apresentando com grande potencial de utilização.

Recomenda-se a avaliação de novas temperaturas e tempos de tratamento térmico, visando ainda mais a melhora da estabilidade dimensional da madeira de *Eucalyptus grandis*.

5. BIBLIOGRAFIA

HOMAN, W.; TJEERSDSMA, B.; BECKERS, E.; JORISSEN, A. Structural and other properties of modified wood. In: WORLD CONFERENCE ON TIMBER ENGINEERING, 2000. British Columbia. Proceedings World Conference Timber Engineering, 2000. p. 1- 8.

ROUSSET, P.; PERRÉ, P.; GIRARD, P. Modification of mass transfer properties in poplar wood (*P. robusta*) by thermal treatment at high temperature. Holz als Roh-und Werkstoff, Berlin, v. 62, n. 2, p. 113-119, 2004.

BRITO, J.O.; GARCIA, J.N.; BORTOLETTO JUNIOR, G.; PESSOA, A.M.C.; SILVA, P.H.M. Densidade básica e retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis*, Submetida a diferentes temperaturas de termorretificação. Cerne, Lavras, v. 12, n. 2, p. 182-188, abr./jun. 2006.

DEL MENEZZI, C.H.S. Estabilização dimensional por meio do tratamento térmico e seus efeitos sobre as propriedades de painéis de partículas orientadas (OSB). 2004. 226 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

AGRADECIMENTOS

À Fapemig, Capes e CNPq



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



USO DE CO₂ PÓS-CURA TÉRMICA EM FIBROCIMENTO SEM AMIANTO

Vinnicius Dordenoni Pizzol¹, Gustavo Henrique Denzin Tonoli², Lourival Marin Mendes²,
Holmer Savastano Junior³, Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco¹

¹Universidade Federal de Minas Gerais, ²Universidade Federal de Lavras, ³Universidade de São Paulo
vpizzol@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Uma questão importante raramente considerada no debate ambiental sobre materiais à base de cimento é a reabsorção ou captação de dióxido de carbono (CO₂) da atmosfera. Após a exposição ao ar ao longo do tempo, o cimento absorve CO₂ atmosférico. Esse processo é denominado carbonatação e é uma propriedade intrínseca do concreto que tem como base cimento *Portland*.

A carbonatação é a reação dos produtos de hidratação do cimento com o CO₂ que pode representar grande impacto sobre o crescimento sustentável da indústria da construção e no futuro pelo consumo de CO₂ dos poluentes. Entre os produtos de hidratação da pasta de cimento, o que reage mais rapidamente é o hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂], resultando no carbonato de cálcio (CaCO₃). Esse processo inicia-se na camada mais externa do compósito e move-se gradualmente para as camadas internas, através das fissuras e do sistema de poros permeáveis.

A carbonatação do concreto é um dos principais processos físico-químicos que pode limitar o tempo de vida de estruturas, principalmente do concreto armado, pois reduz a proteção das barras de aço e permite a corrosão. Porém, Tonoli *et al.* (2010) defendem que a carbonatação pode ser uma alternativa para aumentar a durabilidade das fibras naturais em matriz de cimento e melhorar as propriedades físicas e mecânicas.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo o estudo de compósitos cimentícios reforçados com fibras celulósicas, submetidos a um processo de carbonatação acelerada, com ênfase nas características físicas.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O fibrocimento utilizado foi produzido pelo Processo *Hatschek*, e as matérias primas constituintes foram: cimento: 70%, CPII-E

40RS, celulose: 4%, fibra curta (*Eucalyptus*), calcário: 24,2% e fibras de PVA: 1,8%.

As amostras foram retiradas após a formação da manta e antes da ondulação no processo de produção na Empresa Infibra. A carbonatação acelerada foi realizada em câmara climática *Thermotron*, Modelo SM ó 3.5s. Foi avaliada a cura térmica (testemunha) e a cura térmica mais cura com carbonatação por 10 horas.

A ocorrência da carbonatação foi inicialmente avaliada por titulação com fenolftaleína 2%, usualmente empregada para indicação do pH. A fenolftaleína apresenta coloração violeta quando em contato com elementos básicos (pH>7), como os produtos de hidratação alcalinos do cimento, e incolor quando o pH é ácido (pH<7), indicando a ocorrência do processo de carbonatação.

Os ensaios físicos seguiram os procedimentos especificados pela norma ASTM C 948-81 (1981), com 6 corpos de prova por tratamento. Foi determinado a absorção de água (AA) e densidade aparente (DA). As dimensões das amostras foram: 160 mm de comprimento, 30 mm de largura e espessura de 4 mm.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação inicial com fenolftaleína indicou que com a carbonatação a coloração violeta ficou menos intensa, ou seja, o meio teve sua alcalinidade reduzida. Na fig. 1 estão ilustradas as amostras após a aplicação de fenolftaleína, nota-se a mudança da coloração de violeta intenso para incolor no tempo de 10 horas.



Fig. 1: Aplicação de fenolftaleína na superfície das amostras. a) Cura sem carbonatação. b) Cura com carbonatação.

O valor de pH da água dos poros da matriz é normalmente superior a 13. Essa elevada alcalinidade ocorre devido à formação do hidróxido de cálcio, Ca(OH)_2 , durante a hidratação do cimento. No entanto, o Ca(OH)_2 pode desaparecer gradualmente, através da combinação com dióxido de carbono (CO_2) de modo a formar o carbonato de cálcio (CaCO_3), no processo conhecido como carbonatação. Com isso, a matriz torna-se menos alcalina e o valor de pH da água dos poros pode ser reduzido para um valor inferior a 9 (HOOPS, 1988), justificando a coloração (incolor) das amostras carbonatadas.

A consequência da carbonatação nas propriedades físicas está ilustrada na fig. 2. Pode-se observar que a carbonatação conduziu a um aumento da DA dos compósitos, fig. 2b, devido a reação de carbonatação que forma principalmente CaCO_3 nos compósitos, que é mais denso do que o Ca(OH)_2 (BERTOS et al., 2004).

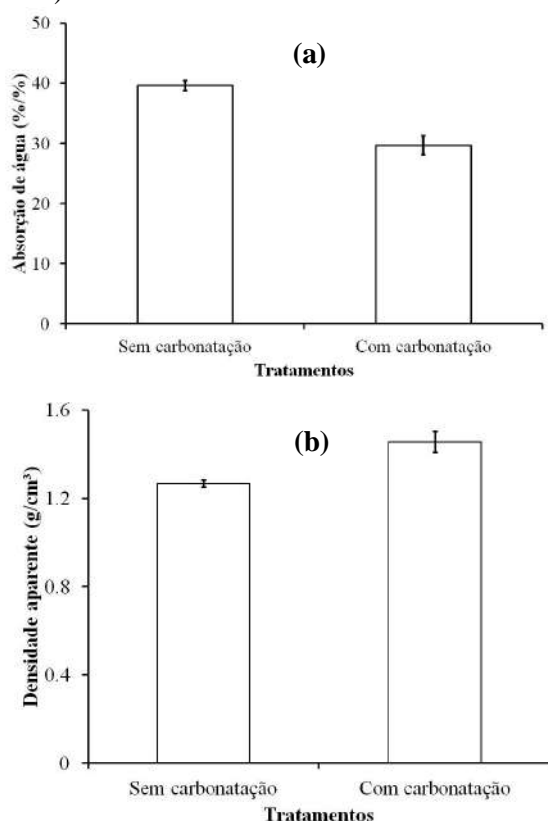


Fig. 2: Propriedades físicas do fibrocimento com e sem carbonatação. a) Absorção de água. b) Densidade aparente.

Quanto à AA, fig. 2a, durante a reação de carbonatação o CaCO_3 é precipitado nos poros da matriz, preenchendo os vazios, assim, impede a entrada de água, devido à diminuição do tamanho dos poros e aumenta o volume de sólidos como resultado há a diminuição AA, tal

fato também foi observado por Almeida et al. (2010) e Tonoli et al. (2010).

4. CONCLUSÕES

A carbonatação acelerada nas primeiras horas de cura foi comprovada pela aplicação de fenolftaleína. Além de ser uma boa iniciativa para captura de CO_2 e uma forma interessante para reduzir prematuramente a alcalinidade da matriz de cimento pelo consumo de Ca(OH)_2 na pasta, o que resulta na densificação da matriz e menor absorção de água.

5. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, A. E. F. S. et al. Carbonatação acelerada efetuada nas primeiras idades em compósitos cimentícios reforçados com polpas celulósicas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 233-246, out./dez. 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 948-81**: test method for dry and wet bulk density, water absorption, and apparent porosity of thin sections of glass-fiber reinforced concrete. West Conshohocken, 1981.

BERTOS, M. F. et al. A review of accelerated carbonation technology in the treatment of cement-based materials and sequestration of CO_2 . **Journal of Hazardous Materials**, Amsterdam, v. B112, p. 193-205, 2004.

HOOPS, D. W. **Alkali-silica reaction in concrete**. Londres: Thomas Telford, 1988. 183 p.

RILEM. 49TFR: testing methods for fibre reinforced cement-based composites. **Matériaux et Constructions**, Paris, v. 17, n. 102, p. 441-456, 1984.

SAVASTANO JÚNIOR, H. **Sistema de cobertura para construção de baixo custo: uso de fibras vegetais e de outros resíduos agroindustriais**. 2000. 144 f. Tese (Livro-Docência) ó Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

TONOLI, G. H. D. et al. Effect of accelerated carbonation on cementitious roofing tiles reinforced with lignocellulosic fibre. **Construction and Building Materials**, Guildford, v. 24, p. 193-201, 2010.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



DENSIDADE DE *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* EM DIFERENTES IDADES

Marcela Gomes da Silva, Amélia Guimarães Carvalho, Fábio Akira Mori,

Gracialda Costa Ferreira, Eduardo de Lima Zavarize.

Universidade Federal de Lavras

marcela.gsilva@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Apesar ainda não existir a tradição de plantios de espécies nativas na Amazônia, as florestas plantadas vêm ganhando espaço, sendo uma das soluções para recuperação econômica de áreas degradadas, com espécies de rápido crescimento além da diminuição na pressão sob espécies tradicionais. Esta atividade vem se apresentando como uma excelente alternativa de produção e comercialização de madeira nos últimos vinte anos, na região (YARED, 2007).

Dentre as espécies que vem sendo plantadas na região amazônica o paricá (*Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum*) vem se destacando por apresentar rápido crescimento, fuste reto sem a presença de nós, madeira com coloração clara e densidade baixa sem a necessidade de cozimento. Na região amazônica foram realizados plantios dessa espécie de forma empírica, necessitando de estudos científicos na seleção das melhores árvores, e a determinação das propriedades físicas da madeira será útil para futuros programas de melhoramento genéticos e silviculturais.

Para Silva et al. (2004) a densidade da madeira é o resultado de uma complexa combinação dos seus constituintes anatômicos. Sendo uma propriedade muito importante que fornece informações sobre as características da madeira, devido a sua íntima relação com várias outras propriedades para qualificar a madeira, nos segmentos da atividade industrial. Segundo Kollmann e Côté (1968), as variações de densidade se devem às diferenças na estrutura anatômica da madeira e na quantidade de substâncias extrativas presentes por unidade de volume, em função principalmente, da idade da árvore, genótipo, índice de sítio, clima, localização geográfica e tratamentos silviculturais.

Sendo assim, o objetivo desse trabalho é conhecer a densidade básica da madeira de *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum*

(paricá) de diferentes idades, a fim de gerar informações às indústrias madeireiras e, assim contribuir para a comercialização de matéria-prima de melhor qualidade.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As árvores de *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum*, utilizadas nesse trabalho foram colhidas em plantios comerciais da empresa Cikel Brasil Verde LTDA, localizada no município de Paragominas, no Estado do Pará. Foram coletadas três árvores de cada idade, sendo as idades selecionadas com 4, 5 e 6 anos. Discos de 5 cm de espessura foram retirados do DAP de cada árvore para a determinação da densidade básica da madeira, a qual foi realizada de acordo com a norma NBR 11941 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT, 2003).

Foi considerado um experimento em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Para diferenciação dos tratamentos foi utilizado o teste de médias Tukey, com 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão os valores médios das densidades básicas da madeira do *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* em diferentes idades.

Tabela 1: Densidade básica do paricá em diferentes idades

Idades	Densidade básica (g.cm ⁻³)
4	0,343 a
5	0,270 a
6	0,313 a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Não foi encontrada diferença estatística da densidade do paricá entre as diferentes idades.

De acordo com os resultados a densidade básica média obtida para a madeira de paricá nas diferentes idades ficaram abaixo de $0,50 \text{ g.cm}^{-3}$ fazendo com que esta seja classificada como madeira leve (MELO et al., 1991, apud SOUZA et al. 2002).

Colli (2007) também classificou o paricá como uma madeira de densidade leve ($0,280 \text{ g.cm}^{-3}$)

Viadurre (2010) determinou a densidade básica de *Schizolobium amazonicum* obtido de plantios comerciais de quatro diferentes idades (5, 7, 9 e 11 anos) e encontrou valores de 0,262; 0,287; 0,275 e $0,303 \text{ g.cm}^{-3}$ para as idades de 5, 7, 9 e 11 anos, respectivamente. Os valores encontrados neste trabalho foram próximos aos encontrados por Viadurre (2010).

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Schizolobium parahybum var. *amazonicum* apresentou uma densidade baixa e não houve diferença estatística das densidades entre as espécies com idades de 4, 5 e 6 anos.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. CB-29: NBR 11941: Madeira – determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003.

COLLI, A. **Caracterização da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) e propriedades de chapas de partículas aglomeradas com diferentes proporções de fibras de coco (*Cocos nucifera* L.)**. 2007. 50 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

KOLLMANN, F.F.P. ; COTÊ, W. A . Principles of wood science and technology. Berlim: Springer-Verlag, 1968. v. 1, 592p.

SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; TOMAZELLO FILHO, M.; KEINERT JÚNIOR, S.; MATOS, J. L. M de. Influência da idade e da posição radial na massa 99 específica básica da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n. 1, p. 13-22, 2004.

SOUZA, M.H.; MAGLIANO, M.M.; CAMARGOS, J.A.A. Madeiras tropicais brasileiras. 2.ed. Brasília: IBAMA, 2002. 152p

VIADURRE, G. B. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Schizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica**. 2007. 74 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

YARED, J.A.G. Uso comercial de espécies nativas: a experiência com o paricá. **Revista Opiniões**. 2007.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). À empresa Cikel Brasil Verde LTDA, pela disponibilização do material de pesquisa e da equipe de campo.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO RADIAL DAS FIBRAS DE *Schyzolobium parahybum var. amazonicum*

Marcela Gomes da Silva, Fábio Akira Mori, Renata Mauri,
Alessandra de Oliveira Ribeiro, Marina Rates Pires
Universidade Federal de Lavras
marcela.gsilva@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O *Schyzolobium parahybum var. amazonicum*, conhecido como nome popular paricá, é uma das espécies de madeira da região amazônica que foi identificada por Costa et al., como de grande potencial para plantios em áreas degradadas, reflorestamento e em sistemas agroflorestais. Por apresentar um rápido crescimento, o paricá despertou o interesse de vários empresários do setor madeireiro, tornando hoje a espécie nativa mais plantada no Brasil. Porém, esses plantios na região amazônica foram feitos de forma empírica, necessitando de estudos científicos mais detalhados sobre as características anatômicas da madeira dessa espécie. O estudo anatômico da madeira se faz necessário, pois as dimensões, o arranjo e a distribuição das células influenciam nas suas propriedades e por fim na qualidade do seu produto final.

A madeira das folhosas apresenta distribuição dos elementos celulares bastante característica, com a maioria dos estudos dirigidos para a avaliação das fibras. Segundo Downes et al. (1997) o comprimento, a espessura das paredes e o lume das fibras influenciam, diretamente, em diferentes características da madeira.

A diferença nas propriedades da madeira no sentido radial é a mais importante fonte de variação no tronco. A extensão dessa variação é determinada, principalmente pela presença de madeira juvenil, pela sua proporção relativa no tronco. Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi analisar a variação radial da morfologia das fibras da espécie *Schyzolobium parahybum var. amazonicum*.

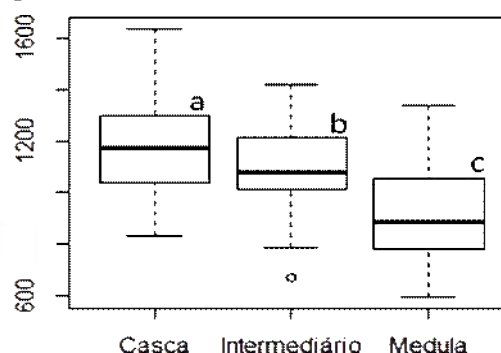
2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

As árvores de *Schyzolobium parahybum var. amazonicum*, utilizadas nesse trabalho foram coletados em plantios comerciais da empresa

Cikel Brasil Verde LTDA, localizada no município de Paragominas, no Estado do Pará. Foram coletadas três árvores com idade de 6 anos. Retirou-se discos de 5 cm de espessura do DAP de cada árvore. Para os estudos anatômicos, foram retirados corpos de prova em três posições equidistantes no disco (medula, intermediária e casca). A dissociação dos elementos celulares (maceração) foi realizada segundo o método preconizado por Dadswell. As mensurações foram realizadas através do software analisador de imagem "Wincell". Para a descrição da estrutura microscópica do xilema, foram seguidos os critérios da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas- COPANT (1974) e IAWA (1989) - "List of Microscopic Features of Hardwood Identification". Foi considerado um experimento em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Para diferenciação dos tratamentos foi utilizado o teste de médias Tukey, com 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

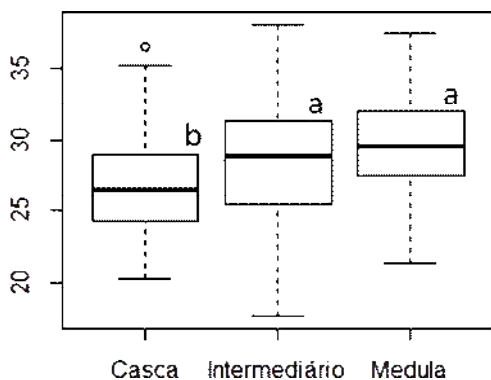
Na Figura 1 estão as estatísticas do comprimento das fibras da madeira do *Schyzolobium parahybum var. amazonicum* nas três posições equidistantes (medula, intermediário e casca)



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

De acordo com a Figura 1, nota-se que houve aumento significativo no comprimento das fibras

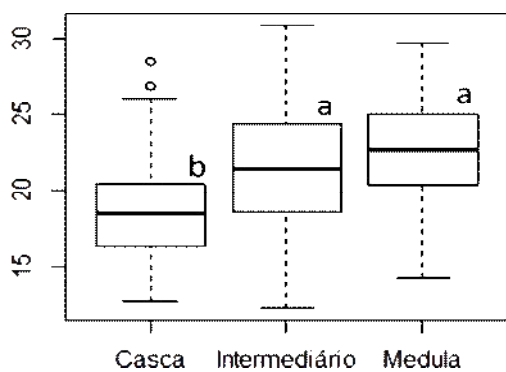
no sentido medula casca, o que condiz com diversos trabalhos (TOMAZELLO, 1985., TRUGILHO et al., 1996., ROCHA et al. 2004). Na Figura 2 estão as estatísticas da largura das fibras da madeira do *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* nas três posições equidistantes (medula, intermediário e casca)



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Na Figura 2, foi observado que apenas ocorreu diferença significativa entre as posições medula e casca, no entanto observa-se tendência linear positiva no sentido medula casca. O que também foi encontrado por Tomazello, (1985) e Rocha et al. (2004).

Na Figura 3 estão as estatísticas do diâmetro de lúmen das fibras da madeira do *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* nas três posições equidistantes (medula, intermediário e casca).



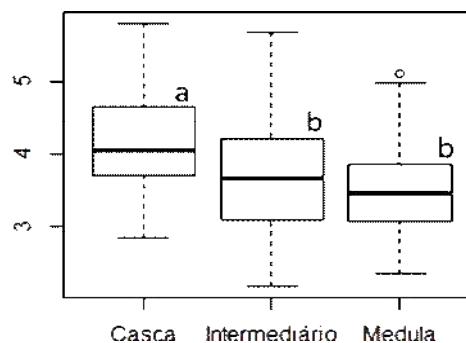
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Comparando a Figura 3 com a Figura 2, nota-se que houve a mesma tendência. Esses resultados também foram observados por Trugilho et al. (1996) que encontraram correlação positiva entre o diâmetro de lúmen e largura da fibra.

Na Figura 4 estão as estatísticas da espessura da parede das fibras da madeira do *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* nas três posições equidistantes (medula, intermediário e casca).

A espessura da parede é dependente da largura e do diâmetro do lúmen das fibras, por esse motivo, o comportamento observado na Figura 4

já se esperava. Na literatura esse comportamento é explicado pelo amadurecimento do câmbio (BURGUER & RICHTER, 1991).



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A espécie *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* apresentou a mesma tendência de variação radial para morfologia das fibras, comparando com as demais espécies de folhosas estudadas.

5. BIBLIOGRAFIA

BURGER, L.M.; RICHTER, H.G. **Anatomia da madeira**. São Paulo. Editora Nobel, 1991. 154p.

DOWNES, G. M. et al. Sampling plantation eucalypts for wood and fibre properties. Australia: **CSIRO Publishing**, 1997. 132 p.

ROCHA; F.T.; FLORSHEIM; S. M. B.; COUTO; H. T. Z. **Varição das dimensões dos elementos anatômicos da madeira de árvores de *Eucalyptus grandis* hill ex maiden aos sete anos** *Revista Inst. Florestal.*, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 43-55, jun. 2004.

TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira de *E. saligna* e *E. grandis*. **IPEF**, Piracicaba, n. 29, p.37-45, 1985.

TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características Físico-Química e Anatômicas da madeira de *Eucalyptus Saligna*. **Cerne** (UFL), Lavras, MG, 01-37p. 1996.

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG, Capes, CNPq e CIKEL.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



AVALIAÇÃO DA DUREZA JANKA DE ÁRVORES DE *Schyzolobium parahybum* var. *Amazonicum* “Huber ex Ducke”

Raquel Cristina Teodoro da Silva, Joabel Raabe, Marcela Gomes da Silva,
Natália de Aguiar Campos, Rafael Farinassi Mendes
Universidade Federal de Lavras
raquelteodoros@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O paricá (*Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum*), é uma espécie amazônica que vem ganhando destaque no setor florestal da região norte do Brasil, principalmente por apresentar rápido crescimento, quando comparada com outras espécies cultivadas no país. A madeira dessa espécie é apropriada para confecção de forros, palito, papel, laminados e compensados. Produz celulose de boa qualidade e de fácil branqueamento o que permite a fabricação de papel branqueado com excelente resistência (VIDAURRE et al., 2006).

Embora amplamente cultivada e utilizada no norte do país, as características tecnológicas de sua madeira nativa ou proveniente de áreas plantadas ainda são pouco conhecidas, motivo pelo qual pesquisas vêm sendo realizadas a fim de determinar suas principais características anatômicas, físicas, químicas e mecânicas (VIDAURRE, 2010).

Uma característica importante em termos de trabalhabilidade e utilização da madeira é a dureza, que consiste na resistência oferecida à penetração de outro corpo. A dureza Janka é o procedimento adotado para avaliar esta característica e segundo Rocha (2003) tem real importância na caracterização mecânica de madeiras por ser um parâmetro de comparação entre espécies.

Nesse sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a propriedade de dureza Janka da espécie *Schyzolobium parahybum* var. *amazonicum* (paricá).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para o desenvolvimento deste trabalho foram selecionadas aleatoriamente nove árvores de paricá, de três idades diferentes (4, 5 e 6 anos), sendo três para cada idade, em plantios comerciais da empresa Cikel Brasil Verde LTDA, localizada no município de Paragominas,

no Estado do Pará, as quais foram abatidas para retirada de um disco na base de cada árvore.

Após a secagem dos discos até a umidade de equilíbrio higroscópico, os mesmos foram seccionados em cunhas, sendo utilizado uma cunha de cada disco.

O ensaio de dureza Janka foi realizado no sentido paralelo da disposição dos elementos anatômicos, com adaptações à norma NBR 7190 (1997), em uma máquina universal de ensaios a uma velocidade de penetração de $5\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$, em sala climatizada (Temperatura de 20 ± 3 °C e umidade relativa de $65 \pm 5\%$).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, estando os dados arranjados em um esquema fatorial 3×2 , sendo: três idades (4, 5 e 6 anos) e duas posições radiais (medula-casca). Os resultados foram analisados pela análise de variância e teste de média de Tukey, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se o efeito não significativo da interação entre os fatores avaliados, idade e posição radial. Quando avaliado as médias da variável idade de forma separada, observou-se que os valores de dureza Janka para as diferentes idades não diferiram significativamente (Figura 1). A dureza média encontrada neste estudo quando comparada com valores da mesma propriedade de outra espécie, como a do angico-vermelho que apresentou 854 Kgf (TEIXEIRA, 2008) é menor, possivelmente em função das diferenças nas propriedades físicas, químicas e anatômicas desta espécie em relação ao paricá.

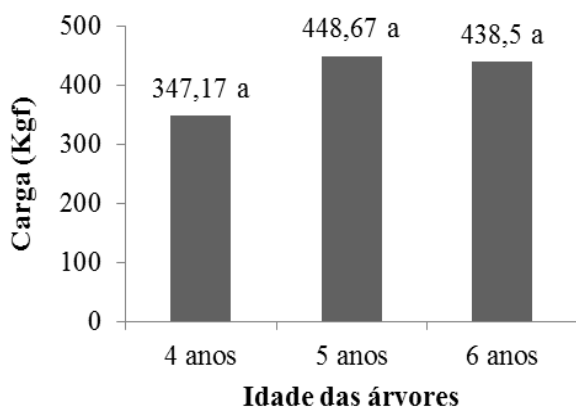


Figura 1. Valores médios de dureza Janka para árvores de paricá de diferentes idades.

A Figura 2 apresenta os valores médios de dureza janka para o fator posição radial. Observa-se que a região da medula obteve menor valor médio (285,11 Kg) em relação a região mais próxima da casca (537,78 Kg).

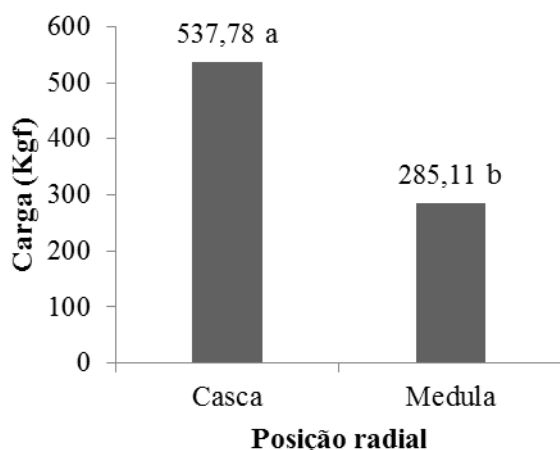


Figura 2. Valores médios de dureza Janka para a posição radial da madeira de paricá.

Esse comportamento pode ser explicado em função da diferença dimensional entre os elementos anatômicos presentes nas duas regiões estudadas (medula-casca), pois segundo Horacek et al. (1999), citado por Moya Roque (2005) no xilema primário da zona cambial as divisões celulares são menos frequentes com a idade da árvore, permitindo que as fibras e outros elementos celulares tenham mais tempo para seu alongamento longitudinal e transversal, acarretando numa maior resistência mecânica da madeira em função destes elementos serem mais espessos e alongados na região próxima à casca em comparação a região próxima à medula.

Teixeira et al. (2011) avaliando a variação radial da dureza janka da madeira de Angico-vermelho obteve valores variando de 630 a 868

kgf no sentido medula-casca. Sendo observado, assim como nesse trabalho, o aumento da dureza janka nessa direção.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A propriedade dureza janka da madeira de Paricá apresentou valores variando entre 347,17 a 537,78 kgf.

Não houve influência significativa da idade das árvores sobre essa propriedade mecânica. Em relação às posições de avaliação (medula e casca), os valores de dureza foram superiores quando analisado próximo a casca.

5. BIBLIOGRAFIA

ROCHA, R. R. **Avaliação não-destrutiva de madeiras para dormentes ferroviários.** Botucatu, (dissertação) Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista; 2003.

VIDAURRE, G.; VITAL, B. R.; ZANETI, L.; COLLI, A.; NAUMANN, R.. Paricá, uma espécie promissora. **Revista da Madeira**, Ed. 97, 2006.

VIDAURRE, G.B. **Caracterização anatômica, química e físico-mecânica da madeira de paricá (*Shizolobium amazonicum*) para produção de energia e polpa celulósica.** 2010. 74p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

TEIXEIRA, B. M. R. **Variabilidade radial e longitudinal de propriedades da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.).** Viçosa (MG), 2008. 52p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), 2008.

TEIXEIRA, B.M.R.; EVANGELISTA, W.V.; SILVA, J.C.; LUCIA, R.M.D. Avaliação radial e longitudinal das propriedades mecânicas e da massa específica básica da madeira de angico-vermelho (*Anadenanthera peregrina* (L.) Speg.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 39, n. 92, p. 463-468, dez. 2011.

MOYA ROQUE, R.; TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da estrutura anatômica do lenho de árvores de *Gmelina arborea* em diferentes condições de clima e de manejo na Costa Rica. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 37, n. 83, p. 273-285, set. 2009

AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG, Capes e CNPq.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



QUALIDADE DE PAINÉIS AGLOMERADOS PRODUZIDOS COM MARAVALHAS

Alan Pereira Vilela¹, Livia Mara Dias², Joabel Raabe²,
Rafael Farinassi Mendes², Lourival Marin Mendes²

Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS)¹, Universidade Federal de Lavras (UFLA)²
alanpereiravilela@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

No setor madeireiro, as grandes quantidades de resíduos gerados no processo de beneficiamento da madeira vêm despertando o interesse de diversos pesquisadores para a utilização desses resíduos na produção de compósitos. Sendo que, segundo DACOSTA, *et al.*(2005), todo e qualquer material lignocelulósicos pode ser utilizado como matéria-prima para a fabricação painéis aglomerados.

Dentre os resíduos gerados no processamento mecânico da madeira se destacam as maravalhas, que são fitas estreitas que se formam ao aplainar a madeira no processo de desdobro na serraria.

O objetivo do estudo foi verificar a qualidade de painéis aglomerados produzidos com maravalhas de *Pinus oocarpa*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os painéis foram produzidos com mavaralhas de madeira de *Pinus oocarpa*, com idade de corte das árvores de 28 anos. Após a coleta do material, foi realizado o peneiramento em peneiras com abertura de 9,5 à 16mm, onde se obteve maravalhas com dimensões em torno de 12 x 8 x 1 mm (Comprimento x Largura x Espessura). Em seguida todo o material foi levado para uma estufa com temperatura média de 80°C, até atingir um teor de umidade de 3%.

O adesivo empregado para a produção dos painéis foi a uréia-formaldeído. Esse foi aplicado no teor de 8% em uma encoladeira do tipo tambor giratório. Após encoladas as partículas foram levadas para formação do colchão que após uma pré-prensagem a 4 kgf/cm² foi levado para prensagem a quente na temperatura de 160°C, pressão de 40 Kgf/cm² e tempo de prensagem de 8 minutos.

Para cada tratamento foram produzidos três painéis, com dimensões de 48 x 48 x 1,5 cm (comprimento x largura x espessura, respectivamente) e densidade nominal de 0,70 g/cm³. As dimensões dos corpos-de-prova e os procedimentos de ensaio empregados na avaliação das propriedades absorção de água (AA) após duas e vinte e quatro horas de imersão, inchamento em espessura (IE) após duas e vinte e quatro horas de imersão, taxa de não retorno em espessura (TNRE) e ligação interna (LI), foram definidos com base na norma americana ASTM D 1037 (2006). Para a avaliação das propriedades MOR e MOE à flexão estática, nas direções paralela e perpendicular, foi empregada a norma DIN 52362 (1982). A densidade do painel foi determinada através da média da densidade dos corpos de prova de todos os ensaios citados anteriormente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das propriedades físicas e mecânicas analisadas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Valores médios das propriedades físico-mecânicas.

Propriedades	Valores Médios
Densidade (g/cm ³)	0,64 (0,06)
AA2h (%)	63,9 (3,16)
AA24h (%)	69,8 (3,06)
IE2h (%)	16,0 (0,75)
IE24h (%)	17,8 (1,06)
TNRE (%)	6,9 (2,33)
MOR (MPa)	15,9 (2,4)
MOE (MPa)	1621,9 (225,2)
LI (MPa)	0,65 (0,05)

Os valores entre parênteses correspondem aos coeficientes de variação

Os painéis obtiveram densidade aparente média de 0,64 g/cm³, sendo classificados como de média densidade, que são painéis com densidade entre 0,59 e 0,80g/cm (Iwakiri, 2005).

Os valores de AA24h e IE24h não apresentaram aumento significativo com relação à AA2h e IE24h, respectivamente. Sendo assim, o painel absorveu água e apresentou o inchamento quase que totalmente nas primeiras duas horas de análise. O que se deve em grande parte as maiores dimensões das partículas, haja visto que painéis produzidos com partículas mais finas produzem menor quantidade de espaços vazios em seu interior, diminuindo assim sua absorção de água (Vital *et al.*, 1992).

Guimarães Júnior et al. (2013) ao avaliarem a produção de painéis aglomerado de *Pinus oocarpa*, encontraram valores de AA2h e AA24h variando entre 55 a 115% e de 80 a 120%, respectivamente. Para o IE2h e IE24h os valores variaram entre 32 a 40% e 11 a 33%, respectivamente. A norma de comercialização EN 312 (2003), estipula o valor máximo de 15% para IE24h de painéis aglomerados. Sendo assim, os painéis aglomerado produzidos com maravalhas apresentaram-se coerentes com os dados obtidos com literatura, mas um pouco acima do estipulado pela norma de comercialização. Contudo o painel foi produzido sem a aplicação de parafina, o que pode vir a ajudar um pouco a redução desses valores.

Para as propriedades mecânicas os valores médios obtidos para MOR, MOE e ligação interna foram de 15,9; 1621,9 e 0,65 MPa, respectivamente. Guimarães Júnior *et al.* (2013) ao avaliarem a produção de painéis aglomerado de *Pinus oocarpa*, encontraram valores de MOR, MOE e LI variando entre 904 a 1381, 10,6 a 16,5 e 0,74 a 0,88 MPa, respectivamente. A norma de comercialização EN 312 (2003), estipula o valor de 15 MPa para o MOR, 2300 MPa para o MOE e de 0,35 MPa para ligação interna. Nesse sentido, em comparação com a literatura os valores obtidos para os painéis aglomerados de maravalhas se mostraram superiores ou coerentes com os encontrados. Enquanto que em relação a norma, os painéis atenderam aos requisitos mínimos apenas das propriedades MOR e Ligação interna.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A utilização de maravalhas de *Pinus oocarpa* para produção de painéis aglomerados apresenta grande potencial. Os painéis aglomerados não atenderam a norma de comercialização apenas

quanto as propriedades IE24h e Módulo de elasticidade. Sendo necessárias mudanças em algumas variáveis de produção, as quais precisam ser avaliadas em trabalhos futuros.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM 1037: standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. Philadelphia, 2006. 30 p.

DACOSTA, L.P.E., HASELEIN, C.R.; SANTINI, E.J.; SCHNEIDER, P.R.; CALEGARI, L. Propriedades físicas de chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduos do processamento mecânico da madeira de *pinus elliotii* engelm. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 4, p. 421-429. 2005.

DIN 52362: Whilst for the properties of modulus of elasticity and modulus of rupture to static bending. 1982.

EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 312. Particleboard - Specifications. Bruxelas. 1993.

GUIMARAES JR, J.B.; MENDES, L.M.; MENDES, R.F.; GUIMARÃES, B.M.R.; MELO, R.R. Efeito do teor da parafina nas propriedades físico mecânicas de painéis aglomerados de *Pinus oocarpa*. *Ciência da Madeira*, v. 04., n. 01, p. 72-82, 2013.

IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005, 247 p.

VITAL, B.R.; HASELEIN, C.R.; DELLA LUCIA, R.M. Efeito da geometria das partículas nas propriedades das chapas de madeira aglomerada de *Eucalyptus grandis* (Hill ex-Maiden). *Revista Árvore*, Viçosa, v. 16, n. 1, p. 88-96, 1992.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ANÁLISE FÍSICO-MECÂNICA DE PAINÉIS HDP (*HIGH DENSITY PARTICLEBOARD*)

Abner Henrique Santos Reis, Ana Elisa Rodarte Baliza,
Rafael Farinassi Mendes, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
reisabner@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Atualmente os painéis aglomerados são confeccionados com a massa específica no intervalo de 0,4 a 0,8 g/cm³. Entretanto, Iwakiri et al. (2005) afirmam que algumas indústrias de aglomerados já estudam a possibilidade de produção de painéis aglomerados de alta densificação. Sendo que essa tecnologia já vem sendo empregada na produção de painéis HDF (High Density Fiberboard).

Genericamente, painéis de alta densificação são obtidos com o aumento na quantidade de matéria prima utilizada, juntamente com o adesivo e algumas adequações na prensagem (pressão, temperatura e tempo). Em termos gerais, estes painéis são destinados à aplicações que necessitam de resistência física e mecânica aprimorada.

Neste âmbito, a literatura aponta uma relação diretamente proporcional entre a massa específica do painel sob a sua resistência mecânica (MALONEY, 1993). Por outro lado, quanto às propriedades físicas há divergência entre autores. Segundo Kelly (1977) a estabilidade dimensional de um painel de alta massa específica é prejudicada em função do maior inchamento em espessura. Enquanto que Vital e Wilson (1980), afirmam que a adsorção de água decresce com o aumento da densidade do painel.

Frente a esta ótica, a necessidade de se elucidar as características de painéis aglomerados de alta densificação sob os aspectos do conhecimento científico torna-se de fundamental importância para uma melhor adequação deste produto ao mercado. Neste sentido, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis HDP (High Density Particleboard).

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste estudo foi utilizada a madeira de *Pinus oocarpa* coletada aos 30 anos de idade em um plantio pertencente à Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

Foram produzidos 3 painéis nas dimensões de 48 x 48 x 1,0cm e densidade nominal de 1,0 g/cm³. As partículas do tipo “sliver” que ficaram retidas na peneira de 6mm foram utilizadas no miolo e as que passaram pela peneira foram destinadas para as faces. Posteriormente, foi aplicado o adesivo uréia-formaldeído, nas proporções de 7 % para o miolo e 11% para as faces. As partículas encoladas foram depositadas em uma caixa formadora, sendo destinados 60% (da massa total do painel) para o miolo e 20% para cada uma das faces. O processo de prensagem ocorreu sob a temperatura de 160 °C e pressão de 40 kgf/cm², por um período de 8 minutos. Após este período, os painéis foram acondicionados em uma câmara climática, à temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 3%.

Os ensaios de inchamento em espessura (IE) e absorção de água (AA) ambos após duas e vinte quatro horas de imersão, foram avaliadas conforme a norma ASTM D1037 (1993). Para a avaliação das propriedades do módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática os ensaios foram conduzidos com base na norma DIN 52362 (1982).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios das propriedades físico-mecânicas dos painéis HDP.

Tabela 1: Valores médios dos ensaios físicos e mecânicos dos painéis HDP

Ensaio	Valor
Densidade aparente (g/cm ³)	0,958 ± 0,06
AA2h (%)	24,3 ± 1,51
AA24h (%)	37,4 ± 0,9
IE2h (%)	19,0 ± 1,86
IE24h (%)	26,1 ± 1,75
MOE (MPa)	2584,4 ± 494,2
MOR (MPa)	20,8 ± 3,7

O valor médio obtido para densidade aparente dos painéis foi de 0,958 g/cm³. Dessa forma os painéis se classificam como de alta densidade, que se referem aos painéis com densidade aparente acima de 0,80 g/cm³ (IWAKIRI, 2005).

Iwakiri et al. (2005) analisando painéis aglomerados de densidade aparente de 0,90 g/cm³ (produzidos em três camadas), confeccionados com o adesivo melamina-uréia-formaldeído na porcentagem de 8%, encontraram valores médios de AA2h e AA24h de 61,4% e 65,8%, respectivamente, enquanto que para o IE2h e IE24h os valores foram de 25,1% e 26,9%, respectivamente. Para as propriedades mecânicas MOR e MOE os valores obtidos pelos autores foram de 8,7 e 2075, 7 MPa, respectivamente.

Em comparação com os dados encontrados em literatura os painéis HDP produzidos com a madeira de *Pinus oocarpa* apresentaram-se de qualidade superior. Segundo Maloney (1993), a baixa absorção de água dos painéis com maior densidade, e conseqüentemente menor inchamento em espessura, deve-se principalmente à estrutura mais fechada do painel, resultante da maior densificação das partículas de madeira durante a prensagem, o que promove também aumento das propriedades mecânicas.

A norma CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968) estipula, para painéis produzidos com adesivo ureia-formaldeído e densidade superior a 0,80 g/cm³, valores médios de 16,8 MPa para o MOR, 2450 MPa para o MOE e 55% para o IE24h. Nesse contexto, os painéis HDP atenderam a todos os requisitos exigidos pela norma de comercialização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os painéis HDP produzidos com a madeira de *Pinus oocarpa* atenderam a todos os requisitos estipulados pela norma de comercialização CS

236 (1968). Apresentando grande potencial de utilização.

5. BIBLIOGRAFIA

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard methods of evaluating the properties of wood-based fiber and particle panel materials: **ASTM D 1037**. 78B. Philadelphia, 1993. (Annual Book of ASTM standards).

COMMERCIAL STANDARD. **Mat formed wood particleboard**: CS236-66. [S.l.], 1968.

DIN – NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength: **DIN 52362**. Berlin, 1982. 40p.

IWAKIRI, S.; ANDRADE, A. S.; CARDOSO, A.A.; CHIPANSKI, E.R.; PRATA, J.G.; ADRIAZOLA, M. K. O. Produção de painéis aglomerados de alta densificação com uso de resina melamina-uréia-formaldeído. **Cerne**, Lavras, v.11, n.4, p.323-328, 2005.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**, Curitiba, 254 p. 2005.

KELLY, M. W. **A critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboards**. Madison: U.S. For. Prod. Lab., p.66,1977.

MELO, R.R.; DEL MENEZZI, C. H. S. Influência da massa específica nas propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados. **Silva Lusitana**, Lisboa, v.18, n.1, p.59-73, 2010.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. San Francisco: M. Freeman, p.689, 1993.

VITAL, B. R.; WILSON, J. B. Efeito da forma geométrica dos flocos e partículas, da densidade das chapas e do tipo de adesivo nas propriedades mecânicas das chapas de madeira aglomerada. **Árvore**, Viçosa, v.4, n.2, p.179-187, 1980.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES, FAPEMIG e ao CNPQ.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



COMBUSTIBILIDADE EM PAINÉIS DE SABUGO DE MILHO E PINUS

Mário Vanoli Scatolino; Thiago de Paula Protásio;
Edson Rubens da Silva Leite; Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
mariovanoli@posgrad.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que os resíduos agrícolas são materiais gerados em grande quantidade no Brasil devido ao seu elevado potencial para produção agrária. Esses materiais geralmente são descartados, mesmo possuindo viabilidades de uso. Dentre esses resíduos produzidos, destaca-se o sabugo de milho.

Segundo Buranello (2009), a produção mundial de milho é de aproximadamente 800 milhões de toneladas. Portanto é necessário dar um destino correto aos resíduos oriundos de sua cadeia produtiva. Uma alternativa para a utilização desses resíduos seria na produção de painéis aglomerados, que permitem a utilização de qualquer material lignocelulósico na sua produção.

Um estudo importante a fim de se avaliar a utilização dos painéis aglomerados em estruturas é quanto a sua estabilidade térmica. Esse estudo pode ser conclusivo na identificação de materiais resistentes até mesmo a incêndios. Nesse contexto, o ensaio de combustibilidade dos painéis aparece como uma importante ferramenta para o estudo das propriedades térmicas dos painéis.

Este trabalho tem por objetivo avaliar as propriedades térmicas de painéis aglomerados confeccionados com *Pinus oocarpa*, e também fazendo uma associação da madeira com sabugo de milho, resíduo agrícola gerado em grande quantidade no Brasil.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Os painéis foram produzidos com diferentes porcentagens de sabugo de milho e pinus. A tabela 1 apresenta os tratamentos avaliados no teste.

Tabela 1 – Delineamento experimental

Trat	Pinus(%)	Sabugo de milho(%)
1	100	-
2	50	50
3	-	100

Os corpos de prova foram retirados com o emprego de uma serra circular esquadrejadeira. Para a realização do teste foram utilizados os corpos de prova de aproximadamente 2 x 2 cm.

Para avaliar o comportamento dos painéis durante a combustão foi utilizada a metodologia proposta por Quirino & Brito (1991) e Paula (2011). O método consistiu de um dispositivo composto por um combustor fabricado em chapa de ferro galvanizada, uma base de alumínio e madeira, um controlador de temperatura, uma balança de precisão e um anteparo de alumínio que envolveu o combustor para protegê-lo da interferência do ar.

Inicialmente, as bases e o combustor foram colocados sobre a balança de precisão. O combustor foi carregado com os corpos de prova. A ignição ocorreu com a combustão de 10g de álcool que foram depositados em uma placa de Petri localizada sobre a base de alumínio e abaixo da grelha. O aparato foi colocado em seguida, e por último, o medidor de temperatura.

A cada minuto foram feitas as leituras de massa do painel e da temperatura do sistema. O teste foi feito em duplicatas, extraindo-se a curva média para cada tratamento. A figura 1 mostra a sequência do teste de combustibilidade.



Fig 1: Sequência do teste de combustibilidade (Fonte: o autor, 2012).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra o gráfico relacionando o consumo de massa dos painéis com o tempo.

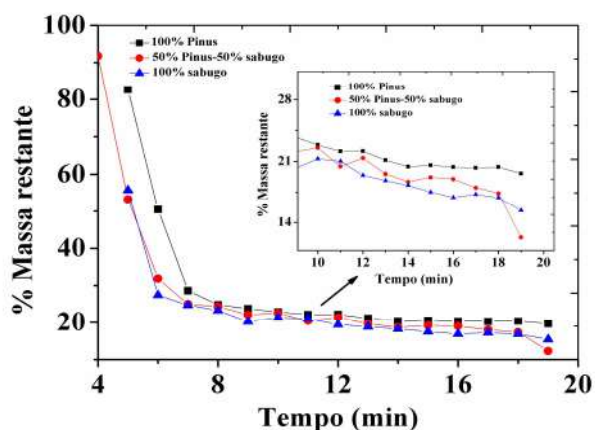


Fig 2: Variação da massa dos painéis com o tempo.

Nota-se pelo gráfico que a curva correspondente aos painéis feitos com 100% de sabugo ficou abaixo das demais, o que indica que houve maior consumo de massa desses painéis. Tal fato pode ser devido à maior quantidade de holoceluloses no sabugo de milho em relação à madeira de pinus. A maior quantidade de extrativos do sabugo em relação à madeira de pinus também é um fator que pode ter influenciado no resultado. Segundo Yrjas (1995), o sabugo apresenta aproximadamente 15,4% de extrativos.

Os painéis feitos com mistura de sabugo e pinus apresentaram um comportamento térmico intermediário entre os três tratamentos avaliados.

A figura 3 mostra o gráfico relacionando a temperatura de combustão dos painéis com o tempo.

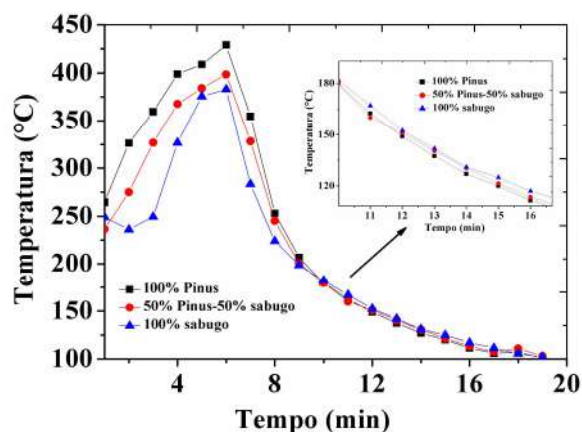


Fig 3: Variação da temperatura de combustão dos painéis com o tempo.

O gráfico acima mostra que os painéis que continham madeira de pinus atingiram maiores picos de temperatura em relação aos painéis feitos exclusivamente com sabugo. Tal fato se deve a perda mais acentuada de massa dos painéis de sabugo, o que fez com que o sistema não atingisse picos de temperatura tão altos quanto o dos painéis de pinus.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Os painéis feitos exclusivamente com madeira de pinus apresentaram maior estabilidade térmica durante a combustão, não sendo indicados os painéis contendo sabugo.

5. BIBLIOGRAFIA

BURANELLO, R.M.; **Sistema privado de financiamento do agronegócio**. São Paulo: Editora Quartier Latin do Brasil, 471p. 2009.

PAULA, L. E. R. TRUGILHO, P. F.; REZENDE, R. N.; ASSIS, C. O. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 31, n. 66, p. 103-112, 2011.

QUIRINO, W. F.; BRITO, J. O. Características e índices de combustão de briquetes de carvão vegetal. Brasília: **IBAMA**, LPF, 1991.

YRJAS, P.; LISA, K.; HUPA, M. Comparison of SO₂ capture capacities of limestones and dolomites under pressure. **Fuel**, Turku, v.74, n.3, p.395-400, 1995.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



ARRANCAMENTO DE PARAFUSO EM PAINÉIS AGLOMERADOS PRODUZIDOS COM MADEIRAS DAS DIFERENTES REGIÕES RADIAIS DE PINUS E EUCALIPTO

Mário Vanoli Scatolino, Naiara Senna baleeiro, Rafael Farinassi Mendes,
Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
mariovanoli@posgrad.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia empregada na produção de painéis aglomerados agrega uma série de vantagens, tais como eliminação do fator anisotrópico da madeira sólida e propriedades físicas e mecânicas mais homogêneas (MALONEY, 1993).

O maior consumidor dos painéis aglomerados é o setor moveleiro, o qual exige que o material apresente propriedades mecânicas satisfatórias. Uma dessas propriedades está relacionada ao parafusamento. Segundo Matos (1988), a resistência ao arrancamento de parafuso apresenta especial importância quando os painéis são utilizados para fins de produção de móveis, sendo a escolha da matéria-prima um fator decisivo para o bom desempenho quanto a essa propriedade.

Quando a matéria-prima em questão é a madeira, deve-se levar em consideração a alta variabilidade existente entre espécies e até mesmo dentro da própria árvore. Sabe-se que a madeira se comporta diferentemente considerando suas regiões radiais devido às diferenças anatômicas existentes entre elas e que isso pode influenciar diretamente nas propriedades dos painéis.

Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes regiões radiais da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Pinus oocarpa* sobre as propriedades de resistência ao arrancamento de parafuso em painéis aglomerados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As árvores de *Eucalyptus grandis* e *Pinus oocarpa* com 20 e 30 anos de idade, respectivamente, foram obtidas no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras-MG.

As toras obtidas foram laminadas em torno laminador, obtendo lâminas com espessura nominal de 2 mm. Para cada espécie, três toras foram laminadas descontinuamente para obter a separação das regiões. As lâminas obtidas foram rasgadas manualmente e trituradas em moinho martelo, obtendo assim partículas do tipo “sliver”. As partículas foram então peneiradas em uma peneira vibratória e posteriormente submetidas à secagem em estufa até que atingissem a umidade de 3%.

Para a manufatura dos painéis foi utilizado 8% de adesivo uréia-formaldeído. A pré-prensagem foi feita a uma pressão de 0,29 MPa e a prensagem a quente foi realizada com temperatura de 160°C, pressão de 3,92 MPa e por período de 8 minutos. Os painéis foram produzidos com dimensões de 50 x 50 x 1,5 cm. A Tabela 1 apresenta o delineamento experimental utilizado no trabalho.

Tabela 1: Delineamento experimental

Tipo de madeira	Posição da madeira
Eucalipto	Medula
	Cerne
	Alburno
	Mistura
Pinus	Região interna
	Região intermediária
	Região externa
	Mistura

Para cada tratamento foram produzidos três painéis. Dentro de cada espécie, os três primeiros tratamentos se referem a diferentes posições radiais da madeira. Para a espécie de pinus os tratamentos receberam as denominações de região interna, intermediária e externa, devido ao fato de que a espécie não apresentou evidente diferenciação visual entre cerne e alburno. Para a realização do trabalho buscou-se a equivalência das regiões entre os

tratamentos das duas espécies. Os tratamentos denominados de mistura foram produzidos com o processamento total da tora.

Os corpos-de-prova foram retirados conforme a norma NBR 14810 (2006). Foram avaliadas as resistências ao arrancamento de parafuso no topo das amostras. A análise estatística foi conduzida em um experimento em delineamento inteiramente casualizado. A avaliação foi realizada para a madeira de pinus e eucalipto de forma separada. As médias de cada tratamento foram comparadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os valores médios de resistência ao arrancamento de parafuso para os painéis produzidos com madeiras das diferentes regiões radiais do eucalipto.

Tabela 2 – Resistência ao arrancamento de parafuso em função das diferentes posições radiais da madeira de eucalipto

Espécie	Região	Resistência (N)
Eucalipto	Medula	1019
	Cerne	996
	Alburno	839
	Mistura	1017
		Fc: 1,58 ^{ns}

Fc: F calculado; e^{ns}: valor de F calculado estatisticamente não significativo.

A Tabela 2 mostra que não houve diferenças estatísticas significativas entre os valores médios de arrancamento de parafuso nas diferentes regiões radiais do eucalipto.

Tabela 3 – Resistência ao arrancamento de parafuso em função das diferentes posições radiais da madeira de pinus

Espécie	Região	Resistência (N)
Pinus	Interna	986 A
	Intermediária	495 B
	Externa	795 A
	Mistura	820 A
		Fc: 4,47*

Fc: F calculado; e^{*}: valor de F calculado estatisticamente significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si estatisticamente pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

Na Tabela 3 pode-se observar que houve diferença estatística apenas quando avaliado o tratamento produzido com a região intermediária em relação aos demais tratamentos, obtendo os menores valores médios. Tal fato pode ter

ocorrido devido à maior densidade da madeira da região intermediária (parte com maior porcentagem de cerne), o que ocasionou uma menor compactação das partículas. Não houve diferenças estatísticas entre as demais regiões avaliadas.

Os valores médios de arrancamento de parafuso nos painéis produzidos com a região interna e com a mistura da madeira de pinus ficaram acima daqueles estipulados pela norma NBR 14810 (2006), que estabelece o valor de 800N para o arrancamento de parafuso no topo dos corpos de prova. Em relação aos painéis de eucalipto, todas as regiões avaliadas atenderam a norma de comercialização.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

Painéis produzidos com a madeira de *Eucalyptus grandis* podem ser utilizados para fins moveleiros, independente se forem constituídos de cerne, alburno, medula ou da mistura das regiões.

Para os painéis de pinus, os mais indicados são os painéis constituídos por madeiras das regiões interna, externa e os constituídos pela mistura.

5. BIBLIOGRAFIA

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810** – Chapas de madeira aglomerada – Parte 2 – Requisitos. Rio de Janeiro, 2006.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. 2. Ed. São Francisco: Miller Freeman. 689p. 1993

MATOS, J.L.M. **Ciclo de prensa em chapas de partículas estruturais “waferboard”**. 1988. 164p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1988.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



PAINÉIS AGLOMERADOS DE MADEIRA E RESÍDUO PLÁSTICO URBANO

Wilson Batista Almeida, Lina Bufalino, Antônia Amanda da Silva César,
Rafael Farinassi Mendes, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
wilsonbatistaalmeida@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Uma das metas de sustentabilidade ambiental a ser alcançada pela sociedade é a gestão e minimização dos resíduos urbanos, visando melhor qualidade de vida para as futuras gerações. Nesse contexto, a coleta seletiva e a reciclagem tem papel fundamental.

Em 2010, foram produzidas 5920 mil toneladas de plásticos transformados (ABIPLAST, 2010). O poliestireno é um dos plásticos mais produzidos no Brasil, sendo utilizado para produção de embalagens, copos descartáveis, componentes técnicos, calçados, utilidades domésticas e outros (ABIPLAST, 2010). Dessa forma, a reciclagem e posterior inclusão desse resíduo na produção de painéis aglomerados pode ser uma alternativa para garantir sua alocação de forma sustentável. De acordo com Guadagnini (2001), os compósitos de madeira e plástico apresentam vantagens como baixa densidade, baixo custo, alta resistência, boas propriedades físicas e alto módulo de elasticidade.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade técnica da inclusão de partículas de copos plásticos na produção de painéis aglomerados de *Pinus oocarpa*.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados resíduos de laminação de madeira de árvores de *Pinus oocarpa* de 28 anos de idade, procedentes do plantio experimental da Universidade Federal de Lavras, Lavras/MG. A densidade básica da madeira foi de $0,437 \text{ g.cm}^{-3}$.

A madeira foi transformada em partículas do tipo ôsliverõ em um moinho martelo utilizando peneira de 6,14 mm. O material foi seco a temperatura de $103 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingir a umidade base seca de 3% e classificado em peneira vibratória para a remoção de partículas finas. Os

painéis foram produzidos em uma caixa formadora com dimensões de 480 mm X 480 mm. Um separador metálico foi utilizado para que a espessura de 15 mm fosse mantida. A pré-prensagem foi feita em uma prensa manual, enquanto que a prensagem foi feita em uma prensa hidráulica com controle de temperatura e pressão. As variáveis do ciclo de prensagem foram: temperatura de 150°C , pressão de 3,92 MPa e tempo de 8 minutos.

O teor do adesivo uréia-formaldeído, teor de parafina e densidade aparente para todos os painéis foram de 8%, 1% e $0,700 \text{ g/cm}^3$, respectivamente. Dois tratamentos foram comparados: 1) sem inclusão de resíduos; 2) inclusão de 15% de copos plásticos moídos em substituição da madeira. A resistência a flexão foi determinada segundo a norma DIN 52362 (DIN, 1984), onde foram obtidos módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) dos painéis e a densidade aparente foi obtida segundo a norma ASTM D 1037-100 (ASTM, 2006).

O experimento foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado, sendo a fonte de variação a inclusão ou não das partículas de copos plásticos no painel. Foram produzidos 3 painéis para cada tratamento. Os dados de MOE e MOR à flexão foram submetidos à análise de variância a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está apresentado o resumo da análise de variância para MOE e MOR à flexão estática. Foi observada diferença estatística significativa para ambas as variáveis.

Tabela 1: Resumo do quadro da análise de variância.

Fonte de Variação	Grau de Liberdade	QM	
		MOE	MOR
Tratamento	1	168672,6*	10,66*
Erro	4	-	-
CV (%)		14,52	19,25
Média geral		482,00 MPa	3,00 MPa

QM^{ns} e QM*: valor de Quadrado Médio não significativo e significativo respectivamente.

A densidade aparente média obtida para cada tratamento foi de 0,643 e 0,630 g.cm⁻³, para os painéis testemunha e com inclusão de plástico, respectivamente. Não houve diferença estatística entre os valores médios de densidade aparente dos painéis. Nas Figuras 1 e 2 estão apresentados os valores médios de MOE e MOR, respectivamente.

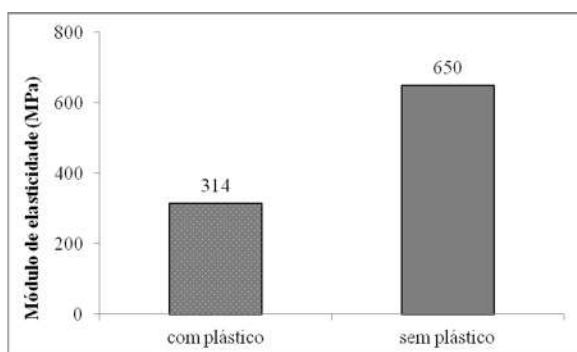


Fig. 1: Valores médios de MOE.

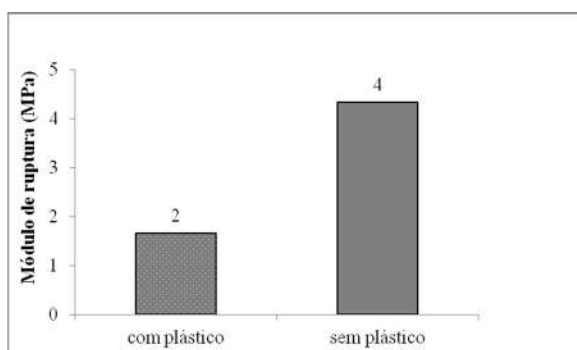


Fig. 2: Valores médios de MOR.

Guimarães Júnior et al. (2013) ao avaliar a qualidade de painéis aglomerados de *Pinus oocarpa* obtiveram valores médios entre 904 a 1381 MPa para o MOE e entre 10,6 a 16,5MPa para o MOR. A norma CS 236 (1968) determina para painéis aglomerados de média densidade e produzidos com o adesivo ureia-formaldeído os valores mínimos de 2450 e 11,2 MPa para o MOE e MOR, respectivamente. Nesse sentido, tanto os painéis com e sem inclusão de plástico

apresentaram valores médios inferiores aos encontrados em literatura e determinado pela norma de comercialização.

Os menores valores de MOE e MOR, obtidos para os painéis com inclusão de plástico, podem ser atribuídos ao fato de que a temperatura utilizada na prensagem não foi suficiente para que o plástico utilizado derretesse e funcionasse como agente ligante, auxiliando o adesivo empregado na união entre as partículas.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A inclusão de plásticos na produção de painéis aglomerados causou diminuição significativa das propriedades MOR e MOE à flexão estática. Recomenda-se a utilização de maiores temperaturas de prensagem para trabalhos futuros.

5. BIBLIOGRAFIA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO ó ABIPLAST. 2010. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/>>. Acesso: 20 nov.2011.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. ASTM D 1037 ó Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. Philadelphia: 2006.

GUADAGNINI, M. A. **Madeiras Plásticas como materiais alternativos para madeiras naturais.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) Universidade Federal do Rio de Janeiro-IMA, rio de Janeiro, 2001.

GUIMARAES JUNIOR, J.B.; MENDES, L.M.; MENDES, R.F.; GUIMARÃES, B.M.R.; MELO, R.R. Efeito do teor da parafina nas propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados de *Pinus oocarpa*. **Ciência da Madeira**, v. 04, n.01, 2013.

NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. DIN 52362 ó Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength. Germany: 1982. p. 39-40.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, CNPq e Capes.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



VARIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE PAINÉIS MDP EM FUNÇÃO DO TEMPO DE EXPOSIÇÃO À ÁGUA

Julia Viotti Corrêa, Rafael Farinassi Mendes, Vinnicius Dordenoni Pizzol,
Stefânia Lima Oliveira, Lourival Marin Mendes
Universidade Federal de Lavras
j.viotti.c@engflorestal.ufla.br

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, o setor de painéis de madeira reconstituída tem apresentado grande crescimento no Brasil e no mundo. Dessa forma, a demanda por matéria-prima aumenta e torna necessária não apenas a ampliação das áreas de plantio dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, mas também a busca de novas opções.

A princípio, esses painéis também podem ser fabricados a partir de qualquer outro material lignocelulósico que lhes confira alta resistência mecânica e peso específico pré-estabelecido, já que a composição química dos materiais lignocelulósicos é semelhante à da madeira (ROWELL et al., 2000).

Neste contexto, o aproveitamento dos resíduos gerados pela agroindústria brasileira é uma alternativa para atender tal demanda do setor de painéis aglomerados, apresentando vários tipos de resíduos lignocelulósicos com potencialidades para aproveitamento (MENDES et al. (2009)). Dentre os tipos de resíduos, o bagaço de cana tem revelado grande potencial de utilização em painéis aglomerados (MENDES et al., 2012).

No entanto, algumas informações ainda são necessárias para completa caracterização desse tipo de painel. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito do tempo de exposição à água sobre as propriedades físicas de painéis MDP (Painéis de partículas de média densidade) produzidos com bagaço de cana, madeira de pinus e madeira de eucalipto.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização do trabalho foram utilizados painéis MDP comerciais de bagaço de cana-de-açúcar, provenientes da China, e painéis MDP comerciais nacionais, produzidos com madeira

de eucalipto e pinus. Os três tipos de painéis foram seccionados em corpos de prova nas dimensões de 152 x152 x15mm (ASTM D1037, 2006). Foram avaliados dez corpos de prova para cada tipo de matéria-prima.

Estes foram acondicionados em sala de climatização com condições de umidade e temperatura controladas ($22 \pm 2^\circ\text{C}$ e $65 \pm 5\%$ de UR) até massa constante, e, posteriormente foram imersos em água por período de 2, 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas e, após cada período, foram medidas a espessura e a massa dos mesmos, com auxílio de paquímetro e balança analítica, respectivamente, a fim de se obter valores de absorção de água e inchamento em espessura.

A análise dos dados se deu mediante análise de variância e de regressão, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 estão destacados os dados de absorção de água dos painéis. Enquanto que na Figura 2 estão os dados de inchamento em espessura. Todas as equações mostradas, em ambas as figuras, se mostraram estatisticamente significativas.

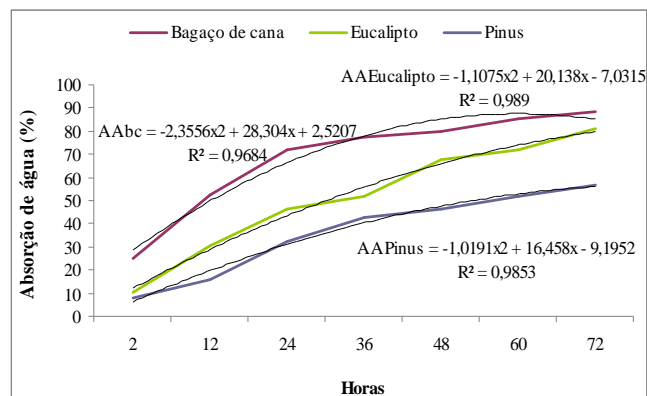


Figura 1 – Valores médios de absorção de água

Analisando-se a Figura 1 é possível afirmar que a absorção de água, para os painéis de bagaço de cana, eucalipto e pinus, só começa a dar sinais de estabilização após 48 horas de imersão. O painel MDP de bagaço de cana foi aquele que mais absorveu água dos três tratamentos nos diferentes períodos avaliados, seguido dos painéis de eucalipto e posteriormente de pinus. A maior absorção de água dos painéis de bagaço de cana é justificada pela menor densidade desse material, o que leva ao aumento da quantidade de partículas para a formação de um painel de densidade pré-determinada e conseqüentemente o aumento de sítios higroscópicos para a absorção de água.

Na Figura 2 estão destacados os dados de inchamento em espessura dos painéis.

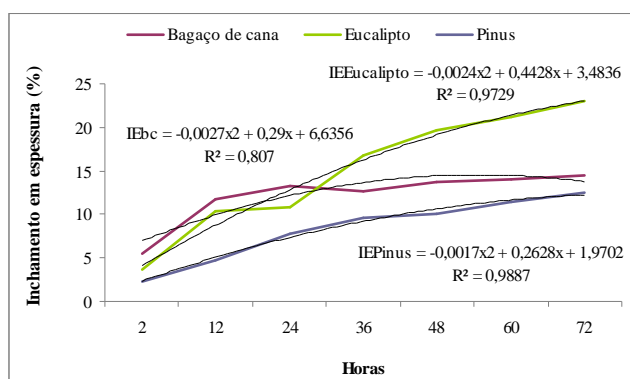


Figura 1 – Valores médios de inchamento em espessura

Apesar dos painéis de bagaço de cana absorverem maior quantidade de água eles se mostraram em termos médios mais estáveis que os painéis de eucalipto após o período de 24 horas de imersão. Os painéis de pinus apresentaram os menores valores médios de inchamento em espessura nesse período de análise (2 a 72 horas).

Observa-se certa estabilização do inchamento em espessura após o período de 36 horas de imersão para os painéis de bagaço de cana e pinus. Isto revela que as normas de comercialização, as quais não estipulam os tempos de 2 e 24 horas, não verificam a absorção e o inchamento máximo dos painéis de madeira. Não houve uma visível estabilização do inchamento em espessura para os painéis de eucalipto no período de 72 horas, o que certamente está relacionada a diferentes formas de sorção dos diferentes tipos de materiais.

Os dados obtidos para a absorção de água e inchamento em espessura sugerem que 2 e 24

horas de imersão não são totalmente adequados para a avaliação das características dos painéis em questão, à medida que não refletem a estabilização dos painéis quanto às taxas de absorção de água e inchamento em espessura.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

- O painel MDP de bagaço de cana-de-açúcar apresentou a maior taxa de absorção dentre os três tipos de painéis;

- O painel MDP de eucalipto apresentou a maior taxa de inchamento em espessura dentre os três tratamentos após o período de 24 horas de imersão;

- Os tempos de imersão de 2 e 24 horas, comumente propostos pelas normatizações técnicas, não são suficiente para estabilizar os valores de absorção de água e inchamento em espessura dos painéis MDP.

5. BIBLIOGRAFIA

MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; SANTOS, R. C.; BUFALINO, L. The adhesive effect on the properties of particleboards made from sugar cane bagasse generated in the distiller. *Revista de Ciências Agrárias*, v.32, n.2, Lisboa, 2009.

MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; SANTOS, R. C.; CÉSAR, A, A, S. Efeito da associação de bagaço de cana, do tipo e do teor de adesivo na produção de painéis aglomerados. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 22, n. 1, p. 161-170, 2012.

ROWELL, R.M.; HAN, J.S.; ROWELL, J.S. Characterization and factors affecting fiber properties. In: FROLLINI, E.; LEÃO, A.L.; MATTOSO, L.H.C. (Ed.) *Natural polymers and agrofibers based composites*. São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2000. p.115-134

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro na realização deste trabalho.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



INFLUÊNCIA DO TRATAMENTO CORONA SOBRE A QUALIDADE DE JUNTAS COLADAS

Adriele de Lima Felix, Vinnicius Dordenoni Pizzol, Rafael Farinassi Mendes,
Joabel Raabe, Gustavo Henrique Denzin Tonoli
Universidade Federal de Lavras
adrieleflima@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

Juntas coladas são feitas a partir da ligação entre tábuas de madeira e adesivo, atualmente utilizadas em produtos engenheirados como vigas laminadas, pisos, móveis, entre outros. Devido a tais utilizações a qualidade desta colagem é fundamental, o que aumenta o interesse e necessidade de estudos sobre o assunto.

Um método que tem se destacado nas técnicas que podem melhorar essa ligação é a utilização do tratamento corona. O tratamento consiste em expor o material a uma descarga elétrica contínua de voltagem e frequência altas, que aumenta a umectabilidade da superfície do material, permitindo a aderência de outros materiais (CORONA BRASIL, 2006).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar influência de diferentes tempos de tratamento corona sobre a qualidade de juntas coladas.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a elaboração deste trabalho foram utilizadas tábuas de *Pinus oocarpa*, com idade de 28 anos, provenientes de um povoamento localizado no campus da Universidade Federal de Lavras, com densidade básica média de $0,51 \text{g.cm}^{-3}$. As tábuas foram processadas em um desengrosso e uma serra circular para obtenção de peças nas dimensões de $0,5 \times 10 \times 30 \text{ cm}$ (espessura x largura x comprimento, respectivamente), para a preparação das juntas coladas de acordo com a norma ASTM D 2339-98 (ASTM, 2000).

Após essa etapa as tábuas foram submetidas ao tratamento Corona, que consiste em receber uma descarga por um gerador de alta tensão e frequência de 10 kW. Foram preparados cinco

tratamentos, conforme o tempo de exposição a essa descarga, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos

Tratamento	Duração da Descarga
T1	0 minutos
T2	5 minutos
T3	10 minutos
T4	15 minutos
T5	20 minutos

As tábuas foram coladas, logo após o tempo de exposição à descarga corona, mediante a utilização do adesivo resorcinol-formaldeído (Cascofen- RS-216) com adição de endurecedor (FM), na proporção de uma para cinco partes de adesivo. As juntas foram prensadas a frio em prensa hidráulica com uma pressão de 10 kgf.cm^{-2} durante período de 24 horas.

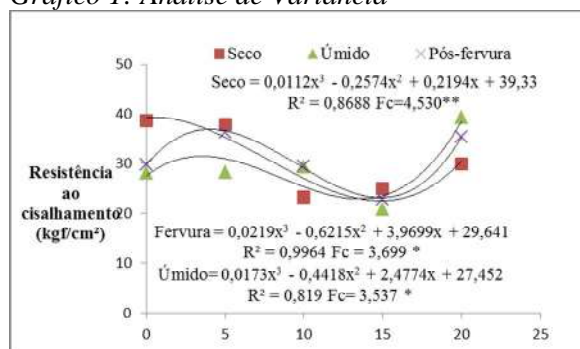
As juntas foram acondicionadas em uma câmara de climatização ($20 \pm 2^\circ\text{C}$ de temperatura e $65 \pm 3\%$ de umidade relativa). Após a climatização as juntas tiveram corpos de prova retirados conforme a norma ASTM D 2339-98 (ASTM, 2000). De acordo com cada tratamento, foram obtidos cinco corpos de prova para cada tipo de cisalhamento. Sendo avaliado o cisalhamento seco, úmido e pós-fervura. A avaliação da resistência ao cisalhamento se deu em uma máquina de ensaio pneumática, marca Contenco-Pavitest. Após o rompimento foi avaliado a falha na madeira, conforme norma ASTM D 2339-98 (ASTM, 2000).

Os resultados obtidos foram avaliados por meio de análise de variância e de regressão, ambos a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de resistência ao ensaio de cisalhamento seco, úmido e pós-fervura em função do tempo de tratamento corona pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Análise de Variância



** Significativo ao nível de 1% de propabilidade,
 *Significativo ao nível de 5% de propabilidade.

Avaliando os resultados obtidos após o tratamento com corona, pode-se observar que houve uma influência significativa deste na resistência ao cisalhamento das amostras no estado seco, úmido e pós-fervura. No entanto, as tendências se mostraram decrescentes nos tempos de tratamento de 5, 10 e 15 minutos, começando a crescer no tempo de 20 minutos. O que de certa forma nos permite concluir que tempos pequenos de exposição (abaixo de 20 minutos) não promovem melhora significativa, causando inclusive diminuição dos valores médios de resistência ao cisalhamento de juntas coladas. Tal fato nos permite pensar que tempos maiores de exposição possa vir a causar melhora dos valores médios de resistência, sendo um ponto a ser avaliado em trabalhos futuros.

A norma EN 314-2 (1993) determina o valor mínimo para resistência da linha de cola de 10,4 kgf/cm². IWAKIRI et al. (2000) cita o padrão CS-35-61 (1968), que recomenda valores acima do valor médio de 17,2 kgf/cm². Dessa forma, todos os tratamentos atenderam aos requisitos das normas citadas.

Na Tabela 3 encontram-se os valores médios de falha na madeira.

Tabela 3: Falha na madeira

Tratamentos	% de falha na madeira		
	Seco	Úmido	Pós-Fervura
0	73	31	36
5	97	51	39
10	81	61	73
15	72	40	13
20	97	20	51

Não foi observada uma tendência clara da influencia do tempo de exposição ao tratamento corona sobre a avaliação da falha da madeira.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

O tempo de tratamento corona influencia significativamente os valores de resistência ao cisalhamento de juntas coladas testadas no estado seco, úmido e pós-fervura.

Tempos inferiores a 20 minutos não são indicados para o tratamento corona aplicado em juntas coladas.

Recomenda-se tempos maiores de exposição ao tratamento corona.

5. BIBLIOGRAFIA

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Annual book of ASTM standards: adhesives: D2339-98**. Philadelphia, 2000. 600 p.

CORONA BRASIL. Tratamento corona. 2006. Disponível em: <<http://www.coronabrasil.com.br/tratamento-corona.html>>. Acesso em: 29 Jun. 2013

EN – European Standard. Plywood. Bonding quality. Part 2: Requirements. EN 314-2, 1993. CEN members, 1993.

IWAKIRI, S.; et al. Utilização de extensores alternativos na produção de compensados multilaminados. *Ciência Florestal*. 10, n.1, p.77-83, 2000.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPEMIG.



I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira (CBCM)

III Simpósio de Ciência e Tecnologia do Estado do RJ (SIMADERJ)



CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE RESÍDUOS DE ESPÉCIES DO ESTADO DO PARÁ PARA PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Tattiane Gomes Costa, João Rodrigo Coimbra Nobre, Fernando Wallase Carvalho Andrade

Universidade Federal de Lavras- UFLA

tatti_gcosta@yahoo.com.br

1. INTRODUÇÃO

Na produção de carvão ativado (CA) podem ser utilizados diferentes precursores de origem vegetal, animal e mineral. As matérias-primas mais utilizadas para a fabricação de CA são carvões minerais (antracita, betuminoso, linhito), madeiras, turfa, resíduos de petróleo, ossos de animais, entre outras. Atualmente, podem ser utilizados vários materiais abundantes, renováveis e de baixo custo, os quais possuem alto conteúdo de carbono e baixo conteúdo de compostos inorgânicos (BANSAL et al., 1988).

Couto (2009) cita que os principais precursores do carvão ativado produzidos em escala comercial são as madeiras de pinus e de eucalipto e o endocarpo do coco-da-baía (*Cocos nucifera*).

Os materiais vegetais têm sido muito empregados na produção de carvão ativado, pois são constituídos basicamente pelos compostos estruturais de celulose, hemiceluloses e lignina, e constituintes menores. Estes últimos incluem compostos orgânicos, também chamados de extrativos (ésteres, alcoóis, esteroides e outros), e inorgânicos ou compostos minerais.

Antal & Mok (1990) afirmam que o rendimento do carvão vegetal está relacionado com a variação dos teores de lignina, holocelulose e extrativos da biomassa. Espécies com alto teor de lignina proporcionaram os maiores rendimentos. Di Blasi et al. (1999) relataram maiores rendimentos de carvão em madeiras ricas em extrativos (p. ex. castanheira-da-índia), em comparação com espécies com pouco extrativo. Porém, altas proporções de minerais na madeira, não são desejáveis, pois maior será a porcentagem de cinza no carvão e estes componentes minerais são prejudiciais a determinadas aplicações finais do carvão.

Portanto, este trabalho teve como objetivo caracterizar quimicamente resíduos de três espécies de madeiras amazônicas visando uma possível aplicação como carvão ativado.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Para a realização deste trabalho, foram utilizados resíduos de três espécies de madeira *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F.Macbr. (vulgarmente conhecida como Garapa); *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier (Maçaranduba) e *Tabebuia serratifolia* (Vahl) Nichols (Ipê), provenientes da empresa SEMASA Indústria Comércio e Exportação de Madeira Ltda., localizada na região metropolitana de Belém-Pa.

As análises químicas para quantificação da lignina, componentes secundários totais (extrativos) e constituintes inorgânicos (minerais) das madeiras foram realizadas de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT de 2003 e 2010 (Tabela 1). As análises foram realizadas em triplicata.

TABELA 1 - Normas utilizadas para análise química das madeiras

Ensaio químicos	Normas (ABNT, 2003-2010)
Extrativos totais – EXT. (%)	NBR 14853
Lignina insolúvel – LIG. (%)	NBR 7989
Minerais – MIN. (%)	NBR 13999

A determinação do teor de holocelulose seguiu o método de Browning (1963).

A avaliação dos teores dos componentes elementares (carbono, hidrogênio, nitrogênio, enxofre e oxigênio) dos resíduos foi realizada em um analisador universal da marca Elementar, modelo Vario Micro Cube.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química dos constituintes orgânicos e inorgânicos das serragens das três espécies está apresentada na Tabela 2.

TABELA 2 - Valores médios da composição química, desvio padrão (DP) e coeficiente de variação (CV) das serragens.

*Sp.		Composição química			
		*Lig. (%)	*Ext. (%)	*Cz (%)	*Holo (%)
I	teor	33,47	10,50	0,65	69,05
	DP	1,09	0,04	0,01	0,42
	CV	3,24	0,64	2,22	0,60
G	teor	29,50	10,05	1,93	73,75
	DP	0,68	0,40	0,02	1,11
	CV	2,30	3,93	1,46	1,50
M	teor	34,68	7,36	0,33	69,41
	DP	1,62	0,11	0,01	0,68
	CV	4,66	1,10	1,57	0,98

*Lig= lignina; ext=extrativos; cz=cinzas e holo=holocelulose. Sp=espécies, I=ipê; G=garapa; M=maçaranduba

Os valores médios encontrados para a composição química das madeiras deste trabalho foram semelhantes àqueles encontrados por Santana e Okino (2007).

A variação nos valores dos constituintes menores, extrativos e minerais, pode ser explicada por influência de fatores genéticos e da composição do solo. Esses valores estão próximos aos normalmente encontrados na análise química das madeiras de folhosas, porém, espécies tropicais tendem a apresentar valores maiores.

De acordo com Britto e Barrichello (1997), valores altos de lignina e densidade estão correlacionados, estatisticamente, com maiores teores de carbono fixo, substâncias voláteis e cinzas e maior rendimento volumétrico do carvão. O alto teor de lignina na serragem destas três espécies (29-34%) favorece a produção do carvão ativado, devido à alta resistência à degradação térmica deste componente, quando comparado com a celulose e hemiceluloses.

Fengel & Wegener (1989), afirmam que madeiras tropicais podem alcançar até 5% de cinzas. Portanto, os resultados obtidos neste trabalho estão dentro das faixas encontradas na literatura. O baixo teor de cinzas é um fator positivo para a produção de carvão ativado, tendo em vista que componentes minerais causam um efeito desfavorável sobre o processo de adsorção (principalmente de água) devido ao caráter hidrofílico (CASTILLA, 2004). Santana & Okino (2007) estudando a composição química de trinta e seis espécies amazônicas obtiveram valores de holocelulose semelhantes para as mesmas espécies utilizadas neste

trabalho, onde encontraram teores de 71,8% para a Garapa, 63,9% para o Ipê e 64,9% para Maçaranduba.

4. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS

A espécie maçaranduba apresentou maiores teores de lignina e menores teores de cinzas e extrativos, portanto, é a madeira que possui melhores características químicas para a produção de carvão ativado.

5. BIBLIOGRAFIA

BANSAL, R. C.; DONET, J. B.; STOECKLI, F. Active carbon. New York: Marcel Dekker, 1988.

BRITO, J.O.; BARRICHELLO, L.E.G. **Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão: 1. Densidade básica e teor de lignina da madeira de eucalipto.** IPEF, Piracicaba, n.14, p.9-20, jun.1997.

BROWNING, B.L. The chemistry of wood. New York: J. Wiley & Sons, 1981. 699p.

CASTILLA, M. C. **Eliminación de contaminantes orgánicos de las aguas mediante adsorción em materiales de carbón.** Granada: Universidade de Granada, 2004.

COUTO, G. M. do. **Utilização da serragem de Eucalyptus sp. na preparação de carvões ativados.** 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

DI BLASI, C.; SIGNORELLI, G.; DI RUSSO, C.; REA, G. **Product distribution from pyrolysis of wood and agricultural residues.** Indian Engeneering Chemistry Research, New Delhi, v. 38, p. 2216-2224, 1999.

SANTANA, M. A. E.; OKINO, E. Y. A. **Chemical composition of 36 Brazilian Amazon forest wood species.** *Holzforchung*, Berlin, v. 61, p. 469–477, Aug. 2007.