

CARACTERIZAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA DE HÍBRIDOS DE *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*

**Amanda Mota NUNES¹; Hywre Santos SOUSA²; Shayani Fernandes MOTA²; Adryelle
Moreira MIRANDA²; Edy Eime Pereira BARAÚNA³; Thiago Campos Monteiro³;
Cristiano Bueno de MORAES⁴; Fernanda Maria ABÍLIO⁵.**

1 - Mestrado em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santos, Alegre, ES; 2 -
Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO; 3 - Curso de
Engenharia Florestal, Instituto de Ciências Agrárias - UFMG, Montes Claros, MG; 4 - Curso de
Engenharia Florestal, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, TO; 5 - Coordenadora de
Pesquisa e Desenvolvimento, Eucatex.

Resumo: O uso crescente da madeira de reflorestamento de *Eucalyptus* faz-se necessário que estudos cada vez mais aprofundados sobre suas características e consequentemente de seu comportamento sejam realizados. Desse modo, o objetivo deste estudo foi caracterizar a densidade básica e as contrações da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Quinze clones foram analisados, a partir de uma mesma progênie. Um disco de cada árvore foi utilizado e cubos com 3 cm de largura foram confeccionados nas diferentes regiões entre a medula e casca. A densidade básica foi determinada conforme norma técnica e a contração obtida por equações usuais considerando as dimensões da madeira verde e seca. Os resultados indicam que a madeira assumiu um valor médio de densidade básica igual a 0,41 g/cm³ e comportamento crescente na direção medula para a casca. As contrações na região da medula foram elevadas no eixo radial e baixas no eixo tangencial e na volumétrica. O coeficiente de anisotropia médio (CA) encontrado foi de 1,72, sendo a região medular a que apresentou menor CA de 0,90.

Palavras-chave: Densidade básica; retratibilidade; variação radial.

Abstract: The increasing use of wood of *Eucalyptus* reforestation is necessary that studies increasingly deepened about its characteristics and consequently their behavior will be realized. Thus, the aim of this study was to characterize the basic density and shrinkage of wood of *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* hybrid. Fifteen clones were analyzed from the same progeny. A disc of each tree was used and cubes measuring 3 cm wide were produced in the different regions between the pith and bark. The basic density was determined according technical standard and the shrinkage obtained by the usual equations considering the dimensions of the green and dry wood. The results indicate that the wood assumed an average value basic density of 0.41 g / cm³ and growing behavior in direction of the pith to bark. The shrinkages in the pith region was high in the radial axis and low in the tangential axis and in the volume. The anisotropy coefficient (AC) found was 1.72, and the medullary region presented the lowest AC 0.90.

Key-works: Basic density; shrinkage; radial variation.

1. INTRODUÇÃO

Quando se pensa em espécies de rápido crescimento como alternativa para produção de madeira, o gênero *Eucalyptus* se apresenta como uma opção potencial. Além de sua capacidade produtiva, apresenta boas características como adaptabilidade a diversos ambientes e, sobretudo, grande diversidade de espécies, tornando possível atender aos requisitos tecnológicos dos mais diversos segmentos da produção industrial madeireira (LOBÃO et al., 2004). No entanto, deve-se considerar as características inerentes à madeira para que se possa potencializar seu uso, de acordo com a finalidade estabelecida. Santos (2010) afirma que as propriedades físicas mais estudadas, por serem as mais importantes e por pré-estabelecerem um conhecimento prévio da madeira são a retratibilidade e a densidade.

Sabe-se que a densidade é a quantificação da massa seca em relação ao volume saturado da madeira. É de fácil determinação e apresenta boa correlação com as demais propriedades da madeira, sendo considerada a propriedade física mais estudada e mais importante na caracterização das propriedades tecnológicas, visto que sua variação afeta a estabilidade dimensional e resistência mecânica da madeira (ARGANBRIGHT, 1971 citado por SCANAVACA JUNIOR e GARCIA, 2004). Em termos químicos, é reflexo dos diferentes constituintes que são celulose, hemicelulose, lignina e extrativos. É influenciada também, pelas dimensões dos elementos anatômicos como comprimento, largura, espessura da parede e diâmetro do lúmen das fibras ou traqueídes (PANSIN e ZEEUW, 1970; ARGANBRIGHT, 1971; USDA, 1974 citados por SCANAVACA JUNIOR e GARCIA, 2004).

Como descrito por Scanavaca Junior e Garcia (2004), a retratibilidade é dada em virtude da movimentação da madeira (inchamento ou retração) pelo ganho ou perda de água abaixo do ponto de saturação das fibras. Tem-se conhecimento de que a retração tangencial é maior que a radial, enquanto que a longitudinal é quase desprezível, fato explicado pelo arranjo e comportamento das estruturas anatômicas nesses diferentes eixos. Outro parâmetro importante é o Índice de Retração Anisotrópica (IRA) ou Coeficiente de Anisotropia (CA), obtido a partir da razão entre as retrações tangencial (RT) e radial (RR). De uma maneira geral, quanto mais baixa essa razão, ou seja, quanto mais próxima de um, mais estável será a madeira (SCANAVACA JUNIOR e GARCIA, 2004).

Batista et al. (2010) afirma que a estrutura anatômica influencia diretamente na densidade da madeira, e esta última, por sua vez, também exerce influência direta na anisotropia. Portanto, tratam-se de propriedades estreitamente correlatas. Kollmann e Côté Júnior (1968) citados por Batista et al. (2010) afirmam ainda que quanto maior a densidade da madeira, maiores são a contração e o inchamento volumétricos, havendo uma relação praticamente linear entre essas propriedades.

Conhecendo a importância das propriedades físicas de densidade e retratibilidade para o conhecimento prévio do comportamento da madeira, tem-se a importância do estudo em questão, que visa caracterizar a madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* a partir da determinação da densidade básica e das propriedades de retração e da avaliação do comportamento de tais propriedades quando analisadas no sentido radial da madeira.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

O presente trabalho foi desenvolvido com quinze clones, com idade de sete anos e espaçamento de 2 x 3 m entre árvores, oriundos de progênies de polinização controlada de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. O teste de progênies foi instalado na Fazenda Santa Irene, talhão 15E, da empresa Eucatex, localizada no município de Itatinga no estado de São Paulo. A amostragem consistiu de um disco por árvore à altura de 1,30m (DAP – diâmetro à altura do peito), do qual retirou-se uma bagueta central com aproximadamente 3 cm de largura, perfeitamente orientada no sentido radial, da qual, partindo da medula, obtiveram-se amostras classificadas de acordo com a posição no disco (Figura 1).

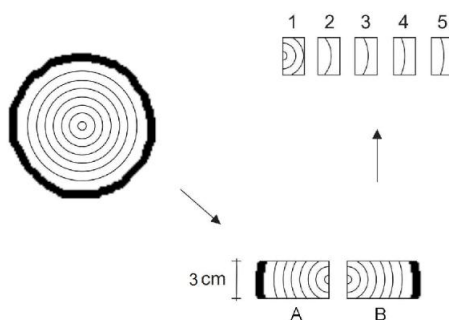


Figura 1. Esquema de obtenção das amostras e confecção dos corpos de prova

Fonte: Gatto et al. (2012).

2.2. Densidade básica

Sendo a relação entre a quantidade de material lenhoso por unidade de volume, a densidade básica foi determinada conforme a norma NBR 11941 (ABNT, 2003) a partir da equação 1.

$$Db = \frac{Ms}{Vv} \quad (1)$$

Em que:

Db – densidade básica (g/cm^3);

Ms – massa seca (g);

Vv= volume verde (cm^3).

2.3. Retração

A análise da retração da madeira foi realizada a partir de sucessivas medições nos eixos longitudinal, radial e tangencial de cada corpo-de-prova nas condições de umidade acima do ponto de saturação das fibras (PSF) e a 0%, determinando a retração linear e volumétrica (Equação 2) e o Coeficiente de Anisotropia (Equação 3).

$$R_x: \frac{D_{>PSF} - D_{0\%}}{D_{>PSF}} \cdot 100 \quad (2)$$

Em que:

R_x : retração total linear e/ou volumétrica (%);

$D_{>PSF}$: Dimensão acima do PSF em uma dada direção estrutural;

$D_{0\%}$: Dimensão a 0% de umidade em uma dada direção estrutural;

$$CA: \frac{C_{Tg}}{C_{Rd}} \quad (3)$$

Em que:

CA: Coeficiente de anisotropia (adimensional);

R_{Tg} : Retração Tangencial (%);

R_{Rd} : Retração Radial (%);

2.4 Análise estatística

Os dados amostrais foram submetidos a análise de variância (ANOVA – Teste F) e teste de comparação das médias de Tukey para os casos em que a ANOVA foi significativa, ou seja, comparando as médias de densidade entre os clones, e as médias de densidade, retração linear e volumétrica e coeficiente de anisotropia entre as diferentes posições radiais, ambos a nível de 5% de significância, e análise descritiva, a partir do software Excel[®].

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na tabela 1 os dados médios de densidade básica, retração total linear e volumétrica e o coeficiente de anisotropia apresentados em nível de árvore.

Tabela 1. Médias dos parâmetros físicos de densidade e retratibilidade para os híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*

(...continua...)

Clone	Densidade básica (g/cm ³)	Retração Radial (%)	Retração Tangencial (%)	Retração Volumétrica (%)	Coefficiente de Anisotropia
952	0,427 ab	4,28	7,80	11,70	1,82
161	0,407 ab	4,56	7,45	11,46	1,63
673	0,442 a	4,31	7,45	12,08	1,73
953	0,405 ab	3,53	7,06	8,79	2,00
1022	0,402 ab	4,77	7,80	12,11	1,64
159	0,419 ab	4,77	8,17	12,89	1,71
956	0,421 ab	4,02	7,69	12,17	1,91
955	0,395 ab	4,27	6,34	12,55	1,49
672	0,434 ab	4,57	7,91	11,60	1,73

Clone	Densidade básica (g/cm ³)	Retração Radial (%)	Retração Tangencial (%)	Retração Volumétrica (%)	Coefficiente de Anisotropia
1021	0,348 b	4,69	7,86	11,84	1,68
1020	0,401 ab	4,30	7,79	11,93	1,81
954	0,425 ab	4,52	7,82	12,76	1,73
957	0,411 ab	4,74	6,39	10,58	1,35
1023	0,376 b	3,62	7,53	12,68	2,08
160	0,378 b	4,76	6,98	11,52	1,47
Média	0,406	4,38	7,47	11,78	1,72

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey.

Nota-se, que a densidade média obtida entre árvores foi de 0,406 g/cm³, e os clones que se diferiram dos demais foram aqueles que assumiram valores extremos de densidade básica, os quais correspondem a 0,348 g/cm³, 0,376 g/cm³, 0,378 g/cm³ e 0,442 g/cm³. Tal valor médio de densidade se encontra abaixo do obtido por Costa (2011), para a densidade básica do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* aos seis anos de idade (0,55 g/cm³), plantadas no Distrito Federal. Tais diferenças de densidade podem ser explicadas em virtude dos diversos fatores que exercem influência sobre a mesma, apresentando assim, variações em função da procedência, local de origem, espaçamento, idade e taxa de crescimento entre gêneros e espécies e até mesmo entre indivíduos da mesma espécie.

Quanto aos valores de retração lineares e volumétricas e o CA, não houve diferença entre os indivíduos, pelo teste F a 5% de probabilidade. No entanto, observou-se valores médios de retração radial, tangencial e volumétrica de 4,38%, 7,47% e 11,78%, respectivamente, os quais são inferiores ao encontrados por Oliveira, Tomazello Filho e Fiedler (2010) para *E. urophylla* (7,9%, 15,3% e 25,6% para as retrações radial, tangencial e volumétrica, respectivamente) com idade aproximada de 16 anos. Essa observação confirma que a variação dimensional na madeira ocorre em maior proporção no sentido tangencial, devido, principalmente, à orientação dos constituintes anatômicos neste sentido.

Os valores médios de IRA das árvores não apresentaram diferença significativa entre si, assumindo uma média geral de 1,72 com amplitude variando de 1,35 a 2,08. Para Kollmann e Coté (1968) a retração da madeira aumenta com o aumento da sua massa específica. Porém, conforme descrito por Scanavaca Junior e Garcia (2004), citando Chafe (1986) e Chafe (1987), essa relação não é válida para a madeira de *Eucalyptus* sp. devido à excessiva quantidade de extrativos encontrada nesse gênero. Tal afirmação pode ser observada através dos coeficientes de relação obtidos entre os valores de densidade com os de retração, os quais foram consideravelmente baixos.

Na tabela 2, tem-se a descrição dos valores médios dos parâmetros físicos analisados, de modo a representar o comportamento dos mesmos no sentido medula-casca dos discos.

Tabela 2. Variação radial dos parâmetros físicos de densidade básica e retratibilidade em híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*

Posição Radial	Densidade básica (g/cm ³)	Retração Radial (%)	Retração Tangencial (%)	Retração Volumétrica (%)	Coefficiente de Anisotropia
0-20	0,393 bc	5,83 a	5,21 c	11,84 a	0,90 b
20-40	0,391 c	3,73 c	7,87 ab	12,02 a	2,18 a
40-60	0,375 c	3,53 c	7,50 b	10,90 b	2,26 a
60-80	0,416 b	4,22 bc	8,04 ab	11,51 a	2,01 a
80-100	0,456 a	4,59 b	8,66 a	12,62 a	2,15 a
Correlação	-	0,18	0,56	0,78	0,20

Correlação entre densidade básica e demais variáveis; Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Observa-se certa tendência de crescimento dos valores médios de densidade no sentido medula-casca, sendo o maior valor encontrado na região mais periférica. Tal densidade fez com que a madeira dessa região assumisse valores de retração lineares e volumétricas mais altos, visto que de um modo geral, essa instabilidade dimensional se dá a nível de parede celular, o que pode ser explicado a partir da afirmação de Kollmann e Côté Júnior (1968) citados por Batista et al (2010) de que quanto maior a densidade da madeira, maiores são a contração e o inchamento volumétricos. Tais variações de retração nas diferentes posições podem ser observadas graficamente na Figura 2.

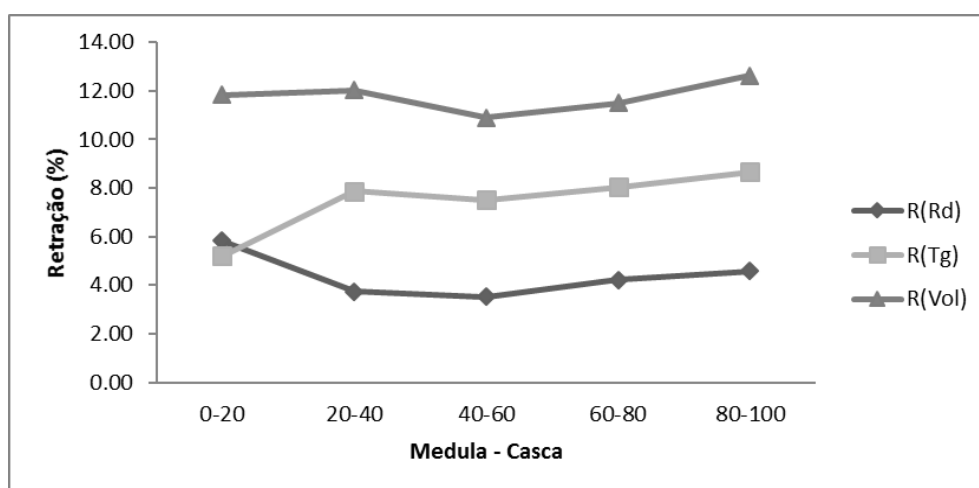


Figura 2. Demonstração gráfica da variação radial da retratibilidade da madeira de híbridos de *Eucalyptus urophylla*.

Quanto aos valores de coeficiente de anisotropia, observa-se que a região medular apresenta uma menor instabilidade, pelo fato de assumir a menor média. Tal fato pode ser explicado a partir da afirmação de Oliveira e Silva (2003), os quais descrevem que tais valores podem ser o reflexo de grandes ângulos microfibrilares, que são comuns nas regiões

mais internas do tronco, acarretando, conseqüentemente, maiores contrações longitudinais e menores coeficientes de anisotropia na direção transversal. Além da maior presença de extrativos nessa região, a qual apresentou valor médio de densidade significativamente igual as demais regiões (20-40 e 40-60) e assumiu valor de retração significativamente menor. Nas demais posições, o CA não se diferiu entre si, e assumiram valores superiores aos encontrados por Oliveira e Silva (2003), os quais assumiram uma amplitude de 1,79 a 2,22.

4. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos para a madeira dos híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* pode se concluir que:

- ✓ Os valores de densidade básica que se diferiram estatisticamente foram o dos clones 673, 1023 e 160 sendo o clone 673 o que apresentou maior valor de densidade básica.
- ✓ Os valores de retração lineares e volumétricos entre os clones não diferiram estatisticamente entre si e foram inferiores aos obtidos por diferentes autores, o que confere maior estabilidade à madeira estudada;
- ✓ Houve tendência de aumento da densidade básica da madeira no sentido medula-casca;
- ✓ O menor CA encontrado foi o da madeira proveniente da região próxima à medula, o qual se diferiu dos demais;

5. AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos à empresa Eucatex e todos seus funcionários pelo apoio à pesquisa, disponibilizando o material para estudo, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, C. G.; LIMA, J. T.; ROSADO, S. C. da S.; TRUGILHO, P. F. Elaboração de programa de secagem para madeiras de clones de híbridos de *Eucalyptus spp.* **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 40-48, jan./mar. 2005.

COSTA, J. L. **Qualidade da madeira de *Eucalyptus urograndis*, plantado no Distrito Federal, para a produção de celulose Kraft.** 2011. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF.

GATTO, D. A. MARTINS, F.; de CADEMARTORI, P. H.G.; STANGERLIN, D. M.; CALEGARI, L.; BELTRAME, R. Segregação do lenho de nogueira-pecã (*Carya illinoensis*) pela variação radial da massa específica básica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, vol. 7, 2012, p. 838-843. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119025455021>>. Acesso em: 01 de fev. de 2015.

JUNIOR, L. S.; & GARCIA; J. N. Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus urophylla*. **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 120-129, jun. 2014.

II CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 2015



II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015



KOLLMANN, F. F. P.; COTÊ, W. A. **Principles of wood science and technology**. New York: Springer-Verlag, 1968.

LOBÃO, M. S.; LÚCIA, R. M. D.; SARMET, M. S.; GOMES, A. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.

OLIVEIRA, J. T. S & SILVA; J. 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.

OLIVEIRA, J. T. S.; FILHO, M. T.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010.

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. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 29, n. 1, p. 115-127, 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**, n. 73, p. 55-62, 2007.