



## ANÁLISE DO TEOR DE EXTRATIVOS DE *Khaya ivorensis* E *Khaya senegalensis*

Camila de Oliveira SOUZA<sup>1</sup>, Sabrina Barros SANTIAGO<sup>2</sup>, Tâmara Suely Filgueira Amorim FRANÇA<sup>2</sup>, Marina Donária Chaves ARANTES<sup>1</sup>, Hector Jesus Pegoretti Leite de SOUZA<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil

**Resumo:** O objetivo desta pesquisa foi avaliar o teor de extrativos em diferentes posições radiais em relação à medula de duas espécies de mogno africano (*Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*), a fim de aferir com a sua durabilidade natural. Para a realização das análises foram selecionadas quatro árvores de cada espécie com 19 anos, da qual foram retirados discos com aproximadamente 2,5 cm de espessura no diâmetro na altura do peito (DAP), com as quais se realizaram amostras compostas referentes à composição de cada tratamento (CM – cerne interno próximo à medula; CI – cerne intermediário; CE – cerne externo; e A – alburno), na granometria de 60 mesh. Os valores médios de extrativos totais foram de 7,88% para a espécie de *K. senegalensis* e de 6,45% para a espécie de *K. ivorensis*. Os valores encontrados para a *K. ivorensis* no sentido medula-casca foram de: CM - 5,86%, CI – 7,07%, CE – 6,10% e A – 6,79%, sendo os valores obtidos pelos tratamentos CI e A superiores e estatisticamente diferentes dos tratamentos CM e CE. E os valores de extrativos para a *K. senegalensis* foram de: CM – 10,44%, CI – 9,65%, CE – 5,47% e A – 5,98%, sendo todos os tratamentos estatisticamente diferentes entre si. Dessa forma, conclui-se que há uma tendência de acúmulo de extrativos nos tecidos mais velhos do cerne e que a espécie *K. senegalensis* possui maior durabilidade natural se comparada a espécie de *K. ivorensis*.

**Palavras-chave:** Mogno africano, Extrativos, Durabilidade natural da madeira.

**Abstract:** The objective of this study was to evaluate the extractives content in different radial positions of two species of African mahogany (*Khaya senegalensis* and *Khaya ivorensis*) in order to check with its natural durability. To perform of the analyzes have been selected four trees of each species of 19 years old which were removed discs with approximately 2.5 cm of diameter at breast height (DBH), in that were obtained composed samples on the composition of each treatment (CM - internal heartwood near medulla; CI - intermediate heartwood; CE - outer heartwood, and A - sapwood) for granulometria of 60 mesh. The average values of extractives were 7.88% for the species *K. senegalensis* and 6.45% for the species *K. ivorensis*. The values found for *K. ivorensis* were: CM – 5.86%, CI – 7.07, CE - 6.10% and A - 6.79% and the values obtained by CI and A were superior and statistically different from CM and CE. And for *K. senegalensis* were: CM – 10.44%, CI – 9.65%, CE - 5.47% and A - 5.98%, all be statistically different. Thus, it is concluded that there is a tendency of extractive accumulation in older tissues of the heartwood and the *K. senegalensis* species has greater natural durability when compared *K. ivorensis*.

**Keywords:** African mahogany, Extractives, Natural durability of wood.



## 1 INTRODUÇÃO

As primeiras sementes do gênero *Khaya* sp. (mogno africano) foram trazidas para o Brasil há mais de 30 anos a fim de substituir a espécie nativa *Swietenia macrophylla*, que teve seu uso restrito por lei, inviabilizando economicamente sua produção no país (GASPAROTTO et al., 2001; COUTO et al., 2004).

A madeira do mogno africano é empregada na fabricação de mobiliário de luxo, portas entalhadas, lambris, compensados e construção civil, decoração de interiores, esquadrias, folhas faqueadas decorativas e laminados (CARVALHO, 2007). Porém, apesar de ser bastante cultivada e utilizada na Europa e nos Estados Unidos, seu cultivo e manejo são pouco estudados no Brasil.

Por ser uma madeira com as mesmas características nobres do mogno nativo, o mogno africano se adaptou bem as condições edafoclimáticas do Brasil, seu uso não possui restrições legais e sua madeira é resistente à broca-das-meliáceas (*Hypsipyla grandella* Zeller.) (LUNZ et al., 2009). Tornando-se assim, um grande atrativo para os produtores florestais.

No Brasil, a ocorrência de *H. grandella* no mogno nativo tornou inviável o seu cultivo em maciços comerciais, pois causam danos irreversíveis a madeira, como nós, bifurcações e tortuosidades no caule, afetando sua trabalhabilidade, resistência mecânica e causando perda parcial da tora, diminuindo assim seu valor comercial (OHASHI et al., 2005).

A resistência natural da madeira é a capacidade que a espécie tem de resistir à ação de agentes deterioradores biológicos, físicos ou químicos sem tratamento preservativo (PAES, 2002).

O processo de deterioração da madeira depende de inúmeros fatores, Cavalcante (1985) afirmou que a resistência natural da madeira pode ser afetada pela umidade, insolação, temperatura, com estes fatores possuindo atuação direta na madeira, determinando sua durabilidade. A ausência dessas condições limita o desenvolvimento de grande parte dos organismos xilófagos na madeira, esta resistência também poderá ser afetada por fatores internos, como: (a) quantidade e tipo de extrativos e (b) proporção alburno/cerne, pois geralmente o alburno é menos resistente do que o cerne.

De modo geral, o alburno do mogno africano tem coloração marrom-amarelada e o cerne cor marrom-avermelhada (CARVALHO, 2007). A madeira do mogno africano possui alta durabilidade e resistência ao apodrecimento por organismos xilófagos (PEREIRA, 1998). É fácil de ser trabalhada, permitindo bons acabamentos e colagem satisfatória.

De acordo com Barreiros (2006), os extrativos da madeira compreendem um grande número de componentes, os quais, ao contrário da maioria dos polissacarídeos e da lignina, podem ser extraídos da madeira por meio de solventes orgânicos tais como etanol, acetona, diclorometano, éter etílico e tetracloreto de carbono.

A quantidade de extrativos depende da espécie e do tecido da árvore e pode variar de 1 a 20%, estando em maior quantidade no cerne, podendo ser responsáveis pela coloração mais escura e pelo aumento da durabilidade natural da madeira (ROWELL et al., 2005), influenciando também o consumo de reagentes nos processos químicos de utilização da madeira e a sua permeabilidade (BARREIROS, 2006).

Para a produção de celulose, os extrativos são compostos indesejáveis, pois reduzem o rendimento e qualidade da polpa. No entanto, na produção de energia alguns extrativos contribuem para aumentar o poder calorífico da madeira e na produção de maciços contribuem para aumentar a durabilidade da madeira (PHILIPP; D'ALMEIDA, 1988).



A amostragem da madeira para análises químicas é de grande importância por causa da heterogeneidade e variabilidade natural da madeira, pois dentro de mesma árvore, a composição química varia em todos os sentidos, se diferenciando principalmente entre madeira primaveril e madeira outonal (FLORES et al. 2000). Além disso, a madeira varia no sentido medula-casca, influenciando diretamente a qualidade e as propriedades mecânicas dentro de uma mesma árvore.

Dessa forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o teor de extrativos em diferentes posições radiais em relação à medula de duas espécies de mogno africano (*Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*), a fim de aferir com a sua durabilidade natural.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1. Procedência e preparo do material em estudo

O material foi procedente das espécies *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis* com 19 anos, proveniente de parcelas experimentais plantadas nas áreas da Reserva Natural Vale, localizada no município de Sooretama, ao norte do Estado do Espírito Santo.

Na pesquisa foram obtidas, quatro árvores de cada espécie, da qual foram retirados discos com aproximadamente 2,5 cm de espessura no diâmetro na altura do peito (DAP), ou seja, com 1,30m do solo.

Para proceder à análise química foram utilizadas cunhas dos discos do DAP. Das toras obtidas foram retiradas pranchas diametraais centrais, com cerne e o alburno intactos. Essas peças foram subdivididas em quatro partes e identificadas conforme sua posição em relação à medula (CM – cerne interno próximo à medula; CI – cerne intermediário; CE – cerne externo; A – alburno).

Todas as análises foram realizadas nos Laboratórios de Química da Madeira e Energia da Biomassa do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Jerônimo Monteiro, ES, que pertence ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo.

Inicialmente, os discos de madeira foram separados, triturados em moinho tipo Wiley, e classificados em peneiras de 40/60 mesh (ASTM, 1977).

Fizeram-se amostras compostas referente a composição de cada tratamento (CM – cerne interno próximo à medula; CI – cerne intermediário; CE – cerne externo; A – alburno) para a granulometria de 60 mesh, dos quais foram condicionadas em uma sala de climatização com temperatura e umidade constantes durante 15 dias.

Após climatização do material, iniciou-se o preparo das amostras para determinar o teor de extrativos de cada tratamento em duplicata.

### 2.2. Determinação do teor de extrativos

A análise química da madeira pela quantificação dos extrativos, procedeu-se segundo a ABTCP M/68 e Norma Tappi T204-05-76.

Para a quantificação dos extrativos foi utilizada a serragem que passou na peneira de 40 mesh e que ficou retida na peneira de 60 mesh, com pesagem de 2 g secos dentro de cadinhos com peso conhecido, que foram extraídos em três tipos de solventes (etanol:tolueno, álcool absoluto e água quente).

Inicialmente, os tratamentos foram extraídos em etanol:tolueno (1:2) por 5 horas, em seguida em álcool absoluto por 4 horas e, finalmente, por água quente por mais uma hora. Feito isso, os cadinhos foram transferidos para estufa à  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por duas horas, foram



resfriados em dessecadores por aproximadamente 15 minutos e pesados para obtenção do teor total de extrativos conforme Equação (1).

$$\%ET = \frac{2 - (Pas - Pcad)}{2} \times 100 \quad (1)$$

em que:

ET = Extrativos totais (%);

Pas = Massa do cadinho com a massa da serragem seca em estufa (g);

Pcad = Massa do cadinho vazio (g).

### 2.3. Análise estatística

O experimento foi conduzido sob um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) e o nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), pelo teste F e quando esse foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na espécie *K. ivorensis* ao aplicar teste estatístico obteve-se diferença significativa (nível de 5%) ao longo das diferentes posições do sentido medula-casca, nos quais não houve padrão de aumento ou diminuição do teor de extrativos totais conforme o observado na Figura 1, contudo, o maior teor de extrativos encontrado localizou-se no cerne interno (7,06%) e no alburno (6,79%).

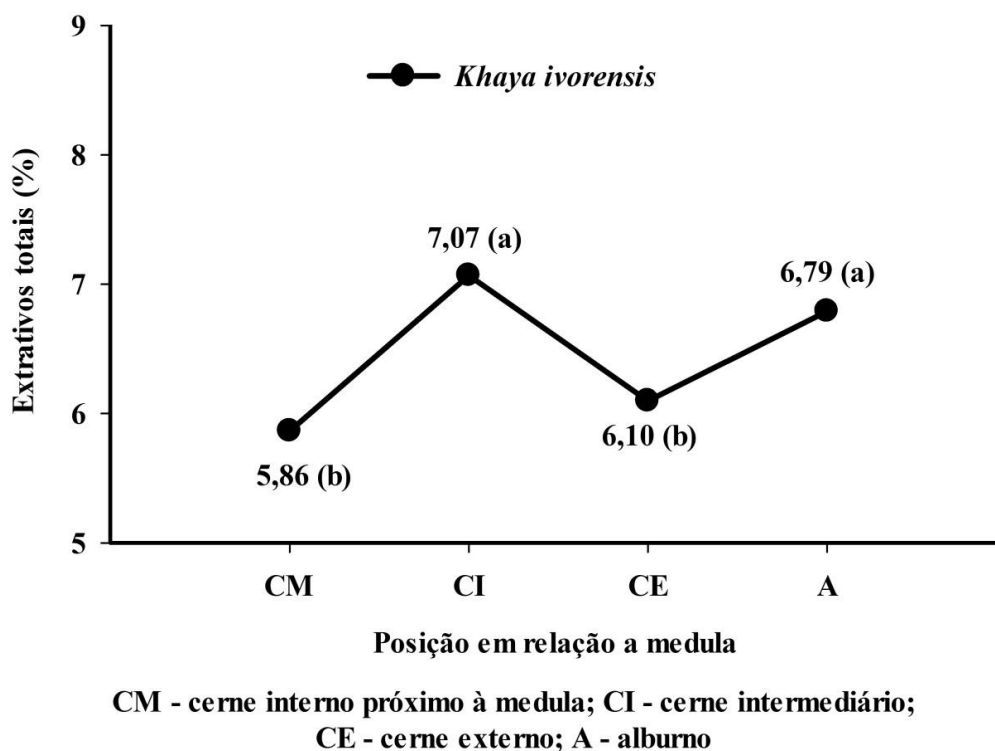


Figura 1- Teores de extrativos de *Khaya ivorensis*. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Teste Tukey;  $p > 0,05$ ).



Segundo Oliveira et al. (2005), a quantidade e a qualidade dos extrativos alteram muito de espécie para espécie e dentro de uma mesma espécie, variando do cerne mais interno para o recém-formado, sendo mais efetivo no cerne recém-formado. Isso porque, os extrativos são depositados no lumen da parede celular durante o processo de cernificação.

Para a madeira de *K. Ivorensis* analisada, a média de extrativo total foi de 6,45%, enquanto que, em estudos realizados por Ziech (2008) com *Toona ciliata*, pertencente à mesma família do mogno africano (Meliaceae), observou que o valor médio de extrativos foi de aproximadamente 15%, valor superior ao encontrado neste trabalho.

A durabilidade natural das madeiras é controlada pelos componentes acidentais existentes nela, que na maioria das vezes estão em pequenas quantidades, mas podem, em algumas espécies, atingir valores elevados como os encontrados por Oliveira e Della Lucia (1994), ao avaliarem os teores de extrativos de 27 espécies de madeiras plantadas no Brasil.

Na espécie *K. senegalensis* ao aplicar teste estatístico obteve-se diferença significativa (nível de 5%) entre todas as posições, no qual houve um padrão de diminuição do teor de extrativos totais conforme o observado na Figura 2, contudo, o maior teor de extrativos encontrado localizou-se no cerne interno próximo a medula (10,44%).

Essa tendência foi semelhante a encontrada no trabalho de Souza et al. (2008), que ao avaliarem clones de *Eucalyptus grandis* com 15 anos, observaram um aumento no teor de extrativos no sentido do alburno para o cerne.

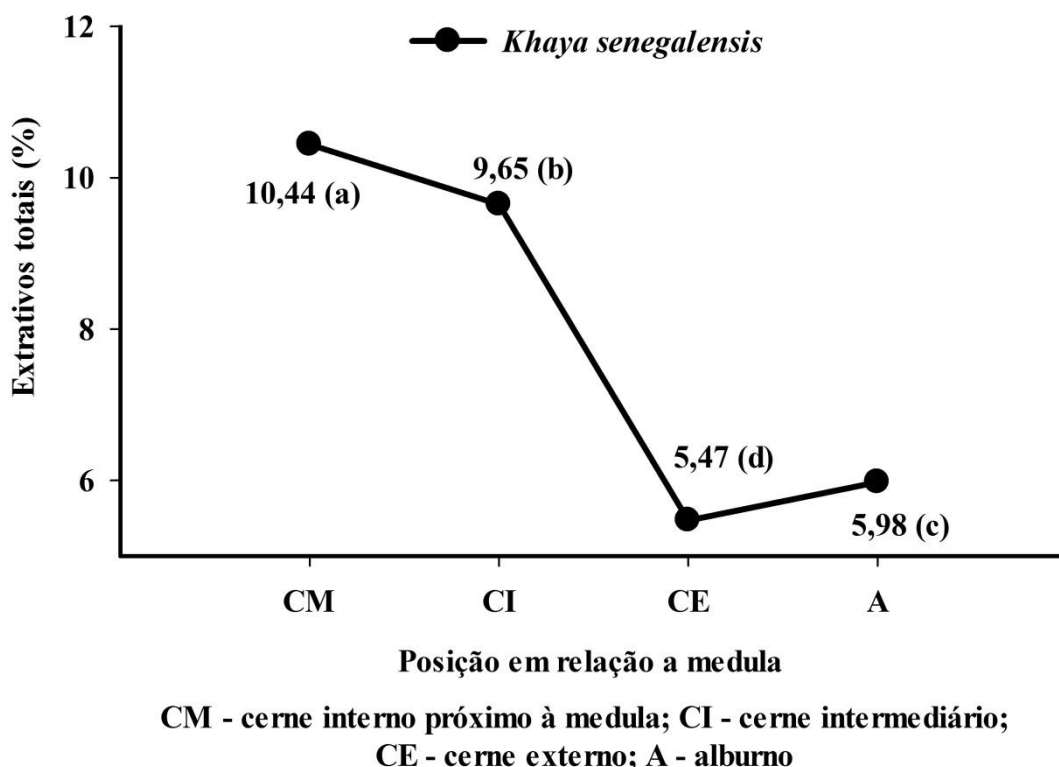


Figura 2 - Teores de extrativos de *Khaya senegalensis*. As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Teste Tukey;  $p > 0,05$ ).

A variação do teor de extrativos dentro de uma mesma árvore pode ser explicada por meio dos fatores fisiológicos, ecológicos e genéticos. Segundo Paes e Vital (2000), algumas árvores possuem grande diferença em decomposição entre o cerne interno e o externo. Na





maioria das espécies que essa diferença foi observada, a região central do cerne (formada quando a árvore era jovem) é menos resistente a decomposição do que a região externa do cerne (formada pela árvore madura).

A diferença de decomposição nas regiões do lenho está relacionada com a quantidade de extrativos existentes na madeira. Em várias espécies, as maiores proporções são encontradas na região exterior do cerne, diminuindo em direção à medula (PANSWIN; DE ZEEUW, 1980; OLIVEIRA et al., 1986), como foi observado na Figura 1.

Todavia, nem todas as espécies seguem esse padrão de variação, como é o caso dos resultados observados na Figura 2, pois além das variações dentro da mesma árvore, existem pesquisas que relatam grandes diferenças entre as proporções de extrativos e resistência entre as espécies devido, principalmente, a fatores genéticos, ambientais e silviculturais (SCHEFFER, 1973; PANSWIN; DE ZEEUW, 1980; VITTI; BRITO, 1999; SIMÕES; SPITZER, 1999; LARCHER, 2000; GOUINUENÉ; TURLINGS 2002).

Ao observar a Figura 2, verificou-se também que o valor médio encontrado na madeira de *K. senegalensis* foi de 7,88% para extração total, resultado superior ao encontrado em *K. ivorensis*, e ambos valores médios foram inferiores aos encontrados por Araújo, Rodriguês e Paes (2000) para espécie *Azadirachta indica* A. Juss pertencente a mesma família do mogno africano, cujo teor de extrativos foi de 8,46%.

Apesar disso, Usher e Ocloo (1976) estudando a resistência de 85 espécies provenientes da África Ocidental ao ataque de cupins e microrganismos, afirmaram que as madeiras do gênero *Khaya* possuem grandes quantidades de limonóides, essa substância, segundo Terezan et al. (2010), possui maior poder inseticida.

Os teores de extrativos de *K. senegalensis* e *K. ivorensis* são superiores aos valores médios observados por Caixeta e Pastore (2007) para *Swietenia macrophylla* (mogno brasileiro), que obtiveram valor médio de 4,84%.

Dessa forma, independente da espécie e tipo de extração empregada neste trabalho, observou-se que os teores de extrativos estão acima dos que são encontrados, na maioria das vezes, em madeira de folhosas, os quais apresentam geralmente de 2% a 3% de extrativos (KLOCK et al., 2005), conferindo a madeira de mogno africano maior durabilidade natural.

## 4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a madeira de *K. ivorensis*, seguiu uma tendência normal de distribuição de extrativos ao longo da direção radial de sua madeira, pois houve maior acúmulo de extrativos nos tecidos mais velhos do lenho, sem atividade fisiológica, onde as substâncias tóxicas (extrativos) são depositadas, dando ao cerne uma coloração mais escura e mais resistente a biodegradação.

A mesma tendência não foi observada na madeira de *K. senegalensis*, apesar disso, acredita-se que a espécie *K. senegalensis* possua maior durabilidade natural do que a espécie *K. ivorensis*, haja vista que apresentou maior teor de extrativos, que é um dos principais fatores contribuintes para a durabilidade natural da madeira.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. V. C.; RODRIGUEZ, L. C. E.; PAES, J. B. Características físico-químicas e energéticas da madeira de nim indiano Physical, chemical and energetic characteristics of the neem Wood. **Scientia Forestalis**, n. 57, p. 153-159, 2000.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – ABTCP. **M68**. Normas técnicas. São Paulo. 1968.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS - ASTM. **D 1762**: Standard method for chemical analyses of wood charcoal. Philadelphia: ASTM International, 1977. 1042p.

BARREIROS, R. M. **Modificações na qualidade da madeira *Eucalyptus grandis* causadas pela fertilização com lodo de esgoto**. 2006. 112 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal)–Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2006.

CAIXETA, M. L. L.; PASTORE, T. C. M. **Composição química da madeira de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. Reunião anual da sociedade brasileira de química, v. 30, 2007.

CARVALHO, P. E. R. **Mogno - *Swietenia macrophylla***. Circular técnico da Embrapa, Paraná, n.140, p.12, 2007.

CAVALCANTE, M. S. **Métodos para aumentar a durabilidade da madeira**. Boletim da Associação Brasileira de Preservadores de Madeira, n. 36, p. 159-170, 1985.

COUTO, L.; WATZLAWICK, L., F.; CÂMARA, D. Vias de valorização energética da biomassa. **Biomassa & Energia**, v. 1, n. 1, p. 71-92, 2004.

FLORES, D.M.M., CARDOSO, G.V., FOELKEL, C.E.B., FRIZZO, S.M.B. Amostragem de árvores para estudos tecnológicos da madeira para produção de celulose: tamanho da mostra, número mínimo de repetições e variabilidade das propriedades para um clone de *Eucalyptus saligna* SMITH. **O Papel**, São Paulo, v. 61, n. 3, p.44-55, 2000.

GASPAROTTO, L.; HANADA, R. E.; ALBUQUERQUE, F. C.; DUARTE, M. L. R. Mancha areolada causada por *Thanatephorus cucumeris* em mogno africano. **Fitopatologia Brasileira**, Viçosa, MG, v. 26, p. 660-661, 2001.

GOINGUENÉ, S. P.; TURLINGS T. C. J. The effects of abiotic factors on induced volatile emissions in corn plants. **Plant Physiology**, n. 129, p. 1296-1307, 2002.

KLOCK, U.; MUNIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da madeira**. 3. ed. Curitiba: UFPR, 2005. 86 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos, Rima Artes e Textos. 2000. 531p.

LUNZ, A. M. et al. *Hypsipyla grandella* em Mogno (*Swietenia macrophylla*): Situação Atual e Perspectivas. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, n. 59, p. 45-55, 2009.

OHASHI, O. S.; SILVA JUNIOR, M. L.; LAMEIRA, O. A.; et al. Danos e controle de broca *Hypsipyla grandella* em plantios de mogno *Swietenia macrophylla* no Estado do Pará. In:



POLTRONIERI, L. S.; TRINDADE, D. R.; SANTOS, I. P. (Ed.) **Pragas e doenças de cultivos amazônicos**. Belém: Emprada Amazônia Oriental, p. 125-144, 2005.

OLIVEIRA, A. M. F. et al. Agentes destruidores da madeira. **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo: IPT, v. 1, p. 99-279, 1986.

OLIVEIRA, J. T. S.; DELLA LÚCIA, R. M. **Teores de extrativos de 27 espécies de madeiras nativas do Brasil ou aqui introduzidas**. Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 1994. 5p. (Boletim Técnico, 9).

OLIVEIRA, J. T. S. et al. Influência dos extrativos na resistência ao apodrecimento de Seis espécies de madeira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.5, p.819-826, 2005.

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**, v. 26, n. 6, p. 761-767, 2002.

PAES, J. B.; VITAL, B. R. Resistência natural da madeira de cinco espécies de eucalipto a cupins subterrâneos em testes de laboratório. **Revista Árvore**, v. 24, n. 1, p. 1-6, 2000.

PANSHIN, A. J.; DE SEEUW, C. **Textbook of wood technology**. 4 ad. New York: Mac Graw-Hill, 1980. 722p.

PEREIRA, R. da S.; FERNANDES, V. T. Comportamento ecofisiológico do mogno (*Swietenia macrophylla*, King), no Município de Miguel Pereira. **Floresta e Ambiente**. Rio de Janeiro: Seropédica, 1998.

PHILIPP, P.; D'ALMEIDA, M. L.O. **Celulose e papel: tecnologia de fabricação da pasta celulósica**. 2. ed. São Paulo: IPT, 1988. 964 p.

ROWELL, R. M. et al. Cell wall chemistry In: Rowell R. M. (Ed.). **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Boca Raton: CRC Press. chap. 3, p. 35-76, 2005.

SCHEFFER, T.C Microbiological degradation and its casual organisms. In: NICHOLAS, D. D. (Ed.) **Wood deterioration and its prevention treatments: degradation and protection of wood**. Syracuse: Syracuse University, v. 2, p. 31-106, 1973.

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.

SIMÕES, C. M. O.; SPITZER, V. **Óleos voláteis**. In: Simões, C. M. O. et al. (Eds.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Porto Alegre, Florianópolis, UFRGS. p. 387-415, 1999.

SOUZA, N. D. et al. Perfil espectral dos carbonos do extrato ciclohexano da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden por RMN de <sup>13</sup>C. **Ceres**, v. 55, n. 6, 2015.



## 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



TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY-TAPPI. **T204**.  
Atlanta: TAPPI, 1976.

TEREZAN, A. N. et al. Activities of extracts and compounds from *Spiranthera odoratissima* St. Hil. (Rutaceae) in leaf-cutting ants and their symbiotic fungus. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 21, n. 5, 2010.

USHER, M. B.; OCLOO, J. K. **The natural resistance of 85 West African hardwood timbers to attack by termites and microorganisms**. Centre for Overseas Pest Research, London. Tropical Pestl Bull, v. 6, p. 1-47, 1976.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. **Óleo essencial de eucalipto**. Documentos florestais, v. 17, 2003.

ZIECH, R. Q. S. **Características tecnológicas da madeira de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) produzida no sul do estado de Minas Gerais**. 2008. 106 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2008.