

Propriedades tecnológicas do lenho de louro-preto

Jordão Cabral Moulin^{1*}, Brunela Pollastreli Rodrigues², José Tarcísio da Silva Oliveira², Rafael Amorim Rosa², José Geraldo Lima de Oliveira²

¹Universidade Federal de Lavras, Av. Doutor Sylvio Menicucci, 1001, Kennedy, CEP 37200-000, Lavras, MG, Brasil

²Universidade Federal do Espírito Santo, Av. Governador Lindemberg, 316, CEP 29550-000, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil

*Autor correspondente:
jordao_cm@hotmail.com

Termos para indexação:

Cordia glabrata
Anatomia da madeira
Propriedades da madeira

Index terms:

Cordia glabrata
Wood anatomy
Wood properties

Histórico do artigo:

Recebido em 29/07/2015
Aprovado em 02/12/2016
Publicado em 30/12/2016

doi: 10.4336/2016.pfb.36.88.994

Resumo - Os estudos de caracterização da madeira permitem a sua otimização nos diversos segmentos madeireiros, principalmente o beneficiamento da madeira. O presente trabalho teve por objetivo caracterizar as propriedades da madeira de *Cordia glabrata* (louro-preto), visando aumentar o conhecimento a respeito do potencial de espécies madeireiras menos tradicionais. Foi realizada a caracterização macroscópica e microscópica, análises químicas, físicas e avaliadas algumas propriedades mecânicas da madeira de *C. glabrata*. A madeira apresenta altos teores de lignina total, fibras longas e com espessura de parede média. Foi classificada como madeira de alta densidade e média estabilidade dimensional. A espécie também possui valores médios de resistência à compressão paralela e módulo de ruptura, altos valores de tensão de cisalhamento e valores considerados baixos pelos teste de fendilhamento. *C. glabrata* possui características adequadas para ser utilizada em diversas finalidades no setor madeireiro brasileiro, especialmente para o mercado de lâminas decorativas, pisos, em usos que requerem boa durabilidade natural e certa resistência mecânica.

Wood characterization of black laurel wood

Abstract - Wood characterization studies allow the optimization in different timber segments, especially wood processing and utilization. This study determined the anatomical, chemical, physical, and mechanical properties of *Cordia glabrata* (black laurel wood) to increase knowledge about the potential of underutilized species. The wood has high lignin content, long fibers and thin-to-thick fiber walls. It is classified as a high specific gravity wood and has medium dimensional shrinkage. This species also has medium values of compression parallel to grain and modulus of rupture, high values of shear stress, and low values of splitting. *C. glabrata* wood may be used in different ways in Brazilian timber sector, especially as decorative veneer, wood flooring, and products that require natural durability and regular mechanical strength.

Introdução

No Brasil, dada a grande diversidade de espécies arbóreas produtoras de madeira, tem-se observado carência de informações sobre o potencial tecnológico de algumas espécies nativas, essenciais para se determinar

a correta utilização e comercialização dessas madeiras. Entre as diferentes espécies florestais encontra-se *Cordia glabrata* (Mart.) A. DC., vulgarmente conhecida por louro-preto.

O gênero *Cordia* compreende mais de 250 espécies nativas das Américas, ocorrendo desde a América

Central até a região central da Argentina (Matias et al., 2015). Esse gênero possui várias espécies com potencial madeireiro, sendo as do gênero *Cordia* as mais utilizadas comercialmente. Dentre elas, pode-se citar *C. goeldiana*, *C. alliodora* e *C. bicolor*, comercializadas com o nome vulgar de freijó. Existem alguns trabalhos voltados à caracterização dessas madeiras por Gonçalves et al. (2010), Del Menezzi et al. (2010) e Lima et al. (2013).

Segundo Stapf (2015), *C. glabrata* é nativa, mas não é endêmica do Brasil, e encontra-se distribuída no Norte (PA), Nordeste (todos os estados), Centro-Oeste (DF, GO, MS e MT) e Sudeste (ES, MG e SP), em ambientes de floresta estacional decidual, caatinga e cerrado. É uma espécie de porte médio, com altura de 8 a 10 m e diâmetro do tronco de 30 a 40 cm. Apresenta madeira moderadamente pesada, bastante decorativa e pode ser empregada na confecção de móveis em geral (Lorenzi, 1992), apesar de ainda existir uma lacuna na literatura com resultados mais específicos sobre o potencial de uso de *Cordia glabrata*.

Os estudos de caracterização da madeira são de grande importância para a compreensão das propriedades físicas, químicas, anatômicas e mecânicas desse material, permitindo sua otimização nos diversos segmentos madeireiros, principalmente no que se trata do beneficiamento da madeira.

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar as propriedades tecnológicas da madeira de *Cordia glabrata* (louro-preto), visando aumentar o conhecimento sobre seu potencial de utilização.

Material e métodos

A madeira de *Cordia glabrata* utilizada no estudo foi apreendida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) de Vitória, ES, e doada ao Laboratório de Ciência da Madeira da Universidade Federal do Espírito Santo. As peças apresentavam seções quadradas a retangulares (5 cm x 5 cm a 5 cm x 10 cm) e comprimento de 1 m.

A caracterização das propriedades organolépticas, macroscópicas e microscópicas da madeira de *Cordia glabrata* seguiram a norma de estudos de anatomia da madeira preconizados por Coradin & Bolzon de Muniz (1991) e a lista de características microscópicas para identificação de folhosas de Wheeler et al. (1989).

Para a descrição macroscópica da madeira, utilizou-se lupa conta fios com aumento de 10 X e corpos de prova

com 2 x 3 x 5 cm (radial, tangencial e longitudinal, respectivamente), retirados de um pranchão com 10 cm de espessura. Nesta etapa, foram observados os elementos constituintes do lenho a olho nu e, quando necessário, com auxílio da lupa.

Para o estudo microscópico, as amostras de madeira utilizadas para caracterização macroscópica foram reduzidas a corpos de prova com dimensões de 1 x 1,5 x 2 cm (radial, tangencial e longitudinal, respectivamente), e levados à ebulição para amolecimento. Depois de amolecidos, foram realizados os cortes histológicos com espessura das seções de 20 µm em micrótomo de deslizamento. O restante do material foi submetido ao processo de maceração para dissociação das fibras pelo método do peróxido-acético (Ramalho, 1987).

Para mensuração dos vasos, dos raios e descrições microscópicas foram utilizados os cortes histológicos e para a quantificação dos parâmetros das fibras, foi utilizado o material macerado. Após a preparação das lâminas com os cortes e com o macerado, foram obtidas fotomicrografias dos planos de estudo com uma câmera digital de 7.1 Mega pixels, acoplada a um microscópio ótico.

A descrição microscópica, contagens e mensurações das estruturas anatômicas foram realizadas com o auxílio do software analisador de imagem, de marca Axiovision 4.5. Para tal, foram utilizadas 40 repetições para as características anatômicas de vaso e raio, com 30 repetições para fibras.

Para a quantificação dos componentes químicos, amostras de madeira foram trituradas em moinho tipo Willey e em seguida peneiradas, sendo utilizada a serragem que passou pela peneira de 40 “mesh” e ficou retida na peneira de 60 “mesh”.

A quantificação dos extrativos foi realizada conforme o método descrito pela *Technical Association of the Pulp and Paper Industry* (TAPPI T 204 cm-97, 1998). O procedimento descrito por Gomide & Demuner (1986) foi utilizado para a quantificação da lignina insolúvel (Klason). O ácido sulfúrico foi usado para determinar a lignina solúvel em espectrofotometria, utilizando a equação descrita por Goldschimid (1971). As ligninas solúvel e insolúvel foram somadas para obtenção da lignina total. As cinzas foram quantificadas conforme o procedimento descrito na Norma Brasileira Regulamentadora – NBR 13999 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1940). O teor de holocelulose foi obtido pela diferença de 100% dos teores totais de lignina, extrativos e cinzas.

Para determinação da massa específica aparente e da densidade básica seguiu-se o Método Brasileiro MB26 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1940).

Foram utilizadas 20 repetições para análise de densidade e contração, em que os corpos de prova apresentavam dimensões de 2 cm x 2 cm x 3 cm (largura x espessura x comprimento). As contrações lineares da madeira de louro-preto foram observadas desde a madeira completamente saturada até a completa secagem. As contrações radial e tangencial foram determinadas de acordo com o MB26 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1940). Após as realizações das contrações, foi determinado o fator anisotrópico total da madeira.

Os ensaios de resistência mecânica foram realizados em máquina universal de ensaio com capacidade de 10 t e com sistema de aquisição de dados automatizados. Os ensaios mecânicos de cisalhamento, compressão axial, fendilhamento, flexão estática e dureza nas três direções, seguiram a metodologia descrita no MB26 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1940). As amostras foram ensaiadas secas ao ar e posteriormente, os resultados foram transformados para 12% de umidade, conforme a equação descrita na NBR 7190 (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1997).

Resultados e discussão

Observou-se que a madeira de *Cordia glabrata* apresentava textura média, brilho moderado no plano longitudinal radial, cheiro imperceptível e aspecto decorativo gerado por desenhos causados pelos elementos anatômicos e listras que compõem seu lenho. No entanto, por se tratar de um material apreendido, a madeira encontrava-se desdobrada, e com isso não foi possível observar a distinção de cores entre cerne e alborno. A madeira apresentava cor cinza muito escuro (7.5YR 3/1) com listrado (rajados) de cor amarelada (7.5YR 7/6), de acordo com a carta de classificação de solos de Munsell Color Company (2000).

Pela análise macroscópica, foi possível observar na madeira de louro-preto presença de parênquima axial marginal visível a olho nu e parênquima paratraqueal vasicêntrico e vasicêntrico confluyente, melhor identificados sob lente de 10 x. Os raios também eram visíveis a olho nu, não estratificados, de largura média e muito pouco frequentes.

Os poros eram visíveis a olho nu, apresentando diâmetro tangencial médio e pouco frequentes, com

porosidade difusa e raramente obstruídos por tilos. As camadas de crescimento foram classificadas como distintas e visíveis a olho nu, individualizadas por zonas fibrosas mais escuras e por parênquima marginal.

A estrutura anatômica nos três planos de observação do xilema secundário *C. glabrata* é apresentada nas fotomicrografias da Figura 1. Microscopicamente o lenho de *C. glabrata* apresentou parênquima axial marginal irregular, parênquima paratraqueal vasicêntrico, algumas vezes vasicêntrico escasso e vasicêntrico formando confluências.

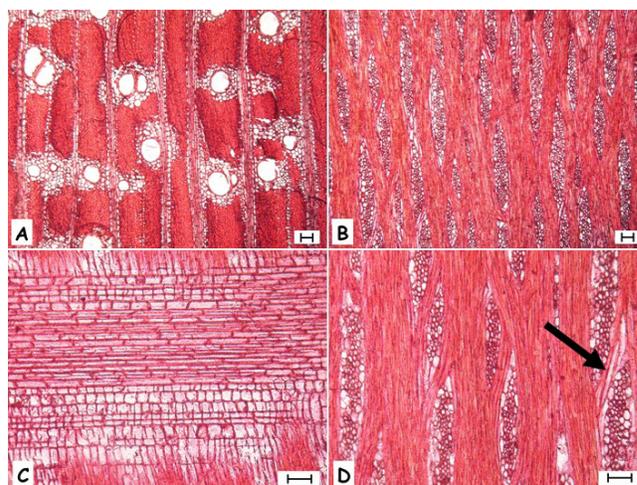


Figura 1. Fotomicrografias nos três planos de observação da estrutura anatômica de *Cordia glabrata*: A) plano transversal; B) plano longitudinal tangencial; C) plano longitudinal radial; D) detalhe dos raios em agregados. Barra 100 μm .

Os vasos foram observados em distribuição difusa. São solitários, geminados e às vezes múltiplos de 3, com arranjo tangencial. São pouco numerosos quanto à frequência, com média de 7,28 poros mm^{-2} variando de 2 a 13 poros mm^{-2} , com diâmetro médio de 129,55 μm , variando de 52,54 a 215,26 μm .

Os raios eram heterogêneos formados por células procumbentes no corpo do raio e células quadradas e eretas nas extremidades, com ausência de estratificação e ocorrendo algumas vezes em agregados (Figura 1D). Apresentaram largura classificada como média (de 5 a 8 células de largura), com média de 144,98 μm , variando de 96,61 a 185,13 μm . Os raios eram pouco a muito pouco frequentes, com média de 3,38 raios mm^{-1} , variando de 2 a 5 raios mm^{-1} . Foram considerados baixos, com altura média de 452,80 μm , variando de 52,54 μm a 1.096 μm (baixo a altos), com presença de sílica em seu parênquima radial.

As fibras apresentavam-se libriformes e longas, com comprimento médio de 2.012,89 μm , variando de 1.123,73 a 2.657,75 μm . A largura variou entre 12,57 a 26,58 μm com média de 19,91 μm , sendo o diâmetro médio do lume de 8,26 μm , variando de 2,89 a 13,78 μm . A espessura das paredes, variou de delgadas a espessas, com espessura média de 5,83 μm , variando de 4,22 a 7,80 μm . Os resultados da caracterização anatômica são compatíveis com as características anatômicas descritas por amostras de *C. glabrata* provenientes do Pantanal Mato-grossense (Mattos et al., 2003).

Em relação à composição química da madeira de *C. glabrata*, na Tabela 1 podem ser visualizados os valores médios da análise química para a madeira de louro-preto. Os teores de lignina e extrativos são maiores dos que os observados por Wiemann (2010), que afirma que os componentes químicos da madeira de folhosas variam para os teores de lignina de 16% a 25%, extrativos de 5% a 10% e média de 70% de holocelulose.

O louro-preto pode possuir alta durabilidade natural por causa do seu alto teor de extrativos. Segundo Nogueira & Ballarin (2008), a durabilidade natural da madeira possui relação direta com a quantidade de extrativos. Além dos extrativos beneficiarem a durabilidade da madeira, podem também influenciar a cor, cheiro, gosto e abrasividade da madeira (Hillis, 1971).

Tabela 1. Valores médios da análise química da madeira de *Cordia glabrata*.

Teores	Lignina total (%)	Extrativos totais (%)	Holocelulose (%)
Média	33,84	16,16	49,99
Mínimo/máximo	(33,56) (34,11)*	(16,05) (16,27)	(49,61) (50,38)
Coefficiente de variação	(1,14)	(0,94)	(1,08)

Conforme Pimenta & Barcellos (2000), a lignina influencia diretamente o rendimento gravimétrico do processo de carbonização e o poder calorífico do carvão. A madeira de louro-preto também apresentou alto teor de lignina, apontando potencial de uso dessa madeira para produção de carvão vegetal, o qual pode ser produzido a partir das aparas geradas no processamento mecânico da madeira.

Dentre as propriedades físicas da madeira, a densidade é considerada a mais importante sob o ponto de vista tecnológico e de utilização. Os valores de densidade básica para madeira de *C. glabrata* observados na Tabela 2 foram semelhantes aos relatados por Oliveira et al. (2000) e Richter & Dallwitz (2000), para madeira de louro-preto (0,84 e 0,80 g cm^{-3} , respectivamente).

Tabela 2. Valores médios para massa específica básica e aparente, retratibilidade e fator anisotrópico (FA) da madeira de *Cordia glabrata*.

	Massa específica (g cm^{-3})		Contração		FA
	Básica	Aparente a 15%	Tangencial (%)	Radial (%)	
Média	0,83	0,94	8,59	3,96	2,18
Mínimo/máximo	(0,94) (0,70)	(0,81) (1,12)	(6,59) (11,86)	(2,57) (4,86)	(1,88) (2,95)
Coefficiente de variação	(0,07)	(0,08)	(0,16)	(0,15)	(0,12)

De acordo com Lorenzi (2008), a madeira de louro-preto é classificada como moderadamente pesada. Por isso, é indicada para a construção civil e energia (Sturion et al., 1987), além de usos em contato com o solo, como estacas, moirões, dormentes, entre outros (Gonzaga, 2006). Segundo Carvalho (2008), a madeira também é indicada para fabricação de móveis, revestimentos decorativos, lâminas faqueadas, em construção civil como vigas e caibros, embarcações leves, régua, ligações encavilhadas, carpintaria, marcenaria, chapas, torneados e esculturas.

Em função da diferença entre as contrações radiais e tangenciais, bem como o fator de anisotropia (Tabela 2), pode-se inferir que a madeira de louro-preto possui média estabilidade dimensional. Foi possível observar diferenças entre espécies de *C. goeldiana* e *C. trichotoma* com *C. glabrata*. Gonzaga (2006) obteve para a madeira *C. goeldiana* (freijó) contrações tangencial e radial de 6,7% e 3,2%, respectivamente, com fator anisotrópico de 2,09 e para *C. trichotoma* (louro pardo) 7,5% de contração tangencial, 4,6% de contração radial e fator anisotrópico de 1,63. Apesar da estabilidade dimensional

ser classificada como média, o mesmo autor indica freijó e louro-pardo para construção naval, carpintaria civil, móveis de alto acabamento, folhas faqueadas, marcos, rodapés, esquadrias de alto padrão, corrimão de escada, entre outras.

Dentre as propriedades mecânicas determinadas para a madeira de *C. glabrata*, a tensão de compressão axial foi de 65,63 MPa (Tabela 3), sendo considerada de resistência média, de acordo com a classificação de Carvalho (1996). O valor é alto, quando comparado com algumas espécies de madeira que são utilizadas no Brasil, como *Swietenia macrophylla* (mogno brasileiro), que apresenta 46,7 MPa (Wiemann, 2010), *Tonna ciliata* (cedro australiano), 42,6 MPa (Lemmens, 2008), *Cariniana legalis* (jequitibá rosa), 46,0 MPa (Paradis et al., 2011), *Tectona grandis* (teca), 55,3 MPa (Motta, 2011) e *C. bicolor*, com 50,9 MPa (Ibama, 2010). Contudo, o valor de compressão axial do louro-preto foi semelhante ao de *Manilkara huberi* (maçaranduba), relatado como 66,98 MPa (Ibama, 2010).

Pelo ensaio de tensão de cisalhamento (Tabela 3) da madeira do louro-preto (13,95 MPa) foi considerada como alta, conforme a classificação de Carvalho (1996), sendo superior ao mogno brasileiro, com 8,4 MPa (Wiemann, 2010), ao cedro australiano, com 7,0 MPa (Lemmens, 2008), ao jequitibá rosa, com 9,0 MPa (Paradis et al., 2011), à maçaranduba, com 8,63 MPa (Ibama, 2011), *C. bicolor*, com 7,8 MPa (Ibama, 2010) e teca, com 8,5 MPa (Motta, 2011). No entanto, a tensão de fendilhamento apresentou valor baixo (1,29 MPa), de acordo com Carvalho (1996), embora seja maior que a da teca (0,68 MPa), obtida por Motta (2011).

Os resultados de dureza Janka para as direções paralela, tangencial e radial (Tabela 3) foram maiores que os da madeira de teca para as três direções, sendo 50,21 MPa, 48,15 MPa e 47,66 MPa, respectivamente (Motta, 2011). A madeira de maçaranduba apresentou valores superiores, sendo de 189,17 MPa na direção paralela e 172,56 MPa na direção transversal (Ibama, 2010).

Os valores de MOR obtidos para as amostras de louro-preto (Tabela 3) são classificados como médio, de acordo com Carvalho (1996), sendo superior aos valores do mogno africano, que apresenta 79,3 MPa (Wiemann, 2010), cedro australiano, com 76 MPa (Lemmens, 2008), jequitibá rosa, com 84 MPa (Paradis et al., 2011) e *C. bicolor*, com 82,9 MPa (Ibama, 2010). Entretanto, os valores medidos do MOR da madeira de louro-preto foi

próximo ao relatado para madeira de teca, com 100,7 MPa (Motta, 2011) e inferior ao da maçaranduba, com 176,23 MPa (Ibama, 2010).

Tabela 3. Valores médios da tensão e força máxima de compressão paralela, cisalhamento, fendilhamento e dureza Janka, força máxima, módulos de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE) para a madeira de *Cordia glabrata*.

Ensaio	Tensão (MPa)	Força máxima (N)
Compressão paralela	65,63 (9,94)	24.337,77 (9,98)
Cisalhamento	13,95 (13,30)	34.418,99 (13,17)
Fendilhamento	1,29 (21,01)	447,38 (10,25)
Dureza Janka	Paralela	124,71 (15,59)
	Tangencial	120,87 (22,42)
	Radial	117,39 (20,79)
Flexão estática		2.208,53 (13,17)
MOR	111,25 (12,98)	
MOE	8.861,46 (22,15)	
Trabalho (J)	17,90 (27,98)	

Valor entre parênteses corresponde ao coeficiente de variação (%).

O valor do MOE do louro-preto (Tabela 3) foi inferior ao do mogno africano, que apresentou 10.300 MPa (Wiemann, 2010), jequitibá rosa, 15.330 MPa (Paradis et al., 2011), teca, 9.649 MPa (Motta, 2011) e maçaranduba, 17063,65 MPa (Ibama, 2011), sendo semelhante ao cedro australiano, que apresentou 8.900 MPa (Lemmens, 2008).

Conclusões

A madeira de *Cordia glabrata* apresentou atributo macroscópico peculiar, caracterizado por um padrão de listras de amarelo com uma tonalidade mais escura. Tal aspecto confere à madeira uma cor atrativa e desenho característico, podendo ser apreciada no mercado de lâminas decorativas e pisos.

A espécie apresentou madeira com alta densidade, apesar de média estabilidade dimensional, o que pode limitar seu uso onde a estabilidade seja considerada importante, como pisos, forros, esquadrias e móveis.

A resistência à compressão paralela e o módulo de ruptura da madeira de louro-preto foram médios, os valores de tensão de cisalhamento foram altos e os valores de fendilhamento foram considerados baixos.

A madeira de louro-preto apresentou características adequadas para diversas finalidades, demonstrando ser uma espécie promissora.

Referências

- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **MB-26/1940**: ensaios físicos e mecânicos de madeiras. Rio de Janeiro; 1940. 16 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 13999**: determinação do resíduo (cinza) após a incineração a 525 °C. Rio de Janeiro, 2003. 4 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7190**: Projeto de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro; 1997. 107 p.
- Carvalho, A. **Madeiras portuguesas**: estrutura anatômica, propriedades, utilizações. Lisboa: Instituto Florestal, 1996. v. 1. 340 p.
- Carvalho, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2008. 604 p. (Coleção espécies arbóreas brasileiras, 4).
- Coradin, V. T. R. & Bolzon de Muniz, G. I. **Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira**: I. Angiospermae; II. Gimnospermae. Brasília, DF: IBAMA, DIRPED, Laboratório de Produtos Florestais, 1991. 19 p. (IBAMA. DIRPED. LPF. Série técnica, 15).
- Del Menezzi, C. H. S. et al. Estimativa das propriedades de flexão estática de seis espécies de madeiras amazônicas por meio da técnica não-destrutiva de ondas de tensão. **Acta Amazonica**, v. 40, n. 2, p. 325-332, 2010. DOI: 10.1590/S0044-59672010000200011.
- Goldschimid, O. Ultraviolet spectra. In: Sarkanen K. V. & Ludwig C. H. (Ed.). **Lignins**: occurrence, formation, structure and reactions. New York, 1971. p. 241-266.
- Gomes, J. I. **A madeira de Cordia goeldiana Huber**. Belém: Embrapa-CPATU, 1982. 16 p.
- 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.
- Gonçalves, J. C. et al. Efeito da radiação ultravioleta na cor da madeira de freijó (*Cordia goeldiana huber*) após receber produtos de acabamentos. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 4, p. 657-664, 2010. DOI: 10.5902/198050982424.
- Gonzaga, A. L. **Madeira**: uso e conservação. Brasília, DF: Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, 2006. 246 p.
- Hillis, W. E. Distribution, properties and formation of some wood extractives. **Wood Science and Technology**, v. 5, p. 272-289, 1971.
- Ibama (Brasília, DF). 2010. Disponível em: <www.ibama.gov.br/lpf/madeira/introducao.htm>. Acesso em: 14 jun. 2016.
- Lemmens, R. H. M. J. Toona ciliata M. Roem. Record from PROTA4U. In: Louppe, D. et al. (Ed.). Plant resources of tropical Africa: Ressources végétales de l'Afrique tropicale. Wageningen: PROTA Foundation, 2008. Disponível em <http://www.prota4u.org/search.asp>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- Lima, N. N. et al. Propriedades físico-mecânicas de painéis LVL produzidos com três espécies amazônicas. **Cerne**, v. 19, n. 3, p. 407-413, 2013.
- Lorenzi, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 5. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2008. 384 p.
- Lorenzi, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 2. v. il.
- Mattias, E. F. F. et al. The genus Cordia: botanists, ethno, chemical and pharmacological aspects. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, p. 542-552, 2015. DOI: 10.1016/j.bjp.2015.05.012.
- Mattos, P. P. de et al. **Anatomia de madeiras do Pantanal Mato-Grossense** (características microscópicas). Colombo: Embrapa Florestas; Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 182 p.
- Motta, J. P. M. **Propriedades tecnológicas da madeira de Tectona grandis Lf. proveniente do vale do rio doce, Minas Gerais**. 2011. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro.
- Munsell Color Company. **Munsell soil color charts**. 617 Little Britain Road. New Windsor, NY, USA. 27 p. 2000.
- Nogueira, M. & Ballarin, A. W. Efeito da idade na qualificação mecânica da madeira serrada de *Eucalyptus* sp. com uso de ensaios não-destrutivos. **Revista Energia na Agricultura**, v. 23, n. 3, p. 74-94, 2008.
- Oliveira, H. et al. Brazilian tree collection analyzed by x-ray fluorescence. **IAEA Technical Documents**, v. 1152, p. 136-142, 2000.
- Paradis, S. et al. **Tropix 7, caractéristiques technologiques de 245 essences forestières tropicales et tempérées**. CIRAD Forestry Department 2011. Disponível em: <http://tropix.cirad.fr/fiches-disponibles>. Acesso em: 10 de jun. 2016.
- Pimenta, A. S. & Barcellos, D. C. **Curso de atualização e carvão vegetal**. Viçosa, MG: Centro de Produções técnicas, 2000. 76 p.
- Ramalho, R. S. **O uso de macerado no estudo anatômico de madeira**. Viçosa, MG: Ed. da UFV, 1987. 4 p.
- Richter, H. G. & Dallwitz, M. J. **Commercial timbers: descriptions, illustrations, identification, and information retrieval**. 2000. In: English, French, German, Portuguese, and Spanish. Version: 25 th, 2009. Disponível em: <http://www.delta-intkey.com/wood/>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- Stapf, M. N. S. **Cordia in Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16511>. Acesso em: 15 jun. 2016.
- Sturion, J. A. et al. Variação da densidade básica da madeira de doze espécies de *Eucalyptus* plantadas em Uberaba, MG. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 14, p. 28-38, 1987.

Technical Association of the Pulp and Paper Industry. **TAPPI test methods**. Atlanta, 1998. 460 p.

Wheeler, E. A. et al. (Ed.). IAWA list of microscopic features for hardwood identification. **Iawa Bulletin**, v.10, n. 3, p. 219–332, 1989.

Wiemann, M. C. Characteristics and availability of commercially important woods. In: Miller, R. B. **Wood handbook**: wood as an engineering material. Madison : U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010. 508 p..

