

CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA E DESCRIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E MECÂNICA DA MADEIRA DE *Mimosa schomburgkii*

Luciano Junqueira Costa^{1*}, Camila Batista da Silva Lopes¹, Matheus Fernandes de Carvalho Reis¹, Welliton Lelis Cândido¹, Bruno de Freitas Homem de Faria¹, Marcos Oliveira de Paula¹

¹ Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, Viçosa, Minas Gerais, Brasil - junqueira.lct@gmail.com*; camila.lopees@gmail.com; matheusfreis@gmail.com; welliton.florest@gmail.com; bruno.homem@ufv.br; modepaula@gmail.com

Recebido para publicação: 10/08/2017 - Aceito para publicação: 09/10/2017

Resumo

O uso de madeira de espécies alternativas na construção civil é uma alternativa para reduzir a utilização concentrada em poucas espécies e evitar a falta de matéria prima no mercado. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar propriedades físicas, químicas, anatômicas e mecânicas da madeira de *Mimosa schomburgkii* visando identificar o seu potencial para o uso na construção civil. Foi utilizada a madeira de *Mimosa schomburgkii*, com idade de 33 anos. As características anatômicas avaliadas foram as dimensões dos elementos de vasos (diâmetro e frequência), dos raios (altura e largura) e das fibras (comprimento, largura total, espessura de parede e de lume). Foi determinada a constituição química com a quantificação do teor de extrativo, lignina e holocelulose. Para a caracterização físico-mecânica, foram avaliadas a densidade básica e aparente, contrações, o coeficiente de anisotropia, a resistência à flexão estática, à compressão paralela às fibras, à tração paralela às fibras, ao cisalhamento e a dureza Janka (paralela e perpendicular às fibras). A madeira possui fibras libriformes, com comprimento médio de 1180 µm, sendo classificadas como curtas. A densidade básica da madeira é em média 0,80 g.cm⁻³ (alta densidade), o coeficiente de anisotropia, em média 1,74. A madeira apresenta elevada resistência mecânica, sendo classificada como pertencente à classe C 60. Pelos resultados obtidos no estudo, a madeira de jurema (*Mimosa schomburgkii*) apresenta aspectos estéticos atrativos e elevada resistência mecânica, sendo, portanto, indicada para uso na construção civil.

Palavras-chave: Propriedades da madeira; construção civil; elevada resistência mecânica; alta densidade básica.

Abstract

Anatomical characterization and physical-chemical and mechanical description of Mimosa schomburgkii wood. The use of wood of alternative species in civil construction has been an option to reduce the concentrated use of few species and to avoid the lack of raw material in the market. The objective of this study was to evaluate the physical, chemical, anatomical and mechanical properties of *Mimosa schomburgkii* wood, in order to identify its potential use in civil construction. *Mimosa schomburgkii* wood, at the age of 33 years, was used. The anatomical characteristics evaluated were the dimensions of vessel elements (diameter and frequency), rays (height and width) and fibers (length, width, wall thickness and lumen thickness). The chemical constitution was determined with the quantification of extractive content, lignin and holocellulose. For the physical-mechanical characterization, it was evaluated the specific gravity and apparent density, contractions, anisotropy coefficient, static bending strength, compression strength parallel to grain, traction strength parallel to grain, shear strength and Janka hardness (parallel and perpendicular to grain). The wood has libriform fibers, average length of 1180 µm, and it is classified as short. The wood basic density is on average of 0.80 g.cm⁻³ (high density). The anisotropy coefficient is on average of 1.74. The wood presents high mechanical strength, being classified as C 60 class. From the results obtained in this study, the *Mimosa schomburgkii* wood presents attractive aesthetic aspects and high mechanical resistance. Therefore, this wood is indicated for use in civil construction.

Keywords: Wood properties; civil construction; high mechanical strength; high specific gravity.

INTRODUÇÃO

A madeira é um material único que possui características técnicas, econômicas e estéticas dificilmente encontradas em outros materiais, possibilitando a sua utilização em diversos segmentos industriais. Dentre as diversas atividades que utilizam madeira como matéria prima, o setor de construção civil é um dos mais exigentes em termos de propriedades físicas, mecânicas e estéticas, o que restringe a sua utilização, pelo setor, a

um pequeno número de espécies que possuem características aceitas por construtores e consumidores (ROCHA *et al.*, 2015).

A escassez de espécies com qualidade adequada para uso estrutural é um dos principais problemas encontrados pela construção civil. A utilização concentrada em poucas espécies leva à falta de matéria prima no mercado, o que resulta em aumento dos preços (TRIANOSKI *et al.*, 2014). Tais fatores geram a necessidade de avaliar o potencial de espécies alternativas em substituição às espécies tradicionalmente utilizadas.

Mimosa schomburgkii Benth., J. Bot. (Hooker) é uma leguminosa pertencente à família Fabaceae e é uma das poucas espécies de porte arbóreo pertencentes ao gênero *Mimosa*. O reconhecimento dessa espécie se dá pela presença de ramos velutinos a lanosos, constituídos por tricomas medusiformes e verruciformes ferrugíneos. Suas folhas apresentam de 6 a 15 pares de folíolos e as suas inflorescências são agrupadas em panículas terminais. As flores são tetrâmeras e lanosas e apresentam filetes brancos. Os frutos são do tipo craspédio, são oblongos com base atenuada e ápice mucronado de cor castanha e apresentam sementes orbiculares marrons. A espécie também é conhecida popularmente como “jurema”, “angico-bravo”, “bracatinga” ou “monjoleiro” (SILVA *et al.*, 2015).

A jurema é encontrada no Brasil, Guiana, Honduras, Nicarágua e Venezuela. Sua área de ocorrência no Brasil compreende os Estados do Acre, Amazonas, Bahia, Distrito Federal, Espírito Santo, Minas Gerais, Pará, Pernambuco, Rio de Janeiro e Roraima. Essa espécie pode ser encontrada em matas ciliares, florestas primárias e secundárias, em solos argilosos e pedregosos, e em altitudes variadas (SILVA *et al.*, 2015).

A utilização da madeira da jurema é uma possibilidade devido à sua ampla ocorrência no território brasileiro, porém não existem estudos científicos sobre as características anatômicas, físicas e mecânicas de sua madeira. A determinação das suas propriedades tecnológicas é essencial para a correta utilização do material.

Dessa forma, visando garantir a disponibilidade de matéria-prima de qualidade à indústria madeireira a preços competitivos e, considerando o potencial de espécies nativas alternativas na construção civil, o presente trabalho teve como objetivo avaliar propriedades físicas, químicas, anatômicas e mecânicas da madeira de *Mimosa schomburgkii*.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foi utilizada a madeira de *Mimosa schomburgkii* Benth., J. Bot. (Hooker), coletada no município de Viçosa, Minas Gerais. O clima na região de Viçosa é do tipo Cwb, segundo o sistema de Köppen, ou seja, mesotérmico com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A temperatura média anual é de 21,8 °C e a precipitação pluviométrica anual, de 1.221,4 mm.

O material utilizado foi proveniente de três árvores de *Mimosa schomburgkii*, com idade de 33 anos, altura média de 25,0 m e diâmetro à altura do peito de 1,38 m. As árvores foram subdivididas em toras de 3 m de comprimento e, posteriormente, realizou-se o desdobro, obtendo-se um pranchão central de 10 a 12 cm de espessura. As pranchas foram secas ao ar livre e, em seguida, foram utilizadas nas análises de caracterização da madeira.

Para análise morfológica de fibras, foram retirados pequenos fragmentos (lascas) no sentido longitudinal, na região de transição entre cerne e alburno, dos discos do DAP. Para individualização das fibras, as amostras foram acondicionadas em uma solução macerante contendo peróxido de hidrogênio (H₂O₂) e ácido acético glacial (CH₃COOH), na proporção 1:1, segundo o método preconizado por Dadswell (1972). Posteriormente, montaram-se lâminas temporárias e mediram-se o comprimento, a largura e o diâmetro de 30 fibras por amostra. Foram utilizados microscópio óptico com câmera acoplada, sistema de aquisição de imagens e o *software* Axio-Vision 4.3. A espessura da parede celular da fibra foi obtida através da Equação 1:

$$EP = \frac{L - DL}{2} \quad (1)$$

em que: EP = espessura da parede (μm), L = largura da fibra (μm), DL = diâmetro do lume da fibra (μm).

Para medição do diâmetro e da frequência de poros, foram utilizadas amostras com dimensões de 2,0 x 2,0 x 3,0 cm da região de transição entre cerne e alburno, também provenientes de discos do DAP. Para os raios, foram mensurados a altura, largura (μm) e número de células. Os cortes anatômicos foram feitos com espessura média de 16 μm, utilizando um micrótomo de deslize horizontal. De cada amostra, foram realizados cortes nos planos transversal, longitudinal tangencial e longitudinal radial. Os cortes anatômicos foram desidratados em uma série alcoólica e corados com solução de safranina e as lâminas foram fixadas com Entellan. Foram realizadas as medições do diâmetro de 30 poros para cada amostra e a frequência foi mensurada em 5 micrografias por amostra, segundo as normas da International Association of Wood Anatomists (IAWA COMMITTEE, 1989).

As características organolépticas da madeira de *Mimosa schomburgkii* foram descritas em relação a cor pela carta de Munsell, textura, odor e gosto (IAWA COMMITTEE, 1989). O teor de extrativo da madeira foi determinado conforme à norma TAPPI 204 om-88 (TAPPI, 1996), utilizando o método de determinação de extrativos totais, apenas substituindo o etanol/benzeno pelo etanol/tolueno. O teor de lignina insolúvel foi determinado em duplicata pelo método Klason, modificado de acordo com o procedimento proposto por Gomide e Demuner (1986). O teor de lignina solúvel foi obtido de acordo com o procedimento proposto por Goldschimid (1971). O teor de lignina total representa a soma do teor de lignina solúvel mais a lignina insolúvel.

A porcentagem de cinzas na madeira foi determinada de acordo com a norma Norma Brasileira Regulamentadora (NBR) 8112 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1986), substituindo-se o cadinho de platina por cadinho de porcelana, com temperatura de 750 °C durante 6 horas.

O teor de holocelulose foi obtido por meio da análise somática dos componentes químicos (Equação 2).

$$HOLO = 100 - (Tlig + Text + TCz) \quad (2)$$

em que: HOLO = teor de holocelulose (%); Tlig = teor de lignina total (%); Tet = teor de extrativos totais (%); TCz = teor de cinzas (%).

Para determinação da densidade básica e densidade relativa aparente, foram utilizados corpos de prova retirados no DAP da árvore. O ensaio foi realizado de acordo com a norma NBR 11941 (ABNT, 2003). A retratibilidade da madeira foi determinada utilizando-se corpos de prova com dimensões de 2,0 x 2,0 x 3,0 cm (radial x tangencial x longitudinal). O ensaio foi realizado de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997).

Foram determinadas as propriedades mecânicas de resistência à compressão axial, ao cisalhamento, à tração e dureza. Esses ensaios foram realizados de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997) em corpos de prova retirados da região intermediária do pranchão central das toras. O Módulo de Elasticidade (MOE) e resistência à flexão estática foram realizados de acordo com a American Society for Testing and Materials (ASTM D 143, 2000). Decidiu-se empregar a norma americana para o ensaio de flexão estática, devido às dimensões dos corpos de prova.

Os ensaios de resistência mecânica foram realizados em máquina universal de ensaios mecânicos com capacidade de 10 toneladas, dotada de um extensômetro para medidas de deformação. Após a realização dos ensaios, e com base na umidade dos corpos de prova, foram feitos os ajustes para a condição padrão estabelecida pela NBR 7190 (ABNT, 1997), ou seja, 12% de umidade.

Na análise dos dados, utilizou-se estatística descritiva, em que os resultados obtidos para as propriedades físicas, químicas, anatômicas e mecânicas da madeira foram tabulados e interpretados por meio dos valores mínimos, máximos, média e coeficiente de variação.

RESULTADOS

Propriedades Anatômicas

A madeira de *Mimosa schomburgkii* possui coloração acastanhada, sendo classificada com 5YR 4/4, de acordo com a escala de Munsell (1957). Apresenta raios visíveis com brilho moderado, cheiro imperceptível e gosto amargo. As camadas de crescimento são pouco distintas e com textura média.

Na tabela 1, estão apresentados os valores médios da mensuração dos caracteres anatômicos do lenho de *Mimosa schomburgkii*.

Tabela 1. Caracteres anatômicos do lenho de *Mimosa schomburgkii*.

Table 1. Anatomical characters of *Mimosa schomburgkii* wood.

Caracteres anatômicos	Parâmetros	Mínimo	Máximo	Média	CV (%)
Vasos	Diâmetro do lume (µm)	71,70	150,00	120,73	16,15
	Frequência (vasos mm ⁻²)	14,2	20,4	16,9	16,1
Raios	Altura (µm)	220,81	533,54	347,98	21,82
	Largura (µm)	31,13	76,56	43,15	23,30
Fibras	Comprimento (mm)	1,01	1,34	1,18	8,17
	Largura (µm)	14,33	21,41	17,80	11,03
	Diâmetro do lume (µm)	5,36	11,44	8,44	17,54
	Espessura Parede (µm)	3,75	5,92	4,68	11,34

CV (%) = Coeficiente de variação.

Os vasos são classificados como de diâmetro médio e apresentam seção ovalada, predominantemente solitários e obstruídos por óleo-resina na região de cerne. A espécie possui porosidade difusa. A madeira possui fibras libriformes, sendo classificadas como curtas e a espessura de parede é classificada como delgada a espessa.

Também, possui parênquima axial predominantemente do tipo apotraqueal em linhas, podendo apresentar parênquima axial apotraqueal difuso em agregados. O parênquima radial é constituído por raios heterogêneos, com células eretas, quadradas e procumbentes e que são visíveis a olho nu tanto no topo quanto na face tangencial. Quanto à largura, os raios são caracterizados como finos. O número de células presentes na extensão da largura dos raios variou de 3 a 10 células, com valor médio de 6 células de largura, sendo classificados como multisseriados.

Propriedades Químicas

Os resultados obtidos nas análises químicas da espécie estudada estão descritos na tabela 2.

Tabela 2. Valores médios de extrativos, lignina, holocelulose e teor de cinzas da madeira de *Mimosa schomburgkii*.

Table 2. Mean values of extractives, lignin, holocellulose and ash content of *Mimosa schomburgkii*.

	Composição química estrutural			
	EXT (%)	LIG (%)	HOLO (%)	TCz (%)
Média	5,44	30,30	62,08	2,19

EXT = Extrativos; LIG = Lignina; HOLO = Holocelulose; TCz = Cinzas.

Propriedades Físicas

Os valores de densidade básica e aparente da madeira *Mimosa schomburgkii* estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Valores de densidade básica e densidade aparente a 12% de umidade da madeira de *Mimosa schomburgkii*.

Table 3. Specific gravity and apparent density values at 12% moisture content of *Mimosa schomburgkii*.

Densidade (g.cm ⁻³)	Mínimo	Máxima	Média	CV (%)
Básica	0,77	0,83	0,80	2,18
Aparente (12%)	1,00	1,09	1,03	2,45

CV (%) = Coeficiente de variação.

Os valores médios encontrados para a retratibilidade axial, radial, tangencial, volumétrica e coeficiente de anisotropia da madeira *Mimosa schomburgkii* encontram-se na tabela 4.

Tabela 4. Valores de contração tangencial, radial, axial, volumétrica e coeficiente de anisotropia da madeira *Mimosa schomburgkii*.

Table 4. Tangential, radial, axial and volumetric contraction values and anisotropy coefficient of *Mimosa schomburgkii*.

Retratibilidade	Mínimo	Máxima	Média	CV (%)
Axial (A)	0,32	0,74	0,55	22,78
Radial (R)	7,02	5,03	5,88	9,00
Tangencial (T)	7,76	12,07	10,11	12,07
Volumétrica (V)	13,80	18,32	15,87	7,67
Coeficiente de anisotropia (T/R)	1,29	2,10	1,74	16,33

CV (%) = Coeficiente de variação.

Propriedades Mecânicas

O valor característico da resistência à compressão paralela às fibras da madeira de jurema, corrigido para a umidade de 12% de umidade, está apresentado na tabela 5. Segundo a norma NBR 7190 (ABNT, 1997), a *Mimosa schomburgkii* é classificada como C 60, com densidade básica de 0,80 g.cm⁻³ e densidade aparente de 1,0 g.cm⁻³, ou seja, a madeira é de alta densidade.

Tabela 5. Propriedades mecânicas das madeiras de *Mimosa schomburgkii* 12% de umidade.
 Table 5. Mechanical properties of *Mimosa schomburgkii* wood at 12% of moisture content.

	Flexão estática		Compressão (MPa)	Tração (MPa)	Cisalhamento (MPa)	Dureza Janka	
	MOE (MPa)	f _M (MPa)				Paralela (MPa)	Perpendicular (MPa)
Média	21250,8	111,3	64,7	91,1	11,9	187,9	127,1
CV (%)	13,8	23,1	4,1	23,3	9,2	11,5	14,0

CV (%) = Coeficiente de variação.

DISCUSSÃO

As dimensões, assim como a frequência e a distribuição dos elementos anatômicos, afetam as propriedades físicas e mecânicas da madeira. O comprimento e espessura da parede celular estão relacionados com a resistência das fibras celulósicas e afetam as propriedades físicas da madeira, como a densidade e a sua estabilidade dimensional (FRANÇA *et al.*, 2015).

Entretanto, é importante ressaltar que a resistência da madeira a algum esforço não é apenas função da espessura da parede celular, mas também da proporção dos constituintes químicos das células (hemicelulose, celulose e lignina) e da quantidade de extrativos presentes no lume.

A análise química estrutural indica teor de extrativos dentro da faixa encontrada na literatura para folhosas nativas do Brasil e eucaliptos utilizados comercialmente (CASTRO *et al.*, 2015; LIMA *et al.*, 2007), indicando, assim, viabilidade de usos similares às espécies avaliadas nos estudos citados. O teor de extrativos confere cor escura à madeira estudada, além de ser importante no aumento da resistência ao ataque de microorganismos (MORI *et al.*, 2004).

O teor de lignina se mostra similar ao encontrado em outros estudos de madeiras de alta densidade e nativas do Brasil (TRUGILHO *et al.*, 1991; CASTRO *et al.*, 2015), em que as percentagens de lignina total obtidas foram próximas às encontradas neste estudo e bem representativas de espécies de folhosas tropicais.

O teor de cinzas encontrado, comparativamente a outros trabalhos com espécies nativas, se mostra elevado. Avaliando três espécies florestais para fins de processamento em serraria, Moutinho *et al.* (2016) obtiveram valores de cinzas inferiores a 1,1% para todas as espécies, sendo que os teores de lignina total foram próximos a 30%, como os apresentados neste trabalho. A avaliação de cinco espécies nativas do cerrado mineiro para produção de carvão vegetal indicou elevados teores de cinzas, sendo que duas das espécies estudadas apresentaram valores semelhantes ao obtido neste estudo (COSTA *et al.*, 2014).

Os parâmetros anatômicos, a grande quantidade de holocelulose e lignina e a densidade aparente demonstram boas propriedades para utilização da espécie para produção de carvão vegetal, álcool combustível e coque metalúrgico. O estudo realizado por Silva *et al.* (2009) determinou essas propriedades em espécie endêmica da caatinga do nordeste brasileiro e os resultados foram próximos aos obtidos para a *Mimosa schomburgkii*, podendo, também, ser indicada para os mesmos fins de utilização. Segundo Lobão *et al.* (2004), existe forte correlação entre a densidade da madeira e as propriedades físico-mecânicas do eucalipto. O mesmo comportamento foi observado para a madeira da espécie jurema no presente estudo, uma vez que houve elevada resistência a compressão, tração e cisalhamento, assim como dureza Janka.

Segundo Oliveira *et al.* (2010), o fator anisotrópico é a relação entre a retratibilidade na direção tangencial dividida pela mesma propriedade na direção radial. A situação ideal, raramente encontrada, seria aquela na qual as tensões decorrentes da natureza anisotrópica se anulariam, seguindo as direções em que a retratibilidade se manifestasse. Assim, esse índice é importante, pois quanto maior for o seu distanciamento da unidade, mais propensa será a madeira a fendilhar e empenar durante as alterações dimensionais provocadas pela variação higroscópica. A *Mimosa schomburgkii* apresentou elevado coeficiente anisotrópico, o que poderá acarretar em processos de beneficiamentos futuros, como secagem e acabamentos.

A madeira da *Mimosa schomburgkii* pode ser classificada como da classe C 60 de referência para folhosas (dicotiledôneas), de acordo com a NBR 7190 (ABNT, 1997), seguindo o valor característico corrigido para a resistência à compressão paralela encontrado. Os valores de resistência da madeira de jurema foram próximos aos das madeiras de angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum*) e garapa (*Apuleia leiocarpa*), 59,8 e 78,4 MPa, respectivamente, conforme valores encontrados na NBR 7190 (ABNT, 1997). Como a madeira de jurema apresentou valores de resistência compatíveis com espécies de madeira normalmente empregadas para fins estruturais, ela poderia ser empregada para esses fins.

A resistência à tração paralela às fibras da jurema foi aproximadamente 40% maior do que a observada no ensaio de compressão. A relação entre as resistências à compressão paralela e à tração paralela encontrada foi de 0,71, próxima da relação de 0,77 estabelecida pela NBR 7190 (ABNT, 1997). O valor médio da resistência ao

cisalhamento paralelo às fibras da madeira de jurema foi de 11,9 MPa, sendo esse valor compatível com a referência para folhosas (dicotiledôneas) da classe C 60 da NBR 7190 (ABNT, 1997).

Os resultados mostram dureza Janka na direção paralela 47,8% maior do que na direção perpendicular, devido à orientação das fibras. A diferença obtida é superior à estimada pela equação reportada em estudo de Lahr *et al.* (2010), feito em espécies tropicais brasileiras de alta densidade básica, como Maçaranduba, Jatobá e Ipê.

CONCLUSÕES

- A espécie *Mimosa schomburgkii* possui madeira com coloração castanha e brilho moderado, o que a torna atrativa do ponto de vista estético. Devido ao seu gosto amargo, não se recomenda a sua utilização para confecção de utensílios de cozinha ou qualquer outra utilização que tenha contato com alimentos.
- A madeira possui elevados teores de lignina, característica típica de espécies de madeira de alta densidade nativas do Brasil.
- *Mimosa schomburgkii* apresenta elevada densidade básica e estabilidade dimensional baixa, com altos valores de contração volumétrica e de coeficiente de anisotropia. Tais características indicam que a secagem da madeira dessa espécie requer cuidados para evitar problemas como rachaduras e empenamentos.
- Os resultados indicam que a madeira de jurema (*Mimosa schomburgkii*) apresenta elevada resistência mecânica e pode ser empregada na construção civil, uma vez que o valor característico da resistência à compressão paralela às fibras ($F_{c,0k} = 64,7$ MPa) a posiciona na classe de resistência C 60, a maior classe definida pela NBR 7190 (ABNT, 1997).

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. **ASTM D-143:2000**. Standard Methods Testing: Small Clear Specimens of Timber. USA. 2000. 57 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 8112**: Carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 8 p.

_____. **NBR 7190**: Projetos de Estruturas de Madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107 p.

_____. **NBR 11941**: Madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

CASTRO, J. P.; PERÍGOLO, D. M.; BIANCHI, M. L.; MORI, F. A.; FONSECA, A. D. S.; ALVES, I. C. N.; VASCONCELLOS, F. J. Uso de espécies amazônicas para envelhecimento de bebidas destiladas: análises física e química da madeira. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 2, p. 319-327, 2015.

COSTA, T. G.; BIANCHI, M. L.; PROTÁSIO, T. P.; TRUGILHO, P. F.; PEREIRA, A. J. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no cerrado para produção de carvão vegetal. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 1, p. 37-46, 2014.

DADSWELL, H. E. The anatomy of *Eucalypt* wood. **CSIRO Forest Products Laboratory**, Melbourne, n. 66, p. 1-28, 1972.

FRANÇA, T. S. F. A.; ARANTES, M. D. C.; PAES, J. B.; VIDAURRE, G. B.; OLIVEIRA, J. T. S.; BARAÚNA, E. E. P. Características anatômicas e propriedades físico-mecânicas das madeiras de duas espécies de mogno africano. **Cerne**, Lavras, v. 21, n. 4, p. 633-640 2015.

GOLDSCHMID, 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.

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

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, 2010.

LIMA, C. K. P.; MORI, F. A.; MENDES, L. M.; CARNEIRO, A. C. O. Características anatômicas e química da madeira de clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem. **Cerne**, Lavras, v. 13, n. 2, p. 123-129, 2007.

- LOBÃO, M. S.; LÚCIA, R. M. D.; MOREIRA, M. S. S.; GOMES, A. caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 889-894, 2004.
- MORI, C. L. S. O.; MORI, F. A.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; OLIVEIRA, A. C. Influência das características tecnológicas na cor da madeira de eucaliptos. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 2, p. 123-132, 2004.
- MOUTINHO, V. H. P.; ROCHA, J. J. M.; AMARAL, E. P.; SANTANA, L. G. M.; ÁGUIAR, O. J. R. Propriedades químicas e energéticas de madeiras amazônicas do segundo ciclo de corte. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 3, p. 443-449, 2016.
- MUNSELL, A. H. **Munsell book of color**: defining, explaining and illustrating the fundamental characteristics of color. Baltimore: Munsell Color Company, 1957. 70 p.
- OLIVEIRA, J. T. S.; FILHO, M. T.; FIEDLER, N. C. Avaliação da retratibilidade da madeira de sete espécies de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 929-936, 2010.
- ROCHA, H. L. S.; PAES, J. B.; MINÁ, A. J. S.; OLIVEIRA, E. Caracterização físico mecânica da madeira de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) visando seu emprego na indústria moveleira. **Ciências Agrárias**, Recife, v. 10, n. 2, p. 262-267, 2015.
- SILVA, L. B. da; SANTOS, F. de A. R. dos; GASSON, P.; CUTLER, D. Anatomia e densidade básica da madeira de *Caesalpinia pyramidalis* Tul. (Fabaceae), espécie endêmica da caatinga do Nordeste do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, Porto Alegre, v. 23, n. 2, p. 436-445, 2009.
- SILVA, J. S.; SIMON, M. F.; TOZZI, A. M. G. A. Revisão taxonômica das espécies de *Mimosa* ser. *Leiocarpace* *sensu lato* (Leguminosae -Mimosoideae). **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 66, n. 1, p. 95-154, 2015.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY - TAPPI. **TAPPI test methods T 204 om-88: solvent extractives of wood and pulp**. Atlanta: Tappi Technology Park, 1996. v. 1.
- TRIANOSKI, R.; MATOS, J. L. M.; IWAKIRI, S.; PRATA, J. G. Evaluation of mechanical properties of the wood of tropical pines species. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 101, p. 21-28, 2014.
- TRUGILHO, P. F.; SILVA, D. G.; FRAZÃO, J. L.; REGAZZI, A. J. Caracterização de espécies nativas e exótica da Amazônia e do carvão vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 2, p. 144-151, 1991.

