

Recebido: 21-03-2017 Aceito: 19-12-2017 Publicado: 05-02-2018

Propriedades físicas e químicas da madeira de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud.

Rodrigo Coldebella*, Bruna Mohr Giesbrecht, Angelo Fernando de Oliveira Saccol, Marina Gentil, Cristiane Pedrazzi

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria - RS, Brasil.

RESUMO O escasso conhecimento tecnológico sobre as madeiras nativas do Brasil, aliado à dificuldade de exploração, motivaram a pesquisa das características da madeira de *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud, popularmente conhecida por Tajuva. O estudo teve como objetivo a caracterização química e a determinação das densidades básica e ponderada da madeira de *Maclura tinctoria*. Utilizou-se as normas da American Society for Testing and Materials – ASTM (1997) para determinação da densidade e da Technical Association of the Pulp and Paper industry – TAPPI (1995), para as análises químicas da madeira: Cinzas, lignina insolúvel em ácido, carboidratos e extrativos totais. A densidade apresentou decréscimo de valores em relação à posição axial da planta, tendo como valores médios $0,54 \text{ g.cm}^{-3}$ e $0,55 \text{ g.cm}^{-3}$ para densidade básica e densidade ponderada, respectivamente. Com relação aos constituintes químicos, os resultados obtidos foram em média: 1,21% de cinzas, 17,56% para lignina insolúvel, 71,02% de holocelulose e, 12,62% para extrativos totais. Considerando os atributos químicos, a espécie não é indicada para a produção de polpa celulósica. No entanto, posteriores estudos sobre a durabilidade e a qualidade da madeira poderão indicar a melhor utilização e a destinação final para a madeira da Tajuva.

Palavras-chave: Tajuva; densidade básica; densidade ponderada; constituintes químicos.

Physical and chemical properties of *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. wood

ABSTRACT The scarce knowledge about Brazilian native woods, associated with the difficulty of exploitation, had motivated the research of the characteristics of *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud, popularly known as Tajuva. The aim of the study was the chemical characterization and the determination of basic and weighted densities of *Maclura tinctoria* wood. It was used the American Society for Testing and Materials – ASTM (1997) for the densities determinations and from Technical Association of the Pulp and Paper industry – TAPPI (1995), for the chemical analysis of wood: Ashes, acid insoluble lignin, carbohydrates and total extractives. The density showed a decrease of values in relation to the axial position of the plant, having mean values of $0,54 \text{ g.cm}^{-3}$ and $0,55 \text{ g.m}^{-3}$ for basic and weighted density, respectively. Regarding the chemical constituents, the results obtained was, on average: 1,21% of ashes, 17,56% for insoluble lignin, 71,02% of holocellulose and, 12,62% for total extractives. Considering the chemical attributes, the specie is not indicated for pulp production. However, further studies about the wood durability and quality may indicate the best use and final destination for the wood of Tajuva.

Keywords: Tajuva; basic density; weighted density; chemical constituents.

Introdução

Madeiras nativas, diferentemente de espécies exóticas comerciais, não são comumente estudadas, fato esse que impede sua exploração sustentável pela falta de conhecimentos técnicos ou científicos sobre a qualidade da madeira. A exemplo

da madeira da espécie *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud, popularmente conhecida como Tajuva, que já foi mercadoria de troca em outros tempos, amplamente utilizada como corante para tecidos e, de acordo com Gomes et al. (2010), a es-

*Corresponding author: rodrigocoldebella@yahoo.com.br

pécie encontra-se em processo de extinção devido à exploração predatória da madeira e à baixa taxa de germinação de suas sementes, mesmo tolerando diferentes tipos de solos e apresentando crescimento relativamente rápido a pleno sol.

Regionalmente, a exploração da espécie ocorreu devido à alta qualidade da madeira e à relativa abundância de plantas, atingindo seu ápice com o auxílio de serrarias locais. O seu posterior decréscimo de utilização ocorreu em razão da ampliação da fiscalização e ao maior rigor na aplicação das leis ambientais.

Estudos sobre a caracterização tecnológica da madeira da Tajuva são escassos. Na área química, destacam-se trabalhos sobre flavonoides (EL-SOHLY et al., 1999), antioxidantes (CIOFFI et al., 2003) e polifenóis (LAMOUNIER et al., 2012), sendo todos direcionados à indústria farmacêutica.

As características químicas do lenho estão amplamente ligadas com aspectos anatômicos e regem boa parte das características físicas, a exemplo da densidade da madeira. Segundo Shimoyama; Barrichelo (1991), a densidade é reconhecida como um dos mais importantes parâmetros para avaliação da qualidade de madeiras, fornecendo inúmeras informações sobre suas características, pois tem forte relação com as propriedades químicas e anatômicas. De acordo com Kuklík (2008), a relação de dependência da densidade em relação ao teor de umidade deve-se ao fato da água acrescentar massa à madeira, fazendo com que seu volume aumente. Glass; Zelinika (2010), citam que para algumas espécies, os teores de extrativos e minerais contidos na madeira alteram a sua densidade. De acordo com Pettersen (1984), a composição química da madeira não é regida por definição precisa, visto que, existe certa variação dos componentes em relação às diferentes alturas, partes da planta (raiz, caule e folhas), tipo de lenho, localização geográfica, clima e solos.

Nesse contexto, o conhecimento sobre as características básicas de madeiras nativas, como a *Maclura tinctoria*, se faz

fundamental para que seja feita uma utilização mais adequada da madeira. Apenas após estudos avançados sobre suas características tecnológicas será possível direcionar seu uso para fins específicos, além de incentivar estudos de silvicultura e manejo para a espécie.

Material e Métodos

Foram abatidas cinco árvores de Tajuva, de diferentes diâmetros e alturas (Tabela 1), devidamente licenciadas, no município de Porto Mauá – RS, das quais retiraram-se discos da base, 25%, DAP, 50%, 75% e 100% da altura comercial, ou seja, 8 cm sem casca.

Tabela 1. Dados dendrométricos das árvores selecionadas.
Table 1. Dendrometric data of selected trees.

Árvore	DAP (cm)	Ht (m)	Hc (m)
1	42,2	20	14,75
2	24	14	9,4
3	27,2	17,5	12,5
4	25	12,2	7,2
5	24	13,7	7,7

Onde: DAP – diâmetro na altura do peito; Ht – altura total; Hc – altura comercial.

Cada disco recebeu a marcação em cunhas opostas, das quais duas foram destinadas para análise química e duas para determinação da densidade. As cunhas destinadas às análises químicas foram transformadas em palitos e posteriormente em serragem, usando moinho de facas do tipo Willey. Em seguida, o material foi classificado em peneiras vibratórias na fração de 40/60 mesh e então armazenadas em frascos de vidro para a determinação do teor de umidade.

As análises químicas foram desenvolvidas segundo as normas TAPPI para a determinação de cinzas da madeira (T 211 om-93), extrativos totais da madeira (T264 cm-97), lignina insolúvel em ácido (T222 om-98) e, TAPPI T203 cm-99

para os carboidratos da madeira, sendo que o teor de hemiceluloses foi calculado pela diferença entre holocelulose e alfa-celulose, determinadas para cerne e alburno separadamente.

Para a determinação da densidade, seguiu-se as normas da ASTM (D 2395 – 93) e a metodologia descrita por Vidal (1984).

Os dados foram tabelados no programa Excel 2013®, e avaliados estatisticamente pelo uso do software Statgraphics Centurion XV.II. As médias das análises químicas foram comparadas pelo teste LSD de Fisher em 5% de probabilidade de erro.

Resultados e Discussão

Os valores para os extrativos no cerne foram de 18,92%, enquanto que no alburno os valores foram de 6,32% (Figura 1). Valores médios de extrativos para todo o lenho ficaram em torno de 12,6%. Para Browning (1963), a madeira do cerne é constituída por compostos fenólicos e ácidos em maior proporção em relação ao alburno, o qual apresenta maiores teores de amidos. O teor de extrativos totais para a madeira do cerne da Tajuva apresentou uma tendência de decréscimo a partir da base até a altura correspondente a 25%. Já para as posições 50 e 75%, houve um acréscimo significativo nos teores de extrativos (exceto em 100%, sem presença de cerne). Para o alburno, houve a tendência de crescimento dos valores a partir da base até a altura correspondente a 100%.

Os resultados obtidos nas análises químicas para os diferentes constituintes químicos do lenho de Tajuva encontram-se resumidos na Tabela 2.

Analisando os efeitos da durabilidade natural de madeiras, Gonçalves et al. (2013) realizaram a extração da madeira de Tajuva com ciclo-hexano, acetato de etila e metanol, determinando um total de 10,87% de extrativos.

Em comparação com espécie de reflorestamento (*Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden), madeira versátil e de amplo

uso industrial, Silva et al. (2005), determinaram o teor de extrativos em plantios com 10, 14, 20 e 25 anos, obtendo valores de 3,41%, 3,85%, 4,60% e 4,46% respectivamente. Missio et al. (2015), encontraram para a mesma variedade de eucalipto, com 21 anos de idade, o teor de 1,05% para os extrativos totais, o que nos leva a afirmar, nesse caso, que a madeira de Tajuva possui um teor de extrativos 12 vezes maior que a madeira de *Eucalyptus grandis*.

Tabela 2. Composição química média do lenho de Tajuva.
Table 2. Mean chemical composition of Tajuva's wood.

Constituintes	Cerne (%)	Alburno (%)	Média (%)
Cinzas	1,08 ± 0,1	1,35 ± 0,1	1,215 ± 0,1
Lignina insolúvel	17,58 ± 0,4	17,55 ± 1,2	17,56 ± 0,8
Holocelulose	63,45 ± 1,4	78,59 ± 1,2	71,02 ± 1,3
Alfa celulose	35,44 ± 0,8	44,38 ± 1,9	39,91 ± 1,3
Hemicelulose	28,01 ± 1,1	34,21 ± 1,5	31,11 ± 1,3
Extrativos totais	18,92 ± 1,4	6,32 ± 0,5	12,62 ± 0,9
TOTAL	101,03 ± 3,3	103,81 ± 3	102,42 ± 3,1

Fonte: Autores.

Os valores médios para a lignina no cerne foram de 17,58%, enquanto que para o alburno, os valores foram de 17,55% (Figura 1).

Utilizando o mesmo procedimento, Lamounier et al. (2012), encontraram na Tajuva, o teor médio de 19,22% para a lignina Klason. Estudos realizados por Klitzke et al. (2008), com madeira de Jatobá (*Hymenaea sp.*), para a madeira de cerne e alburno, obtiveram valores de 30,39% e 28,69% respectivamente, demonstrando valores obtidos, aproximados para cerne e alburno, a exemplo dos valores obtidos para o lenho da Tajuva.

Para o *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, Silva et al. (2005), determinaram o teor de lignina em plantas com 10, 14, 20 e 25 anos, obtendo valores de 25,53%, 27,12%, 28,29% e 27,95% respectivamente.

Os valores médios encontrados para a holocelulose no cerne foram de 63,45%, enquanto que no alburno, os valores foram de 78,59%. A média para o lenho da Tajuva foi de 71,02% (Figura 1). Esses valores são inversamente proporcionais aos teores de extrativos, fato esse, observado com relação aos teores de ambos, obtidos nas posições analisadas para o cerne da madeira, visto que, teores de lignina permaneceram constantes nas amostras de cerne e alburno.

A madeira de *Maclura pomifera* (Raf.) C. K. Schneid, espécie de morácea, apresentou teor de 50,34% de holocelulose (SALEM; MOHAMED, 2013). Já para *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, nas idades de 10, 14, 20 e 25 anos, os valores em holocelulose encontrados foram de 69,46%, 70,61%, 67,11% e 67,59% respectivamente (SILVA et al., 2005).

A madeira de *Pinus oocarpa* é composta por 80,27% de holocelulose (MORAIS et al., 2005), já o *Pinus taeda*, apresenta em sua composição 70,46% de holocelulose (VIVIAN et al., 2015), valores este muito próximo ao encontrado para o lenho de Tajuva.

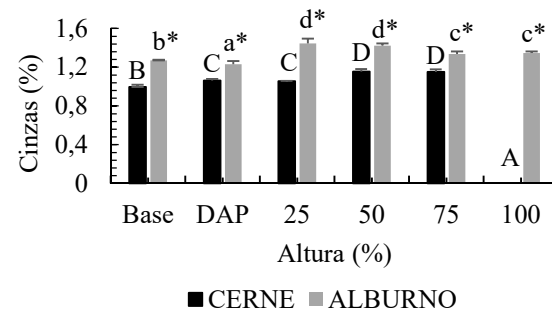
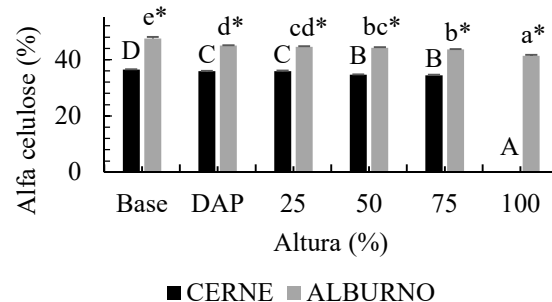
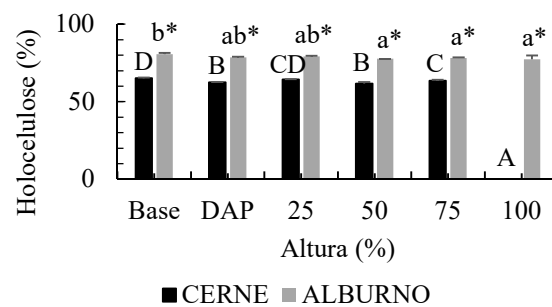
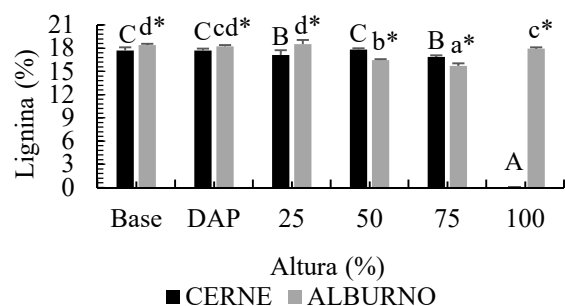
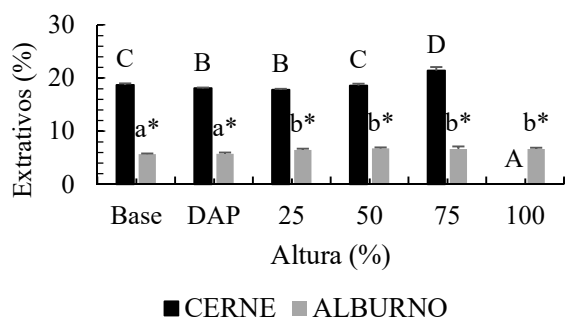


Figura 1. Propriedades químicas da madeira de Tajuva em função da altura. Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula e minúscula, entre colunas, não diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD de Fisher em 5% de probabilidade de erro. Na coluna (altura), médias seguidas de * diferem estatisticamente entre si pelo teste LSD de Fisher em 5% de probabilidade de erro. A barra de erros representa o desvio padrão.

Figure 1. Chemical properties of Tajuva's wood in terms of height.

Os valores médios para a alfa celulose no cerne foram de 35,44%, enquanto que no alburno, os valores foram de 44,38%. A média para o lenho da Tajuva foi de 39,91% (Figura 1).

Morais et al. (2005), analisando quimicamente a madeira de *Pinus oocarpa*, com 15 cm de DAP, obtiveram valor de 59,05% para a alfa celulose. Para a madeira de *Eucalyptus*

urophylla e *Eucalyptus citriodora*, Da Costa et al. (2007) determinaram os valores de 41,5% e 45,7%, para alfa celulose, respectivamente, não destoando da média encontrada para tajuva neste trabalho.

Os teores de alfa celulose estão diretamente ligados aos de holocelulose, tendo em vista que o tratamento alcalino realizado solubiliza as hemiceluloses e, o resíduo fibroso, que não reage durante o processo, resulta em teores de alfa celulose.

Para o teor de cinzas, os valores médios no cerne foram de 1,08%, enquanto que no alburno, os valores foram de 1,35%. A média para o lenho da Tajuva foi de 1,21% (Figura 1). Em processo de determinação dos minerais da madeira, Gonçalves et al. (2013), encontraram valores de 1,42% para o teor de cinzas no lenho da Tajuva. A madeira de *Pinus elliottii* Engel é composta por 0,41% de cinzas (BALLONI, 2009).

Sobre os minerais da madeira, Barcellos et al. (2005), ressaltam a importância em considerar as quantidades dos lenhos juvenil e adulto na árvore, visto que as atividades metabólicas no alburno são maiores em relação ao cerne, explicando assim, o maior teor de cinzas encontrados para o alburno da Tajuva.

Analisando a composição macromolecular, pode-se afirmar que todos os compostos químicos do lenho da Tajuva oscilam dentro dos valores esperados para uma madeira de folhosa.

Apesar do baixo teor de lignina encontrado, característica desejável para a produção de polpa celulósica, o teor de extrativos vem a ser um importante parâmetro de qualidade para a seleção de madeiras a serem empregadas nesta indústria, portanto, deve-se descartar a espécie para este fim, pois os altos valores encontrados na espécie poderiam causar problemas de 'pitch' no papel e corrosões no maquinário das fábricas.

Cálculos realizados para a determinação da densidade básica (ρ_b) e densidade verde (ρ_v), resultaram em valores médios de 0,539 g.cm⁻³ e 1,180 g.cm⁻³, respectivamente para a madeira de tajuva (Figura 2). A Tabela 3, relaciona espécies nativas da região, todas amplamente utilizadas, cada qual com característica específica.

Tabela 3. Densidade de espécies nativas na região.

Table 3. Density of native species in the region.

Espécie	Densidade (g.cm ⁻³)	Referências
<i>Parapiptadenia rígida</i> (Benth.)	0,85	
<i>Cordia americana</i> (L.) Goettsb. & J. S. Mill	0,78	LORENZI, 208
<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	0,55	

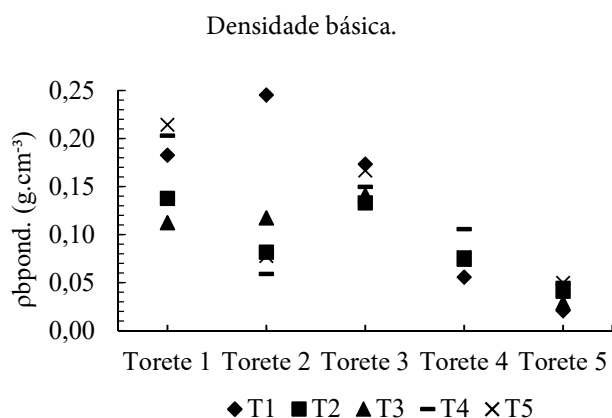
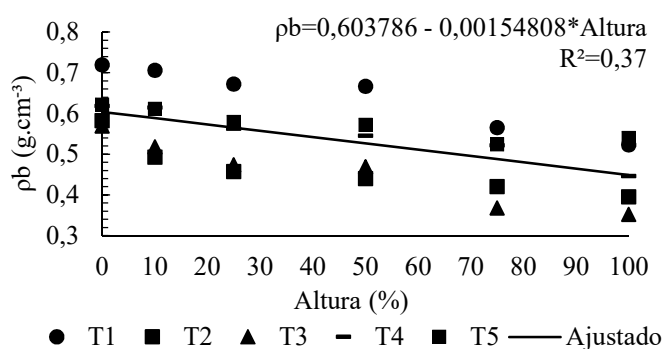
Comparando os resultados, a madeira de tajuva apresentou densidade básica menor que duas das três espécies citadas, sendo equivalente, em valores, apenas ao cedro. Quando comparada à madeiras de reflorestamento, a exemplo do *Pinus taeda* L., Vivian et al. (2015), determinaram a densidade básica de 0,435 g.cm⁻³.

Em estudo sobre a biomassa e emissão de carbono na Amazônia, a partir de discos com casca retirados do DAP, Nogueira (2008), obteve valores para a densidade básica da Tajuva de 0,668 g.cm⁻³. Araujo (2007), analisando as relações funcionais de madeiras tropicais brasileiras, encontrou a densidade básica de 0,730 g.cm⁻³, mesmo valor encontrado no banco de dados do Laboratório de Produtos Florestais (LPF) do Serviço Florestal Brasileiro para a madeira de Tajuva.

A densidade básica apresentou decréscimo de valores em relação ao sentido da base-topo, mesma tendência encontrada para a madeira de *Ateleia glazioviana* Baill (ELOY et al., 2013), e para a madeira de guajuvira (TRAUTENMÜLLER et al., 2014). Glass; Zelinka (2010), salientam que a variação da densidade dentro de determinada espécie pode ocorrer devido às características anatômicas, como a proporção entre

cerne e albarno. Segundo Pereira et al. (2013), a existência de maior quantidade de madeira jovem nas posições mais altas do tronco, e as maiores proporções de cerne encontrados na base da árvore, explica o decréscimo da densidade nas posições superiores à base.

A densidade básica ponderada (ρ_{bpond}), determinada em função do volume comercial sem casca, apresentou valores de $0,555 \text{ g.cm}^{-3}$ (Figura 2). Estudando diversos clones de *Eucalyptus spp.*, Beltrame et al. (2015) obteve valores médios para a ρ_{bpond} de $0,428 \text{ g.cm}^{-3}$. Para a guajuvira (*Cordia americana* (Linnaeus) Gottshling & J.E. Mill), Trautenmüller et al. (2014) determinaram valores médios de $0,629 \text{ g.cm}^{-3}$.



Densidade ponderada.

Figura 2. Valores médios e equação de regressão para densidade básica (A) sentido base-topo, para cada árvore (T) e densidade ponderada (B) em função do volume de cada torete.

Figure 2. Mean values and the regression equation to basic density (A) towards bottom-up, to each tree (T) and weighted density (B) in terms of each log.

A família Moraceae destaca-se pelos figos e amoras (GONZAGA, 2006), não sendo, portanto, madeiras de grande destaque econômico. Além da Tajuva, o autor ressalta outras três espécies da família, consideradas madeiras de lei: a guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.), madeira muito parecida com a da Tajuva, com ρ_b de $0,560 \text{ g.cm}^{-3}$ a muirapiranga (*Brosimum paraense* Huber), adequada para construções navais, com ρ_b de $0,880 \text{ g.cm}^{-3}$ e, a bagaceira ou tatajuba (*Bagassa guianensis* Aubl.), outra madeira confundida com a Tajuva, com ρ_b de $0,820 \text{ g.cm}^{-3}$.

Em relação à densidade, a diferença entre os diâmetros e, possivelmente de idades entre as plantas, fez com que os valores obtidos ficassem ligeiramente abaixo dos encontrados na literatura, com exceção da árvore de maior diâmetro.

Conclusões

Sendo o teor de extrativos um parâmetro de qualidade para a seleção de madeiras a serem empregadas na indústria de extração de celulose, deve-se descartar a espécie para esse fim.

Processos silviculturais adequados e o melhoramento genético influenciam as características físico-mecânicas, visto que, a maior utilidade da madeira da Tajuva engloba processos de desdobro, processamento e acabamento, todos dependentes da densidade do material.

O alto teor de extrativos aumenta a durabilidade natural da madeira. Estudos posteriores sobre essa característica e, principalmente, sobre a qualidade da madeira poderão indicar a melhor utilização e a destinação final para a madeira da *Maclura tinctoria*.

Referências

- ARAÚJO, H. J. B. Relações funcionais entre propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras. **Floresta**, Curitiba, PR, v. 37, n. 3, set./dez. 2007.
- ASTM - American Society of Testing Materials. Standard test methods for specific gravity of wood and wood-based materials. **Annual Book of ASTM Standards Des. D 2395-93** (Re-approved 1997) Vol -4.10. Philadelphia, PA, 1997.
- BALLONI, C. J. V. **Caracterização física e química da madeira de *Pinus elliottii***. Trabalho de Graduação. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Itapeva, SP. 41 f.: il. 2009.
- BARCELLOS, D. C.; COUTO, L. C.; MULLER, M. D.; COUTO, L. O estado da arte da qualidade da madeira de eucalipto para a produção de energia: um enfoque nos tratamentos silviculturais. **Biomassa & energia** v.2, n.2, p 141-158. 2005.
- BELTRAME, R.; PERES, M. L.; DELUCIS, R. A.; FREITAS, D. L.; GATTO, D. A.; HASELEIN, C. R. Tensões de crescimento longitudinais e propriedades mecânicas da madeira de *Eucalyptus spp*. **Revista Matéria**. V.20 n. 04 pp 1061-1074. 2015.
- BROWNING, B. L. **The chemistry of wood**. New York: John Wiley, 689 p. 1963.
- CIOFFI, G.; ESCOBAR, L. M.; BRACA, A.; TAMMASI, N. Flavonoids from *Maclura tinctoria*. **Journal of Natural Products**. V. 66, p. 1061-1064, 2003.
- DA COSTA, M. M.; COLODETTE, J. L.; GOMIDE, J.; FOELKEL C. E. Avaliação preliminar do potencial de quatro madeiras de eucalipto na produção de polpa solúvel branqueada pela sequência AO(ZQ)P. **Revista Árvore**, Viçosa – MG. V 21 n.3 p 385-392, 1997
- ELOY, E.; CARON, O. B.; TREVISAN, R.; SCHMIDT, D.; ZANON, M. L. B.; BEHLING, A.; MONTEIRO, G. C. Variação longitudinal e efeito do espaçamento na massa específica básica da madeira de *Mimosa scabrella* e *Ateleia glazioviana*. **Floresta**, Curitiba, PR, v.43, n.2, p.327-334, 2013.
- EL-SOHLY, H. N.; JOSHI, A.; LI, X. C.; ROSS, S.A Flavonoids from *Maclura tinctoria*. **Phytochemistry**. V. 52, p. 141-145, 1999.
- GOMES, G. A. C; GONÇALVES, G. A. C.; PAIVA, R.; HERRERA, R. C.; PAIVA, P. D. O. Micro propagação de *Maclura tinctoria* L.: uma espécie em extinção. **Revista Árvore**. Viçosa – MG. v.34, n 1 p 25-30, 2010.
- GLASS, S. V.; ZELINKA, S. L. Moisture Relations and Physical Properties of Wood, Chapter 4. **Wood handbook - Wood as an engineering material**. General Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory. Madison, WI, U.S. 508 p. 2010.
- GONÇALVES, F. G.; PINHEIRO, D. T. C.; PAES, J. B.; CARVALHO, A. G.; OLIVEIRA, G. L. Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. **Floresta e Ambiente** 20(1):110-116. 2013.
- GONZAGA, A. L. **Madeira: uso e conservação**. Brasília, DF. IPHAN/MONUMENTA, Cadernos técnicos 6, 246 p. il. 2006.
- GONÇALVES, F. G.; PINHEIRO, D. T. C.; PAES, J. B.; CARVALHO, A. G.; OLIVEIRA, G. L. Durabilidade natural de espécies florestais madeireiras ao ataque de cupim de madeira seca. **Floresta e Ambiente** 20(1):110-116. 2013.
- KLITZKE, R. J.; SAVIOLI, D. L.; MUÑIZ, G. I. B.; BATISTA, D. C. Caracterização dos lenhos de cerne, alborno e transição de Jatobá (*Hymenaea* sp.) visando ao agrupamento para fins de secagem convencional. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 36, n. 80, p. 279-284, dez. 2008.
- KUKLÍK, P. Wood properties – Chapter 2. **Handbook 1 – Timber structures**. Educational materials for designing and testing of timber structures TEMTIS. September 2008.
- LAMOUNIER, K. C.; CUNHA, L. C. S.; MORAIS, S. A. L.; AQUINO, F. J. T.; CHANG, R.; NASCIMENTO, E. A.; SOUZA, M. G. M.; MARTINS, C. H. G.; CUNHA, R. Chemical Analysis and study of phenolics, antioxidant activity, and antibacterial effect of the wood and bark of *Maclura tinctoria* (L.) D. Don ex Steud. **Evid.-Bas. Compl. Alt. Med.**, New York, v. 2012, 7 p., 2012.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Vol.1, 5 edição. Nova Odessa, S.P., Instituto Plantarum, 2008.
- MISSIO, A. L.; MATTOS, B. D.; CADEMARTORI, P. H. G.; PERTUZZATTI, A.; CONTE, B.; GATTO, D. A. Thermo-

- chemical and physical properties of two fast-growing eucalypt woods subjected to two-step freeze-heat treatments. **Thermochemica Acta** 615, 15-22. 2015.
- MORAIS, S. A. L.; NASCIMENTO, E. A.; MELO, D. C. Análise da madeira de *Pinus oocarpa* parte I – estudos dos constituintes macromoleculares e extrativos voláteis. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.461-470, 2005.
- NOGUEIRA, E.M. **Densidade de madeira e alometria de árvores em florestas do “Arco do desmatamento”: implicações para biomassa e emissão de carbono a partir de mudanças de uso da terra na Amazônia brasileira**. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2008.
- PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C.; CARVALHO, A. M. M. L.; CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; SANTOS, L. C. Correlações entre a relação Cerne/Alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 41, n. 98, p. 217-225, jun. 2013
- PETTERSEN, R. C. **The chemical composition of wood**. U. S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI. 1984.
- SALEM, M. Z. M.; MOHAMED, N. H. Physico-Chemical characterization of wood from *Maclura Pomifera* (Raf.) C.K. Schneid. adapted to the Egyptian environmental conditions. **Journal of Forest Products & Industries**, 53-57 p. 2013.
- SILVA, J. C.; MATOS, J. L. M.; OLIVEIRA, J. T. S.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.29, n.3, p.455-460, 2005.
- SHIMOYAMA, V.R.S.; BARRICHELLO, L.E.G. Influência de características anatômicas e químicas sobre a densidade básica da madeira de *Eucalyptus spp*. In: Congresso anual de celulose e papel. **Anais...** São Paulo, ABTCP, p.178-183. 1991.
- TAPPI. Technical Association of the Pulp and Paper industry. **Tappi test methods**. Atlanta, TAPPI Press, 1994 - 1995.
- TRAUTENMÜLLER, J. W.; BALBINOT, R.; BORELLA, J.; TREVISAN, R. BALESTRIN, D.; VENDRUSCOLO, R.; SABADINI, A. M. Variação longitudinal da massa específica básica da madeira de *Cordia americana* e *Alchornea triplinervia*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.5, p.817-821, 2014.
- VIDAL, B. R. Métodos de determinação da densidade da madeira. **Boletim Técnico SIF**. Viçosa, v. 2, 1984. 21 p
- VIVIAN, M. A.; SEGURA, T. E.S.; BONFATTI JÚNIOR, E. A.; SARTO, C.; SCHMIDT, F.; SILVA JÚNIOR, F. G.; GABOV, K.; FARDIM, P. Qualidade das madeiras de *Pinus taeda* e *Pinus sylvestris* para a produção de polpa celulósica kraft. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 43, n. 105, p. 183-191, mar. 2015.