



Avaliação das propriedades físicas e químicas da madeira de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* cultivadas no Piauí

Bruna Layara Messias Araújo MEDEIROS¹, José Benedito GUIMARÃES JUNIOR^{2*}, Marcelo Xisto RIBEIRO¹, Fernando Jesus Noraga LISBOA³, Ingrid Luz GUIMARÃES³, Thiago de Paula PROTÁSIO³

¹ Departamento de Engenharias, Universidade Federal de Piauí, Bom Jesus, Piauí, Brasil.

² Departamento de Engenharias, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

³ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Goiás, Jataí, Goiás, Brasil.

*E-mail: jbguiumaraesjr@hotmail.com

Recebido em fevereiro/2016; Aceito em setembro/2016.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi determinar propriedades físicas e químicas das madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis* cultivadas no sul do Estado do Piauí. Para tanto, foram abatidas três árvores de cada espécie, com 48 meses de idade, localizadas em um plantio comercial da cidade de Curimatá-PI. Determinaram-se a densidade básica e retratibilidade (por meio das contrações radial, tangencial, volumétrica e o fator anisotrópico) em diferentes posições ao longo do fuste. Aparte, a composição química da madeira de cada espécie estudada com base nos teores de extrativos, lignina, holocelulose e cinzas. A madeira de *Corymbia citriodora* apresentou média densidade básica, enquanto a madeira de *Eucalyptus urograndis* foi considerada de baixa densidade. Com relação ao fator anisotrópico, ambas as espécies apresentaram valores considerados altos, acima de 2,0%. Pela análise de lignina, ambas as espécies apresentaram potencial para serem usadas para fins energéticos. Com relação aos extrativos totais e holocelulose, observou-se que a madeira de *Eucalyptus urograndis* tem melhor aptidão para ser utilizada na produção de painéis particulados, bem como de papel e celulose, respectivamente.

Palavras-chave: caracterização tecnológica, qualidade da madeira, propriedades físico-químicas.

Evaluation of physical and chemical properties *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* wood, cultured in Piauí, Brazil

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate physical and chemical properties of the wood of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urograndis* grown in the south of Piauí State. Therefore, there were felled three trees of each species, with age around 48 months, located in a commercial planting of the city of Curimatá-PI. It was determined the basic density and retratibility (through radial contractions, tangential, volumetric and anisotropic factor) in different positions along the stem. Aside, the chemical composition of the wood of each species, was studied based on the content of wood extractive, lignin, holocelulose and ashes. The wood of *Corymbia citriodora* showed average basic density, while *Eucalyptus urograndis* was considered low density. Regarding the anisotropic factor, both species showed values considered high, being above 2.0%. For the lignin analysis, both species had the potential to be used for energy purposes. Considering total holocellulose and extractives, it was found that *Eucalyptus urograndis* wood has can be used in the manufacture of particle boards as well as paper and pulp, respectively.

Keywords: technological characterization, wood quality, physical-chemical properties.

1. INTRODUÇÃO

O setor produtivo de base florestal divide-se em vários tipos de produtos, tais como: celulose e papel, carvão vegetal, móveis, madeira serrada, painéis reconstituídos, entre outros. Essas aplicações da madeira são extremamente dependentes de suas características tecnológicas, tais como: umidade, retratibilidade, densidade básica, estrutura anatômica e composição química (DIAS JÚNIOR et al., 2013).

As madeiras de *Eucalyptus urograndis* e *Corymbia citriodora* estão entre as principais espécies florestais utilizadas no Brasil para

o estabelecimento de florestas plantadas, sendo uma opção potencial das mais importantes, por apresentarem rápido crescimento, fácil adaptabilidade à diversos ambientes, atender aos requisitos tecnológicos dos diversos segmentos da produção industrial madeireira e contribuir, assim, para a redução da intensidade de exploração de florestas naturais (LOPES et al., 2011).

Segundo dados divulgados pela IBÁ (2015) a área plantada de eucalipto no Piauí, é de aproximadamente 31.212 ha havendo, assim, a necessidade a necessidade de introduzir plantios comerciais de espécies florestais de rápido crescimento, tendo em vista que atualmente esses plantios são limitados na região,

sendo a produção de carvão vegetal baseada, principalmente na utilização de madeira de espécies nativas.

No que se refere ao estudo de espécies de rápido crescimento, pode-se salientar que este vem ganhando importância, devido a sua variabilidade natural, quanto as suas propriedades físicas, químicas e anatômicas, e a possível adequação dessas variáveis aos diversos usos tecnológicos.

As variações existentes intra e entre espécies oferecem uma oportunidade de se alterar características importantes da madeira, a fim de se produzir matéria-prima com qualidade adequada para uso final (GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2009). Podendo-se destacar a possibilidade de se obter madeiras com menor densidade e elevado índice de polpação para a produção de papel e celulose; e madeiras de maior densidade e estabilidade dimensional para a produção de móveis e construção civil, por exemplo.

A qualidade da madeira se refere à sua capacidade para atender aos requisitos necessários para a fabricação de um produto, ou ainda, como a combinação de propriedades físicas, químicas, anatômicas e estruturais da árvore ou de suas partes que levam a um máximo aproveitamento e uma melhor aplicabilidade para determinado fim (AMORIN et al., 2013). Assim, o conhecimento tecnológico sobre madeiras que têm potencial para utilização na indústria, como é o caso do eucalipto, contribui de forma significativa para justificar a utilização dessas espécies no mercado (GONÇALEZ, et al., 2006).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi caracterizar física e quimicamente as madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis* cultivadas no sul do Estado do Piauí, com o intuito de apontar suas possíveis aplicações no segmento industrial madeireiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis*, provenientes de um plantio com idade de 48 meses, localizado no município de Curimatá-PI (9°37'28" S 44°07'12" W e altitude de 650 metros).

Foram abatidas três árvores de cada espécie. De cada árvore, foram retirados discos de 5,0 cm de espessura ao longo do fuste comercial nas posições de 0,1 m, 50 e 100% da altura comercial base, meio e topo. Os discos foram divididos em quatro cunhas, sendo que para cada tipo de ensaio (físicos e químicos) foi destinado um par de cunhas diametralmente opostas.

O volume foi determinado pelo método de imersão em água sobre balança hidrostática, sendo os corpos de prova imersos em água até atingirem a saturação. Após, os corpos de prova seguiram para uma estufa de circulação forçada de ar com temperatura de $103 \pm 2^\circ \text{C}$, até atingirem massa constante. A densidade básica foi obtida por meio da razão entre a massa anidra e o volume saturado.

A retratibilidade da madeira foi avaliada por meio da contração linear nos diferentes eixos da madeira (longitudinal, tangencial e radial), retratibilidade volumétrica e coeficiente anisotrópico.

O procedimento do ensaio, tanto para densidade básica quanto para retratibilidade, seguiu a Norma MB-26/40 da ABNT (1940), porém adotando para cada árvore estudada, um número de 20 corpos de prova de dimensões de 2 x 2 x 3 cm.

A determinação dos constituintes químicos da madeira foi realizada conforme as normas da ABNT (1998): teor de extrativos totais – NBR 7987 T204 om-88; teor de lignina

insolúvel em ácido – T222 om-88; teor de cinzas – T211 om-93 e teor de holocelulose – por diferença (Holocelulose = 100 – teor de cinzas – teor de lignina – extrativos totais).

Para ambas as propriedades físicas e químicas da madeira, foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), arranjado em fatorial. Uma vez que não houve interação significativa entre os fatores estudados, analisou-se separadamente cada fator. A análise comparativa entre médias foi realizada por meio do teste de Scott-Knott a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que, para densidade básica, houve diferença estatística significativa entre as médias das espécies avaliadas, sendo que a espécie *Eucalyptus urograndis* apresentou densidade básica 19,30% inferior à da espécie *Corymbia citriodora* (Tabela 1). De acordo com o proposto pelo Instituto de Pesquisa Tecnológica -IPT (1985), madeiras com densidade básica inferiores à $0,50 \text{ g/cm}^3$ são classificadas como de baixa densidade, madeiras com densidade básica no intervalo entre $0,50$ e $0,72 \text{ g/cm}^3$, são classificadas como de média densidade e madeira com densidade básica acima de $0,72 \text{ g/cm}^3$, são classificadas como de alta densidade, sendo assim, a madeira de *Corymbia citriodora* apresenta média densidade básica, enquanto a espécie *Eucalyptus urograndis* apresenta madeira de baixa densidade básica.

Não houve diferença estatística significativa entre os valores de densidade básica obtida nas diferentes posições ao longo do fuste (Tabela 2). Duarte (2007), trabalhando com híbridos (*Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*) afirmou que a baixa variabilidade da densidade básica ao longo do fuste pode ser fruto de prévio trabalho de melhoramento genético e manejo silvicultural. Já Trugilho et al. (2005), relataram que a variação da densidade básica ao longo do fuste para a madeira de eucalipto apresenta diferentes tendências, tais como: a densidade pode ser decrescente no sentido base-topo, crescente a partir do

Tabela 1. Densidade básica das madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis*.

Table 1. Basic density of wood of the *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urograndis*.

Madeira	Densidade básica (g cm ⁻³)
<i>Eucalyptus urograndis</i>	0,46 A (16,00)
<i>Corymbia citriodora</i>	0,57 B (26,47)
CVe (%)	23,25

CVe: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. Valores entre parêntesis representam o coeficiente de variação amostral, em porcentagem.

Tabela 2. Densidade básica das madeiras ao longo do fuste.

Table 2. Basic density of wood along the plant stem.

Posição	Densidade básica (g cm ⁻³)	
	<i>Corymbia citriodora</i>	<i>Eucalyptus urograndis</i>
Base	0,54 A (24,94)	0,46 A (18,88)
Meio	0,61 A (26,97)	0,45 A (16,43)
Topo	0,58 A (27,34)	0,49 A (16,61)
CVe (%)	26,14	15,96

CVe: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. Valores entre parêntesis representam o coeficiente de variação amostral, em porcentagem.

DAP ou alternar valores crescentes e decrescentes. Contudo, a variação da densidade básica ao longo do fuste é menos intensa que na direção radial.

Os valores de contração volumétrica não apresentaram diferença estatística, sendo os valores médios encontrados para essa propriedade de 17,30 e 15,05%, para o *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis*, respectivamente (Tabela 3). Esses resultados ficaram próximos daqueles obtidos por Batista et al. (2010) que, trabalhando com clones de *Eucalyptus*, de 11 anos de idade, encontraram valores entre 14,10 e 18,71%, bem como dos valores obtidos por González et al. (2006), que obtiveram valores no intervalo entre 17,26 e 15,19%, para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus cloeziana*, de 17 anos de idade, respectivamente. Já Mori et al (2010), encontraram valor médio de contração volumétrica de 11,08% para a espécie *Eremanthus erythropappus*, valor este inferior aos obtidos neste trabalho, o que pode ser justificado pela elevada densidade básica da madeira desta espécie, quando comparada às espécies avaliadas neste trabalho, já que espécies mais densas tendem a serem mais estáveis dimensionalmente, uma vez que apresentam maior quantidade de material lenhoso por volume de madeira diminuindo, assim, os espaços livres para entrada e água.

Os valores para a contração longitudinal foram iguais estatisticamente, com valores médios de 1,09 e 1,44%, para o *Eucalyptus urograndis* e *Corymbia citriodora*, respectivamente. Albuquerque (1991), encontrou valores variando entre 0,6 e 1,1% para espécies de eucaliptos, valores estes semelhantes aos obtidos nesse estudo. Pode-se dizer que esse eixo estrutural não apresenta variações significativas, não promovendo grandes influências nas variações dimensionais das peças de madeira.

Os valores de retratibilidade tangencial e radial foram diferentes estatisticamente entre as espécies. Os maiores valores foram observados para a madeira de *Corymbia citriodora* com valores médios de 9,95 e 5,24%, respectivamente, de modo que a madeira de *Eucalyptus urograndis* apresentou valores médios de 8,46% para a retratibilidade tangencial e 4,17% para a radial. Estes valores estão próximos dos encontrados por Batista et al. (2010) para a madeira de *Eucalyptus grandis*, que obteve valores médios de 9,25% para a contração tangencial e 4,60% para a contração radial. Silva et al., (2006), encontraram para a madeira de *Eucalyptus grandis* com idades variando de 10 a 25 anos, valores médios de retratibilidade radial e tangencial de 6,09% e 10,14% respectivamente.

O fator anisotrópico foi estatisticamente igual para ambas as espécies estudadas. González et al., (2006) trabalhando com *Eucalyptus grandis* aos 17 anos de idade encontraram resultados para o fator anisotrópico, inferiores aos encontrado neste trabalho, sendo o valor médio obtido pelos autores, de 1,58% para *Eucalyptus grandis* e 1,83% para *Eucalyptus cloeziana*. Tal fato pode ser justificado pela idade do povoamento avaliado pelo referido autor, já que indivíduos mais velhos tendem a apresentar maior densidade devido à elevada cernificação da madeira, o que as torna mais estáveis dimensionalmente.

Com base na classificação dos níveis de coeficiente de anisotropia proposta por Durlo; Marchiori (1992), as madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis* não apresentaram aptidão para serem utilizadas na construção civil, com valores acima de 2.

As espécies avaliadas diferiram estatisticamente quanto ao teor de extrativos totais, sendo que a espécie *Eucalyptus urograndis* apresentou teor de extrativos totais 30,23% menores, quando comparado com a espécie *Corymbia citriodora* (Tabela 4). Os valores obtidos próximos dos encontrados por Lima et al (2007) que estudando a madeiras de clones de *Eucalyptus* encontraram valor médio de extrativos totais variando entre 5,54 e 4,79%.

Os valores de lignina não apresentaram diferença estatística significativa entre as madeiras estudadas. Os valores foram respectivamente 26,70 e 27,36%, para o *Eucalyptus urograndis* e *Corymbia citriodora*. Moraes (2008) obteve, para clones de eucaliptos, teores de lignina variando de 28,8 a 31,6%, portanto superiores aos encontrados neste trabalho, o que pode ser explicado pelo baixo teor de extrativos encontrado pelo autor, onde o valor máximo encontrado, para o povoamento de 5 anos de idade, foi de 1,18%.

Os valores médios para os teores de holocelulose apresentaram diferenças estatísticas significativas entre as madeiras estudadas. Assim, a madeira que apresentou maior valor foi *Eucalyptus urograndis* com 66,12%; enquanto que o *Corymbia citriodora* apresentou 62,80%.

Os valores encontrados estão de acordo com os encontrados por Braz et al. (2014) ao avaliarem as propriedades químicas de clones de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis*, com entre 30 e 35 meses de idade, que encontraram valores médios variando entre 66,08 e 69,23% Segundo Mokfinski et al. (2008) altos teores de holocelulose proporcionam alto rendimento

Tabela 3. Valores médios das contrações e coeficiente anisotrópico para as madeiras de *Corymbia citriodora* e *Eucalyptus urograndis*.
Table 3. Mean values of contractions and anisotropic coefficient for wood of *Corymbia citriodora* and *Eucalyptus urograndis*.

Madeira	Contrações (%)				FA
	V	L	R	T	
<i>Eucalyptus urograndis</i>	15,05 A (18,23)	1,09 A (33,51)	4,17 A (25,10)	8,56 A (19,13)	2,03 A (27,53)
<i>Corymbia citriodora</i>	17,30 A (15,89)	1,44 A (29,39)	5,24 B (30,18)	9,95 B (16,36)	2,11 A (21,70)
CVe (%)	19,43	43,48	28,47	18,50	24,22

CVe: coeficiente de variação experimental, Volumétrica (V), longitudinal (L), radial (R) tangencial (T), fator anisotrópico (FA). Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. Valores entre parêntesis representam o coeficiente de variação amostral, em porcentagem.

Tabela 4. Análise química das madeiras de *Eucalyptus urograndis* e *Corymbia citriodora*.

Table 4. Chemical analysis of the woods of *Eucalyptus urograndis* and *Corymbia citriodora*.

Madeira	Extrativos totais (%)	Lignina (%)	Holocelulose (%)	Cinzas (%)
<i>Eucalyptus urograndis</i>	6,51 A (10,62)	26,70 A (4,30)	66,12 B (2,54)	0,67 A (19,25)
<i>Corymbia citriodora</i>	9,33 B (7,68)	27,36 A (3,52)	62,80 A (0,18)	0,51 A (55,42)
CVe (%)	8,89	3,92	1,84	42,84

CVe: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de significância. Valores entre parêntesis representam o coeficiente de variação amostral, em porcentagem.

na polpa celulósica para a produção de papel. Neste aspecto, considerando o teor de holocelulose, a madeira de *Eucalyptus urograndis* apresentou maior potencial para ser utilizada na indústria de papel e celulose, porém testes de polpação devem ser realizados visando reforçar esta teoria, já que apenas a análise desta variável não comprovaria, de forma geral, a sua aptidão para tal fim..

Para o teor de cinzas, observa-se que não houve diferenças estatísticas significativas entre as madeiras estudadas. Os valores médios encontrados foram 0,67 e 0,51% para a madeira de *Eucalyptus urograndis* e *Corymbia citriodora*, respectivamente. Estes valores são superiores aos encontrados por Morais, (2008) que, estudando clones de *Eucalyptus* encontrou valores entre 0,12 e 0,50%. Já Moulin et al. (2015) estudando clones *Eucalyptus* em diferentes espaçamentos, obtiveram valores médios variando entre 1,29 e 1,48% para o teor de cinzas de clones cultivados em espaçamento 3x3, e afirmou que espécies que apresentam menores teores de cinzas são mais indicadas para a produção de carvão, já que a presença de cinzas pode causar danos as equipamentos e tubulações onde esta for queimada.

4. CONCLUSÕES

A madeira de *Corymbia citriodora* apresentou média densidade básica, enquanto a de *Eucalyptus urograndis*, baixa; os valores de densidade básica, contrações e fator anisotrópico para ambas as espécies foram homogêneos ao longo do fuste;

O comportamento da retratibilidade de ambas as espécies estudadas mostra uma baixa aptidão das mesmas para o segmento da construção civil com base nos níveis de coeficiente anisotrópico;

Devido ao teor de lignina, ambas as espécies têm potencial para serem utilizadas para fins energéticos; com relação a extrativos totais, a madeira de *Eucalyptus urograndis* apresentou menor valor (6,51%), sendo mais propício para a produção de painéis particulados; quanto a holocelulose, a espécie *Eucalyptus urograndis* apresentou maior valor (66,12%), sendo mais apto para o segmento de papel/celulose.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Normas Técnicas. Ensaio físico e mecânico da madeira. MB-26/40**. Rio de Janeiro: 1940. 16p
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Normas Técnicas. ABNT. NBR-7190**. Rio de Janeiro. 1997.
- ALBUQUERQUE, M. C. J. **Indicação para o emprego de dezesseis espécies de eucalipto na construção civil**. 1991. 134p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 1991.
- BATISTA, D. C.; KLITZKE, R. J.; SANTOS, C. V. T. Densidade básica e retratibilidade da madeira de clones de três espécies de *Eucalyptus*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n.4, p.667-674, 2010. <https://doi.org/10.5902/198050982425>
- BRAZ, R. L., OLIVEIRA, J. S., ROSADO, A. M., VIDAURRE, G. B., PAES, J. B., TOMAZELLO FILHO, M., LOIOLA, P. L. Caracterização anatômica, física e química da madeira de clones de *Eucalyptus* cultivados em áreas sujeitas à ação de ventos. **Ciência da Madeira**. Pelotas, v. 5, p. 127-137, 2014
- CALORI, J. V.; KIKUTI, P. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos 20 anos de idade. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURA AND IMPROVEMENT ON EUCALYPTUS, 1997, Salvador. **Proceeding...** Salvador: Embrapa; IPEF; SIF; SEAGRI-DDF, 1997. V. 3, p. 321-326.

- DUARTE, F. A. S. **Avaliação da madeira de *Betula pendula*, *Eucalyptus globulus* e de híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* destinadas à produção de polpa celulósica kraft**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 67p. 2007.
- DIAS JÚNIOR, A. F.; SANTOS, P. V.; PACE, J. H. C.; CARVALHO, A. M.; LATORRACA, J. V. F. Caracterização da madeira de quatro espécies florestais para uso em movelaria. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 4, n. 1, 2013.
- DURLO, M. A.; MARCHIORI, J. N. C. **Tecnologia da madeira: retratibilidade**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1992. 33p. (Série Técnica, 10).
- GONÇALES J. C., BREDÁ, L. C. S., BARROS, J. F. M., MACEDO, D. G., JANIN, G. COSTA, A. F., VALE, A. T. Características tecnológicas das madeiras de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus cloeziana* F. Muell visando ao seu aproveitamento na indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 329-341, 2006. <https://doi.org/10.5902/198050981912>
- GONÇALVES, C. A., LELIS, R. C. C., ABREU, H. S. Caracterização físico-química da madeira de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). **Caatinga**, Mossoró, v. 23, n.1, p. 54-62, 2010.
- GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; MORI, F. A. Painéis compensado de eucalipto: estudo de caso de espécies e procedências. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 10-18, 2009.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES (IBÁ). **Indicadores de desempenho nacional de árvores plantadas referentes ao ano de 2014**. Disponível em: http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf. Acesso em: 23 de julho de 2016.
- LIMA, C. K. P., MORI, F. A., MENDES, L. M., CARNEIRO, A. C. O. Características anatômicas da madeira de clones de *Eucalyptus* e sua influência na colagem. **Cerne**, Lavras, v.13, n.2, p. 123-129, 2007.
- LOPES, C. S. D.; NOLASCO, A. M.; TOMAZELLO FILHO, M.; DIAS, C. T. S.; PANSINI, A. Estudo da massa específica e da variação dimensional da madeira de três espécies de eucalipto para a indústria moveleira. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 21, p. 315-322, 2011. <https://doi.org/10.5902/198050983235>
- MOKFIENSKI, A.; COLODETTE, J. L.; GOMIDE, J. L.; CARVALHO, A. M. M. L. A importância relativa da densidade da madeira e do teor de carboidratos no rendimento de polpa e na qualidade do produto. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 401-403, 2008. <https://doi.org/10.5902/19805098451>
- MORAIS, P. H. D. **Efeito da idade da madeira de eucalipto na sua química e polpabilidade, e braqueabilidade e propriedades físicas da polpa**. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa- Minas Gerais. 79p. 2008.
- MORI, C. L. S., MORI, F. A., MENDES, L. M. Caracterização anatômica, química e física da madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC) Macleish). **Cerne**, Lavras, v.16, n. 4, p. 451-456, 2010.
- MOULIN, J. C., ARANTES, M. D. C., VIDAURRE, G. B., PAES, J. B., CARNEIRO, A. C. O. Efeito do espaçamento, da idade e da irrigação nos componentes químicos da madeira de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 39, n. 1, p. 199-208, 2015.
- AMORIM, P.G. R.; GONÇALEZ, J. C.; GONCALVES, R.; TELES, R.F.; TELES, R. F.; SOUZA, F. Ultrasound waves for assessing the technological properties of *Pinus caribaea* var *hondurensis* AND *Eucalyptus grandis* wood. **Maderas. Ciencia y Tecnología** (En línea), Concepción, v. 15, p. 2-10, 2013.

- SILVA, J. C.; OLIVEIRA, J. T. S; XAVIER, B. A; CASTRO, V. R. Variação da retratibilidade da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, em função da idade e da posição radial no tronco. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.5, p. 830-810, 2006.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF PULP AND PAPER INDUSTRY. **Basic density and moisture content of pulpwood**. Atlanta: TAPPI, 1994.
- TRUGILHO, P. F.; LIMA, J. T.; MENDES, L. M. Influência da idade nas características do eucalipto. **Revista da Madeira**, Curitiba, v. 15, n. 92, p. 82-88, 2005.
- VALE, A. T., DIAS, I. S., SANTANA, M. A. E. Relações entre propriedades químicas, físicas e energéticas da madeira de cinco espécies de cerrado. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.20, n.1, p. 137-145, 2010. <https://doi.org/10.5902/198050981767>