

Propriedades químicas de madeiras nativas comerciais

Chemical properties of commercial native woods

Propiedades químicas de maderas nativas comerciales

Esther Saraiva Carvalho de Souza¹

Záira Morais dos Santos Hurtado de Mendoza²

Pedro Hurtado de Mendoza Borges³

Gabriella da Silva França⁴

¹ Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: esthersaraiva31@gmail.com,
Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-3773-3270>

² Doutora e mestre em Ciência Florestal pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Professora do Departamento de Engenharia Florestal, Área de Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: zaira@ufmt.br, Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-0930-7928>

³ Pós-Doutor em Mecanização Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa (UFV). Doutor em Máquinas Agrícolas pela Universidade de Rostock, na Alemanha, título revalidado pela UNICAMP. Professor do Departamento de Solos e Engenharia Rural, Área de Construções Rurais e Ambiente da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: pborges@ufmt.br,
Orcid: <http://orcid.org/0000-0001-7603-8775>

⁴ Bacharel em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). E-mail: gabriellafranca10@hotmail.com,
Orcid: <http://orcid.org/0000-0002-8962-0796>

Resumo: A qualidade da madeira está relacionada com seu uso e o conjunto das propriedades químicas, físicas, anatômicas e mecânicas que lhe conferem características tecnológicas. O objetivo deste trabalho foi analisar o teor de extrativos, o teor de lignina e o pH de madeiras de florestas autóctones, visando prever e/ou aprimorar suas utilizações. Foram quantificados os teores de extrativos solúveis em água fria e quente, NaOH 1% e etanol/tolueno, o teor de lignina e o pH. A partir do teste de médias, constataram-se as diferenças estatísticas entre as espécies. Concluiu-se, portanto, que as madeiras de espécies nativas podem ser indicadas para a produção de carvão vegetal, para fabricação de produtos reconstituídos de madeira e para uso em construções rurais.

Palavras-chave: teor de extrativos; teor de lignina; pH.

Abstract: The quality of wood is related to its use and the set of chemical, physical, anatomical and mechanical properties that give them technological characteristics. The objective of this work was to analyze the extractives content, lignin content and pH of native forest woods, aiming to predict and/or improve their uses. The contents of cold and hot water soluble extractives, 1% NaOH and ethanol/toluene, lignin content and pH were quantified. From the means test it was verified the statistical differences between the species. It was concluded, therefore, that woods of native species can be indicated for the production of charcoal, for the manufacture of reconstituted wood products and for use in rural buildings.

Keywords: extractives content; lignin content; pH.

Resumen: La calidad de la madera está relacionada con su uso y el conjunto de propiedades químicas, físicas, anatómicas y mecánicas que les confieren características tecnológicas. El objetivo de este trabajo fue analizar el contenido de los extractos, el contenido de lignina y el pH de maderas forestales nativas, con el propósito de predecir y/o mejorar sus usos. Se cuantificaron los contenidos de extractivos solubles en agua fría y caliente, NaOH al 1% y etanol/tolueno, contenido de lignina y pH. A partir de la prueba de medias se verificaron las diferencias estadísticas entre las especies. Se concluyó, por lo tanto, que las maderas de especies nativas pueden ser indicadas para la producción de carbón, para la fabricación de productos de madera reconstituídos y para su uso en edificaciones rurales.

Palabras clave: contenido de extractivos; contenido de lignina; pH.

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade, a madeira tem sido empregada em diferentes setores, sendo uma das matérias-primas mais utilizadas para produção de energia, celulose e papel, construções rurais e urbanas, indústria moveleira, farmacologia, entre outros usos. Além da versatilidade, outra característica relevante desse insumo é o aspecto ambiental que ele proporciona, por ser um material renovável e de fácil acesso, quando comparado a outras fontes. A qualidade da madeira está intimamente relacionada com seu uso, e o conjunto das propriedades químicas, físicas, anatômicas e mecânicas confere suas características tecnológicas de empregabilidade. A quantidade total de componentes químicos e as propriedades específicas presentes na madeira podem ser alteradas em função das condições pelas quais a árvore fica exposta durante seu crescimento, tais como a fertilidade do solo, a fitossanidade da planta, a ausência ou presença de luz, ataque de insetos, além das próprias características genéticas do vegetal. Todos esses fatores determinam a qualidade final da madeira como produto e coproduto para os mais variados usos.

Contudo, apesar de a parte silvicultural e edafoclimática perfazer o rol de fatores necessários para o desenvolvimento das árvores, são as suas características intrínsecas que lhes qualificam ou não para um determinado setor. Na área de construções rurais e estruturas de madeira, as propriedades mais exigidas são as mecânicas, as físicas e as químicas. Para a área de energia, papel e celulose, exige-se amplo conhecimento das propriedades químicas, físicas e anatômicas; já para a área moveleira, as propriedades mecânicas, físicas e a trabalhabilidade normalmente são as mais requeridas no material arbóreo.

O público consumidor de madeira vem cada vez mais requisitando produtos de qualidade e ambientalmente corretos, por isso é necessário o conhecimento das propriedades tecnológicas das diferentes madeiras, visando atender às exigências mercadológicas e ambientais. Há poucos relatos de estudos sobre a composição química de madeiras de espécies nativas como um mecanismo de agregação de valor, já que as pesquisas estão mais votadas para espécies de florestas plantadas. Assim, devido à escassez

de trabalhos na literatura científica sobre o assunto e a necessidade de informações tecnológicas para impulsionar a aplicabilidade dessas madeiras em diferentes setores do mercado florestal, tornam-se indispensáveis os estudos sobre a composição química delas.

Indo ao encontro da demanda levantada pelo setor florestal, a pesquisa teve como objetivo estudar as principais propriedades químicas de algumas madeiras provenientes de florestas autóctones (nativas), visando prever e/ou aprimorar suas principais utilizações de forma consciente e ambientalmente justa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta do material foi realizada no depósito unificado de madeira apreendida pertencente ao Instituto de Defesa Agropecuária do Estado de Mato Grosso (INDEA/MT), em Cuiabá, MT. No local, as espécies estavam distribuídas em lotes, organizados em forma de pilhas de madeira serrada, e numeradas sequencialmente para posterior identificação. Cada indivíduo apreendido possuía um termo circunstanciado de ocorrência (TCO) único, referente a apreensões de lote de madeiras, em momentos distintos, por parte da autoridade policial. Depois de apreendidas, as madeiras foram identificadas por peritos do próprio órgão, através da estrutura macroscópica delas.

Após a escolha aleatória dos lotes, referentes aos anos de 2015, 2016 e 2017, foi verificada a presença de oito espécies nativas (Tabela 1), amplamente comercializadas dentro e fora do estado, na forma de peças serradas e derivados. Sequencialmente, procedeu-se à coleta das amostras nos lotes de madeiras escolhidas, apresentando-se uma tábua por espécie, resultando, assim, em oito tábuas. A retirada das tábuas foi feita no interior da pilha, evitando-se possíveis problemas causados pelo intemperismo. As tábuas foram coletadas com as medidas nominais produzidas para a sua comercialização, cujas dimensões variaram de 2,20 m a 3,00 m de comprimento, por 0,25 a 0,40 m de largura, por 3,0 cm a 7,0 cm de espessura.

Tabela 1 – Espécies e gêneros estudados

Nome Comum	Ordem	Família	Gênero
Angelim-pedra	Fabales	Fabaceae	<i>Hymenolobium</i> sp.
Castanha-jarana	Ericales	Lecythidaceae	<i>Lecythis</i> sp.
Cedrinho	Myrtales	Vochysiaceae	<i>Erisma</i> sp.
Faveira-dura	Fabales	Fabaceae	<i>Enterolobium</i> sp.
Ipê	Lamiales	Bignoniaceae	<i>Tabebuia</i> sp.
Itaúba	Laurales	Lauraceae	<i>Mezilaurus</i> sp.
Tauari	Ericales	Lecythidaceae	<i>Couratari</i> sp.
Ucuubarana	Magnoliales	Myristicaceae	<i>Iryanthera</i> sp.

Fonte: Elaboração própria.

Posteriormente, o material foi separado por espécies e, em seguida, cada tábua foi seccionada em cinco peças de 30 cm de comprimento, que foram redimensionadas para as medidas de 8 cm x 2 cm x 25 cm (largura, espessura e comprimento, respectivamente), totalizando, ao final, 40 amostras para os ensaios de composição química e avaliação do pH.

Em seguida, foi feito o cavaqueamento do material de forma manual, utilizando-se facão e facas. Logo após, as amostras foram moídas em moinho de facas do tipo Willy e classificadas em peneiras de 40/60 mesh (425 mm/250 mm de abertura). O material que atravessou a peneira de 425 mm e ficou retido na peneira de 250 mm foi acondicionado em sacolas plásticas, para posteriormente ser utilizado nas análises, conforme normas da Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel (ABTCP, 1974), descritas na Tabela 2.

Tabela 2 – Procedimentos e normas utilizadas nas análises

Análises	Normas
Amostragem e Processamento do Material	ABTCP M1/71
Determinação do Teor de Extrativos em NaOH (1%)	ABTCP M5/68
Determinação do Teor de Extrativos em Água Quente	ABTCP M4/68
Determinação do Teor de Extrativos em Água Fria	ABTCP M4/68
Determinação do Teor de Extrativos em Etanol/Tolueno	ABTCP M3/69
Determinação do Teor de Lignina	ABTCP M10/71
Determinação do pH	NBR 14339

Fonte: Elaboração própria.

A análise estatística foi realizada em esquema de parcelas subdivididas em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito amostras (espécies), sendo os tratamentos o teor de extrativos em água fria, água quente e NaOH 1%, com três repetições cada um, e o teor de extrativos em etanol/tolueno, o teor de lignina e o pH, com duas repetições cada um, gerando um total de 120 observações.

O processamento dos dados e a elaboração das tabelas foram realizados com o auxílio da planilha Excel. Para os experimentos que atenderam às pressuposições da análise de variância, procedeu-se a análise de variância (ANOVA) seguida do teste de Scott-Knott a 5% de significância para comparação de médias, utilizando-se o software R.

3 RESULTADOS

3.1 Análise descritiva e teste de média

Na Tabela 3, apresenta-se o resumo da ANOVA, para as propriedades estudadas.

Tabela 3 – Resumo da análise de variância das propriedades estudadas

Ensaio	Probabilidade (Pr > Fc)	Coefficiente de variação (%)
Teor de Extrativos em Água Fria	p < 0,0001	9,69
Teor de Extrativos em Água Quente	p < 0,0001	7,93
Teor de Extrativos em NaOH 1%	p < 0,0001	5,87
Teor de Extrativos em Etanol/Tolueno	p < 0,0001	6,74
Teor de Lignina	0,020587	3,24
pH	p < 0,0001	1,42

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se na Tabela 3 que os valores da probabilidade foram menores que 0,05. Logo, rejeita-se a hipótese nula e conclui-se que existem diferenças estatisticamente significativas entre as médias das espécies para todos os ensaios realizados (tratamentos).

Após a análise de variância, realizaram-se a análise descritiva e o teste de médias, para os teores de extrativos e lignina (Tabela 4) e o pH (Tabela 5).

Tabela 4 – Análise descritiva e teste de médias para os teores de extrativos e lignina

Nome Comum	Teores de Extrativos (%)				Lignina (%)
	Água Fria	Água Quente	Hidróxido de Sódio	Etanol/Tolueno	
Castanha-jarana	8,29 ^{±0,21}	8,09 ^{±0,08}	13,77 ^{±0,56}	8,39 ^{±0,98}	31,43 ^{±0,39}
	(2,48) a	(1) a	(4,20) c	(11,70) c	(1,25) b
Itaúba	7,82 ^{±1,63}	8,13 ^{±0,78}	10,11 ^{±0}	18,04 ^{±0,17}	33,01 ^{±0,18}
	(20,85) a	(9,60) a	(0) d	(0,97) a	(0,55) a
Angelim-pedra	7,78 ^{±0,31}	9,16 ^{±0,48}	13,44 ^{±0,54}	7,64 ^{±0,11}	29,94 ^{±1,41}
	(4,03) a	(5,28) a	(4,00) c	(1,48) c	(4,70) b
Faveira-dura	7,45 ^{±0,12}	8,39 ^{±0,83}	17,85 ^{±0,48}	16,51 ^{±1,52}	29,70 ^{±0,51}
	(1,59) a	(9,94) a	(2,67) b	(9,18) a	(1,72) b
Ucuubarana	5,73 ^{±0,12}	7,88 ^{±0,42}	22,18 ^{±1,39}	13,35 ^{±0,41}	30,04 ^{±0,29}
	(2,07) b	(5,37) a	(6,20) a	(3,09) b	(0,96) b
Ipê	5,40 ^{±0,48}	6,90 ^{±0,64}	14,09 ^{±0,60}	16,58 ^{±0,24}	30,77 ^{±0,28}
	(8,93) b	(9,22) b	(4,26) c	(1,43) a	(0,92) b
Cedrinho	5,28 ^{±0,31}	5,20 ^{±0,43}	9,09 ^{±0,35}	3,00 ^{±0,28}	33,37 ^{±0,43}
	(5,96) b	(8,29) c	(3,81) d	(9,16) d	(1,29) a
Tauari	4,54 ^{±0,22}	3,33 ^{±0,50}	2,52 ^{±1,15}	2,92 ^{±0,25}	29,15 ^{±2,29}
	(4,92) b	(14,90) d	(45,70) e	(8,56) d	(7,86) b

Fonte: Elaboração própria.

Exponentes precedidos de ± e valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão e coeficiente de variação, respectivamente; médias com letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 5 – Análise descritiva e teste de médias para os valores de pH

Nome Comum	Valores Médios de pH
Tauari	5,67 ^{±0,02} (0,37) a
Angelim-pedra	5,37 ^{±0,03} (0,53) b
Ucuubarana	5,20 ^{±0,01} (0,27) c
Ipê	4,69 ^{±0,06} (1,21) d
Castanha-jarana	4,68 ^{±0,08} (1,81) d
Faveira-dura	4,66 ^{±0,06} (1,21) d
Cedrinho	3,80 ^{±0,14} (3,72) e
Itaúba	3,62 ^{±0,03} (0,78) f

Fonte: Elaboração própria.

Expoentes precedidos de \pm e valores entre parênteses correspondem ao desvio padrão e coeficiente de variação, respectivamente; médias com letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott Knott ($p \leq 0,05$).

De acordo com a Tabela 4, houve diferença significativa entre as espécies. A que apresentou maior teor de extrativos solúveis em água fria foi a madeira de castanha-jarana (8,29%); em água quente, a madeira de angelim-pedra (9,16%); em NaOH 1%, foi a madeira de ucuubarana (22,18%); e, em etanol/tolueno, foi a madeira de itaúba (18,04%). Já o menor teor de extrativos em água fria encontrado foi na madeira de tauari (4,54%); em água quente, foi na madeira de tauari (3,33%); em NaOH 1%, foi na madeira de tauari (2,52%); e, em etanol/tolueno, foi na madeira de tauari (2,92%). Em todos os solventes, a madeira de tauari foi a que apresentou um menor teor de extrativos em relação às outras espécies.

Em relação à análise do teor de lignina, houve também diferença significativa (Tabela 4), sendo o maior valor para a madeira de cedrinho (33,37%) e o menor valor para a madeira de tauari (29,15%).

Conforme Tabela 5, verificou-se que houve diferença estatística entre os valores de pH. O maior valor foi para a madeira de tauari (5,67) e o menor foi para a madeira de itaúba (3,62) – ambos os valores são considerados ácidos. Os resultados dessa pesquisa estão de acordo com os relatos de Marra (1992), de que madeiras nativas possuem pH ácidos, variando de 3,0 a 5,5.

3.2 Uso para carvão vegetal

Os resultados obtidos na análise de todos os teores de extrativos evidenciaram que houve diferença significativa entre as espécies, mostrando sua diversidade entre e dentro das espécies, bem como sua especificidade em relação ao tipo de solvente utilizado.

Analisando-se os teores de extrativos e lignina, indicam-se para carvão as espécies itaúba, ucuubarana, faveira-dura e angelim-pedra, por apresentarem valores relativamente altos desses compostos (Tabela 4).

Em se tratando de característica energética, segundo Jara (1989), o poder calorífico da madeira pode ser influenciado pela umidade e por sua constituição química, principalmente a lignina e os extrativos, visto que esses possuem menos oxigênio em sua composição, quando comparados aos polissacarídeos presentes na holocelulose (celulose e hemicelulose). Ratificando essa linha de pesquisa, Medeiros, Oliveira e Paes (2014) afirmam que a presença de um mais alto teor de substâncias de natureza aromática, tais como extrativos e lignina, aumenta a densidade da madeira, favorecendo, assim, a produção de um carvão mais denso e mais resistente em termos de propriedades físico-mecânicas.

Franzen *et al.* (2018), ao estudarem 15 espécies amazônicas, encontraram valores dos teores de extrativos variando de 1,25% a 31,72%, corroborando os resultados das espécies nativas estudadas.

Verificando-se o teor de lignina, nota-se que houve diferença estatística entre as espécies estudadas e que elas variaram entre 29% e 34%. Moutinho *et al.* (2016), ao estudarem espécies nativas da Amazônia, encontraram valores médios de lignina variando entre 26% e 30%, resultados diferentes ao desse trabalho. Isso provavelmente ocorreu devido à idade das espécies, ao método de amostragem e até mesmo às condições edafoclimáticas dos locais de coleta das amostras.

Castro *et al.* (2013) destacam que a lignina é um dos componentes mais importantes na conversão da madeira em carvão, de forma que seu teor e tipo são parâmetros importantes, pois, em geral, espera-se que essa conversão aumente com a proporção de lignina total e a diminuição da relação siringila – guaiacila da lignina, uma vez que isso promoveria maior

resistência à degradação térmica devido à presença de estruturas mais condensadas.

3.3 Uso para produtos reconstituídos de madeira

Tendo como referência os teores de extrativos e o pH (Tabelas 4 e 5, respectivamente), indicam-se, nesse trabalho, as madeiras das espécies de cedrinho e tauari para uso na fabricação de subprodutos de madeira, que utilizarão adesivos químicos, por apresentarem teores de extrativos relativamente baixos e valores de pH dentro dos parâmetros propostos em literatura.

Os extrativos são componentes da madeira não pertencentes à parede celular, com baixa ou média massa molecular (MENDOZA, 2017). Esses compostos podem exercer uma considerável influência na colagem dos painéis, visto que um elevado teor de extrativos normalmente tende a exercer influências negativas sobre as reações do adesivo, pois afetam as reações de polimerização da resina, interferindo na qualidade dos painéis produzidos (TRIANOSKI; IWAKIRI; MATOS, 2014).

Marra (1992) afirma que a influência negativa no processo de colagem se dá pelo fato de que os extrativos reduzem a higroscopicidade e a permeabilidade da madeira, por isso, durante a secagem, os extrativos podem migrar para a superfície da lâmina, formando uma barreira que dificulta a penetração da resina. Além disto, espécies que possuem altos teores de extrativos podem apresentar uma baixa colagem do adesivo e menor durabilidade.

Sendo assim, os menores teores de extrativos favorecem a colagem de painéis reconstituídos de madeira, pois aumentam a higroscopicidade e a permeabilidade da madeira, facilitando a penetração da resina.

Segundo Marra (1992), os extrativos e o pH presentes na madeira podem ter influência direta na cura da resina utilizada para a confecção de derivados da madeira, e o pH pode variar entre 3,0 e 5,5. De acordo com Kelly (1977), as madeiras que apresentam pH muito ácido podem causar a pré-cura da resina ureia-formaldeído durante a fase de fechamento da prensa, afetando o grau de adesão entre as partículas e redução nos va-

lores das propriedades mecânicas dos painéis reconstituídos. No entanto madeiras que apresentam pH próximo ao neutro necessitam de uma quantidade um pouco maior de catalisador para acelerar a cura da resina ureia-formaldeído.

3.4 Uso para construção rural

As madeiras possuem algumas substâncias de natureza lipofílicas, que são denominadas de extrativos. Segundo Gomide e Colodette (2007), os extrativos exercem um papel importante na utilização da madeira, influenciando suas propriedades físicas, estéticas e de resistência a fungos e insetos, pela sua natureza fenólica. Ou seja, todos os extrativos são materiais de proteção contra agentes externos. Porém a durabilidade natural da madeira é dada por extrativos solúveis em NaOH 1%, pois alguns dos compostos solúveis são os terpenos e fenóis, que são considerados materiais de proteção para a madeira (MENDOZA, 2017).

De acordo com Silva *et al.* (2014), a resistência é referida à presença de certas substâncias fenólicas complexas na madeira, podendo ser tóxicas a insetos xilófagos e a fungos. Em determinadas espécies, apenas um componente químico é o responsável pela sua resistência, e em outras espécies, vários compostos atuam de modo sinérgico, para garantir durabilidade natural à madeira.

Com relação ao desenvolvimento de fungos xilófagos, conforme Santini (1988), os valores de pH ótimo situam-se na faixa ácida, entre 4,5 e 5,5, que coincidem com os valores apresentados pela maioria das espécies florestais. Apesar de a madeira apresentar um valor de pH ótimo para o desenvolvimento de fungos, os teores de extrativos podem contribuir na durabilidade natural das madeiras, visto que possuem a função de proteção contra fungos xilófagos e insetos. Em razão disso, podem-se indicar as madeiras das espécies de angelim-pedra, itaúba, ucuubarana, ipê, castanha-jarana e faveira-dura para uso em construções rurais, pois elas apresentaram teores de extrativos relativamente altos em todos os tipos de solventes, o que poderia auxiliar na durabilidade natural delas (Tabela 4).

Algumas madeiras indicadas para carvão vegetal também foram designadas para construções rurais, o que favorece o uso múltiplo dessas espécies. Esses são os casos das madeiras de angelim-pedra, itaúba, ucuubarana e faveira-dura.

4 CONCLUSÕES

Houve diferenças estatísticas entre as espécies, sendo possível indicar usos diferenciados para elas. Para a bioenergia, as espécies itaúba, ucuubarana, faveira-dura e angelim-pedra foram as mais indicadas, por possuírem maiores teores de extrativos e lignina. Já as espécies cedrinho e tauari foram indicadas para fabricação de produtos reconstituídos de madeira, por apresentarem menores teores de extrativos. As espécies angelim-pedra, itaúba, ucuubarana, ipê, castanha-jarana e faveira-dura foram as que apresentaram os melhores resultados para construções rurais, devido aos seus maiores valores de extrativos, os quais propiciam uma melhor durabilidade natural.

Algumas espécies apresentaram características comuns para serem empregadas em mais de um uso, o que as torna bastante versáteis para o setor madeireiro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA TÉCNICA DE CELULOSE E PAPEL – ABTCP. *Normas Técnicas*. São Paulo, 1974.

CASTRO, A. F. N. M.; CASTRO, R.V. O.; CARNEIRO, A. C. O.; LIMA, J. E.; SANTOS, R. C.; PEREIRA, B. L. C. Análise multivariada para seleção de clones de eucalipto destinados à produção de carvão vegetal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 48, n. 6, p. 627-35, jun. 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-204X2013000600008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 20 jun. 2019.

FRANZEN, D. C.; MENDOZA, Z. M. S. H.; BORGES, P. H. M.; MADI, J. P. S.; BORGES, D. S. Estudo das propriedades físicas e químicas de madeiras provenientes de espécies nativas da Amazônia Legal. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 15, n. 27, p. 498-509, 2018. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2018a/agnar/estudo%20das%20propriedades.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2019.

GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L. Qualidade da madeira. In: BORÉM, A. (Ed.). *Biotechnologia florestal*. Viçosa, MG: UFV, 2007. p. 25-54.

JARA, E. R. P. *O poder calorífico de algumas madeiras que ocorrem no Brasil*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1989. (Comunicação Técnica n. 1797).

KELLY, M. W. *Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard*. Madison, USA: USDA Forest Service General Technology Report Forest Products Laboratory, 1977. 66 p.

MARRA, F. S. *Tecnology of wood bonding – principles in practice*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453 p.

MEDEIROS NETO, P. N.; OLIVEIRA, E.; PAES, J. B. Relações entre as características da madeira e do carvão vegetal de duas Espécies da Caatinga. *Floresta e Ambiente*, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p. 484-93, 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872014000400008&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 20 jul. 2019.

MENDOZA, Z. M. S. H. *Tecnologia química de produtos florestais*. Cuiabá: Editora UFMT, 2017. (Apostila – material didático, p. 74-7).

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. 443-9, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2179-80872016005014105&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 21 jul. 2019.

SANTINI, E. J. *Biodeterioração e preservação da madeira*. Santa Maria, RS: CEPEF/FATEC, 1988. 125 p.

SILVA, L. F.; PAES, J. B.; JESUS JUNIOR, W. C.; OLIVEIRA, J. T. S.; FURTADO, E. L.; ALVES, F. R. Deterioração da madeira de *Eucalyptus* spp. por fungos xilófagos. *Cerne*, Lavras, MG, v. 20, n. 3, p. 393-400, jul/set. 2014. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-77602014000300008. Acesso em: 21 jul. 2019.

TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. Avaliação de painéis aglomerados de *Toona ciliata* produzidos com diferentes densidades e teores de resina. *Madera y Bosques*,

Esther Saraiva Carvalho de SOUZA; Zaíra Morais dos Santos Hurtado de MENDOZA;
Pedro Hurtado de Mendoza BORGES; Gabriella da Silva FRANÇA

Xalapa, México, v. 20, n. 3, p. 49-58, set./nov. 2014. Disponível em: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712014000300005. Acesso em: 15 jun. 2019.