IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS COINTER - PDVAgro 2019

CARACTERIZAÇÃO MECÂNICA DOS LENHOS OPOSTO E DE REAÇÃO DO RESÍDUO FLORESTAL DE *Manilkara sp.*

Apresentação: Comunicação Oral

Katiusciane Helizana de Sousa **Queiroz**¹; Thiago Augusto de Sousa **Moreira**²; Victor Hugo Pereira **Moutinho**³

DOI: <https://doi.org/10.31692/2526-7701.IVCOINTERPDVAgro.2019.0083>

Resumo

O Brasil abrange cerca de 63% da área total da região Amazônica, diante disto destaca-se por apresentar uma área de florestas nativas que são utilizadas, em sua maioria, para obtenção de madeiras para a indústria. Os resíduos gerados após a colheita florestal, muita das vezes, são descartados na floresta por não conterem informações tecnológicas para o seu aproveitamento. Cerca de 33% de uma árvore é deixado na floresta, o que se caracteriza como desperdício. Com estudos referentes a caracterização tecnológica dos resíduos, principalmente dos galhos, será possível definir suas possíveis finalidades. Com isto o presente trabalho tem como objetivo a caracterização mecânica dos lenhos oposto e de reação do resíduo florestal da *Manilkara sp.* O material deste estudo é proveniente de uma área de manejada pela empresa Rondobel Florestal, localizada na comunidade Cachoeira do Aruã, no município de Santarém, no estado do Pará. Foram escolhidas, de pontos aleatórios da floresta, quatro árvores da espécie, onde retirou-se galhos com diâmetro ≥ 50 cm, desdobrado em peças menores afim de determinar as propriedades mecânicas, a quantidade de corpos de prova variou de acordo com o ensaio

¹ Engenharia Florestal, Universidade Federal do Oeste do Pará, katiuscianequeiroz@gmail.com

² Doutorando em Ciências Florestais, ESALQ – USP.

³ Doutor em Ciências pela ESALQ – USP, docente da Universidade Federal do Oeste do Pará.

realizado: flexão (8 corpos de prova) e cisalhamento (18 corpos de prova). Os procedimentos realizados seguiram a norma ASTM D143-09. Os resultados obtidos foram analisados pelo software R. Os valores médios de resistência à flexão e cisalhamento para o lenho oposto foi de 129,01 e 16,12MPa respectivamente, bem como para o lenho de reação 114,91 e 18,024MPa respectivamente. O lenho oposto não teve diferenças estatísticas em relação ao lenho de reação, e ao compará-los com o fuste, com informações advindas da literatura, foi possível verificar que não apresentam resistência tão altas quanto as do fuste, porém apresentam resistência superior de outras espécies nativas que são utilizadas comumente em estruturas. Sendo assim, os lenhos dos resíduos podem ser utilizados na confecção de itens elaborados, para agregação de valor e maior aproveitamento do volume de uma árvore.

Palavras-Chave: resíduos, lenhos, propriedades mecânicas, maçaranduba

MECHANICAL CHARACTERIZATION OF THE OPPOSITE AND REACTION WOOD FROM *Manilkara* sp. FOREST RESIDUE

Abstract

Brazil covers about 63% of the total area of the Amazon region, due to this it stands out for having an area of native forests that are mostly used to obtain wood for the industry. Residues generated after forest harvesting are often discarded in the forest because they do not contain technological information for their use. About 33% of a tree is left in the forest, which is characterized as waste. With studies regarding the technological characterization of the waste, especially the branches, it will be possible to define its possible purposes. With this the present work has as objective the mechanical characterization of the opposite wood and reaction of the forest residue of *Manilkara* sp. The material of this study comes from an area managed by the company Rondobel Florestal, located in the Cachoeira do Aruã community, in the municipality of Santarém, in the state of Pará. Four trees of the species were randomly selected from the forest. If branches with diameter ≥ 50 cm, split into smaller pieces in order to determine the mechanical properties, the number of specimens varied according to the test performed flexion (8 specimens) and shear (18 specimens). The procedures performed followed the ASTM D143-09 standard. The R software analyzed the results obtained. The mean values of flexural and shear strength for the opposite wood were 129.01 and 16.12MPa respectively, as well as for the reaction wood 114.91 and 18.024MPa respectively. The opposite wood had no statistical differences in relation to the reaction wood, and when comparing them with the stem, with information from the literature, it was possible to verify that they do not present resistance as high as the stem, but have superior resistance of other species. Which are commonly used in structures. Thus, the waste wood can be used in the elaboration of elaborated items, for added value and greater use of the volume of a tree.

Keyword: waste, wood, mechanical properties, maçaranduba

INTRODUÇÃO

O bioma amazônico possui uma área de 6,4 milhões de quilômetros quadrados, e 63% dessa área fica em território brasileiro, este bioma é um dos mais importantes nacional e internacionalmente, pois possui uma extensa diversidade de espécies, com cerca de 45 mil espécies de plantas e vertebrados, onde cerca de 11.120 são espécies arbóreas (HUBBELL et al., 2008; PEREIRA, et. al., 2010; SFB, 2013).

Além da importância ecológica, a região amazônica tem importância econômica devido aos seus produtos florestais (GAMA *et al.*, 2007), dentre eles a madeira, que tem potencial para diversos usos: indústria moveleira, compensados, laminados, assoalhos leves, construções de embarcações, instrumentos musicais e até polpa de celulose (REMADE, 2019).

A maçaranduba está entre as principais espécies nativas mais interessantes economicamente e conseqüentemente mais extraída (IBAMA, 2005), considerada “madeira de lei” é empregada em estruturas de madeira (NAHUZ et al., 2013).

Devido ao seu grande porte, após a colheita florestal, uma elevada quantidade de resíduos florestais origina-se (GALVÃO FILHO, 2010), estes por sua vez têm potencial para distintos fins, porém, ao fato das dimensões que eles possuem e a falta de conhecimento tecnológico, acabam sendo descartados na floresta, cerca de 33% de uma árvore (FAO, 1990). Tais resíduos podem ser utilizados como produtos secundarista do manejo para a produção de madeira e energia (Brasil, 2006).

As árvores são estruturas complexas e apresentam variações em suas propriedades, a intensidade dessas variações no lenho, ocorrem por fatores ambientais e genéticos (ZOBEL e JETT, 1995). Uma modificação importante é o surgimento do lenho de reação (RAMOS e LATORRACA, 2014).

Geralmente o lenho de reação, nas folhosas ocorre do lado superior do lenho inclinado. A ocorrência do lenho de reação é mais susceptível em algumas espécies do que em outras (SIMPSON e TENWOLDE, 1999; GREEN et al., 1999).

O lenho de reação, apresenta alta quantidade de celulose e baixa quantidade de lignina, as fibras apresentam uma camada gelatinosa na parte interna da parede secundaria

(BAILLÉRES et al., 1997). A madeira de reação é um tecido formado tanto por efeitos genotípicos como por estímulos mecânicos; essa formação ocorre, também, pela ação da gravidade, como em situações de inclinação das árvores. (VIDAURRE et al., 2013)

O lenho conhecido como oposto, ocorre no lado inferior ao lenho de reação, onde apresenta características que se assemelham do lenho dito normal (FERREIRA et al., 2008). Segundo Bessa (2009) as propriedades de um material estão ligadas à sua composição e estrutura interna.

Com isto o presente trabalho tem como objetivo a caracterização mecânica dos lenhos oposto e de reação do resíduo florestal da *Manilkara sp.* –maçaranduba- e compará-los a madeira do fuste da mesma espécie, visando assim a possibilidade de seu uso, para o máximo de aproveitamento do volume da árvore.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conhecer as propriedades tecnológicas das madeiras é imprescindível, para que possa ser definido o seu uso de uma forma correta (GOMES, 2007), pois essas propriedades influenciam de forma direta no desempenho e na sua resistência (SZUCS et al., 2006).

Geralmente, espécies com alta densidade (pesadas) são mais resistentes, elásticas e duras que às de baixa densidade (leves), sendo mais difíceis de serem trabalhadas (MORESCHI, 2010).

Com a realização de estudos referentes as características tecnológicas dos resíduos, subsídios são gerados o que comprovará a sua possível utilização no mercado, visando o aproveitamento total de uma árvore, colaborando para o manejo sustentável (SILVA- RIBEIRO et. al., 2016; SCHNIEWIND, 1979).

A madeira possui propriedades mecânicas únicas nas direções de seus eixos. Dentre as propriedades mais estudadas, destacam-se a resistência aos esforços de compressão, flexão, cisalhamento (SCANAVACA JUNIOR, 2001). Estima-se que há mercado para uma produção de, no mínimo, 21 milhões de m³/ano (SFB e IMAZON, 2010). Avaliar a qualidade da madeira e definir sua melhor utilização, deve-se ter conhecimento das propriedades mecânicas (TRAMONTINA et al., 2013).

Existem fatores que influenciam as propriedades mecânicas da madeira, como o teor de água, a densidade, entre outros (MELO, 1999). O módulo de elasticidade e o módulo de ruptura são parâmetros de grande importância para a caracterização mecânica da madeira, pois estes atestam a resistência do material. Quanto mais alto o módulo de elasticidade, maior será a resistência do material (CARVALHO, 1996).

METODOLOGIA

Descrição da área de origem do material

O material deste estudo foi obtido de uma área manejada pela empresa Rondobel Florestal, sob as coordenadas $3^{\circ}00'20''\text{S}$ e $56^{\circ}01'1967''\text{W}$, localizada na comunidade Cachoeira do Aruã, em Santarém –PA, conforme a figura 1.

Figura 1: Mapa da área de coleta do material (Comunidade Cachoeira do Aruã- /PA).

Fonte: Própria (2018)

Temperatura, Clima e Solo

A temperatura média anual varia entre 22 e 28°C, não se percebe a presença de variações estacionais no decorrer do ano, a não ser uma seca e outra chuvosa com índices pluviométricos

variando de 1.400 a 3.500 mm por ano (SEMTUR/ STM, 2013).

O clima sofre interferência da massa equatorial marítima e da zona de convergência intertropical (ALBUQUERQUE, 2010).

O solo predominante é o Latossolo Amarelo Distróficos, profundos e com baixa capacidade de troca catiônica (IBAMA, 2004).

Seleção da espécie

A espécie selecionada foi a Maçaranduba, do gênero *Manilkara*, devido a sua importância econômica, por apresentar grande porte e possuir galhos com grandes diâmetros, o que possibilitou a obtenção, do mesmo galho, dos lenhos oposto e de reação.

Coleta do material

Para o estudo foram utilizadas quatro árvores, de pontos aleatórios da floresta. De cada árvore, foram selecionados galhos que apresentavam diâmetro superior a 50,0 cm. As árvores foram abatidas, desganhadas e identificadas a partir caracterização anatômica dos lenhos.

Reduzidos a pranchões e logo em seguida divididos a sarrafos, representando lenho oposto e lenho de reação. Posteriormente foram transportados à uma serraria, onde foram desdobradas em peças menores, para o preparo dos corpos de prova dos testes, foram seguidas as diretrizes estabelecidas pela norma, adaptada, ASTM D143-09.

Caracterização Mecânica

A caracterização das propriedades de resistência e da rigidez da madeira foi feita de acordo com os métodos, adaptados, de ensaio especificados na ASTM D143-09, para os seguintes ensaios (Figura 2):

- Cisalhamento paralelo às fibras;
- Flexão estática.

Na flexão o elemento confeccionado em forma de viga (figura 2: B), deforma-se em forma de arco quando uma carga externa é exercida no centro da mesma (BEER et al. 1995).

Figura 2: Ensaio mecânico. A: Cisalhamento; B: Flexão

Fonte: Própria (2018)

As análises mecânicas da madeira foram realizadas no laboratório de Tecnologia da Madeira (LTM/UFOPA). Para os ensaios, as amostras foram aclimatadas em sala com temperatura controlada à 12% de umidade.

Utilizou-se para os testes a máquina EMIC de ensaios universal, modelo DL 300 KN. Os corpos de prova foram preparados em diversas dimensões, conforme o teste realizado (Tabela 1).

Tabela 1: Dimensões dos corpos de prova para ensaios mecânicos.

Ensaio	Dimensão dos cp* (cm ²)	Quantidade para cada lenho
Flexão estática	2,5 x 2,5 x 30,0	8
Cisalhamento	5,0 x 5,0 x 4,0	18

Cp*: corpo de prova

Fonte: Própria (2018)

Análise estatística

Os dados obtidos foram analisados no software R (2014), onde teste de Bartlett foi aplicado para a homogeneidade de variâncias e Shapiro-Wilk para a normalidade ambos ao nível de 95% de probabilidade. Com os resultados favoráveis, o Teste T também foi utilizado para comparação de médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos passaram por análises estatísticas considerando dois tratamentos: lenho oposto e lenho de reação, ambos provenientes do resíduo florestal de Maçaranduba (*Manilkara sp.*).

Os dados de resistência e rigidez obedeceram às hipóteses do modelo paramétrico (normalidade e homogeneidade), e com isto, foram analisadas pelo teste T-Student, a 95% de probabilidade.

Os módulos de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE) são dois parâmetros importantes na caracterização mecânica da madeira, pois ambos fornecem o quão é resistente o material (SERPA et al., 2003). A tabela 2 mostra os valores médios encontrados para o módulo de ruptura (MOR) e para o módulo de elasticidade (MOE) dos lenhos oposto e de reação provenientes do galho da maçaranduba.

Tabela 2: Propriedades mecânicas dos lenhos oposto e de reação de *Manilkara sp.*

Propriedades mecânicas à 12% de umidade	L. Oposto (MPa)	L. de Reação (MPa)
f_{v0}	16,12	17,80
f_M	129,01	114,91
E_{M0}	14916,85	14179,99

f_{v0} : resistência ao cisalhamento; f_M : resistência à flexão estática; E_{M0} : rigidez na flexão estática.

Fonte: Própria (2018)

Cisalhamento

A média encontrada para a resistência ao cisalhamento dos lenhos oposto e de reação foram de 16.12 MPa e de 18.02 MPa, respectivamente. Ao compará-los com valores advindos da literatura, para o fuste da maçaranduba, observou-se grande semelhança nos valores encontrado por Souza (2002), Rosa et al., (2014) e pela ABNT (1997), de 16,3 MPa, 23,27 MPa, 14,90 MPa, respectivamente.

Ao comparar com o valor do fuste de outras espécies da região, observou uma leve superioridade: Angelim-pedra (*Hymenolobium petraeum*) 12,3 MPa, Tachi (*Sclerolobium paraense*) 11,2 MPa, Tauari (*Couratari guianensis*) 8,5 MPa (IPT, 2013)

As propriedades de resistência ao cisalhamento não apresentaram diferença estatística entre os lenhos, de acordo com o teste paramétrico T-Student.

Flexão

Para a resistência a flexão o lenho oposto apresentou valor médio de 129.01MPa e o de reação 114.91MPa. Para a rigidez, os valores médios foram de 14916.85MPa e de 14179.99MPa para os lenhos oposto e de reação, respectivamente. Com isto, neste esforço, não houve diferença estatística entre os tratamentos, para a resistência e a rigidez.

Ao comparar tais valores, com os do fuste da mesma espécie – advindos da literatura-, nota-se inferioridades, onde a resistência à flexão foi de 176,23MPa e rigidez de 17063,84MPa, para espécie do mesmo gênero (LPF, 1983), e em estudos de Araújo *et. al.*, (2015) a resistência foi de 100,96MPa e rigidez de 13776,50 MPa, sendo inferiores aos deste estudo.

Valores deste estudo, são superiores aos encontrados em espécies comumente comercializadas, tão como: Tauari (88,8MPa), gonçalo-rajado (57,63 MPa), Amesclão (76,30MPa) e semelhante a valores encontrados para o Tachi (130,6 MPa) a resistência à flexão (SOUSA *et al.*, 2002; ZENID, 2009; NAHUZ *et al.*, 2013; IPT, 2013, ARAUJO *et. al.* 2015).

Os valores de rigidez deste estudo foram comparados com outras espécies e se apresentaram superiores a: Gonçalo-rajado (8105,70 MPa), Tauari (10591 MPa), Cedrorana (12847 MPa), Angelim pedra (11572 MPa) e Maçaranduba (13776,50 MPa) (IPT, 2013; ARAUJO *et. al.* 2015).

Em estudos recentes de Araújo *et. al.* (2016) encontraram valores inferiores para a resistência do galho de *Manilkara huberi*, onde obteve valor de 52,1MPa, porém sem a diferenciação de lenhos.

CONCLUSÕES

Os lenhos oposto e de reação, oriundos do resíduo florestal da maçaranduba, não se

diferem estatisticamente entre si.

As propriedades mecânicas -resistência e rigidez-, apresentam valores menores que os encontrados para o fuste de uma espécie do mesmo gênero. No entanto, apesar de ambos os lenhos aqui analisados terem resistência menor que as do fuste da mesma espécie, eles apresentam resistência superior de outras espécies nativas que são utilizadas comumente em estruturas, tal como Tauari e Amesclão.

Portanto, os lenhos oposto e de reação apresentam boas características, para a utilização de peças que não sejam de grandes dimensões, como a produção de produtos de valor agregado, contribuindo para o não desperdício da madeira.

AGRADECIMENTOS

À empresa Rondobel Florestal, pelo fornecimento do material que possibilitou a execução deste trabalho.

Ao Laboratório de Tecnologia da Madeira, da Universidade Federal do Oeste do Pará, onde todos os ensaios mecânicos foram feitos.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, M. F.; SOUZA, E. B.; OLIVEIRA, M. C. F. & JÚNIOR, J. A. S. Precipitação nas mesorregiões do estado do Pará: climatologia, variabilidade e tendências nas últimas décadas (1978-2008). Revista brasileira de climatologia, v.6, n.6. 2010.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM D143 – 09: standard test methods for small clear specimens of timber. West Conshohocken, 2009

ARAUJO, A. J.; BALBONI, B. M.; CRUZ, M. J. O.; MOUTINHO, V. H. P. Redimensionamento de pilares e vigas oriundos de galhos de *Manilkara huberi* (Ducke) Chevalier e *Astronium lecointei* Ducke. III Simpósio Brasileiro Florestal. IV Simpósio Florestal Sul-Mato-Grossense. Aquidauana, 2016

ARAUJO, A.; DOURADO, R.; AGUIAR, D.; FERREIRA, V.; MOUTINHO, V. Análise das propriedades mecânicas e densidade básica de resíduos florestais de duas espécies madeiras amazônicas. II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira. Belo Horizonte, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190; Projeto de Estruturas de Madeira: Rio de Janeiro, 1997.

BAILLÉRES H, MARIELLE C, MONTIES B, POLLET B, LAPIERRE C. Lignin structure in *Buxus sempervirens* reaction wood. *Phytochemistry* 1997.

BEER, F. P.; JOHNSTON, E. R. Resistência dos materiais. 3. ed. Rio de Janeiro: Makron Books, 1995

BESSA, F. M. S. Criação de uma xiloteca electrónica (e-xiloteca) tropical e sua utilização para identificação e caracterização de madeiras com fins científicos e econômicos. Universidade técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2009

CARVALHO, M. S. P. Influência do espaçamento nas características físico- mecânicas da madeira de *Bagassa guianensis* Aubl. (Tatajuba), no planalto de Belterra, Pará. Dissertação de mestrado. FCAP. Belém, 1996

COSTA, A. Coletâneas de anatomia da madeira. 2001.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION- FAO. Properties, processing and utilization. Roma, Itália, 2010

FERREIRA, S.; LIMA, J. T.; TRUGILHO, P. F.; MONTEIRO, T. C. Excentricidade da medula em caules de clones de *Eucalyptus* cultivados em diferentes topografias. *Revista Cerne*, 14, 2008

FOREST PRODUCTS LABORATORY. Wood handbook - Wood as an engineering material. General Technical Report FPL-GTR-190. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 2010

GALVÃO FILHO, A. F. Avaliação da aplicabilidade do método de amostragem por linhas interceptadoras na quantificação de resíduos de exploração florestal nas condições de uma floresta de terra firme na Amazônia brasileira [dissertação]. Belém, PA: Universidade Federal Rural da Amazônia; 201

GAMA J. R. V., SOUZA A. L., CALEGÁRIO N & LANA G. C. Fitossociologia de duas fitocenoses de Floresta Ombrófila Aber- ta no Município de Codó, Estado do Maranhão. *Revista Árvore*, 2007.

GOMES, J. J.; TOLEDO FILHO, R. D.; NASCIMENTO, J. W. B.; SILVA, V. R.; NÓBREGA, M. V. Características tecnológicas da *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. e alternativas para uso racional. *REVISTA BRASILEIRA DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL*, v.11, n.5, p. 537-542, 2007.

GREEN, D. W.; WINANDY, J. E.; KRETSCHMANN, D. E. Wood handbook: wood as an engineering material. Mechanical properties of wood. Forest Products Laboratory. United States department of agriculture. Washington-EUA, 1999

HUBBELL et al. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? PNAS, v.105, aug. p. 11498–11504. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. (IBAMA). Plano de manejo. Floresta Nacional do Tapajós. Santarém: IBAMA. v. IB. 2004

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). Banco de dados de madeiras brasileiras. 2005.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: Catálogo de madeiras brasileiras para a construção civil / [coordenação Augusto Rabelo Nahuz]. -- São Paulo: IPT, 2013.

LABORATÓRIO DE PRODUTOS FLORESTAIS. Potencial Madeireiro do Grande Carajás, Brasília, 1983

MELO, J. R. Secagem de madeiras: teoria e prática de secagem artificial de madeiras. Lisboa: Estação Florestal Nacional, 1999

MORESCHI, J. C. Propriedades da madeira. Ministério da Educação e do Desporto. Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba: Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal. 2010.

NAHUZ, M. A. R.; MIRANDA, M. J. A. C.; IELO, P. K. Y.; PIGOZZO, R. J. B.; YOJO, T. Catálogo de madeiras brasileiras para construção civil. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2013

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. Fatos florestais da Amazônia 2010. Belém: Imazon, 2010.

R development core team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna, R Foundation for Statistical Computing. 2014

RAMOS, L. M. A. & LATORRACA, J.V. F. Variação do diâmetro tangencial de poros no lenho de tensão e oposto em *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. VIII Simpósio Brasileiro de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Recife. 2014

REMADE. Mogno Africano – Boa alternativa para produção de madeira nobre. Disponível em: http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1605&subject=E%20mais&title=Mogno%20africano%20%20Boa%20alternativa%20para%20produ%E7%E3o%20de%20madeira%20nobre Acesso em: 07 de junho de 2019.

ROSA, R. A.; FRANÇA, L. C. A., SEGUNDINHO, P. G. A.; LUBE, V. M.; PAES, J. B. Caracterização da madeira de maçaranduba (*Manilkara* sp.) por métodos destrutivos e não destrutivos. *Ciência da Madeira (Braz. J. Wood Sci.)*, Pelotas, v. 05, n. 01, maio de 2014

SCANAVACA JUNIOR L. Caracterização silvicultural, botânica e tecnológica do *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake e de seu potencial para a utilização em serraria. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2001.

SCHNIEWIND, A. P. Mechanical behavior and proprieties of wood. In: WANGAARD, F. F. (Org.). *Wood: Its structure and properties*. Pennsylvania: Pennsylvania University State, 1979.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO – SEMTUR. Inventario da oferta e infraestrutura Turística de Santarém. Divisão de Planejamento Turístico. 268 páginas. 2013

SERPA, P. N. et al. Avaliação de algumas propriedades da madeira de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Pinus elliottii*. *Revista Árvore*, v. 27, n. 5, p. 723-33, 2003.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). *Florestas do Brasil em resumo - 2013: dados de 2007-2012*. Serviço Florestal Brasileiro. Brasília: 2013.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO E IMAZON. *A atividade madeireira na Amazônia Brasileira: produção, receita e mercado*. Relatório. Serviço Florestal Brasileiro. Brasília, DF. 2010

SILVA-RIBEIRO R.B, GAMA JRV, SOUZA AL, LEITE HG, SOARES CPB, SILVA GF. Métodos para estimar o volume de fustes e galhos na floresta nacional do tapajós. *Revista Árvore* 2016

SIMPSON, W. AND TENWOLDE, A. Physical Properties and Moisture Relations of Wood. In: *Wood handbook - Wood as an engineering material*. Gen. Tech. Rep. FPL–GTR–113. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, 1999.

SCHNIEWIND, A. P. Mechanical behavior and proprieties of wood. In: WANGAARD, F. F. (Org.). *Wood: Its structure and properties*. Pennsylvania: Pennsylvania University State, 1979.

SOUZA, M. H. et al. *Madeiras tropicais brasileiras = brazilian tropical woods*. 2. ed. Brasília, DF: IBAMA. Laboratório de Produtos Florestais. 2002

SZÜCS, C. A.; TEREZO, RF, VALLE, A.; MORAES, P. D. *Estruturas de madeira*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2006.

TRAMONTINA, J.; TOMASI, J. C.; TRES, J.; CHECHI, L.; DENARDI, L. Propriedades de flexão estática da madeira úmida a 12% de umidade da espécie *Ateleia glazioviana* BAILL. *Enciclopédia Biosfera, Goiânia*, v.9, n.16, p. 1833-1839, 2013.

VIDAURRE, G. B., LOMBARDI, L. R., NUTTO, L., FRANÇA, F. J. N., OLIVEIRA, J. T. D. S., & ARANTES, M. D. C. Propriedades da madeira de reação. Floresta e Ambiente 2013 jan./mar.; 20(1):26-37.2013.

ZENID, G. J.; ROMAGNANO, L.G.F.T.; NAHUZ, M.A.R.; MIRANDA, M.J.A.C.; FERREIRA, O.P.; BRAZOLIN, B. Madeira: uso sustentável na construção civil. Instituto de pesquisas tecnológicas – IPT. 2ªed. São Paulo – SP, 2009.

ZOBEL, B. J. and JETT, J. B. Genetics of wood production. New York: Springer -Verlag, 337p. 1995.