III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

ADIÇÃO DE DIFERENTES PROPROÇÕES DE PARTÍCULAS DE ACROCARPUS FRAXINIFOLIUS E PINUS OOCARPA EM PAINÉIS OSB

Danillo Wisky Silva[1]
Abner Reis[2]
Marina Resende Ribeiro de Oliveira[3]
Alan Pereira Vilela[4]
Tony Matheus Carvalho Eugênio[4]
José Benedito Guimarães Júnior[5]
Lourival Marin Mendes[3]

[1] Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais
[2] Universidade Federal de Lavras / Departamento de Ciências Florestais
[3] Universidade Federal de Lavras
[4] Departamento de Ciências Florestais / Universidade Federal de Lavras
[5] Universidade Federal de Goiás

ADIÇÃO DE DIFERENTES PROPROÇÕES DE PARTÍCULAS DE *ACROCARPUS FRAXINIFOLIUS* E *PINUS OOCARPA* EM PAINÉIS OSB

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar as propriedades mecânicas de painéis OSB (Painel de Partícula Strand Orientada) produzidos com diferentes porcentagens de partículas de *Acrocarpus fraxinifolius* e *Pinus oocarpa*. Foram comparadas cinco combinações (0; 25; 50; 75; e 100%) entre as duas espécies. Os painéis foram encolados com 6% de fenol-formaldeído, e produzidos com três camadas na proporção (% em massa) de 25/50/25 para face/miolo/face. No plano experimental para cada tratamento foram produzidos três painéis, sendo as propriedades densidade aparente (DA), módulo de ruptura (MOR), módulo de elasticidade (MOE) e ligação interna (LI), avaliadas neste trabalho. Houve variação entre as densidades dos painéis nos diferentes tratamentos devido à perda de partículas no processo de produção. O que interferiu nas propriedades MOR, MOE e LI que apresentaram a mesma tendência de curvas dos resultados de DA na análise de regressão. No geral, as propriedades mecânicas avaliadas foram inferiores ao mínimo exigido pela norma técnica em questão, sendo vedado o uso estrutural destes painéis.

Palavras-chave: *folhosas, cedro indiano, painéis de madeira*

ADDITION OF DIFFERENT PROPORTIONS OF *ACROCARPUS FRAXINIFOLIUS* AND *PINUS OOCARPA* IN OSB PANELS

Abstract: The objective of this study was to evaluate the mechanical properties of OSB (Oriented Strand Board) panels produced with different percentages of Acrocarpus fraxinifolius and Pinus oocarpa particles. Five combinations (0; 25; 50; 75; and 100%) were compared between the two species. The panels were glued with 6% phenol-formaldehyde, and produced with three layers in the ratio (% by mass) of 25/50/25 to surface/core/surface. In the experimental plane for each treatment three panels were produced, being the apparent density (DA), modulus of rupture (MOR), modulus of elasticity (MOE) and internal bond (LI) evaluated in this work. There was variation between the densities of the panels in the different treatments due to the loss of particles in the production process. This interfered in the MOR, MOE and LI properties, which presented the same trend of DA curve results in the regression analysis. In general, the mechanical properties evaluated were lower than the minimum required by the technical standard in question, being forbidden the structural use of these panels.

Key words: *hardwood, indian cedar, wood panels*

1. INTRODUÇÃO

Atualmente nas indústrias brasileiras de painéis de madeira reconstituída as espécies do gênero *Pinus* e *Eucalyptus* são em essência a matéria-prima destes produtos (ALMEIDA et al., 2004; GUIMARÃES JR et al., 2012). No entanto, inúmeras pesquisas apontam outras espécies de rápido crescimento com potencial de utilização nestes painéis (PINTO, 2011; DON et al., 2002; IWAKIRI et al., 2011; IWAKIRI et al., 2012; ALBINO et al., 2011).

Nos plantios de espécies tropicais destinadas à produção de toras, inúmeros resíduos provindos de desbastes e desdobros são gerados. Estes resíduos de madeira podem ser utilizados na produção de vários tipos de painéis, entre estes, temos os painéis OSB que vem ganhando espaço e substituindo atualmente os compensados que são mais caros (EFORWOOD 2013; OKINO et al., 2004). A principio a maior vantagem deste tipo de painel é a utilização de toras de menor diâmetro e de baixa qualidade como matéria-prima (BARBUTA et al., 2011).

Entre essas espécies de clima tropical, o *Acrocarpus fraxinifolius* está ganhando notoriedade no mundo acadêmico, principalmente devido à sua plasticidade em sistemas agro florestais, recuperação de terras, capacidade de adaptação, produtividade de 14 a 45 m³/há/ano e qualidade de sua madeira (MARTINEZ et al., 2006; NISGOSKI et al., 2012, TRIANOSKI et al., 2013). Sua madeira dura de cerne avermelhado é utilizada na produção de imobiliários, na produção de celulose e na construção civil (LORENZI et al., 2003; ROCAS, 2010). Outro aspecto interessante dessa madeira é sua facilidade de processamento e colagem, o que vêm despertando o interesse nas pesquisas voltadas a produção de painéis (HONORATO et al., 2005; TRIANOSKI et al., 2011; TRIANOSKI et al., 2013; IWAKIRI et al., 2014).

Com intuito de incentivar novas pesquisas e integrar novas matérias-primas na produção de painéis de madeira reconstituída, este trabalho objetivou avaliar as propriedades mecânicas de painéis OSB produzidos com diferentes porcentagens de partículas de *Acrocarpus fraxinifolius* e *Pinus oocarpa*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas cinco árvores de *Pinus oocarpa*, com 28 anos de idade e cinco árvores de *Acrocarpus fraxinifolius*, com 20 anos de idade para condução deste trabalho. Ambas as espécies são procedentes de plantio experimental localizado no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras/MG, Brasil. A densidade básica das respectivas espécies foram calculadas seguindo as diretrizes da norma técnica NBR 11.941 (ABNT, 2003).

As árvores foram seccionadas em toras de 2,5 m de comprimento, posteriormente foram desdobradas em tábuas de 20 mm de espessura, sendo esta medida correspondente a largura das partículas do tipo *strand*. Em seguida, foi retirada das tábuas peças de 85 mm de largura no sentido perpendicular às fibras, correspondendo ao comprimento das partículas do tipo *strand.*

As peças de madeira foram mantidas submersas em água até completa saturação. Após a saturação, as peças foram processadas em um picador de disco, regulado para a produção de partículas com espessura de 0,70 mm, obtendo, assim, partículas nas dimensões de 20 x 85 x 0,70 mm (largura, comprimento e espessura, respectivamente). As partículas foram então, mantidas a 60°C em estufa com circulação forçada de ar até atingirem umidade na faixa de 3 a 4% (base massa seca).

A aplicação do adesivo nas partículas foi realizada utilizando uma encoladeira do tipo tambor giratório dotado de pistola de ar comprimido. Foram produzidos 15 painéis do tipo OSB referente aos cinco (Tabela 1) tratamentos deste trabalho, ambos, encolados com 6% (base massa seca) de adesivo fenol-formaldeído (teor de sólidos de 57%; viscosidade de 261,4 cP; e pH de 9,5).

Tabela 1. Plano experimental

Simbologia	Partículas de *Acrocarpus*	Partículas de *Pinus*
	%	
Af_0%	0	100
Af_25%	25	75
Af_50%	50	50
Af_75%	75	25
Af_100%	100	0

Após a aplicação do adesivo, as partículas foram distribuídas sobre uma caixa orientadora (MENDES, 2001), para assegurar que as camadas superficiais estejam dispostas perpendicularmente à camada central, conforme as proporções em massa previamente estabelecidas de 25%, 50% e 25% para face/miolo/face, respectivamente. Concluído a etapa de orientação das partículas, o colchão foi submetido à prensagem manual com pressão de 0,4 MPa com intuito de melhorar sua conformação e evitar a perda de partículas. Posteriormente, os colchões foram prensados em uma prensa térmo-hidráulica por um período de 8 minutos, com temperatura de 180ºC e pressão específica de 3,94 MPa.

Terminado a prensagem dos painéis, estes foram esquadrejados e acondicionados em sala climatizada à temperatura de 20±2°C e umidade relativa de 65±5% até a estabilização. Foram então retiradas as amostras (Figura 1) para os ensaios de flexão estática conforme as diretrizes da norma DIN 52362 (DIN, 1982) e de resistência a ligação interna em acordo com a norma ASTM D 1037-100 (ASTM, 2006).

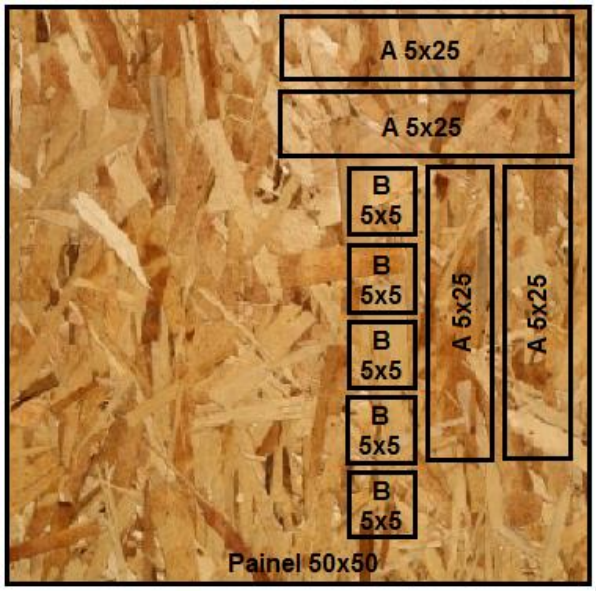

Figura 1. a) Medidas (cm) e numero de amostras para o ensaio de flexão estática; b) Resistência a ligação interna

As amostras foram ensaiadas em uma máquina universal de ensaios mecânicos da marca AROTEC, equipada com uma célula de carga de 2 kN. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, sendo os resultados dos ensaios mecânicos submetidos à análise de variância e análise de regressão, ambas a 5% de significância.

3. RESULTADOS EDISCUSSÃO

A densidade básica calculada da madeira de *Acrocarpus fraxinifolius* e de *Pinus oocarpa* foram 0,52 g.cm^{-3} e 0,41 g.cm^{-3}, respectivamente. Estes valores são coerentes com a literatura e podem variar de acordo com a idade, sítio, região climática entre outras (HONORATO et al., 2005; WHITMORE e OTAROLA, 1976; FOELKEL et al., 1975). Ambas as espécies apresentam densidade básica menor que 0,55 g.cm^{-3}, sendo indicadas para a produção de painéis de madeira (MALONEY, 1993).

Houve variação estatística entre as densidades dos painéis para os diferentes tratamentos (Figura 2), indicando possíveis perdas de partículas no processo laboratorial de produção dos painéis.

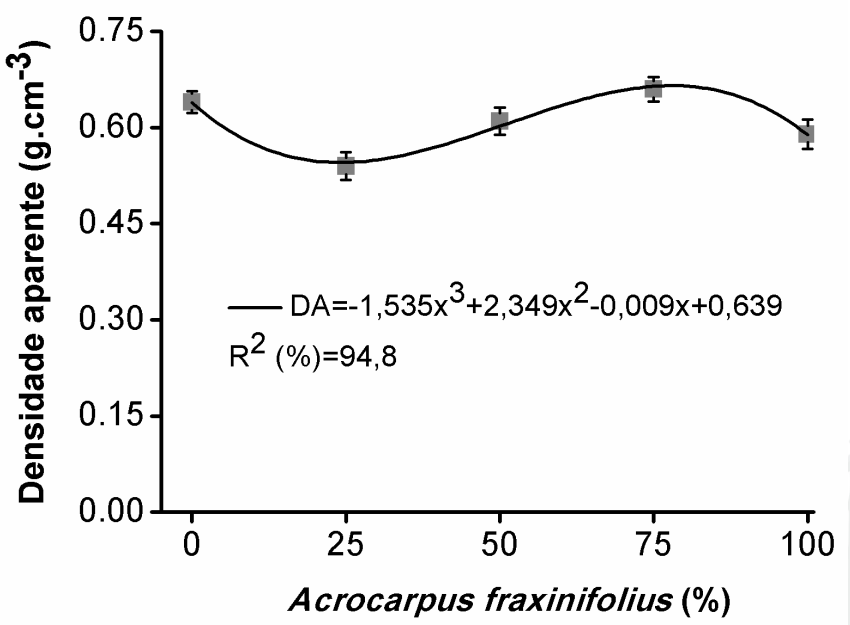

Figura 2. Densidade aparente dos painéis com diferentes quantidades de partículas de *Acrocarpus fraxinifolius*

A variação na densidade aparente dos painéis influência nas suas propriedades mecânicas, uma vez que existe correlação positiva entre essas propriedades e já são bastante elucidadas na literatura (NISGOSKY et al., 2012). Em razão disto, é esperado que ocorram diferenças nos resultados das avaliações mecânicas de cada tratamento em questão. Entretanto, apesar dessa variação de densidade, somente o tratamento AF_25% é classificado como painel de baixa densidade, já os tratamentos restantes são classificados como de média densidade.

O comportamento das propriedades mecânicas módulo de ruptura, módulo de elasticidade e ligação interna (Figura 3) seguiram a mesma tendência da propriedade densidade aparente. O que indica a forte correlação entre as propriedades em questão. No entanto, podem-se notar através da Figura 3 algumas interações provenientes da variação da quantidade de partícula de *Acrocarpus fraxinifolius,* além da tendência antes comentada, de modo a acentuar ou diminuir alguns picos.

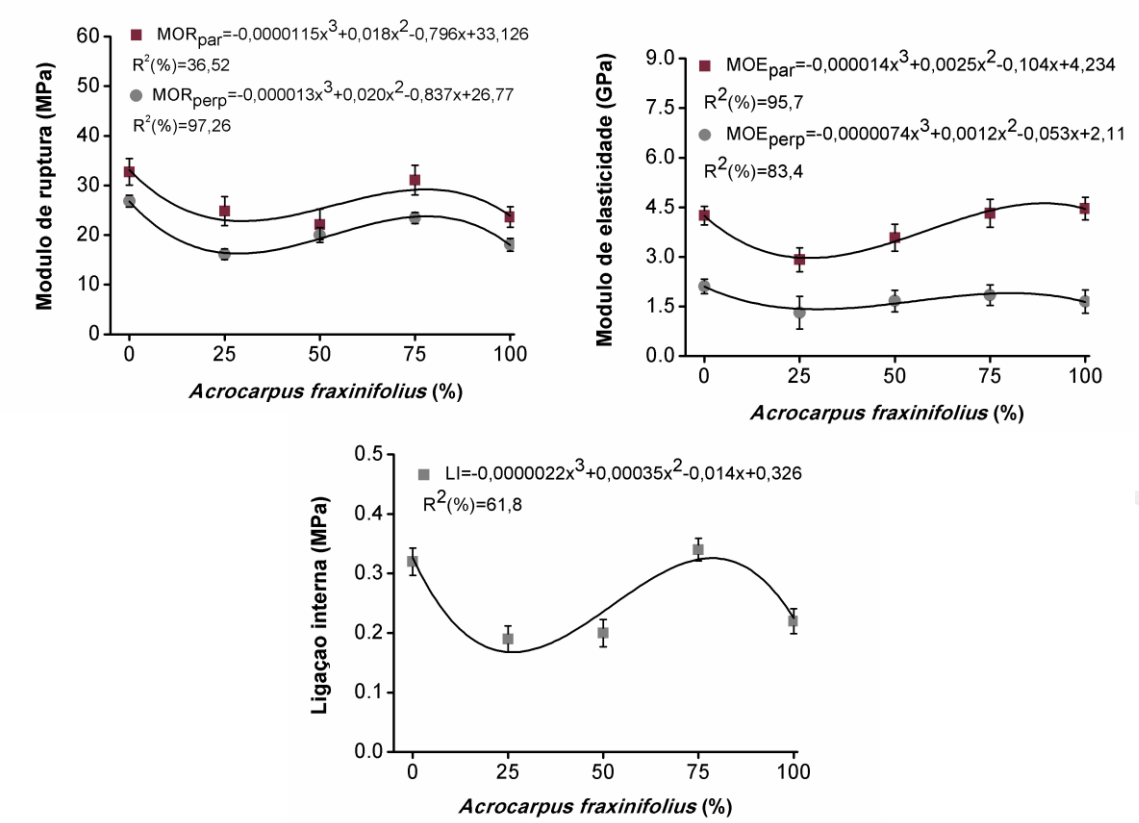

Figura 3. Propriedades mecânicas dos painéis com diferentes quantidades de partículas de *Acrocarpus fraxinifolius*

Em ambas as propriedades mecânicas avaliadas neste trabalho houve diferenciação estatística. Os valores do módulo de ruptura paralelo e perpendicular variaram de 22,13 a 32,73 MPa e 16,12 a 26,85 MPa, respectivamente. Apenas o tratamento AF_50% não atingiu o mínimo exigido pela norma canadense CSA 04337 (CSA, 1993) para o MOR paralelo na categoria 1 que corresponde a 22,90 MPa, no entanto, todos os tratamentos atenderam os requisitos da mesma norma para o MOR perpendicular que é de 9,40 MPa para a mesma categoria.

Os módulos de elasticidade paralelo e perpendicular variaram de 2,92 a 4,46 GPa e 1,31 a 2,12 GPa, respectivamente. Em comparação com a norma CSA 04337 (CSA, 1993), nenhum dos tratamentos atingiram o mínimo para o MOE paralelo na categoria 1 que exige valor mínimo de 4,5 GPa, já o MOE perpendicular dos diferentes tratamentos excedem o mínimo exigido pela norma, de 1,2 GPa.

Quanto a ligação interna dos painéis, os tratamentos variaram de 0,19 a 0,34 MPa, assim, apenas o tratamento AF_75% atendeu o mínimo exigido pela norma canadense, que exige que os painéis tenham LI de 0,34 MPa ou mais.

Realizando uma avaliação geral das propriedades estudadas neste trabalho, se observa que os painéis não atenderam os requisitos mínimos de resistência mecânica. Provavelmente, pela perda de matéria prima na produção dos painéis, como indicado pela Figura 2, na literatura alguns trabalhos utilizando a madeira de *Acrocarpus fraxinifolius* na confecção de diferentes tipos de painéis apresentam

ótimos resultados em comparação com a madeira de pinus (TRIANOSKI et al., 2011; TRIANOSKI et al., 2013). Sendo necessários novos estudos que visem avaliar as propriedades desta espécie na produção de painéis OSB.

4. CONCLUSÕES

Os painéis produzidos obtiveram densidades aparentes distintas para os diferentes tratamentos avaliados. As propriedades mecânicas obtiveram comportamento parecido com a tendência da densidade aparente. Indicando a interferência desta propriedade na resistência mecânica dos painéis.

No geral, as propriedades mecânicas obtiveram valores inferiores aos relatados em literatura e exigidos pela normatização utilizada como parâmetro de comparação. Assim, as espécies estudadas não são aptas para produção de painéis OSB, se produzidos nas mesmas condições laboratoriais descritas neste estudo.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG, a CAPES, ao CNPq, a Rede Brasileira de Pesquisa em Compósitos Lignocelulósicos e Nanocompósitos e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Biomateriais.

6. REFERÊNCIASBIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, V. C. S.; SÁ, V. A.; BUFALINO, L.; MENDES, L.M.; ALMEIDA, N. A. Avaliação das propriedades físico-mecânicas de painéis compensados de Toona ciliata M. Roem. var. australis. CERNE, v. 1, n. 17, p. 103-108, 2011.

ALMEIDA, R. R.; BORTOLETTO JR, G.; JANKOWSKY, I. P. Produção de lâminas a partir da madeira de clones do híbrido Eucalyptus grandis x Eucalyptus urophylla. SCIENTIA FORESTALIS, v. 65, p. 49-58, 2014.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING - Standard test methods for evaluating Properties of Wood-Base Fiber and Panel Materials. Philladelphia. ASTM D1037-06a. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - Madeira: determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 6 p. NBR-11941. 2003.

BARBUTA, C.; CLOUTIER, A.; BLANCHET, P., YADAMA, V.; LOWELL, E. Tailor made OSB for special application. EUROPEAN JOURNAL OF WOOD PRODUCTS, v. 4, n. 69, p. 511–519, 2011.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION - OSB and Waferboard.. Ontario: CSA 0437.0 – 93, 1993. 18 p.

DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG - Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength: DIN 52362. Berlin, 1982. 40 p

EFORWOOD. Sustainable Impact Assessment of the Forestry Wood Chain. 2008. Project ID: 518128 Thematic Priority: Global Change and Ecosystems Duration. [on line]<http://www.innovawood.com/eforwood/LinkClick.aspx?fileticket=H6rOD%2FJ730Y%3D&tabid=36&mid=947> [Consulta: Enero 2017].

FOELKEL, C. E. B.; BARRICHELO, L. E. G.; MILANEZ, A. F. Estudo comparativo das madeiras de Eucalyptus saligna, E. paniculata, E. citrodora, E. maculata e E. tereticornis para produção de celulose sulfato. Piracicaba: Ed. ESALQ/DS. 1975. 82p.

GUIMARÃES JR, J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; GUIMARÃES, B. M. R.; OLIVEIRA, S. L. Seleção de clones de Eucalyptus urophylla para produção de compensados. CERNE, v. 4, n. 18, p. 667-673, 2012.

HONORATO, S. J. A. Cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*) una opción agroforestal para la sierra Norte del estado de Puebla. INIFAP, 2005, v. 1, 41p. (Folleto Técnico).

IWAKIRI, S.; CUNHA, A. B.; PRATA, J. G.; BRAZ, R. L.; CASTRO, V. G.; KAZMIERCZAK, S.; PINHEIRO, E.; RANCATTI, H.; SANCHES, F. L. Produção de painéis compensados com lâminas de madeira de Sequoia sempervirens e resina uréia-formaldeído. FLORESTA, v. 4, n. 42, p. 809-816, 2012.

IWAKIRI, S.; POTULSKI, D. C.; SANCHES, F. G.; SILVA, J. B.; TRIANOSKI, R.; PRETKO, W. C. Avaliação do potencial de uso da madeira de Acrocarpus fraxinifolius, Grevilea robusta, Melia azedarach e Toona ciliata para produção de painéis OSB. CERNE, v. 2, n. 20, p. 277-284, 2014.

IWAKIRI, S.; VARGAS, C. A.; PARCHEN, C. F. A.; WEBER, C.; BATISTA, C. C.; GARBE, E. A.; CIT, E. J.; PRATA, J. G. Avaliação da qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de madeira de Schizolobium amazonicum. FLORESTA, v. 3, n. 41, p. 451-458, 2011.

LORENZI, H.; SOUZA, H. M.; TORRES, M. A. V.; BACHER, L. B. Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003.

MALONEY, T. M. Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing. San Francisco: M. Freeman, 1993. 689 p.

MARTÍNEZ, P. E.; GARCÍA, J. M. M.; SÁNCHES, L. H.; PÉREZ, G. O. Cultivo intercalado de cedro rosado y su efecto sobre el contenido de materia orgánica en suelo. REVISTA UDO AGRÍCOLA, v. 1, n. 6, p. 109-113, 2006.

MENDES. L. M., Pinus spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). 156 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

NISGOSKI, S.; TRIANOSKI, R.; MUÑIZ, G. I. B.; MATOS, J. L. M.; STYGAR, M. Variação radial das estruturas da Madeira de Acrocarpus fraxinifolius Wight & Arn. FLORESTA E AMBIENTE, v. 19, p. 316-324, 2012.

OKINO, E. Y. A.; TEIXEIRA, D. E.; SOUZA, M. R. de; SANTANA, M. A. E.; SOUSA, M. E. de. Properties of oriented strandboard made of wood species from Brazilian planted forests: Part 1: 80 mm-long strands of Pinus taeda L. HOLZ ALS ROH- UND WERKSTOFF, v. 3, n. 62, p. 221-224, 2004.

PINTO, J. A. Análise da viabilidade do uso da madeira de Cryptomeria japônica para laminação e produção de painéis compensados. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

ROCAS, A. N. Part II – Species Descriptions: Acrocarpus fraxinifolius Wight & Arn. Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz, México. p. 266-268, 2010.

TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; PRATA, J. G. Propriedades físicas e mecânicas de painéis de madeira aglomerada de Acrocarpus fraxinifolius, compostos com diferentes percentuais de casca. CIÊNCIA FLORESTAL, v. 4, n. 23, p. 761-769, 2013.

TRIANOSKI, R.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; PRATA, J. G. Viabilidade da utilização de Acrocarpus fraxinifolius sem diferentes proporções com Pinus spp. para produção de painéis aglomerados. SCIENTIA FORESTALIS, v. 91, n. 39, p. 343-350, 2011.

WHITMORE JL, OTAROLA T. Acrocarpus fraxinifolius Wight, especie de rápido crecimiento inicial, buena forma y madera de usos múltiples. TURRIALBA, v. 2, p. 201-204, 1976.