

Painéis de partículas homogêneas fabricados com resíduos lignocelulósicos e resina alternativa para aplicação em pisos

Homogeneous particleboards manufactured with lignocellulosic waste and alternative resin for floor applications

Maria Fátima do Nascimento¹, Francisco Antonio Rocco Lahr², André Luis Christoforo³,
Marília da Silva Bertolini⁴, Juliano Fiorelli⁵ e Márcio Rogério da Silva⁶

Resumo

Os painéis de partículas consistem em materiais compósitos com ampla gama de aplicações, dentre essas, na forma de pisos, em que a resistência à abrasão se configura como uma importante propriedade. Este trabalho objetivou investigar, com o auxílio da norma brasileira ABNT (2008), a resistência a abrasão (desgaste superficial) de painéis de partículas, fabricados com resíduos de madeira de *Eucalyptus* sp. para aplicação, na forma de pisos, em ambientes interiores. Os fatores investigados na fabricação dos painéis foram o tipo de resina (poliuretana a base de óleo de mamona; a ureia formaldeído), uso ou não de revestimento em verniz a base de poliéster e o número de ciclos para os ensaios de abrasão (1000; 1300; 1600), conduzindo a um planejamento fatorial completo com 12 tratamentos distintos. As respostas investigadas foram o desgaste por perda de massa, desgaste por perda de massa percentual, desgaste por perda de espessura e desgaste por perda de espessura percentual. Os resultados apresentaram valores de ciclos superiores às classes AC2 e AC3, chegando a 2700 ciclos, de acordo com a perda de massa. Da análise estatística, apenas o fator número de ciclos foi significativo nas propriedades investigadas, o que implica na equivalência de resultados para os demais fatores e interações investigadas.

Palavras-chave: Painéis de partículas, resistência à abrasão, resinas.

Abstract

Particleboards consist of composite materials with a wide range of applications, among these, for floors, where abrasion is an important property. This research aimed to investigate, with the aid of the Brazilian standard ABNT (2008), abrasion resistance (surface wear) of particleboards manufactured with waste of *Eucalyptus* sp. wood for employment on indoor environments floors. The factors investigated in the manufacture of the panels were resin type (castor oil-based polyurethane resin, urea formaldehyde), the use or not of varnish coating based on polyester, and the number of cycles for the abrasion test (1000; 1300; 1600), leading to a full factorial design with 12 different treatments. The responses investigated were the wear mass loss, wear mass loss percentage, wear loss in thickness and wear loss percentage in thickness. The results showed higher number cycles values then AC2 and AC3 classes, reaching 2700 cycles according to the loss mass. In the statistical analysis, only the number of cycles factor was significant in the investigated properties, which implies equivalence results for the other factors and interactions evaluated.

Keywords: Particleboards, abrasion resistance, resins.

¹Pesquisadora Doutora. USP – Universidade de São Paulo / EESC – Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador Saocarlene, n. 400 - 13566590 - São Carlos, SP, Brasil. E-mail: fati@sc.usp.br.

²Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas. USP – Universidade de São Paulo / EESC – Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador Saocarlene, n. 400 - 13566590 - São Carlos, SP, Brasil. E-mail: frocco@sc.sup.br.

³Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil. UFSCar - Universidade Federal de São Carlos. Rodovia Washington Luís, km 235 - SP-310 - 36307-352 - São Carlos, SP, Brasil. E-mail: christoforoal@yahoo.com.br.

⁴Professor Assistente Doutor do Departamento do Engenharia de Produção. UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Campus Experimental de Itapeva. Rua Geraldo Alckmin, 519 - Vila Nossa Senhora de Fátima - 18409010 - Itapeva, SP, Brasil. E-mail: mariliasilvabertolini@gmail.com.

⁵Professor Associado do Departamento de Engenharia de Biosistemas. USP - Universidade de São Paulo, Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Av. Duque de Caxias Norte, 225 - Centro - 13635900 - Pirassununga, SP, Brasil. E-mail: julianofiorelli@usp.br.

⁶Pós-doutorando. USP – Universidade de São Paulo / EESC – Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador Saocarlene, n. 400 - 13566590 - São Carlos, SP, Brasil. E-mail: marciomr@sc.usp.br.

INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, institui a política Nacional de Resíduos Sólidos, que conceitua resíduos sólidos como sendo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam, para isso, soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Esta lei discorre, ainda, sobre o processo adequado que envolve a destinação dos resíduos como a reciclagem, compostagem, recuperação, dentre outros. No item XII, esta lei descreve a importância de um conjunto de ações para reaproveitamento de resíduos sólidos do setor empresarial nos ciclos produtivos, ou outra destinação adequada para o meio ambiente. Já nos itens XV e XVII, a Lei nº 12.305 define reciclagem como processo de transformação dos resíduos sólidos que envolvem a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos e rejeito, os quais, depois de esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação, por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

A geração de resíduos de madeira advém da transformação da madeira maciça e de materiais derivados de madeira, além de podas de florestas e indústrias moveleiras. O Instituto Brasileiro de Qualidade e Produtividade (IBQP) classifica da seguinte maneira os resíduos de madeira: serragem - partículas de madeira menores que 1 mm de diâmetro; cavacos ou chips - partículas com dimensões máximas de 50 × 20 mm, provenientes do uso de picadores; cepilhos - peças de madeira com diferentes tamanhos. Também são gerados no processamento da madeira, tocos e restos do processo de serragem, beneficiamento, carpintaria ou caixaria e peças com defeitos. No panorama geral sobre a situação da produção mundial de produtos do processamento mecânico da madeira, desde a produção de toras até os resíduos, a geração desses apresenta ascendência de 27,5%, passando de um volume de 7.503.000 m³, em 1985, para um volume de 85.244.727m³, em 2000. A Indústria moveleira é uma das grandes responsáveis na geração de resíduos.

Define-se resíduo como todo material descartado nas cadeias de produção e consumo que, por limitações tecnológicas ou de mercado, não apresenta valor de uso econômico, podendo causar impactos negativos ao meio ambiente quando manejado de maneira imprópria (NOLASCO, 1998). São vários os resíduos gerados na produção de materiais à base de madeira, destacando-se os resíduos de marcenaria, de indústrias moveleiras e de floresta.

Pesquisadores como Couto e Brito (1980); Salmeron (1980) definem resíduos florestais como todo material resultante da exploração comercial da madeira e que permanece sem utilização industrial definida. Normalmente, são considerados resíduos de exploração florestal a casca, copa, ramos, acículas, raízes, touça, ponteiro, tocos, árvores mortas, árvores doentes, e árvores cujo diâmetro e altura são inferiores ao diâmetro comercial mínimo.

Neste contexto, Nascimento (2008) apresenta o processo de fabricação de chapas de partículas de madeira homogênea (CPH) de alta densidade, densidade esta não encontrada no mercado, com o aproveitamento de espécies da Caatinga, consideradas resíduos de floresta e apresentando as seguintes características: baixo fuste, tortuosidade, diâmetros variando de 5 a 12 centímetros e alta densidade. Foram utilizados, no trabalho citado, galhos, cascas e as árvores de baixo fuste e tortuosas.

O documento normativo NBR 14810:2006 (Chapas de Madeira Aglomerada), da Associação Brasileira de Normas Técnicas, define chapa de madeira aglomerada e ou chapa de partículas de madeira como sendo um produto em forma de painel variando de 3 a 50 milímetros de espessura, constituído de partículas de madeira aglomeradas com resinas naturais ou sintéticas, termofixas, sob ação de pressão e calor.

Várias pesquisas referentes a fabricação e caracterização de painéis de partículas vem sendo realizadas no Brasil, podendo-se citar os trabalhos de Bertolini (2014); Varanda et al. (2014); Iwakiri et al. (2012); Alves et al. (2014), entretanto, sendo poucos os estudos em que se foram investigadas as potencialidades de painéis para aplicações específicas na forma de pisos.

Os pisos de painéis aglomerados se constituem como um produto já estabelecido na construção civil Australiana. Esses pisos proporcionam construções mais leves, permitindo redução de custos com fundações dentre outras (EWPAA, 2014).

Atualmente os pisos de madeiras maciça estão sendo comercializados paralelamente aos pisos laminados (SILVA; BITTENCOURT, 2002). O piso laminado é um revestimento do piso, e algumas vezes de paredes, que apresenta um acabamento semelhante ao carpete de madeira, e é resistente à abrasão (PARTICLEBOARD, 2008). As camadas do piso laminado se subdividem em overlay, laminado decorativo, substrato HDF-H e balanço, assim como ilustrado na Figura 1.

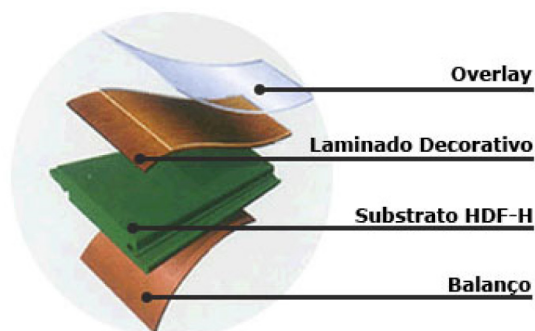


Figura 1. Camadas de pisos utilizadas na fabricação de pisos laminados nas principais Empresas de MDP e MDF do Brasil. Fonte: Piso laminado Net, acessado em: <http://www.pisolaminado.net.br>

Figure 1. Layers of floors used in the manufacture of laminate flooring in the main companies of MDP and MDF in Brazil. Source: Laminate flooring, accessed: <http://www.pisolaminado.net.br>

Este trabalho objetivou avaliar, com o auxílio da norma brasileira ABNT (2008), a potencialidade de painéis de partículas homogêneas feitos com resíduos madeira de *Eucalyptus sp.*, dois tipos de adesivo e revestimento em verniz a base de poliéster como aplicação em pisos destinados a ambientes interiores.

MATERIAL E MÉTODOS

A fabricação e os testes de abrasão dos painéis foram realizadas nas dependências do Laboratório de Madeiras e de Estruturas de Madeira, da Escola de Engenharia de São Carlos, da Universidade de São Paulo.

As partículas de madeira de *Eucalyptus sp.* apresentaram teor de umidade próximo de 10%, com dimensões variando de 0,8 mm a 2,8 mm. Para a fabricação dos painéis, com dimensões 10×400×400mm, foram utilizadas 12% de resina poliuretana bicomponente (uma parte de polioli para uma de pré-polímero) a base de mamona [PU] e de 12% de resina ureia formaldeído [UF] sobre a massa seca de partículas (1400 gramas), configurando painéis com densidade de, aproximadamente, 850 kg/cm³.

As partículas (Figura 2a) foram misturadas aos adesivos por meio de uma encoladeira (Figura 2b), e na sequência, a massa resultante da mistura foi levada para uma pré-prensagem (Figura 2c), com pressão de compactação de 1 MPa e, finalmente, o colchão formado foi encaminhado para prensagem final. O tempo de prensagem foi de 10 minutos, com temperatura de 90°C e pressão de 3,5MPa.

As propriedades investigadas foram o desgaste por perda de massa [DM (g)], desgaste por perda de massa percentual [DM (%)], desgaste por perda de espessura [DE (mm)] e desgaste por perda de espessura percentual [DE (%)], ambas obtidas dos ensaio de abrasão, realizados de acordo com as premissas da norma ABNT (2008). Os corpos de prova, com dimensões de 10×100×100 mm, foram pesados e medidos com micrômetro em desgaste de espessura a cada 300 ciclos. Para realização dos ensaios foram utilizados micrômetro, balança com precisão de 0,01g e o aparelho Taber Rotary Platform Abrasion Tester Model 5135/5155, assim como ilustra a Figura 3. Parte dos corpos de prova fabricados foram revestidos com verniz bi-componente automotivo a base de poliéster, possibilitando avaliar o desempenho deste revestimento quanto à abrasão.

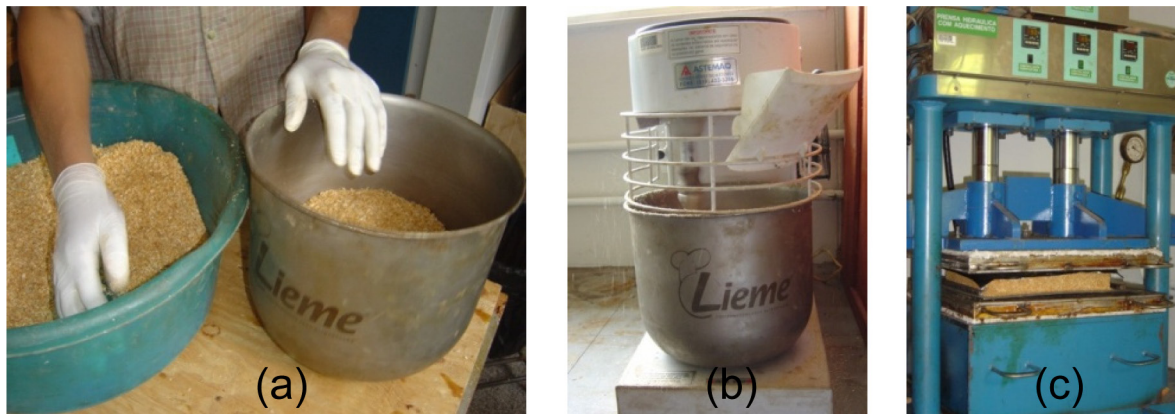


Figura 2. Partículas de *Eucalyptus* sp. (a), encolagem (c) e formação do colchão (c).
Figure 2. *Eucalyptus* sp. particles (a), sizing agent (b) and formation of the particle mattres (c).



Figura 3. Equipamentos utilizados nos ensaios de abrasão.
Figure 3. Equipment used in the abrasion test.

A Tabela 1 apresenta os valores máximos e mínimos de resistência à abrasão de acordo com a norma brasileira ABNT (2008).

Tabela 1. Valores mínimos e máximos de resistência à abrasão. Fonte: ABNT (2008).
Table 1. Minimum and maximum values of abrasion resistance. Source: ABNT (2008).

Classes	Ciclos	Valores	Finalidades (usos)
AC2	1500	Mínimo	Doméstico (tráfego baixo)
AC3	2000	Médio a Alto	Doméstico a Comercial (tráfego médio)
AC4	4000	Alto	Comercial (tráfego alto)
AC5	6000	Máximo	Comercial (tráfego denso)

Os fatores investigados na fabricação dos painéis foram o tipo de adesivo [Ades] (PU; UF), o uso ou não de revestimento em verniz a base de poliéster [Rev] (com; sem) e o número de ciclos [NC] (1000; 1300; 1600) para os ensaios de abrasão, conduzindo a um planejamento fatorial completo com 12 tratamentos [Tr]. A Tabela 2 apresenta os tratamentos do planejamento experimental deli-

neado. Ressalta-se que o limite superior de 1600 ciclos, estipulado para o fator número de ciclos, deve-se a verificação do requisito da norma ABNT (2008) para painéis da classe AC2.

Tabela 2. Tratamentos experimentais delineados.

Table 2. Designed experimental treatments.

Tratamento	Adesivo	Revestimento	Ciclos
1	PU	Com	1000
2	PU	Com	1300
3	PU	Com	1600
4	PU	Sem	1000
5	PU	Sem	1300
6	PU	Sem	1600
7	UF	Com	1000
8	UF	Com	1300
9	UF	Com	1600
10	UF	Sem	1000
11	UF	Sem	1300
12	UF	Sem	1600

PU – resina poliuretana a base de mamona; UF – resina uréia-formaldeído;

Foram fabricados seis painéis de partículas, três feitos com a resina PU e outros três com a resina UF. De cada painel foram extraídos dois corpos de prova (10×100×100 mm), um sem o uso do revestimento e o outro em que o revestimento foi aplicado superficialmente, sendo ambos postos a, sucessivamente, 1000, 1300 e 1600 ciclos.

Para investigar a influências dos fatores individuais e das interações, em cada variável-resposta, foi utilizada a análise de variância (ANOVA), com o auxílio do software Minitab® versão 14, considerada ao nível de 5% de significância (α). Para a ANOVA, a equivalência das médias foi estabelecida como hipótese nula (H_0) e a não equivalência como hipótese alternativa (H_1). P-valor superior ao nível de 5% de significância implica em aceitar H_0 , rejeitando-a em caso contrário. A normalidade e homogeneidade dos resíduos da ANOVA (validação) foram avaliadas com auxílio dos testes de Anderson-Darling [AD] e de Bartlett [BT], respectivamente. Pela formulação dos testes, ambos considerados ao nível de 5% de significância, P-valor superior ao nível de significância implica que os resíduos apresentam distribuição normal e que a variância dos tratamentos são homogêneas. Acuso significativo o fator pela ANOVA, na sequência foi-se utilizado o teste de comparações múltiplas de Tukey (agrupamento dos níveis do fator significativos) e os gráficos de interação para auxiliar na interpretação dos efeitos de interação quando acusados significativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 3 apresenta os valores médios e os coeficientes de variação (%) das propriedades investigadas, para cada um dos doze tratamentos delineados.

Tabela 3. Valores médios e coeficientes de variação das propriedades investigadas por tratamento.

Table 3. Mean values and coefficients of variation of the properties investigated.

Tratamento	DM (g)	DM (%)	DE (mm)	DE (%)
1	0.111 [40%]	0.168 [49%]	0.048 [36%]	0.564 [40%]
2	0.053 [29%]	0.054 [13%]	0.030 [58%]	0.300 [63%]
3	0.127 [53%]	0.110 [54%]	0.050 [35%]	0.320 [44%]
4	0.111 [40%]	0.168 [49%]	0.048 [36%]	0.564 [40%]
5	0.053 [29%]	0.054 [13%]	0.030 [58%]	0.300 [63%]
6	0.127 [53%]	0.110 [54%]	0.050 [35%]	0.320 [44%]
7	0.494 [52%]	0.800 [48%]	0.290 [50%]	0.933 [53%]
8	0.055 [54%]	0.057 [54%]	0.038 [37%]	0.367 [57%]
9	0.083 [47%]	0.060 [38%]	0.082 [54%]	0.208 [26%]
10	0.107 [38%]	0.137 [43%]	0.080 [45%]	0.987 [33%]
11	0.059 [11%]	0.067 [17%]	0.040 [25%]	0.397 [29%]
12	0.047 [14%]	0.113 [42%]	0.067 [53%]	0.580 [46%]

DM - Desgaste por perda de massa; DE - desgaste por perda de espessura.

Os resultados apresentados da Tabela 3 evidenciam que da perda de massa e de espessura dos painéis a cada 1000 ciclos, para todos os tratamentos, incluindo os materiais não revestidos, praticamente não existiu. Pelos bons resultados notados durante as experimentações (até 1600 ciclos), ambos os materiais (revestidos ou não) foram posteriormente testados com 2000 e 2700 ciclos, e os resultados obtidos indicaram resistência suficiente para que se possa afirmar que é possível a sua aplicação em pisos internos.

A Tabela 4 apresenta os resultados do teste de validação da ANOVA e dos resultados da ANOVA, estando sublinhados os P-valores da ANOVA considerados significativos (P-valor<0.05).

Tabela 4. Resultados da ANOVA.

Table 4. ANOVA results.

	Validação da ANOVA		ANOVA		
	AD	BT	Ade	Rev	NC
DM (g)	0,202	0,232	0,616	0,529	0,002
DM (%)	0,726	0,270	0,887	0,812	0,001
DE (mm)	0,312	0,949	0,120	0,774	0,022
DE (%)	0,625	0,933	0,165	0,510	0,001

	ANOVA			
	Ade×Rev	Ade×NC	Rev×NC	Ade×Rev×NC
DM (g)	0,529	0,063	0,487	0,487
DM (%)	0,812	0,261	0,368	0,368
DE (mm)	0,774	0,192	0,353	0,535
DE (%)	0,510	0,393	0,594	0,594

AD: teste de Anderson-Darling; BT: teste de Bartlett; Ade×Ver, Ade×NC, Rev×NC e Ade×Rev×NC consistem nas interações (×) entre os fatores adesivo (Ade), revestimento (Rev) e número de ciclos (NC).

Pelos P-valores encontrados dos testes de validação, os resíduos por resposta apresentam distribuição normal e as variâncias dos resíduos entre os tratamentos foram equivalentes, validando os resultados da ANOVA. Dos Fatores individuais, apenas o número de ciclos dos ensaios de abrasão foi significativo, implicando na equivalência dos resultados de abrasão para ambos os tipos de adesivo (PU, UF) e com e sem uso do revestimento. Com relação à interação entre os fatores, nenhuma delas foi considerada significativa nos valores dos desgastes em massa e em espessura calculados, revelando assim a não significância das combinações entre os fatores delineados sobre as propriedades investigadas.

A Tabela 5 apresenta os resultados do teste de Tukey para o fator número de ciclos, sendo a média e Ag o agrupamento formado.

Tabela 5. Resultados do teste de Tukey do fator número de ciclos.

Table 5. Tukey test results on the factor number of cycles.

	Ciclos	1000	1300	1600
DM (g)	Ag	0,205 A	0,055 B	0,066 B
DM (%)	Ag	0,318 A	0,058 B	0,078 B
DE (mm)	Ag	0,116 A	0,034 B	0,042 B
DE (%)	A	0,112 A	0,341 B	0,355 B

Do teste de Tukey, A indica o grupo (Ag) de maior valor médio e B o grupo de segundo maior valor médio, e letras iguais na mesma linha implicam em tratamentos com medias equivalentes ao nível de 5% de significância.

Da Tabela 5 pode-se constatar que os resultados dos ensaios de abrasão, para 1300 e 1600 ciclos, foram estatisticamente equivalentes, o que evidencia a boa resistência à abrasão de todos os tratamentos estipulados, com destaque para os materiais não revestidos, que apresentaram propriedades equivalentes aos revestidos, ficando evidente a potencialidade dos painéis fabricados como aplicação na forma de pisos.

CONCLUSÕES

No que se refere aos ensaios de abrasão, verificou-se êxito significativo nos resultados. Os números de ciclos alcançados foram de até 2700 ciclos, o suficiente para validar a aplicação dos painéis de partículas homogêneas em áreas internas. Ressalta-se, ainda, que os desgastes em massa e espessura foram mínimos, conforme documento normativo.

De acordo com a análise estatística, verificou-se uma perspectiva positiva na utilização do painel sem revestimento em pisos de interiores, haja vista que não houve diferença significativa nos corpos de prova revestidos e sem revestimento, assim como do uso dos adesivos poliuretano e ureia formaldeído, que também conduziu a resultados equivalentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14535 - Móveis de madeira: Requisitos e ensaio para superfície pintada. Rio de Janeiro, 2008, 32 p.

ALVES, L. S.; SILVA, A. S. A. M.; AZAMBUJA, M. A.; LUCIANO, L. D.; CHRISTOFORO, A. L.; GONÇALVES, D.; LAHR, F. A. R. Study of the feasibility of mix of species from sawmill waste and limiting for particleboard. *International Journal of Composite Materials*, v. 4, n. 1, p. 30-37, 2014.

BERTOLINI, M. S. M. F. CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Painéis de partículas provenientes de rejeitos de *pinus* sp. tratado com preservante CCA e resina derivada de biomassa. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 339-346, 2014.

COUTO, H. T. Z.; BRITO, J. O. Inventário de resíduos florestais. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. A1-A13, jul. 180.

EWPA - PARTICLEBOARD STRUCTURAL FLOORING. Manual. 23 p. Disponível em: <www.ewpaa.com>. Acesso em: jul. 2014.

IWAKIRI, S.; VIANEZ, B. F.; WEBER, C.; TRIANOSKI, R.; ALMEIDA V. C. Avaliação das propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos de serrarias de nove espécies de madeiras tropicais da Amazônia. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 42, n. 1, p. 59 - 64, 2012.

NASCIMENTO, M. F. **Derivados da madeira**: chapas de partículas homogêneas – madeiras do nordeste do Brasil. 2008, 159 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

NOLASCO, M. A. **Resíduos da colheita e beneficiamento da Caixeta – *Tabebuia cassinoides* (Lam.)**. Caracterização e Perspectivas. 1998. 171 p. Tese (Doutorado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1998.

PARTICLEBOARD PRODUCTS. **Trade Essentials Particleboard Flooring**. p. 132-135, 2008. Disponível em: <www.infolink.com.au/ODIN/PDF/Shouwcases/2733>. Acesso em: 10 mar. 2014

SALMERON, A. Pesquisa sobre mecanização florestal para abastecimento industrial de resíduo visando a produção de energia. *Série Técnica IPEF*, Piracicaba, v. 1, n. 2, p. B1-B12, 1980.

SILVA, F. D.; BITTENCOURT, R. M. **Estudo do desgaste à abrasão do eucalipto, madeira laminada e bambu gigante laminado utilizados como elemento de piso**. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 8, 2002, Uberlândia. *Anais...* Uberlândia: UFU, 2002.

VARANDA, L. D.; CHRISTOFORO, A. L.; ALMEIDA, D. H.; SILVA, D. A. L.; PANZERA, T. H.; LAHR, F. A. R. Evaluation of modulus of elasticity in static bending of particleboards manufactured with *Eucalyptus grandis* wood and oat hulls. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 36, n. 3, p. 405-411, 2014.

Recebido em 16/04/2015

Aceito para publicação em 21/06/2016

