

Produção de painéis de partículas orientadas (OSB) com *Schizolobium amazonicum* e resina poliuretana à base de óleo de mamonaProduction of Oriented Strand Board (OSB) with *Schizolobium amazonicum* and castor oil based polyurethane resinFabiane Salles Ferro<sup>1</sup>, Felipe Hideyoshi Icimoto<sup>1</sup>, Amós Magalhães de Souza<sup>1</sup>,  
Diego Henrique de Almeida<sup>2</sup>, André Luis Christoforo<sup>3</sup> e Francisco Antonio Rocco Lahr<sup>4</sup>**Resumo**

Este trabalho objetivou investigar a viabilidade da produção de painéis OSB com partículas de madeira de Paricá (*Schizolobium amazonicum*) aderidas com resina poliuretana à base de óleo de mamona, por intermédio das suas propriedades físicas e mecânicas. Foram avaliados três teores de resina (8%, 10% e 12%). Para todas as condições experimentais os painéis atingiram propriedades físicas e mecânicas que atenderam a requisitos normativos nacionais e internacionais. Com o auxílio da análise estatística ficou constatado que somente o módulo de elasticidade na flexão estática, na direção perpendicular à orientação das partículas, sofreu influência do fator adesivo melhorando significativamente com o aumento do teor de resina. Os painéis fabricados com 8% de resina mostraram-se como melhores soluções, por apresentarem resultados compatíveis aos exigidos por norma e usarem menor quantidade de adesivo na fabricação dos painéis. Fica, assim, evidenciada a viabilidade do uso da madeira de Paricá e da resina poliuretana à base de óleo de mamona na produção de painéis OSB.

**Palavras-chave:** Paricá, OSB, produtos derivados.

**Abstract**

This study aimed at evaluating the feasibility of OSB panels production with Paricá (*Schizolobium amazonicum*) wood particles bonded by castor oil-based polyurethane resin, through their physical and mechanical properties. Three different resin contents (8%, 10% and 12%) were evaluated. For all experimental conditions, the physical and mechanical properties of OSB panels reached the recommended values of national and international standards. Statistical analysis showed that only modulus of elasticity in static bending in perpendicular direction to particles orientation was affected by the adhesive factor, significantly improved with the increase of resin content. Panels produced with 8% of resin content were best, because they were compatible with norm requirements and used less resin in the manufacturing process. Therefore Paricá wood and castor oil based polyurethane resin in the OSB panels production is feasible.

**Keywords:** Paricá, OSB, wood products.

**INTRODUÇÃO**

O Oriented Strand Board (OSB) é um painel de partículas de madeira do tipo "strand", orientadas em camadas, aderidas com resina à prova de água e consolidadas pela prensagem a quente (CLOUTIER, 1998). Dentre suas utilizações, como componentes de edificações, embalagens, tapumes, estandes de exposições, pisos,

armações para móveis, entre outras, pode-se destacar sua aplicação no âmbito da construção civil, pois suas características físicas e mecânicas permitem seu uso para fins estruturais (PIVA, 2006; TOMASELLI, 1998).

Uma das mais importantes variáveis do processo produtivo de painéis particulados é a espécie de madeira, pois suas características anatómicas interagem com todas as outras variáveis

<sup>1</sup>Doutorando(a) em Ciência e Engenharia de Materiais. USP – Universidade de São Paulo / EESC -Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador São Carlense, 400, Parque Arnold Schmidt, 13566-590, São Carlos, SP. E-mail: [fsferro@usp.br](mailto:fsferro@usp.br); [icimoto@usp.br](mailto:icimoto@usp.br); [amosmag@gmail.com](mailto:amosmag@gmail.com).

<sup>2</sup>Mestrando em Engenharia de Estruturas. USP – Universidade de São Paulo / EESC -Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador São Carlense, 400, Parque Arnold Schmidt, 13566-590, São Carlos, SP. E-mail: [diegoestruturas@gmail.com](mailto:diegoestruturas@gmail.com).

<sup>3</sup>Professor Doutor do Departamento de Engenharia Civil. UFSCar- Universidade Federal de São Carlos. Rodovia Washington Luís, km 235 - SP 310 - Jardim Guanabara, São Carlos – SP. E-mail: [alchristoforo@yahoo.com.br](mailto:alchristoforo@yahoo.com.br).

<sup>4</sup>Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas. USP – Universidade de São Paulo / EESC -Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador São Carlense, 400, Parque Arnold Schmidt, 13566-590, São Carlos, SP. E-mail: [frocco@sc.usp.br](mailto:frocco@sc.usp.br).

do processo e, além disso, determina a massa específica do painel e o tipo de partícula que pode ser produzida. A utilização de determinada espécie na fabricação de painéis depende principalmente da disponibilidade de matéria-prima (MENDES et al., 2002).

No Brasil, os painéis OSB são produzidos com partículas de madeira de *Pinus* sp. No entanto, o crescimento da demanda mundial pelos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, para suprir as necessidades das indústrias de painéis e de outros seguimentos do setor madeireiro, tem motivado a busca por novas espécies com potencial de utilização (VIDAURRE et al., 2004).

O *Schizolobium amazonicum*, conhecido como Paricá, é uma espécie nativa, cuja plantação e utilização vêm despertando o interesse de empresários em função de sua elevada cotação no mercado interno e externo, do rápido crescimento da árvore, da abundância de semente, entre outras (SIVIERO, 2006). Essa madeira é considerada leve, com massa específica aparente média de 0,42 g/cm<sup>3</sup>, a 12% de umidade, e massa específica básica média de 0,36 g/cm<sup>3</sup> (MATSUBARA; LOGSDON, 2004). O Paricá tem sido utilizado principalmente na produção de lâminas para painéis compensados. Com sete anos de idade, apresenta bons rendimentos de laminação, aproximadamente 55%, como verificado por Hoffmann (2009) e por Melo (2012).

Do processo de laminação de toras, um rejeito conhecido como rolo resto é gerado, o qual pode ser utilizado como matéria-prima para confecção de painéis OSB. Além do maior aproveitamento da tora, a utilização do rolo resto é uma forma de agregar valor a esse rejeito, empregado principalmente para gerar energia (FERRO, 2013).

Outro fator considerável no processo produtivo de painéis de partículas é o adesivo, pois este influencia no custo final do produto e na sua aplicação. Sendo assim, é de grande importância a correta definição do tipo e quantidade de resina a ser empregada na fabricação dos painéis para otimização do custo benefício (MENDES, 2010).

As resinas comumente utilizadas na fabricação de painéis de partículas são a uréia formaldeído e a fenol formaldeído. Ambas, possuem algumas limitações como alto consumo de energia para cura da resina (acima de 160° C) e a emissão do formaldeído, componente tóxico ao homem e ao meio ambiente (BERTOLINI et al., 2013; DIAS; LAHR, 2004).

Com a tendência mundial para o uso de produtos biodegradáveis, não poluentes e originados de insumos renováveis, a resina poliuretana à base de óleo de mamona surge como alternativa aos adesivos à base de formaldeído (FIORELLI et al., 2011). Do tipo bicomponente, a resina poliuretana à base de óleo de mamona é constituída a partir de um polioliol (derivado do óleo vegetal) e de um pré-polímero (derivado do petróleo). Já teve seu potencial técnico demonstrado em diversos estudos com painéis derivados de madeira, como o de Bertolini (2011), Dias (2005), Ferro (2013), Nascimento e Morales (2008), Souza (2012) e Varanda (2012).

Considerando-se os aspectos positivos da atual produção de painéis OSB aliados à necessidade de estudos que possibilitem a utilização de novos adesivos e espécies de madeira, este trabalho objetivou avaliar a viabilidade do uso da madeira Paricá (*Schizolobium amazonicum*) juntamente com a resina poliuretana à base de óleo de mamona na fabricação de painéis OSB.

## MATERIAL E MÉTODOS

A espécie de madeira utilizada foi o *Schizolobium amazonicum* (Paricá), com densidade de 0,40 g/cm<sup>3</sup>, procedente de um plantio com aproximadamente 7 anos de idade, localizado no município de Paragominas, no Estado do Pará.

As vigas de madeira foram seccionadas em peças com aproximadamente 90 mm de largura e 35 mm de espessura, os quais definiram o comprimento e a largura das partículas respectivamente. As partículas, geradas em um picador de disco, foram obtidas com espessura de aproximadamente 0,7 mm e secas em estufa com ventilação forçada em temperatura de 103° C, até alcançarem teor de umidade entre 10 e 12%, base massa seca.

As partículas foram encoladas com resina poliuretana à base de óleo de mamona (PU-mamona). Essa resina é do tipo bicomponente, teor de sólidos de 100%, composto pelo polioliol, componente derivado do óleo vegetal, e pelo pré-polímero. A proporção de polioliol e pré-polímero utilizada foi de 1:1, devido aos excelentes desempenhos apresentados em pesquisas anteriores (FERRO et al., 2014; SOUZA, 2012). Foram avaliados três teores de adesivo, 8%, 10% e 12%, fornecendo três condições experimentais como mostra a Tabela 1.

**Tabela 1.** Delineamento experimental.  
**Table 1.** Experimental design.

Condição experimental	Teor de adesivo (%)
C1	8
C2	10
C3	12

Para cada condição experimental foram produzidos quatro painéis OSB com dimensão de 40×40×1 cm e densidade nominal 0,70 g/cm<sup>3</sup>, totalizando 12 painéis (SOUZA, 2012).

Os painéis foram confeccionados com 3 camadas. Distribuídas manualmente, as partículas das camadas externas foram dispostas de forma orientada, enquanto que as partículas da camada interna foram dispostas de forma aleatória. A proporção de partícula nas camadas face/miolo/face foi de 20:60:20, conforme estudos realizados por Cloutier (1998), Nascimento e Morales (2008) e Souza (2012).

O colchão de partículas foi prensado com temperatura de 100°C por 10 minutos, com uma pressão específica de 4 MPa. Para estabilização e cura completa da resina, as chapas foram acondicionadas por 48 horas, em condições ambiente. Após este período elas foram esquadrejadas nas dimensões de 35×35×1 cm, para posterior retirada dos corpos de prova para os ensaios físicos e mecânicos. De cada painel foram retirados 4 corpos de provas para determinação do módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) na flexão estática na direção paralela à orientação das partículas, totalizando para cada propriedade 16 amostras por condição experimental, 1 corpo de prova para o MOR e MOE na direção perpendicular à orientação das partículas, 1 para arrancamento de parafuso de face e topo, totalizando para cada uma dessas propriedade 4 amostras por condição experimental e 5 corpos de prova para determinação da adesão interna, densidade, inchamento em espessura e absorção de água, após 2 e 24 horas imersão, resultando em 20 amostras por tratamento.

Os ensaios foram procedidos de acordo com o documento normativo EN 300: 2006 (EN, 2006). A referida norma não faz menção sobre os ensaios de arrancamento de parafuso de face e de topo, sendo estes realizados com base nas recomendações da norma ABNT NBR 14810-2:2013 (ABNT, 2013).

Para verificação da influência do teor de resina poliuretana à base de óleo de mamona sobre as propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB foi utilizada a análise de variância (ANO-

VA), avaliada ao nível de 5% de significância, tendo a equivalência entre médias entre as condições experimentais como hipótese nula ( $H_0$ ) e a não equivalência como hipótese alternativa ( $H_1$ ). P-valor superior ao nível de significância do teste implica em aceitar  $H_0$ , rejeitando-a em caso contrário.

Para validação da ANOVA foram investigadas a normalidade das distribuições por propriedade analisada e a homogeneidade entre variâncias, com o auxílio dos testes de Anderson-Darling e Bartlett e Levene, respectivamente, ambos ao nível de 5% de significância. Para o teste de Anderson Darling, a hipótese nula consistiu em assumir normalidade na distribuição, e a não normalidade como hipótese alternativa. P-valor superior a 5% implica em aceitar  $H_0$ , refutando-a em caso contrário. Os testes de Bartlett e Levene foram formulados considerando a equivalência entre as variâncias como hipótese nula e a não equivalência como hipótese alternativa. P-valor superior ao nível de significância implica em aceitar  $H_0$ , rejeitando-a em caso contrário.

Acusado ser significativo o fator adesivo por resposta investigada, aplicou-se na seqüência o teste de comparações múltiplas de Tukey para o agrupamento e classificação dos grupos, como forma de eleger a melhor condição experimental.

As propriedades arrancamento de parafuso de face e de topo foram avaliadas neste estudo, como forma de comparação com outros tipos de painéis de partículas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 estão apresentados os resultados médios obtidos para as propriedades físicas densidade, inchamento em espessura e absorção de água após 2 e 24 horas de imersão dos painéis OSB, assim como os respectivos coeficientes de variação (%).

Os dados da Tabela 2 mostram que os valores médios da densidade dos painéis OSB ficaram abaixo da densidade nominal 0,70 g/cm<sup>3</sup>. Eventuais diferenças podem ser relacionadas principalmente às condições operacionais, como perda de materiais durante o processo de formação do colchão de partículas e de sua prensagem, além do retorno em espessura dos painéis após serem retirados da prensa (IWAKIRI et al., 2008). Os painéis OSB fabricados neste estudo se classificaram como de média densidade (MALONEY, 1993).

**Tabela 2.** Valores médios de densidade, inchamento em espessura e absorção de água dos painéis OSB.  
**Table 2.** Values of density and swelling and water absorption of the OSB panels.

CE	Densidade (g/cm <sup>3</sup> )		Inchamento em espessura (%)				Absorção de água (%)			
	Média	CV (%)	Média 2h	CV (%)	Média 24h	CV (%)	Média 2h	CV (%)	Média 24h	CV (%)
C1	0,64	4	8,9	21	23,4	3	22,4	13	66,2	6
C2	0,65	2	7,3	6	23,1	4	20,0	12	60,9	16
C3	0,64	4	5,5	37	20,4	22	18,1	8	54,9	13

\*CE: condição experimental; CV: coeficiente de variação.

Das propriedades físicas analisadas, a norma EN 300:2006 faz referência apenas ao inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água. Os valores médios obtidos para esta propriedade estão em conformidade com o máximo de 25% estipulado pela referida norma para painéis do tipo OSB/1, destinados à aplicação em ambientes secos, e são inferiores ao valor médio de 31,6% obtido por Iwakiri et al. (2009) para painéis OSB fabricados com partículas de madeira de *Pinus taeda* L. e resina fenol-formaldeído.

Os resultados obtidos para as propriedades inchamento em espessura após 2 horas e absorção de água após 2 e 24 horas de imersão foram consistentes com os valores de 22, 32 e 79% respectivamente, encontrados por Surdi (2012) para painéis OSB fabricados com híbridos de *Pinus* e com densidade de 0,67 g/cm<sup>3</sup>.

Os coeficientes de variação encontrados para as propriedades investigadas estão coerentes com os obtidos por Souza (2012).

A Tabela 3 apresenta os valores médios obtidos para as propriedades módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) na flexão para direção paralela e perpendicular à orientação das partículas, arrancamento de parafuso de face e de topo e adesão interna. Além disso, estão apresentados os coeficientes de variação (%) correspondente a cada condição experimental.

Segundo a Tabela 3, para as três condições analisadas os valores médios obtidos para as propriedades MOE e MOR na direção paralela atingiram os valores de 4800 MPa e 30 MPa, respectivamente, estipulados pela EN 300:2006 (EN, 2006) para painéis OSB do tipo 4 (painéis

especiais para fins estruturais utilizados em ambientes úmidos), com superioridade em até 26 e 12% respectivamente para o MOE e para o MOR.

Com relação à norma DIN 68792:1979 (DIN, 1979), aplicada para painéis compensados destinados às fôrmas de concreto armado, as três condições experimentais atingiram os requisitos mínimos de 5000 MPa e 45 MPa exigidos para o MOE e MOR, respectivamente.

Os valores médios das propriedades MOE e MOR na direção paralela aqui obtidos foram superiores aos valores encontrados por Bastos (2009) que, para painéis OSB comerciais do tipo Form e do tipo Plastificado, obteve valores de 5612 MPa e 5747 MPa para o MOE e de 35 MPa e 34 MPa para o MOR.

Os coeficientes de variação para o MOE e MOR na direção paralela não ultrapassaram 30%, estando coerentes com os encontrados por Nascimento e Morales (2008), confirmando a homogeneidade do processo de fabricação adotado em laboratório.

Para a propriedade MOE perpendicular (Tabela 3), os valores médios obtidos para as condições experimentais C1 e C2 atenderam aos requisitos da norma EN 300:2006 (EN, 2006) para painéis OSB do tipo 1 (painéis de uso geral sem capacidade de carga), cujo valor estipulado é de 1200 MPa, com superioridade de aproximadamente 8%. Já o valor médio da condição experimental C3 foi superior 24% ao valor mínimo de 1400 MPa, necessário para painéis do tipo OSB/2 e OSB/3 (finalidades estruturais). No tocante ao MOR, os valores médios obtidos foram superiores em até 27% ao valor mínimo de 16 MPa, necessário para painéis OSB/4.

**Tabela 3.** Valores médios das propriedades mecânicas e dos coeficientes de variação.  
**Table 3.** Mean values of the mechanical properties and coefficient of variation.

CE	Módulo de elasticidade (MPa)				Módulo de Ruptura (MPa)				Arrancamento de parafuso (N)				Adesão Interna (MPa)	
	Paral.		Perp.		Paral.		Perp.		Face		Topo		Média	CV
	Média	CV	Média	CV	Média	CV	Média	CV	Média	CV	Média	CV		
C1	5878,5	9	1277,5	8	44,6	2	18,6	15	1427,6	4	869,8	10	0,51	25
C2	6085,0	6	1302,0	6	49,5	5	18,9	10	1617,0	11	943,3	17	0,56	12
C3	6453,4	11	1831,0	10	51,2	20	22,0	15	1666,0	12	1386,6	19	0,64	26

\*CE: condição experimental; CV: coeficiente de variação.

Mendes (2010), ao avaliar o efeito do tratamento térmico em painéis de partículas orientadas, obteve 15% como média para os coeficientes de variação para MOE e MOR na direção perpendicular à orientação das partículas. Os valores aqui obtidos estão em conformidade aos citados pelo autor.

Para a propriedade adesão interna (Tabela 3), todas as condições experimentais atenderam ao valor mínimo de 0,5 MPa exigido pela EN 300:2006 (EN, 2006) para painéis OSB/4, com superioridade em até 22%. Os valores médios obtidos neste estudo também foram superiores ao valor de 0,4 MPa encontrado por Saldanha e Iwakiri (2009) em estudos realizados com painéis OSB de 0,65 g/cm<sup>3</sup> de densidade, fabricados com *Pinus taeda* L. e resina fenol-formaldeído. O coeficiente de variação médio para a adesão interna também se encontra coerente ao valor de 29% encontrado pelos referidos autores.

O desempenho das propriedades de resistência ao arrancamento de parafuso de face e de topo foi avaliado por intermédio da norma ABNT NBR 14810-2:2013 (ABNT, 2013), uma vez que a norma EN 300:2006 (EN, 2006) não faz menção sobre tais propriedades.

De acordo com a Tabela 3, as três condições experimentais analisadas atenderam aos valores de 1020 N e 800 N exigidos pela norma brasileira para as propriedades de arrancamento de parafuso de face e topo, respectivamente, recomendados para painéis aglomerados. Os valores médios obtidos para arrancamento de face e topo foram coerentes aos de 1494 N e 1365 N, respectivamente, encontrados por Souza (2012) para painéis OSB fabricados com *Pinus* sp. e resina poliuretana à base de mamona. O coeficiente

de variação médio para as propriedades arrancamento de parafuso de face e de topo também se encontram coerentes com os valores médios encontrados pelo referido autor.

A Tabela 4 apresenta os resultados dos testes de validação da ANOVA (normalidade – [AD - Anderson-Darling] e homogeneidade entre variâncias [Bt - Bartlett; Le - Levene]), da análise de variância e do teste de comparações múltiplas de Tukey. Do teste de Tukey, letras iguais implicam em tratamentos com médias equivalentes.

Da Tabela 4, pelos P-valores dos testes de normalidade e homogeneidade de variâncias entre os tratamentos para todas as respostas investigadas serem superiores a 5% constatou-se que as distribuições são normais e as variâncias são equivalentes, validando o modelo de ANOVA.

Da ANOVA, o fator teor de adesivo foi significativo apenas no módulo de elasticidade na direção perpendicular, em que o uso de 12% forneceu os melhores resultados. Para as demais propriedades investigadas, os resultados obtidos da ANOVA foram equivalentes, o que configura o teor de adesivo de 8% como o melhor dentre os teores investigados, por constituir a menor quantidade de adesivo e fornecer resultados equivalentes aos painéis fabricados com 10% e 12% de adesivo.

Mendes et al. (2003), para painéis OSB fabricados com *Pinus taeda* e resina fenol-formaldeído, também não encontraram aumento significativo no MOE e no MOR no sentido paralelo com o aumento do teor de adesivo de 4 para 6%. Entretanto, os autores constataram melhorias nos valores médios da ligação interna com o aumento do teor de adesivo.

**Tabela 4.** Resultados da ANOVA e do teste de Tukey das propriedades físicas e mecânicas investigadas.

**Table 4.** ANOVA and Tukey's test results of physical and mechanical properties investigated.

Resp.	Validação ANOVA			ANOVA	Tukey		
	AD	Bt	Le		8%	10%	12%
Inc 2h	0,482	0,197	0,631	0,163	A	A	A
Abs 2h	0,725	0,881	0,904	0,291	A	A	A
Inc 24h	0,188	0,059	0,421	0,724	A	A	A
Abs 24h	0,074	0,307	0,417	0,142	A	A	A
Dens	0,755	0,920	0,906	0,398	A	A	A
TU	0,922	0,750	0,744	0,125	A	A	A
AI	0,175	0,418	0,797	0,329	A	A	A
AP-topo	0,118	0,219	0,569	0,057	A	A	A
AP-face	0,461	0,125	0,414	0,076	A	A	A
MOE-Par	0,088	0,223	0,489	0,686	A	A	A
MOR-Par	0,088	0,057	0,240	0,584	A	A	A
MOE-Per	0,069	0,826	0,858	0,000	B	B	A
MOR-Per	0,132	0,629	0,760	0,305	A	A	A

\*AD: Anderson-Darling; Bt: Bartlett; Le: Levene. Letras iguais implicam em tratamentos com médias equivalentes.

Neste sentido, Gouveia et al. (2003) avaliando três níveis diferentes de adesivo fenol-formaldeído (4%, 6% e 8%) em painéis OSB com mistura de *Eucalyptus grandis* e *Pinus elliottii*, não encontraram diferença significativa para as propriedades MOE na direção paralela e perpendicular e MOR na direção paralela à orientação das partículas, enquanto que para a adesão interna, MOR na direção perpendicular e arrancamento de parafuso foi observado efeito significativo do aumento do teor de adesivo.

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- o emprego da resina PU-mamona bicomponente juntamente com os demais fatores experimentais estipulados conferiram propriedades físicas e mecânicas satisfatórias aos painéis OSB, compatíveis aos exigidos por norma nacional e internacional;
- as propriedades investigadas dos painéis OSB atenderam em maior parte os requisitos estabelecidos pela norma europeia EN 300:2006 para painéis OSB do tipo 4, com exceção do inchamento em espessura após 24 horas de imersão em água e MOE na direção perpendicular, que atingiram as classificações OSB/1 e OSB/3 respectivamente;
- os requisitos estabelecidos, pela norma brasileira ABNT NBR 14810-2:2013 (ABNT, 2013) para as propriedades arrancamento de parafuso de face e de topo também foram atendidos;
- o aumento do teor de adesivo proporcionou melhorias significativas apenas para o MOE na direção perpendicular à orientação das partículas. Para as demais propriedades físicas e mecânicas investigadas, ficou constatada a equivalência estatística entre os valores médios obtidos para os três teores de adesivo, comprovando a eficiência da resina utilizada;

Diante do exposto, conclui-se que a fabricação de painéis OSB utilizando espécie de madeira de Paricá e resina PU-mamona é viável, pois os resultados obtidos foram compatíveis aos exigidos por normas nacionais e internacionais e literaturas sobre a temática. Ainda, pode-se dizer que o teor de adesivo de 8% é a melhor solução dentre os teores investigados, por constituir a menor quantidade de adesivo e fornecer resultados equivalentes aos painéis fabricados com 10% e 12% de adesivo. Os painéis OSB

deste estudo apresentam plenas condições de aplicação em ambientes secos de diversos segmentos da construção civil.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14810-2- Rio de Janeiro, 2013.
- BASTOS, E. F. *Caracterização física e mecânica de painel OSB do tipo Form*. 2009. 131 p. Dissertação (Mestrado em Concentração de estruturas) - Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2009.
- BERTOLINI, M. S. *Emprego de resíduos de Pinus sp. tratado com preservante CCB e resina poliuretana na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina poliuretana à base de mamona*. 2011. 129 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.
- BERTOLINI, M. S.; LAHR, F. A. R.; NASCIMENTO, M. F.; AGNELLI, J. A. M. Accelerated artificial aging of particleboards from residues of CCB treated *Pinus* sp. and castor oil resin. *Materials Research*, São Carlos, v. 16, n. 2, p. 295-303, 2013.
- CLOUTIER, A. Oriented strandboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties and use. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1., 1998, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte, 1998. p. 173-185.
- DIAS, F. M. *Aplicação de resina poliuretana à base de mamona na fabricação de painéis de madeira compensada e aglomerada*. 2005. 151 p. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2005.
- DIAS, F. M.; LAHR, F. A. R. Alternative castor oil-based polyurethane adhesive used in the production of plywood. *Materials Research*, São Carlos, v. 7, n. 3, p. 413-420, 2004.

- DIN - DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN 68792: Large area shuttering panels of veneer plywood for concrete and reinforced concrete.** Berlin, 1979.
- EN - EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION EN 300. **Oriented Strand Boards (OSB) - Definitions, classification and specifications.** Portugal, 2006.
- FERRO, F. S. **Painéis OSB com madeira *Schizolobium amazonicum* e resina poliuretana à base de óleo de mamona: viabilidade técnica de produção.** 2013. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2013.
- FERRO, F. S.; ALMEIDA, D. H.; SOUZA, A. M.; ICIMOTO, F. H.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. C. Influence of Proportion Polyol/Pre-Polymer Castor-oil Resin Components in Static Bending Properties of Particleboards Produced with *Pinus* sp. **Advanced Materials Research**, Churerstrasse, v. 884-885, p. 667-670, 2014.
- FIORELLI, J.; LAHR, F. A. R.; NASCIMENTO, M. E.; SAVASTANO JR., H.; ROSSIGNOLO, J. A. Painéis de partículas à base de bagaço de cana e resina de mamona - produção e propriedades. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v. 33, n. 4, p. 401-406, 2011.
- GOUVEIA, F. N.; VITAL, B. R.; SANTANA, M. A. E. Avaliação de três tipos de estrutura de colchão e três níveis de resina fenólica na produção de chapas de partículas orientadas - OSB. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 365-370, mai/jun. 2003.
- HOFFMANN, R. G. **Caracterização dendrométrica e avaliação do rendimento em laminação de madeira em plantios de Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke) na região de Paragominas, PA.** 2009. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2009.
- IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; SALDANHA, L. K.; SANTOS, J. C. Utilização de madeiras de *Eucalyptus Grandis* e *Eucalyptus dunnii* para produção de painéis de partículas orientadas - OSB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 265-270, 2008.
- IWAKIRI, S.; SALDANHA, L. K.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; MENDES, L. M. Influência da espessura de partículas e reforço laminar nas propriedades dos painéis de partículas orientadas - OSB de *Pinus taeda* L. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 116-122, 2009.
- MALONEY, T. M. **Modern particleboard e dry-process fiberboard manufacturing.** 2.ed. São Francisco: M. Freeman, 1993. 689 p.
- MATSUBARA, R. K.; LOGSDON, N. B. Caracterização preliminar da madeira de Paricá, *Schizolobium amazonicum* Hub. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 9, 2004, Cuiabá. **Anais...** Cuiabá [s. n.], 2004, CD - ROM.
- MELO, R. R. **Avaliação de variáveis tecnológicas na produção de painéis LVL confeccionados com Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke).** 2012. 182 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; KEINERT JR., S.; SALDANHA, L. K. Efeitos da densidade, composição dos painéis e teor de resina nas propriedades de painéis OSB. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2003.
- MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; KEINERT JR., S.; SALDANHA, L. K. *Pinus* spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 135-145, 2002.
- MENDES, R. F. **Efeito do tratamento térmico sobre as propriedades de painéis OSB.** 2010. 116 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
- NASCIMENTO, M. E.; MORALES, E. A. M. Fabricação de painéis OSB com madeira proveniente de espécies de madeira da caatinga do nordeste brasileiro. In: LAHR, F. A. R. **Produtos Derivados da Madeira.** São Carlos: EESC/USP, 2008. p. 119-136.
- PIVA, R. D. **Processo de Fabricação de móveis sob encomenda.** Rio Grande do Sul: Centro Tecnológico do Mobiliário. 2006. 155 p.

- SALDANHA, L. K.; IWAKIRI, S. Influência da densidade e do tipo de resina nas propriedades tecnológicas de painéis OSB de *Pinus taeda* L. *Florestas*, Curitiba, v. 39, n. 3, p. 571-576, 2009.
- SIVIERO, M. A. Paricá: a vedete do reflorestamento. *Diário do Pará*, Belém, 27 jan. 2006.
- SOUZA, A. M. **Produção e avaliação do desempenho de painéis de partículas orientadas (OSB) de *Pinus* sp. com inclusão de telas metálicas.** 2012. 116 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2012.
- SURDI, P. G. **Produção de partículas orientadas (OSB) a partir da madeira de híbrido de *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.** 2012. 102 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba, 2012.
- TOMASELLI, I. A indústria de painéis no Brasil e no mundo: tendências de mudanças do perfil de produção e usos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1., 1998, Belo Horizonte. *Anais...* Viçosa, 1998, p. 55 - 64.
- VARANDA, L. D. **Produção e avaliação do desempenho de painéis de partículas de *Eucalyptus grandis* confeccionados com adição de casca de aveia.** 2012. 157 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais). Universidade de São Paulo (USP), São Carlos, 2012.
- VIDAURRE, G. B.; SILVA, A. N.; ROCHA, J. D. S.; BRITO, E. A. Produção de chapas de partículas de madeira de duas espécies nativas da mata atlântica e suas combinações. *Ciência Florestal*, Santa Maria v. 14, n. 1, p. 235-242, 2004.

Recebido em 18/04/2014  
Aceito para publicação em 18/12/2014