

DESEMPENHO MECÂNICO NA FLEXÃO ESTÁTICA DE PAINÉIS OSB TRATAMENTOS TERMICAMENTE

MECHANICAL PERFORMANCE IN STATIC BENDING OF HEAT TREATED OSB

João Vítor Felipe Silva ⁽¹⁾, Cristiane Inácio de Campos ⁽²⁾, Bruno Santos Ferreira ⁽³⁾,
Maria Beatriz Macedo Simon Sola ⁽⁴⁾, Maria Fernanda Felipe Silva ⁽⁵⁾

(1) Graduando em Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus Experimental de Itapeva, Brasil

(2) Profª. Drª., Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus Experimental de Itapeva, Brasil

(3) Doutorando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Guaratinguetá, Brasil

(4) Graduada em Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus Experimental de Itapeva, Brasil

(5) Aluna do Ensino Médio em ETEC Dr. Demétrio Azevedo Júnior, Itapeva, Brasil

Endereço de contato: joao.vitor@grad.itapeva.unesp.br

Código de identificação: T4-09

Resumo

Painéis OSB (*Oriented Strand Board*) são compósitos produzidos com lascas de madeira e resina termorrígida que através de calor e pressão são aglutinados. Sua principal aplicação é na construção civil como fechamento de paredes, alma de vigas, dentre outras, principalmente devido ao seu comportamento às solicitações de uma estrutura. Para este tipo de aplicação os painéis à base de madeira necessitam de tratamentos para que não ocorra a deterioração do mesmo em um curto período de tempo e, para isto atualmente se utilizam produtos químicos que são tóxicos a seres humanos. Uma das novas possibilidades é o tratamento térmico ou termorretificação, onde a madeira, ou compósito à base de madeira, é exposta a temperaturas acima de 130°C por um período de tempo, de forma a alterar suas características físicas e mecânicas. Neste trabalho foram produzidos painéis de lascas que, posteriormente, receberam tratamento térmico em três diferentes temperaturas (160°C, 180°C e 200°C), pelo período de uma hora, sem substituição de atmosfera e, em seguida, foram caracterizados mecanicamente por flexão estática de acordo com a norma europeia EN 310 (2000). Os resultados apontaram que o aumento da temperatura do tratamento não interferiu nos valores obtidos, de forma que os painéis foram classificados como classe 3 pela EN 300 (2002), ou seja, para fins estruturais em ambiente úmido.

Palavras chave: termorretificação; *Pinus taeda*; módulo de elasticidade; módulo de ruptura

Abstract

OSB (*Oriented Strand Board*) is a composite produced with wood strands and thermosetting resin that is assembled through heat and pressure. Its main application is in construction as closing walls, web of I beams, among others, mainly due to its behavior to the stress of a structure. For this type of application wood-based panels require preservative treatment due its deterioration even in a short period of time, and for this operation is used chemicals that are toxic to humans. A new possibility is the thermal treatment, where wood or wood-based composite is exposed to temperatures above 130°C for a period of time in order to alter its physical and mechanical characteristics. In this work it has been produced OSB that subsequently received heat treated at three different temperatures (160°C, 180°C and 200°C) for a period of one hour without atmosphere replacement, and then characterized mechanically in static bending according to European standard EN 310 (2000). The results showed that increasing the treatment temperature did not affect values, so the panels were classified as Class 3 according to EN 300 (2002), for structural applications in humid environment.

Keywords: thermal treatment; *Pinus taeda*; modulus of elasticity; modulus of rupture

1. INTRODUÇÃO

Os painéis de madeira são estruturas fabricadas com madeiras em forma de lâminas ou em diferentes estágios de desagregação que, aglutinadas pela ação de pressão, de temperatura e da utilização de resinas, são novamente agregadas visando à manufatura destes produtos [1].

Os painéis surgiram, principalmente, para atender a uma necessidade gerada pela escassez e pelo encarecimento da madeira maciça de alta qualidade. Esse tipo de produto a substitui em diferentes usos, como na fabricação de móveis e pisos, utilizando espécies menores ou resíduos, produzindo materiais compósitos de alto valor agregado [2] [3].

Oriented Strand Board (OSB) é um painel reconstituído de lascas de madeira, parcialmente orientados, com a incorporação de adesivo à prova de água e consolidados por meio de prensagem à quente. As dimensões das lascas são de 25 mm de largura por 80 a 150 mm de comprimento, podendo estar dispostos na camada interna, perpendicularmente, às camadas externas, ou de forma aleatória [4].

O OSB já é considerado como sendo a segunda geração de painéis, dentro de uma escala evolutiva. A partir de meados da década de 1970, houve uma grande expansão na produção e utilização de painéis de OSB, alcançando fronteiras além dos Estados Unidos e do Canadá. O Brasil, depois de três décadas de atraso, ingressou no grupo de países produtores de painéis de OSB [5].

O mercado de OSB no Brasil utiliza predominantemente madeira de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*, e os produtos fabricados no Brasil possuem aplicação em diversas áreas, como construção civil, embalagens, movelaria e indústrias em geral [6] [7].

Além de ser um material estrutural, suas características lhe permitem melhores propriedades de isolamento térmico e acústico do edifício, quando são usadas como base de fachadas, pisos e coberturas [8]. As placas de OSB podem ser usadas como fechamento da face interna e externa dos painéis, em forros, pisos e como substrato para cobertura do telhado. O OSB é mais utilizado como fechamento externo com acabamento impermeável devido a suas características [9].

A madeira utilizada para fins estruturais deve ser tratada. O tratamento preservativo da madeira é importante para a melhoria da sua durabilidade quando esta é exposta aos fatores ambientais, tais como: presença de umidade, ataque de fungos entre outros [10].

Atualmente, o principal método de preservação utilizado é o tratamento químico de célula cheia em autoclave com CCA (Arseniato de Cobre Cromatado), produto tóxico que traz problemas quando o assunto é o descarte do material tratado. Desta forma outras alternativas se fazem necessárias quando o assunto é preservação da madeira, uma delas é a termorretificação.

A termorretificação é um processo de modificação de peças de madeira a partir da aplicação de calor até altas temperaturas, que podem variar entre 180°C e 260°C; abaixo de 140°C, as modificações ocorridas são irrelevantes e, acima de 260°C, o tratamento passa a comprometer a integridade das amostras [11].

O processo de termorretificação é utilizado comercialmente em vários países, como a França, Inglaterra, Canadá, Holanda, Estados Unidos [12].

Mais estudos dos efeitos da temperatura elevada em propriedades de compósitos à base de madeira faz-se necessário. Tais estudos de degradação térmica envolvem a compreensão e predição do comportamento dos materiais à base de madeira durante e depois da exposição a níveis elevados temperaturas [13].

Com base no exposto este trabalho teve como objetivo a produção e tratamento térmico de painéis OSB produzidos com lascas de *Pinus taeda* e caracterizá-los mecanicamente na flexão estática.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir será apresentado como foram feitos os procedimentos da preparação das amostras, do ensaio realizado e da análise estatística.

2.1 Preparação da matéria-prima

Para a realização deste trabalho foi utilizada madeira de *Pinus taeda* que inicialmente se apresentavam na forma de tábuas de 2,0 m x 0,15 m x 0,04 m. Para seu processamento em lascas foi feita a redução de suas dimensões para 0,15 m x 0,09 m x 0,04 m (maior dimensão no sentido perpendicular às fibras) de forma a que as peças se adequassem as medidas do picador de disco laboratorial.

As peças foram, em seguida, umidificadas por imersão em água a temperatura ambiente por 72 horas para que durante sua picagem não ocorresse o torcimento nem quebra das lascas. A Figura 1 apresenta o picador de disco utilizado neste trabalho, juntamente com as lascas formadas após o processamento da madeira.



Figura 1: (A) Picador de disco laboratorial; (B) Pilha de lascas em secagem ao ar livre.

As lascas provenientes do processamento da madeira foram espalhadas sobre uma lona plástica de forma a permitir a secagem de forma natural (Figura 1), onde a mesma permaneceu por uma semana. Em seguida, as mesmas foram dispostas em bandejas metálicas dentro de estufa a ar quente forçado, onde permaneceram por 24 horas à temperatura de $103 (\pm 2)^\circ\text{C}$.

Após sua retirada da estufa as mesmas permaneceram em recipiente fechado até o resfriamento à temperatura ambiente sem que houvesse aumento no teor de umidade das lascas, para que, em seguida, fossem produzidos os painéis OSB.

2.2 Produção dos painéis

Primeiramente, foi feita a preparação do adesivo, o qual foi composto por resina fenol-formaldeído e água, nas proporções 10 : 1, respectivamente. A massa de adesivo foi calculada como 10% da massa total das lascas secas, ou seja, foram utilizadas por painel produzido 1,8 kg de lascas e 0,18 kg de adesivo.

A aspersão do adesivo sobre as lascas foi realizada em uma encoladeira com aspersor pneumático, garantindo a máxima homogeneização. Em seguida, as lascas foram dispostas em uma forma quadrada com 0,42 m de lado, utilizando um gradeamento para orientar o sentido das lascas da camada. As camadas seguiram a proporção de 20 : 60 : 20 em relação a massa total.

Foi realizada a pré-prensagem a temperatura ambiente durante 10 minutos, com pressão de 10^5 Pa. Posteriormente, o colchão foi levado a prensa pré-aquecida à 180°C , onde foi feita a prensagem durante 600 segundos em três ciclos iguais com dois alívios de pressão de 30 segundos.

Os painéis produzidos foram acondicionados à temperatura ambiente por 72 horas e, em seguida, foram esquadrejados.

2.3 Tratamento térmico

O tratamento térmico foi realizado nos painéis produzidos em estufa de ar quente forçado, sem substituição de atmosfera, de forma que cada chapa foi sobreposta uma sobre a outra com separadores de madeira previamente seca (Figura 2). As peças foram inseridas a temperatura ambiente, onde sofreram aquecimento até a temperatura máxima a uma taxa de 2,6 °C/min, permanecendo nesta por uma hora.

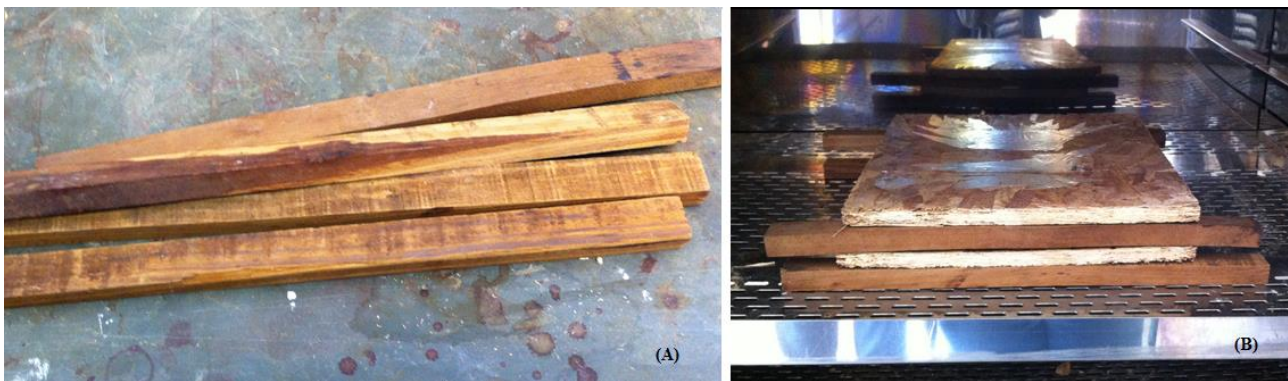


Figura 2: (A) Separadores de *Pinus spp.*; (B) Chapas empilhadas dentro da estufa.

Em seguida, a estufa foi desligada e as chapas permaneceram por 30 minutos até sua retirada. O delineamento experimental definido é apresentado na Tabela 1, onde foi indicado a temperatura máxima de termorreificação, totalizando 4 tratamentos.

Tabela 1: Delineamento dos tratamentos realizados

Denominação	Tratamento
T1	Testemunha
T2	Termorreificação a 160°C
T3	Termorreificação a 180°C
T4	Termorreificação a 200°C

2.4 Caracterização mecânica

Para caracterização mecânica foi utilizada a norma europeia [14], tendo as amostras as dimensões de 0,35 m x 0,05 m x 0,015 m, que foram ensaiadas em um vão de 0,30 m segundo especificação normativa, sendo o ensaio realizado em 60 ± 30 s.

Nestes ensaios foram determinadas a rigidez das chapas de OSB (MOE – módulo de elasticidade) e a resistência à flexão (MOR – módulo de ruptura). Tais valores foram definidos de acordo com o sentido das lascas da camada externa.

2.5 Análise estatística

Os resultados dos ensaios foram avaliados por análise de variância pelo Teste de Tukey, para um nível de significância de 5%. Antes da análise de variância foram feitos testes de normalidade dos dados pelo teste de Shapiro Wilk e homogeneidade da variância dos dados pelo teste de Bartlett. Tais análises foram realizadas do software R versão 3.0.1 de 2013[15].

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios de MOE e MOR nos sentidos paralelo e perpendicular, estão apresentados na Tabela 2 e Tabela 3, respectivamente, juntamente com o desvio padrão, número de amostras e análise de variância (mesmas letras na vertical não apresentaram diferença estatística), para resultados do mesmo sentido (letras maiúsculas para sentido paralelo e minúsculas para o sentido perpendicular).

Tabela 2: Valores encontrados de rigidez (MOE)

Tratamento / Sentido	Média (10 ⁶ Pa)	D.P. (10 ⁶ Pa)	n
T1 / Paralelo	4697A	820	12
T2 / Paralelo	4255A	808	10
T3 / Paralelo	3658A	934	8
T4 / Paralelo	3943A	399	10
T1 / Perpendicular	3349a	757	10
T2 / Perpendicular	3034a	423	10
T3 / Perpendicular	3138a	700	10
T4 / Perpendicular	3215a	443	10

Tabela 3: Valores encontrados de resistência (MOR)

Tratamento / Sentido	Média (10 ⁶ Pa)	D.P. (10 ⁶ Pa)	n
T1 / Paralelo	39,28A	8,02	12
T2 / Paralelo	32,65A	7,37	10
T3 / Paralelo	33,66A	10,17	9
T4 / Paralelo	33,06A	4,96	10
T1 / Perpendicular	33,18a	11,09	10
T2 / Perpendicular	25,38a	6,85	10
T3 / Perpendicular	24,91a	7,56	10
T4 / Perpendicular	25,72a	6,62	10

Para painéis de madeira compensada, os valores médios devem ser: MOE // 4908 MPa, MOR // 10,13 MPa, MOE \perp 3305MPa, MOR \perp 33,78 MPa [16], considerando a amplitude permitida para os resultados, têm-se que os painéis produzidos então atendendo as exigências do catálogo.

Para painéis OSB, os valores referenciais devem ser: MOE // 4800 MPa, MOR // 28,00 MPa, MOE \perp 1900 MPa, MOR \perp 15,00 MPa [17]. Sendo assim, verifica-se que apenas MOE paralelo não atendeu a Classe 4 da norma citada. Mas, atendeu para a Classe 3 que indica valor de 3500 MPa para MOE paralelo. Lembrando que Classe 3 refere-se a painéis para fins estruturais para uso em ambiente úmido.

Em estudo da área [18], encontrou-se valores superiores no sentido paralelo e valores menores no sentido perpendicular devido a distribuição das camadas serem na proporção de 30 : 40 : 30, de qualquer forma os valores de MOE e MOR foram inferiores quando a termorretificação foi realizada a 200 °C.

Outros autores [19] verificaram que houve apenas diferença estatística no MOE perpendicular, para painéis fabricados com 8% de resina e tratados com prensa aquecida a 190 °C por 12 minutos. Situação diferente ao encontrado no presente trabalho, visto que neste caso não ocorreu diferença significativa na elasticidade das chapas.

Utilizando método diferente de tratamento de lascas [20] obteve aumento do MOE e MOR com a temperatura de termorretificação em ambos os sentidos, entretanto, os valores obtidos foram

inferiores comparando ao presente trabalho, visto que o tratamento hidrotérmico ocorreu nas lascas de madeira.

4. CONCLUSÕES

Este estudo apresentou resultados diferentes de outras publicações possivelmente devido ao método utilizado, de forma que se fazem necessários estudos complementares com variação de tempo e/ou ambiente circundante (ar, nitrogênio, água pressurizada, placas metálicas,...).

Em termos das propriedades mecânicas dos painéis foi possível concluir que chapas de OSB tratadas termicamente não apresentaram comportamento diferente das chapas sem tratamento, indicando que este procedimento não altera as propriedades mecânicas na flexão estática, o que apresenta-se como muito favorável.

Os valores encontrados permitem a classificação das placas de OSB produzidas como Classe 3, para uso estrutural em ambiente úmido, onde o tratamento preservativo é desejável de forma a aumentar a durabilidade da construção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio à pesquisa referente ao processo nº 2015/26350-3, as empresas Sguario S/A e SI Group Crios Resinas S.A. pelas doações de matéria-prima.

REFERÊNCIAS

- [1] BIAZUS, A.; HORA, A. B. da; LEITE, B. G. P. **Panorama de mercado: painéis de madeira**. BNDES Setorial, p.49-90, set. 2010.
- [2] McKEEVER, D. B. **A response to the changing timber resource**. USDA Forest Service, Report, n. 123, 1997, 8-6.
- [3] MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. das. Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas. **Produtos Florestais**, Rio de Janeiro, n. 27, p.121-156, mar. 2008.
- [4] CABRAL, C. P. T.; VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M.; PIMENTA, A. S.; SOARES, C. P. B.; CARVALHO, A. M. M. L. Propriedades de chapas tipo OSB, fabricadas com partículas acetiladas de madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus cloeziana* e *Pinus elliottii*. Sociedade de Investigações Florestais, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p.659-668, abr. 2006.
- [5] BASTOS, E. F. **Caracterização física e mecânica de painel de OSB do tipo form**. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, 2009.
- [6] LP Building Products. LP Brasil: Indústria de Painéis OSB. 2014.
- [7] GORSKI, L. **Painéis de partículas orientadas (OSB) da madeira de *Pinus spp.* e *Eucalyptus benthamii***. 2014. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2014.
- [8] GASPAR, A. P. **Construção de edifícios de habitação em *light steel framing*: alternativa viável à construção tradicional**. 2013. 152 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Universidade Lusófona do Porto, Porto, 2013.
- [9] MUZZI, T. A. **Métodos de avaliação da resistência e transmitância térmicas do sistema de fechamento em *Light Steel Framing***. 2014. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2014.
- [10] SILVA, K. C. R. da; MOLINA, J. C. **Efeito da termorreificação nas propriedades de resistência e de rigidez da madeira *Eucalipto citriodora***. Madeira: Arquitetura e Engenharia, São Carlos, v. 13, n. 33, p.53-68, 2012.
- [11] HILL, C. A. S. **Wood modification: Chemical, thermal and other processes**. Chichester: Wiley; 2006. <http://dx.doi.org/10.1002/0470021748>.

- [12] PELAEZ-SAMANIEGO, M. R.; YADAMA, V.; LOWELL, E.; ESPINOZA-HERRERA, R. **A review of wood thermal pretreatments to improve wood composite properties.** *Wood Science and Technology*, v. 47, n. 6, p. 1285-1319, 2013.
- [13] SINHA, A.; NAIRN, J. A.; GUPTA, R. Thermal degradation of bending strength of plywood and oriented strand board: a kinetics approach. **Wood Science And Technology**, [s.l.], v. 45, n. 2, p.315-330, 10 abr. 2010. Springer Science + Business Media. <http://dx.doi.org/10.1007/s00226-010-0329-3>.
- [14] BRITISH STANDARDS. **EN 310:** Wood-based panels — Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. Bruxelas: BSI, 1993. 14 p.
- [15] R Development Core Team. **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2011. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>.
- [16] ABIMCI (Curitiba). **Catálogo Técnico Compensado de Pinus.** 2007. Disponível em: <http://www.abimci.com.br/wp-content/uploads/2014/02/Catalogo_Tecnico_Compensado_Pinus.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2016.
- [17] BRITISH STANDARDS. **EN 300:** Oriented Strand Boards (OSB) — Definitions, classification and specifications. Bruxelas: BSI, 2006. 24 p.
- [18] MENDES, R. F.; BORTOLETTO Jr., G.; ALMEIDA, N. F. de; SURDI, P. G.; BARBEIRO, I. N. **Effects of thermal pre-treatment and variables of production on properties of OSB panels of *Pinus taeda*.** *Maderas: Ciencia y tecnología, Concepción*, v. 15, n. 2, p.141-152, ago. 2013.
- [19] OKINO, E. Y. A; TEIXEIRA, D. E; DEL MENEZZI, C. H. S. **Post-thermal treatment of oriented strandboard (OSB) made from cypress (*Cupressus glauca* Lam.).** *Maderas, Cienc. tecnol., Concepción*, v. 9, n. 3, p. 199-210, 2007.
- [20] CARVALHO, A. G. **Efeito do tratamento hidrotérmico de partículas “strands” nas propriedades de painéis OSB.** 2015. 72 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Florestal, UFV, Viçosa, 2015.