

## DESEMPENHO MECÂNICO DE PAINÉIS OSB TRATADOS COM CCA

## MECHANICAL PERFORMANCE IN OSB PANEL TREATED WITH CCA

Cristiane Inácio de Campos <sup>(1)</sup>, Maria Beatriz Macedo Simon Sola <sup>(2)</sup>,  
João Vítor Felipe Silva <sup>(3)</sup>, Bruno Santos Ferreira <sup>(4)</sup>

(1) Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>., Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus Experimental de Itapeva, Brasil

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

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

(4) Doutorando em Engenharia Mecânica, Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Guaratinguetá, Brasil  
Endereço de contato: cristiane@itapeva.unesp.br

**Código de identificação: T4-19**

### Resumo

Painéis à base de madeira tem se tornado uma alternativa interessante na substituição da madeira sólida em várias aplicações, como por exemplo, na construção civil. Os sistemas construtivos Wood frame e Steel frame usam painéis à base de madeira como o compensado e o OSB, como material de fechamento vertical e horizontal. Os painéis OSB apresentam como característica principal a composição em três camadas o que garante maior estabilidade dimensional ao painel e resistência na mesma ordem de grandeza nas duas principais direções. Alguns tratamentos são usados para melhorar a durabilidade da madeira e de seus produtos derivados, o tratamento químico com CCA é o mais realizado atualmente, o qual melhora a resistência contra a água e apodrecimento. Essa pesquisa teve como objetivo avaliar a influência do tratamento químico com CCA quanto ao desempenho mecânico na flexão estática de painéis OSB produzidos com madeira de pinus e resina fenol-formaldeído. O tratamento foi realizado em autoclave pelo método célula cheia durante uma hora. Os resultados mostraram que o tratamento químico com CCA dado aos painéis OSB reduziu o módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) na flexão estática influenciando o desempenho final do painel, indicando classe de resistência reduzida em comparação aos painéis não submetidos ao tratamento.

**Palavras chave:** propriedades mecânicas; módulo de elasticidade; módulo de ruptura; painéis à base de madeira

### Abstract

*Wood-based panels have become an interesting alternative in the replacement of solid wood in various applications, such as construction. The wood frame and steel frame construction systems use wood-based panels such as plywood and OSB as vertical and horizontal sheathing material. OSB panels have as their main characteristic the composition in three layers which guarantees greater dimensional stability to the panel and resistance in the same order of magnitude in the two main directions. Some treatments are used to improve the durability of wood and by-products, the chemical treatment with CCA is the most accomplished currently, which improves resistance against water and decay. This research aimed to evaluate the influence of the chemical treatment with CCA on the mechanical performance in the static bending of OSB panels produced with pine wood and phenol-formaldehyde resin. The treatment was carried out in autoclave by the filled cell method for one hour. The results showed that the chemical treatment with CCA given to OSB panels reduced the modulus of elasticity (MOE) and the modulus of rupture (MOR) in static bending influencing the final performance of the panel, indicating reduced resistance class compared to panels not submitted to treatment.*

**Keywords:** *mechanical properties; modulus of elasticity; modulus of rupture; wood based materials*

## 1. INTRODUÇÃO

O segmento industrial madeireiro evoluiu e a madeira passou a ser utilizada na forma maciça, como vigas e tábuas de grandes dimensões. Entretanto, com o tempo devido a diminuição da disponibilidade de árvores com grandes diâmetros, e o aumento do preço, a indústria madeireira substituiu os grandes elementos que eram tão frequentemente utilizados, por produtos de madeira reconstituída produzidos através da utilização de árvores de pequeno diâmetro e de resíduos do processamento primário da madeira [1].

Os painéis à base de madeira apresentaram crescente desenvolvimento, principalmente, no final do século XX. Acompanhando esse desenvolvimento, e a crescente demanda por tais produtos, a indústria madeireira vem cada vez mais desenvolvendo tecnologias para o uso mais eficiente da matéria-prima a partir de árvores de menores dimensões [2].

Em paralelo a isso, observa-se que a construção civil é um segmento industrial que ainda necessita de maior industrialização, de modo a racionalizar e agilizar o processo produtivo, como acontece em outros segmentos industriais. Ressalta-se que sistemas construtivos que empregam a madeira e produtos engenheirados de madeira são bastante comuns na América do Norte, sendo que aproximadamente 90% das habitações unifamiliares utilizam a madeira como material de construção [3]. Isto pode ser justificado, especialmente, pela rapidez e limpeza durante a execução, elevado desempenho termo-acústico além de custo competitivo apresentado por este material.

A industrialização de habitações surge com o sistema construtivo chamado *Balloon Frame*, no século XIX. Este sistema era composto por peças padronizadas de madeira, moduladas e unidas por pinos e peças metálicas. Esse conjunto formava estruturas autoportantes e todas as peças de madeira eram fabricadas na indústria com a mesma dimensão o que tornava o processo rápido e fácil [4]. A industrialização da construção civil tem como objetivos principais aumentar a produtividade, diminuir custos de produção e reduzir o tempo de execução. Tais aspectos podem ser conseguidos através da racionalização de materiais, mão-de-obra, redução no tempo de serviços, modulação e padronização de projetos, além do uso de novas tecnologias.

Os sistemas construtivos mais utilizados atualmente e que se enquadram nesse perfil de industrialização são o *Wood Frame* e o *Steel Frame* que apresentam como principal característica a utilização de chapas de madeira. As chapas são utilizadas como elementos de fechamento e travamento de paredes, além do uso como elementos de pisos e coberturas. Dentre os painéis mais adequados para essa utilização destacam-se as chapas de madeira compensada, painel composto por lâminas dispostas de forma defasada em 90° e o OSB (*Oriented Strand Board*), painel composto por lascas de madeira também orientadas em camadas defasadas em 90°. Estas duas chapas apresentam elevada resistência mecânica, sendo a segunda mais adequada e compatível com as exigências desses dois sistemas construtivos citados anteriormente.

O OSB é um painel com desempenho estrutural, composto por lascas de madeira com tendência de orientação, defasadas em 90° entre camadas adjacentes. As lascas com dimensões aproximadas de 80 a 150 mm de comprimento, 15 a 25 mm de largura e espessura em torno de 1 mm são unidas com resina sintética e consolidadas sob ação de pressão e temperatura [5] [6] [7].

Como destacado anteriormente os painéis à base de madeira, especialmente, o compensado e o OSB, tem apresentado crescente aplicação, principalmente, na construção civil, com aplicação em sistemas construtivos leves. No entanto, para garantir durabilidade compatível com os materiais tradicionalmente utilizados é necessário que se realize um tratamento preservativo nestes painéis, para evitar a biodeterioração, provocada por fungos ou insetos, muito comuns em países tropicais como o Brasil.

Os preservantes de madeira se agrupam em três categorias: a) Preservativos oleosos – apresenta natureza oleosa, são normalmente representados pelos derivados do alcatrão e hulha. São exemplos desta classe o creosoto e o naftenatos. b) Preservativos oleossolúveis – são produtos que necessitam ser dissolvidos em algum solvente orgânico ou organometálica. Um exemplo mais comum deste

preservante é o pentaclorofenol. c) Preservativos hidrossolúvies – são produtos que utiliza como solvente a água. Os representantes mais comuns desta categoria são o arseniato de cobre cromatado (CCA) e o borato de cobre cromatado (CCB) [8].

Dentre as categorias anteriores, os preservativos hidrossolúveis são os mais utilizados no Brasil, uma vez que são os mais eficientes no tratamento contra agentes xilófagos [9]. A influência dos tratamentos preservantes CCA e CCB sobre as propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB feitos com partículas de madeira da espécie *Schizolobium amazonicum* mostrou-se amplamente satisfatória. Foi constatado neste estudo que os tratamentos preservantes não ocasionaram perdas consideráveis nas propriedades, todos os resultados foram compatíveis aos exigidos pelas normas internacionais [8]. Estudos indicaram que produção de chapas de partículas a partir da obtenção de lascas de resíduos tratados com preservantes CCA e CCB apresentaram resultados dentro de especificações normativas [9].

A partir da revisão apresentada anteriormente é que definiu-se o objetivo deste trabalho que foi a produção e tratamento químico com CCA de painéis OSB e a caracterização mecânica na flexão estática com base de documento normativa internacional.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Na sequência estão apresentados o processo de produção, tratamento químico e caracterização mecânica na flexão estática dos painéis OSB.

### 2.1 Preparação da matéria-prima e produção dos painéis

Utilizou-se madeira de *Pinus taeda* para a produção dos painéis OSB e também resina fenol-formaldeído. As peças de madeira nas dimensões de 0,15 m x 0,09 m x 0,04 m foram deixadas imersas em água por um período de 72 horas de modo a facilitar o corte no picador de disco. Em seguida, as peças úmidas foram levadas ao picador de disco onde as peças foram seccionadas com a maior dimensão da peça no sentido perpendicular às fibras de madeira e, assim, foram obtidas lascas com dimensões aproximadas de 90 mm de comprimento (sentido paralelo às fibras), largura das lascas de 20 mm e espessura de 0,60 mm.

Após o processamento as lascas foram dispostas em uma lona plástica onde permaneceram por sete dias para perda inicial da umidade, reduzindo o tempo de secagem em estufa. Na sequência, 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)°C.

Encerrado o tempo de secagem em estufa, as lascas 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.

Para a produção dos painéis utilizou-se adesivo nas proporções dez partes de adesivo (180g) e uma parte de água (18g). 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 aplicação do adesivo sobre as lascas foi efetuada em encoladeira com sistema de pulverização pneumática, de modo a homogeneizar a mistura. Posteriormente, as lascas foram dispostas em caixa formadora quadrada com 0,42 m de lado, utilizando um sistema com aberturas que permitiram orientar as lascas em cada camada. A composição do painel foi de 20 % das lascas nas camadas externas e 60% das lascas na camada intermediária. Foi realizada a pré-prensagem a temperatura ambiente durante 10 minutos, com pressão de 0,1 MPa. 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, com pressão de 4,0 MPa. Os painéis produzidos foram acondicionados à temperatura ambiente por 72 horas e, em seguida, foram esquadrejados.

## 2.2 Tratamento químico

O tratamento químico foi realizado em autoclave com arseniato de cobre cromatado (CCA) tipo C composto por 47,5% de CrO<sub>3</sub>, 18,5% de CuO e 34% de As<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, com uma concentração de 72%. O processo de célula cheia utilizado consistiu nas três etapas sendo a primeira com vácuo inicial de 560 mmHg durante 30 minutos com a intenção de retirar o ar presente nos poros da madeira para facilitar a penetração da solução de CCA. Nesta etapa ocorreu, transcorridos os 30 minutos, o enchimento do cilindro da autoclave. A segunda etapa com a aplicação da pressão de 12 kgf/cm<sup>2</sup> por um período de 60 minutos, com o intuito de promover a penetração da solução na madeira. E a terceira etapa com vácuo final após a retirada da solução do cilindro. Nesta etapa o material foi novamente submetido à um vácuo de 560 mmHg durante 15 minutos, para a retirada do excesso de solução da superfície da madeira. Após o tratamento com CCA os painéis foram secos ao ar livre até estabilização da umidade em aproximadamente 12%.

## 2.3 Caracterização mecânica e análise estatística

A caracterização mecânica foi realizada com base em documento normativo europeu [10], 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.

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[11].

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados médios obtidos para o MOE e MOR nos sentidos paralelo e perpendicular, estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, juntamente com o desvio padrão e análise de variância (mesmas letras na vertical não apresentaram diferença estatística), para resultados do mesmo sentido.

Tabela 1: Valores encontrados de rigidez (MOE)

Tratamento / Sentido	Média (10 <sup>6</sup> Pa)	D.P. (10 <sup>6</sup> Pa)
Testemunha - Paralelo	4.697 A	620
CCA - Paralelo	3.575 B	602
Testemunha - Perpendicular	3.349 A	757
CCA - Perpendicular	1.739 B	516

Tabela 2: Valores encontrados de resistência (MOR)

Tratamento / Sentido	Média (10 <sup>6</sup> Pa)	D.P. (10 <sup>6</sup> Pa)
Testemunha - Paralelo	39,28 A	8,02
CCA - Paralelo	21,89 B	5,23
Testemunha - Perpendicular	33,18 A	11,09
CCA - Perpendicular	16,23 B	4,59

Para painéis OSB, os valores referenciais devem ser para a Classe 4 de MOE // 4800 MPa, MOR // 28,00 MPa, MOE ⊥ 1900 MPa, MOR ⊥ 15,00 MPa e para a Classe 3 de MOE // 3500 MPa, MOR // 20,00 MPa, MOE ⊥ 1400 MPa, MOR ⊥ 10,00 MPa [12].

Sendo assim, verifica-se para os painéis testemunha (sem tratamento) apenas MOE paralelo não atendeu a Classe 4 da norma citada, mas, atendeu para a Classe 3. Lembrando que Classe 3 refere-se a painéis para fins estruturais para uso em ambiente úmido. Já os painéis submetidos a tratamento químico apresentaram redução de resistência, o que era esperado devido ao efeito do tratamento na qualidade de colagem dos painéis. No entanto, mesmo assim os painéis tratados com CCA continuaram atendendo as especificações de painéis Classe 3, o que apresentou-se adequado e favorável por ainda apresentar resultados para usos estruturais como desejado no uso de construções leves em madeira como *Wood Frame* e *Steel Frame*.

#### 4. CONCLUSÕES

Com base na análise dos resultados obtidos para o teste de flexão estática para os painéis estudados pode-se concluir que o tratamento químico interfere de forma negativa no desempenho mecânico dos painéis. No entanto, este efeito negativo não comprometeu de forma significativa de modo a reduzir a classe de resistência dos painéis, o que mostra-se bastante favorável. A diminuição da resistência após tratamento químico pode ser justificada pela redução qualidade de colagem dos painéis, possivelmente justificada pela interferência do tratamento sob pressão com solução aquosa de CCA.

Os valores encontrados permitem a classificação dos painéis OSB tanto testemunha como tratados quimicamente como Classe 3, para uso estrutural em ambiente úmido, onde o tratamento preservativo é desejável de forma a aumentar a durabilidade da construção, que será objeto de outro estudo quanto a durabilidade dos painéis OSB submetidos a tratamentos.

#### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP pelo apoio à pesquisa referente ao processo nº 2015/04660-0, as empresas Sguario S/A e SI Group Crios Resinas S.A. pelas doações de matérias-primas.

#### REFERÊNCIAS

- [1] IRLE, M. A.; BARBU, M. C.; REH, R.; BERGLAND, L.; ROWELL, R. M. Wood Composites. In: ROWELL, R. M. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Boca Raton: CRC Press, 2012. Cap. 10.
- [2] AMERICAN FOREST & PAPER ASSOCIATION. *Engineered wood products primer awareness guide*. Washington: American Wood Council, 2006. Disponível em: <<http://www.woodaware.info/PDFs/EWPPPrimer.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2011.
- [3] APA – The Engineered Wood Association. 1978. Design Capabilities of APA Performance-Rated Structural-Use Panels. Technical Note N375 B. APA Tacoma. Washington.
- [4] BENEVOLO, L. *História da arquitetura moderna*. São Paulo: Ed. Perspectiva, 2004. 813p.
- [5] RAZERA, D. *Estudo sobre as interações entre as variáveis do Processo de produção de painéis aglomerados e Produtos moldados de madeira*. 2006. 157 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais - Tecnologia e Utilização de Produtos Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- [6] IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 247 p.
- [7] MALONEY, T.M. (1993). **Modern particleboard & dry process fiberboard manufacturing**, Updated Edition. San Francisco: Miller Freeman Inc.
- [8] FERRO, F. S. **Painéis OSB com madeira *Schizolobium amazonicum* e resina poliuretana à base de óleo de mamona: viabilidade técnica de produção**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. USP. São Carlos/SP. 2013.
- [9] BERTOLINI, M. S. **Emprego de resíduos de *Pinus sp* tratado com preservante CCB na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina poliuretana à base de mamona**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos. USP. São Carlos/SP. 2011.

- [10] BRITISH STANDARDS. **EN 310**: Wood-based panels — Determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. Bruxelles: BSI, 1993. 14 p.
- [11] 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/>.
- [12] BRITISH STANDARDS. **EN 300**: Oriented Strand Boards (OSB) — Definitions, classification and specifications. Bruxelles: BSI, 2006. 24 p.