

Evolução da absorção de água e do inchamento em espessura de painel OSB

Geraldo Bortoletto Júnior^{1*}; Annie Karoline de Lima Cavalcante²; Caio Cesar Faedo de Almeida³; Diego Lima Aguiar⁴; Ivaldo Pontes Jankowsky¹; Alex Canale¹

¹Departamento de Ciências Florestais (LCF), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba/SP, Brasil;

²Universidade de Brasília (UnB), Distrito Federal/DF, Brasil; ³Neocert - Certificações Florestais e Agrícolas, Piracicaba/SP, Brasil; ⁴Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), Santarém/PA, Brasil; *[gbjunior@usp.br](mailto:gjunior@usp.br)

Resumo: O OSB é usado na construção civil, fabricação de móveis, caixas de embalagem e contêineres industriais. Quando em serviço pode entrar em contato com a água líquida, absorvê-la e inchar afetando a sua estabilidade dimensional. O objetivo deste trabalho foi avaliar a absorção de água e o inchamento em espessura de amostras de OSB durante 24 horas de imersão, com o intuito principal de verificar qual direção, paralela ou perpendicular ao plano do painel, contribuiu mais para a penetração da água. Os ensaios de avaliação dessas propriedades foram realizados com base em normas específicas e os dados obtidos foram analisados por meio de ANOVA e teste de medias. Os resultados mostraram que a absorção de água ocorreu predominantemente através das laterais das amostras, ou seja, na direção paralela ao plano do painel.

Palavras-chave: Painéis de madeira, oriented strand board, variação dimensional.

Evolution of water absorption and thickness swelling of OSB panels

Abstract: OSB is used in civil construction, furniture manufacturing, packaging boxes, and industrial containers. When in service, it may come into contact with liquid water, absorb it, and swell, affecting its dimensional stability. The objective of this study was to evaluate the water absorption and thickness swelling of OSB samples during 24 hours of immersion, with the primary aim of determining which direction, parallel or perpendicular to the panel plane, contributed more to water penetration. The tests to evaluate these properties were conducted based on specific standards, and the data obtained were analyzed using ANOVA and mean comparison tests. The results showed that water absorption occurred predominantly through the edges of the samples, i.e., in the direction parallel to the panel plane.

Keywords: Wood panels, oriented strand board, dimensional variation.

1. INTRODUÇÃO

O OSB (*Oriented Strand Board*) é um painel composto por partículas finas e longas de madeira, dispostas em camadas cruzadas e orientadas em diferentes direções, coladas com resina sob calor e pressão, com densidade geralmente variando entre 600 e 800 kg/m³ (FPL, 2010; Li *et al.*, 2016).

O Brasil possui uma única fábrica de OSB, cuja produção industrial teve início no ano de 2002 (Bortoletto Júnior e Garcia, 2004). Dados da FAO (2024), indicam que a produção brasileira de OSB em 2022 foi de 234 mil m³, sendo que deste total 189,6 mil m³ foram destinados à exportação.

Os painéis OSB são utilizados preponderantemente na construção civil, substituindo gradativamente os compensados, mas, também são empregados em outras aplicações tais como na fabricação de móveis, caixas de embalagem e contêineres industriais (Zeleniuc *et al.*, 2020).

Devido à natureza higroscópica da madeira que o compõe, o painel OSB pode atrair, reter e liberar umidade. Esse painel quando colocado em uso, tal como reporta o FPL (2010), pode ficar sujeito ao contato com água líquida e por ação de forças capilares absorvê-la no lúmen celular e nos espaços vazios (entre células e entre partículas), provocando mudanças rápidas no teor de umidade do material. De acordo com Galvão e Jankowsky (1985), quando a água absorvida é adsorvida pela parede celular da madeira, ocorre o fenômeno de inchamento do material.

Parte do inchamento apresentado pelo OSB é intrínseco à própria madeira e ocorre devido à adsorção de água pelos grupos hidroxílicos (sítios de sorção) presentes nos componentes químicos da parede celular. Outra parte do inchamento resulta da liberação de tensões de compressão, originadas e retidas por ocasião da prensagem do painel na fase de produção, um fenômeno conhecido como *springback*. O inchamento em espessura causado por esse fenômeno é irreversível, mas, o inchamento intrínseco à madeira pode ser parcialmente recuperado quando o painel retorna à umidade inicial (Thoemen *et al.*, 2010; Mendes *et al.*, 2012).

Uma das características dos painéis de madeira reconstituída é o seu perfil de densidade ao longo da espessura, na forma da letra “M”, conforme demonstrado nos trabalhos de Surdi *et al.* (2014), Brito e Bortoletto Júnior (2019 e 2020) e Aguiar (2020). Esse formato de perfil indica que a densidade desses painéis é mais elevada nas camadas das faces do que na camada central. Segundo Thoemen *et al.* (2010) os painéis à base de madeira tendem a absorver mais água pelas bordas (laterais) do que pelas faces.

No contexto exposto, evidencia-se que as variações de umidade impactam o desempenho do OSB em serviço, visto que uma das consequências disso é o prejuízo causado à estabilidade dimensional do painel, especialmente na direção da

espessura, e daí vem a importância de estudos sobre essa propriedade relacionada com a absorção de água e o consequente inchamento.

O presente estudo teve por objetivo determinar os percentuais de absorção de água (AA) e de inchamento em espessura (IE) em amostras de OSB não vedadas, vedadas nas laterais e vedadas nas superfícies, acompanhando a evolução do valor dessas propriedades físicas durante 24 horas de imersão, com a finalidade de verificar a direção que mais contribuiu para penetração da água no painel.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o desenvolvimento do trabalho foi utilizado um painel OSB industrializado de *Pinus* spp adquirido comercialmente, com dimensões de 244 x 122 x 1,5 cm, respectivamente, comprimento, largura e espessura.

Para os ensaios de determinação da absorção de água (AA) e do inchamento em espessura (IE) foram obtidas do painel, por meio de uma serra circular esquadrejadeira, 30 amostras aleatórias com dimensões de 5 x 5 x 1,5 cm, as quais foram separadas em três conjuntos de 10, cada qual destinado a um tratamento.

As amostras do primeiro tratamento foram mantidas na condição original e codificadas pela sigla SV (sem vedação). As amostras do segundo e do terceiro tratamento foram vedadas, respectivamente, nas laterais (LV, laterais vedadas) e nas faces (FV, faces vedadas), utilizando como impermeabilizante uma resina do tipo epóxi bi componente. As amostras dos tratamentos SV, LV e FV, resultaram numa área não impermeabilizada para ser exposta à absorção de água equivalente a 80 cm², 50 cm² e 30 cm², respectivamente.

Posteriormente, as medidas iniciais das três dimensões (larguras e espessura) e da massa de cada amostra foram obtidas com o uso de paquímetro, micrômetro e balança, respectivamente. Em seguida, as amostras foram imersas em água contida num recipiente apropriado e a cada 2 horas retiradas para repetição das mesmas medidas já referidas e retornadas ao recipiente, reiterando-se esses procedimentos até completar o período de 24 horas em imersão.

A partir das medidas iniciais, a densidade das amostras foi determinada com base na norma EN 323 (CEN, 1993). A avaliação dos percentuais de AA e de IE foi realizada a partir das medidas sequenciais das amostras de cada um dos três tratamentos (SV, LV e FV) com base nas prescrições da norma EN 317 (CEN, 1993).

2.1 Análise dos dados

Para verificar a existência de diferenças estatisticamente significativas de AA e IE entre os tratamentos (SV, LV e FV) aplicados às amostras de OSB, análises de variância (ANOVA) foram realizadas ($p < 0,05$). O teste de *Tukey* foi usado para a comparação par a par entre os valores médios dos tratamentos. Essas análises foram efetuadas para os resultados de AA e IE obtidos em cada um dos tempos de imersão considerados (2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 e 24 horas).

Análises de regressão foram conduzidas com a finalidade de estabelecer correlações entre as variáveis AA (independente) e IE (dependente).

O valor médio de IE obtido após 24 horas de imersão resultante do tratamento SV foi confrontado com o requisito especificado na norma EN 300 (CEN, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade

Os dados da densidade aparente dos painéis são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores médios da densidade das amostras de OSB para cada tratamento

Tratamentos	Densidade (kg/m ³)			
	N	Média	Desvio Padrão	CV (%)
SV	10	584 a	0,027	5
LV	10	616 a	0,046	7
FV	10	599 a	0,069	12

N = Número de amostras. CV = Coeficiente de variação. SV = Amostras sem vedação, LV = Amostras com as laterais vedadas, FV = Amostras com as faces vedadas. Letras iguais na coluna indicam que não há diferenças significativas entre as médias conforme a ANOVA ($p > 0,05$).

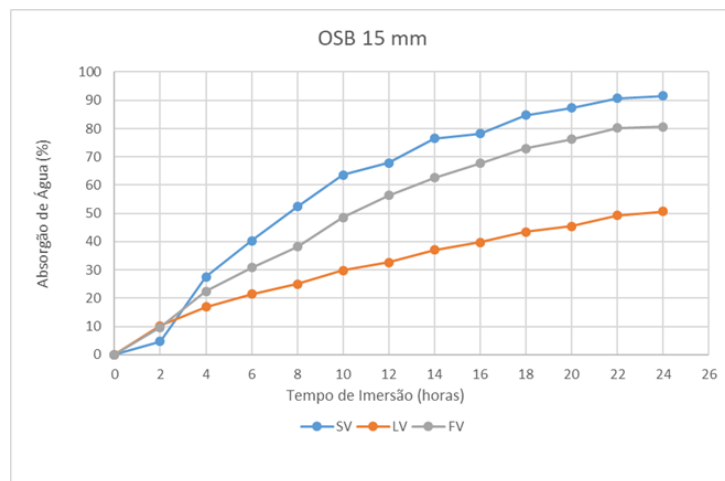
Observa-se na Tabela 1 que não houve diferenças significativas de densidade das amostras de OSB entre os tratamentos, conforme indicado pela ANOVA. Os valores médios de densidade são compatíveis com o exposto por Li *et al.* (2016).

3.2 Absorção de água

Os dados de absorção de água (AA) são apresentados na Figura 1, a seguir. Os resultados das ANOVAs indicaram que houve diferenças significativas entre os tratamentos para a variável AA. Por meio do teste de *Tukey* verificou-se que os valores médios de AA de todos os tratamentos diferiram significativamente entre si em todos os tempos de imersão considerados, exceto para o tempo de 2 horas, caso no qual os tratamentos LV e FV equivaleram-se estatisticamente entre si, contudo, ambos diferiram de SV. De modo geral, o teste de *Tukey* revelou que os valores médios de

AA para SV foram estatisticamente superiores, para FV intermediários, porém, relativamente próximos de SV, e para LV inferiores.

Figura 1. Valores médios de absorção de água (%) das amostras de OSB plotados graficamente por tratamento (SV, LV, FV) e tempo de imersão (horas). **Fonte:** Autores.



Pode ser observado na Figura 1 que, a partir do tempo de 4 horas até o final do período de imersão (24 horas), os valores médios de AA do tratamento LV (50 cm² de área não impermeabilizada) foram notavelmente menores que aqueles dos tratamentos SV (80 cm² de área não impermeabilizada) e FV (30 cm² de área não impermeabilizada). Destaca-se desses resultados que as amostras do tratamento LV (laterais vedadas), apesar de possuírem maior área não impermeabilizada exposta à absorção que as amostras do tratamento FV (faces vedadas), absorveram menos água, ou seja, um valor máximo igual a 50,6% após 24 horas de imersão, enquanto que as amostras de FV absorveram o valor máximo de 80,7% no mesmo período. Isso demonstra que a absorção de água na direção perpendicular à face ou ao plano do painel OSB foi menos efetiva do que a absorção na direção paralela ao plano. É possível que este fato observado possa estar, ao menos em parte, relacionado ao perfil de densidade ao longo da espessura dos painéis OSB demonstrado nos trabalhos de Surdi et al. (2014) e Aguiar (2020). Esses estudos indicam que a densidade das camadas das faces dos painéis é mais elevada do que a da camada central, o que implica em menor porosidade nas faces e maior porosidade no centro. Consequentemente, pode haver maior restrição à absorção de água pelas faces e menor restrição no centro do painel.

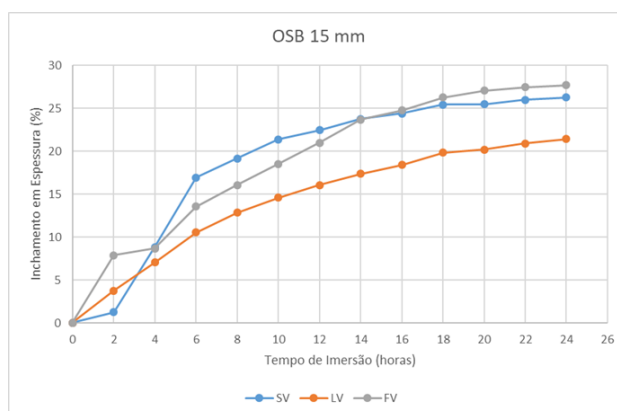
Nosso resultado é compatível com o que está disposto na literatura e o corrobora. Thoemen *et al.* (2010) afirmam que os painéis à base de madeira tendem

a absorver mais água pelas bordas (laterais) do que pelas faces, isto é, ao longo do tempo a absorção na direção do plano do painel é maior do que perpendicular a ele. Li *et al.* (2016), utilizando um microtomógrafo ambiental (EMCT) para investigar o transporte dinâmico de água em painéis OSB em tempo real, dentre outras, concluíram que a água penetra principalmente pelas laterais das amostras quando imersas em água.

3.3 *Inchamento em espessura*

Os dados de inchamento em espessura (IE) são apresentados na Figura 2. Os resultados das ANOVAs indicaram que houve diferenças significativas entre os tratamentos para a variável IE em todos os tempos de imersão, exceto para o tempo de 4 horas, mostrando que nesse caso SV, FV e LV equivaleram-se estatisticamente entre si.

Figura 2. Valores médios de inchamento em espessura (%) das amostras de OSB plotados graficamente por tratamento (SV, LV e FV) e tempo de imersão (horas).
Fonte: Autores.



Através do teste de *Tukey* verificou-se que os valores médios de IE para o tempo de 2 horas nos três tratamentos diferiram entre si, sendo o maior valor identificado para FV e o menor para SV. Nos tempos de 6, 8, 10 e 12 horas de imersão, os valores médios de IE para SV e LV foram significativamente diferentes com valores superiores para SV; os valores para LV e FV foram equivalentes entre si, da mesma forma que os de SV e FV. Nos tempos de 14, 16 e 18 horas de imersão, os valores médios de IE para SV e LV foram significativamente diferentes, sendo superiores para SV, do mesmo modo diferentes para LV e FV, com valores de FV superiores; ao passo que SV e FV foram equivalentes. Nos tempos de 20, 22 e 24 horas de imersão, os valores médios de IE de SV foram equivalentes aos de LV e FV; enquanto ambos diferiram significativamente entre si, com valores superiores para FV.

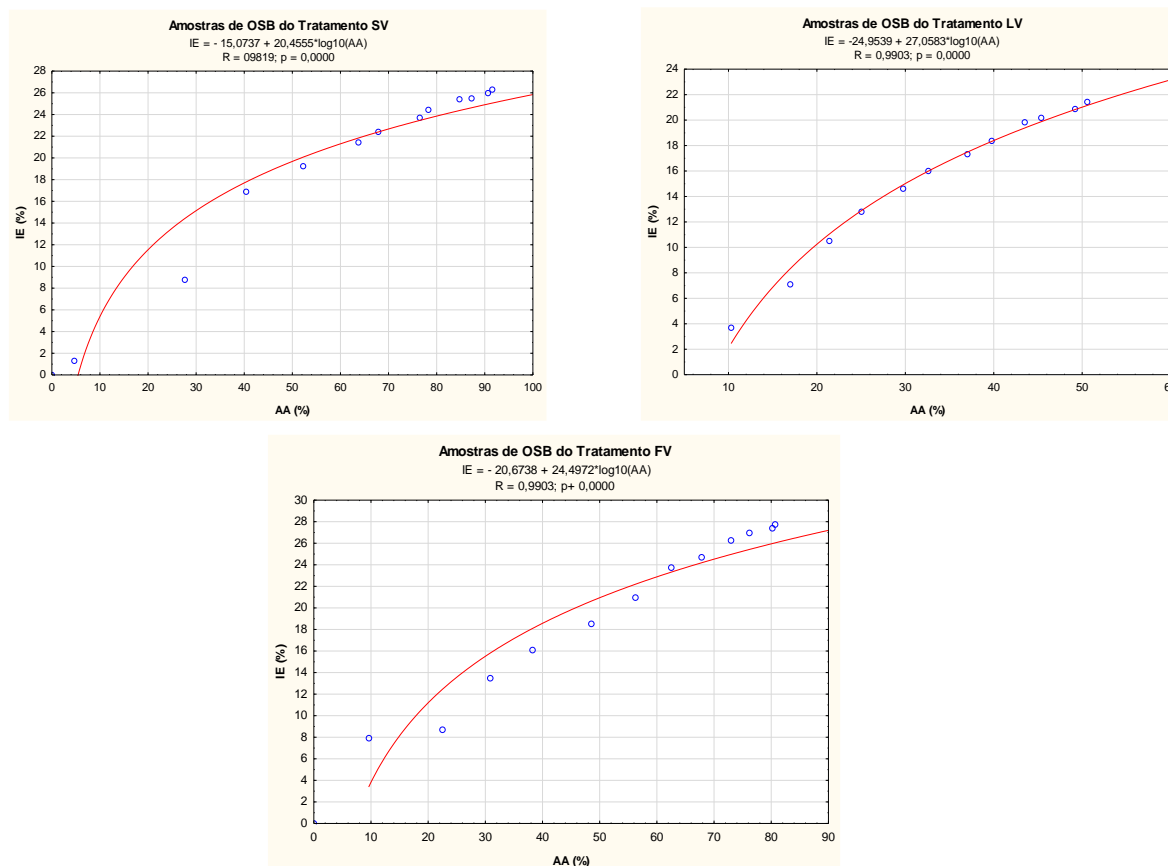
Observando a Figura 2, nota-se que a partir do tempo de 4 horas até o final do período de imersão (24 horas), os valores médios de IE das amostras do tratamento LV foram menores que aqueles dos tratamentos SV e FV, comportando-se de modo semelhante ao que se verificou para a absorção de água. Esse resultado sugere que essas variáveis, AA e IE, podem ter correlação entre si em algum nível de magnitude.

O valor médio de IE obtido após 24 horas de imersão resultante do tratamento SV foi igual a 26,3%, portanto, ligeiramente superior ao valor máximo de 25% estipulado pela norma EN 300 (CEN, 2006), para painéis OSB do tipo 1 de uso geral, não estrutural, em ambiente interior. Os valores médios de IE para LV e FV após 24 horas de imersão foram iguais a 21,4% e 27,7%, respectivamente.

3.4 Análises de correlação

As correlações entre AA e IE para os tratamentos SV, LV e FV foram analisadas e os resultados estão representados graficamente na Figura 3. Os coeficientes de correlação entre as duas variáveis revelaram valores de $R = 0,98$, $R = 0,99$ e $R = 0,99$ para os respectivos tratamentos, indicando que nos três casos houve uma forte correlação entre elas.

Figura 3. Correlação entre as variáveis absorção de água e inchamento em espessura das amostras de OSB para os tratamentos SV (esquerda), LV (direita) e FV (centro).



As equações geradas pelo modelo de regressão logarítmica podem ser utilizadas para previsões do inchamento em espessura (IE) com base nos dados de absorção de água (AA). Para SV, LV e FV, as equações foram, respectivamente, as seguintes: $IE = -15,0737 + 20,4555 \cdot \log_{10}(AA)$, $IE = -24,9539 + 27,0583 \cdot \log_{10}(AA)$ e $IE = -20,6738 + 24,4972 \cdot \log_{10}(AA)$.

4. CONCLUSÃO

Pode concluir-se com a realização deste trabalho que a absorção de água ocorreu predominantemente através das laterais das amostras de OSB, ou seja, na direção paralela ao plano do painel.

5. REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. L. **Produção de painéis de partículas orientadas (OSB) com misturas de madeiras amazônicas**. 2020. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros – ESALQ/Universidade de São Paulo – USP, Piracicaba, 2020.
- BORTOLETTO JÚNIOR, G.; GARCIA, J. N. Propriedades de resistência e rigidez à flexão estática de painéis OSB e compensados. **Revista Árvore**, v.28, n.4, p.563-570, 2004.
- BRITO, F. M. S.; BORTOLETTO JÚNIOR, G. Thermal modification of sugarcane waste and bamboo particles for the manufacture of particleboards. **Revista Árvore**, v.43, n.1, e430112, 2019.
- BRITO, F. M. S.; BORTOLETTO JÚNIOR, G. Properties of particleboards manufactured from bamboo (*Dendrocalamus asper*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.15, n.1, e7245, 2020.
- CEN. European Committee for Standardization. **European Standard EN 317**: Particleboards and Fiberboards - Determination of swelling in thickness after immersion in water. CEN Members, Brussels, 1993.
- CEN. European Committee for Standardization. **European Standard EN 323**: Wood-based panels - Determination of density. CEN Members, Brussels, 1993.
- CEN. European Committee for Standardization. **European Standard EN 300**: Oriented Strand Board (OSB) - Definitions, classification and specifications. CEN Members, Brussels, 2006.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Forestry Production and Trade**, 2024. (<https://www.fao.org/faostat/en/#data/FO>). Accessed on 16 Aug 2024.
- FPL. Forest Products Laboratory. **Wood handbook: wood as an engineering material**. Madison: USDA Forest Service, 2010.
- GALVÃO, A. P. M.; JANKOWSKY, I. P. **Secagem racional da madeira**. São Paulo: Nobel, 1985.

LI, W.; BULCKE, J. V.; SCHRYVER, T. *et al.* Investigating water transport in MDF and OSB using a gantry-based X-ray CT scanning system. **Wood Science and Technology**, v.50, p.1197-1211, 2016.

MENDES, R. F.; BORTOLETTO JÚNIOR, G.; ALMEIDA, N. F. *et al.* Effect of thermal treatment on properties of OSB panels. **Wood Science and Technology**, v.47, p. 243-256, 2013.

SURDI, P. G. BORTOLETTO JÚNIOR, G.; CASTRO, V. R. *et al.* Relação entre perfil de densidade e ligação interna de painéis OSB de *Pinus* spp. **Floresta e Ambiente**, v.21, n.3, p.349-357, 2014.

THOEMEN, H.; IRLE, M.; SERNEK, M. **Wood-Based Panels: An Introduction for Specialists**. London: Brunel University Press, 2010.

ZELENIUC, O.; DUMITRASCU, A.-E.; CIOBANU, V. D. Properties evaluation by thickness and type of oriented strand boards manufactured in continuous press line. **BioResources**, v.15, n.3, p.5829-5842, 2020.