

Influência do comprimento de vão nas propriedades de flexão estática de painéis OSB

Annie Karoline de Lima Cavalcante ^{1,*}; Geraldo Bortoletto Júnior ²; Luana Candaten ¹; Caio César Faedo de Almeida ¹; Diego Lima Aguiar ¹; Ivaldo Pontes Jankowsky ³

¹ Programa de Pós-Graduação em Recursos Florestais / Universidade Federal do Oeste do Pará; ² Laboratório de Laminação e Painéis de Madeira / Universidade de São Paulo; ³ Laboratório de Secagem e Tratamento de Madeiras / Universidade de São Paulo; * annie.karolinelima@usp.br

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do comprimento de vão nas propriedades de MOE e MOR de painéis OSB. Para isso, utilizou-se painéis OSB com espessura de 15 e 18 mm, dos quais se obteve corpos-de-prova preparados e depois ensaiados à flexão estática segundo as recomendações das normas ASTM D1037, EN 310 e DIN 52362. A análise estatística foi feita a partir de uma ANOVA seguida por teste Tukey, indicando haver diferença significativa entre os resultados obtidos mediante as normas. Foi constatado que maiores comprimentos de vão apresentam maiores valores de resistência e rigidez do que aqueles de menores comprimentos. Comparando os valores obtidos com as especificações da norma EN 300, nota-se que apenas as normas ASTM e EN 310, tanto para a chapa de 15 mm quanto para de 18 mm de espessura, alcançam os valores mínimo exigidos para a classe de uso OSB/2 e OSB/3.

Palavras-chave: Partículas, Resistência, Rigidez, Compósitos.

Influence of span length on the static bending properties of OSB panels

Abstract: The aim of this study was to evaluate the influence of the span length in the properties of MOE and MOR of OSB panels. For this, were used OSB panels with thickness of 15 and 18 mm, from which prepared specimens were obtained and then tested for static bending according to the guidelines of ASTM D1037, EN 310 and DIN 52362. Statistical analysis was made from an ANOVA followed by Tukey's test, indicating no significant difference between the results obtained with the standards. It was found that longer span lengths present greater strength and stiffness values than shorter lengths. Comparing the values obtained with the specifications of the EN 300 standard, were noted that only the ASTM and EN 310 standards, for both the 15 mm and 18 mm panels, reach the minimum values required for the use class OSB/2 and OSB/3.

Keywords: Particles, Strength, Stiffness, Composite.

1. INTRODUÇÃO

O setor florestal brasileiro é composto, principalmente, pelos segmentos de madeira serrada, polpa celulósica, papel e painéis de madeira; dentro do segmento de painéis de madeira são produzidos os compensados, aglomerados - MDP, painéis de fibra de média densidade - MDF e alta densidade - HDF, e os painéis de partículas orientadas - OSB (Gorski et al., 2015; Del Menezzi, 2004).

Os painéis OSB (*Oriented strand board*) são compósitos de madeira constituído de camadas em número ímpar, confeccionados a partir da colagem de partículas tipo *strand* dispostas ortogonalmente entre as camadas, com uso de adesivos, pressão e altas temperaturas (Evans et al., 2013). Segundo Martarello et al. (2015), os painéis OSB podem ser utilizados como paredes, suportes para pisos e forros, componentes de vigas estruturais, embalagens, tendo em vista suas boas características de resistência mecânica e estabilidade dimensional.

As propriedades físicas e mecânicas dos painéis OSB são parâmetros importantes para a definição de padrões de qualidade do produto para as diversas aplicações (Mendes et al., 2014). Por ser um painel estrutural, o módulo de elasticidade (MOE) do OSB na flexão estática é um parâmetro essencial na avaliação de designs estruturais. Os valores das propriedades mecânicas, módulo de ruptura (MOR) e o MOE, são obtidos a partir de testes conduzidos de acordo com documentos regulatórios, ou seja, através de normas (Souza et al., 2014).

Levando em consideração que existem diversos documentos regulatórios para ensaios mecânicos de painéis OSB com diferentes especificações em relação a dimensão dos corpos de prova, o presente estudo teve por objetivo investigar a influência do comprimento do vão nas propriedades mecânicas (MOE e MOR) de painéis OSB quando submetidos ao teste de flexão estática.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados painéis OSB industrializados de *Pinus* spp., adquiridos no mercado local, nas dimensões 1220 mm x 15 mm x 2440 mm (largura, espessura e comprimento, respectivamente) e 1220 mm x 18 mm x 2440 mm. Os testes foram conduzidos no Laboratório de Ensaio Mecânicos de Madeira e Derivados (LEMMAD) da ESALQ/USP, com máquina universal de testes com capacidade máxima de carga de até 30 toneladas.

Para determinar o módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE), adotou-se os



procedimentos descritos nas normas ASTM D 1037 (2006) com e sem modificação, EN 310 (1993) e DIN 52362 (1982). A Tabela 1 apresenta as dimensões dos corpos de prova (CP) adotadas no presente estudo.

Tabela 1. Dimensões dos painéis adotadas no desenvolvimento do trabalho

Normas	Espessura de chapa	Largura (Ø)	Comprimento total	Relação L/h
ASTM D 1037	15 mm	76 mm	410 mm	24
	18 mm		482 mm	
ASTM modificada	15 mm	50 mm	410 mm	24
	18 mm		482 mm	
EN 310	15 mm	50 mm	350 mm	20
	18 mm		410 mm	
DIN 52362	15 mm	50 mm	250 mm	10
	18 mm		250 mm	

Sendo, L: comprimento de vão; h: espessura de chapa; l: largura da peça.

A determinação da quantidade de corpos de prova foi realizada com o auxílio do aplicativo CutList Optimizer para otimização de cortes. Em cada uma das chapas foram retirados corpos de prova nas direções paralela (//) e perpendicular ($\perp$) à maior dimensão do painel. A partir dos painéis de 15 mm foram obtidos 120 corpos-de-prova (CPs), sendo 30 por norma, ou seja, 15 paralelos e 15 perpendiculares. A partir dos painéis de 18 mm foram confeccionados 96 CPs, sendo 24 para cada norma (12 repetições em cada direção).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, e a análise estatística foi realizada separadamente para os painéis OSB de 15 e 18 mm de espessura com auxílio do programa Minitab® Statistical Software. Para investigar a influência do comprimento do vão sobre os resultados de MOR e MOE fez-se uso de uma análise de variância (ANOVA) ao nível de 0,05 de significância, e em seguida o teste de comparações múltiplas de Tukey.

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os valores médios de resistência e rigidez à flexão estática de chapas OSB de 15 e 18 mm com diferentes tamanhos de vão.

Tabela 2. Resultados de resistência e rigidez na flexão estática de painéis OSB

Painéis de OSB	ρ (g.cm ⁻³)	Normas	Flexão Estática			
			Perpendicular ($\perp$)		Paralela ($\parallel$)	
			MOE (MPa)	MOR (Mpa)	MOE (MPa)	MOR (Mpa)
15 mm	0,585	ASTM	1604 ab (7,75)	13 b (11,35)	4528 a (11,14)	31 a (13,63)
		ASTM Mod.	1514 b (13,47)	13 b (18,99)	4564 a (9,84)	30 a (16,4)
		EN	1735 a (13,05)	14 ab (14,16)	4018 b (8,24)	27 a (23,72)
		DIN	1529 b (8,82)	16 a (11,37)	3298 c (12,63)	29 a (13,46)
18 mm	0,615	ASTM	1984 a (5,76)	16 ab (9,58)	4195 a (6,83)	27 bc (13,63)
		ASTM Mod.	1806 b (8,61)	14 b (14,15)	4313 a (7,66)	30 ab (9,84)
		EN	2148 a (8,48)	17 ab (13,39)	4561 a (8,92)	31 a (13,26)
		DIN	1420 c (10,81)	17 a (16,82)	3036 b (12,45)	26 c (15,47)

Valores acompanhados por letras iguais não diferem estatisticamente na coluna ao nível $\alpha=0,05$ de significância; valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação (CV %); sendo ρ (g.cm⁻³): densidade do painel.

A análise de variância mostrou que os valores de MOE e MOR apresentam diferenças significativas estatisticamente ($\alpha=0,05$), exceto para os valores de MOR paralelo no painel de 15 mm de espessura. Avaliando os valores médios de MOE $\parallel$ do painel OSB de 18 mm foi possível observar que a norma DIN apresentou diferença significativa das demais normas, sendo esse valor inferior a elas.

4. DISCUSSÃO

Segundo Baumann (1922) e Kollman (1968), os valores de resistência e rigidez reduzem conforme a relação L/h diminui, sendo que os tais valores assumem comportamento quase constante quando os valores de $L/h \geq 20$. No presente estudo, é possível observar o mesmo decréscimo dos valores de MOE e MOR conforme o comprimento do vão diminuiu; essa diminuição foi mais perceptível nos valores de MOE.

Adamopoulos et al. (2011), estudando a influência do comprimento de vão e do componente de cisalhamento nos valores de módulo de elasticidade, relataram que amostras com relação $L/h=15$ apresentam o cisalhamento como componente que contribui para a deflexão dos CPs. Na condução do experimento, a norma DIN 52362 ($L/h=10$) mostrou valores médios de MOE e MOR inferiores

comparativamente com as demais normas, sendo essa diferença mais perceptível nos valores de MOE // tanto para os painéis de 15 mm quanto para os painéis de 18 mm de espessura, sendo esses valores um indicativo para corroborar a ação de forças cisalhantes em ensaios mecânicos com comprimentos de vão reduzidos.

Comparando os valores obtidos com os valores de segurança apresentados pela EN 300 (2006); os valores mínimos de MOR para a classe de painéis OSB/2 na direção paralela é de 20 MPa para painéis com espessura >10 e <18 mm e de 18 MPa para painéis entre 18 e 25 mm. Já na direção perpendicular os valores mínimos de MOR são de 10 MPa (espessura >10 e <18 mm) e de 9 MPa (espessura entre 18 e 25 mm); para os valores de MOE, a norma determina 3500 MPa na direção paralela e 1400 MPa na direção perpendicular, para painéis com espessura entre 6 e 32 mm. Sendo assim, apenas os valores de MOE obtidos segundo as recomendações da norma DIN 52362 não alcançaram as especificações mínimas de MOE, na direção paralela.

Avaliando os valores encontrados e comparando com os valores de MOE mínimos exigidos pela norma EN 300 (2006) para a classe OSB/3 – 1800 MPa (⊥) e 4500 MPa (//) – apenas os valores obtidos a partir das especificações da norma EN 310 (1993), testadas nas chapas de 18 mm na direção paralela alcançaram o mínimo exigido. Avaliando as propriedades na direção perpendicular, somente a norma DIN (OSB 18 mm) não obteve o desempenho mínimo. Observando os resultados dos painéis de 15 mm de espessura e comparando-os com o especificado para a classe OSB/3, nenhuma das normas obteve desempenho mínimo na direção perpendicular, já na direção paralela apenas as normas EN e DIN não alcançaram o mínimo exigidos. Esses resultados indicam que os valores de MOE têm mais sensibilidade em relação ao comprimento do vão do que os valores de MOR, sendo essa sensibilidade mais evidente na direção paralela, onde, no presente estudo, diferenças significativas foram detectadas entre os valores segundo as especificações de cada norma.

Segundo Sorn et al. (2011), do ponto de vista da engenharia, valores de $L/h \geq 20$ são problemáticos, dado a dificuldade de obter amostras com dimensões e volume suficientes para realizar o controle de qualidade da produção. Tal problemática levantada pelos autores citados, também, pelo menos em parte, é recorrente em experimentos conduzidos em escala de laboratório, caso no qual os painéis geralmente são manufaturados em dimensões reduzidas (largura e comprimento), quando comparadas às obtidas na indústria. Sendo assim, em certos casos, a norma EN ($L/h=20$) pode representar a melhor opção, já que permite a otimização do número de amostras das chapas para determinação das propriedades mecânicas e as forças cisalhantes são praticamente negligenciáveis. Já a norma ASTM ($L/h=24$), em certos casos, pode não ser a preferível, uma vez

que ela demanda uma maior quantidade de material. De outro lado, a norma DIN ($L/h=10$) permite a referida otimização, porém, sua aplicação resulta em valores subestimados devidos à interferência indesejável das forças cisalhantes.

5. CONCLUSÕES

- O tamanho do vão (L/h) influencia os valores das propriedades mecânicas em flexão estática de painéis OSB, sendo que quanto menor o tamanho do vão (L/h) menor serão os valores de resistência e rigidez.
- A norma EN ($L/h=20$) representa melhor opção para realizar controle de qualidade, já que permite a otimização do número de amostras das chapas para determinação das propriedades mecânicas e as forças cisalhantes são praticamente negligenciáveis.
- Os valores obtidos com as especificações da norma EN 300, nota-se que apenas as normas ASTM e EN 310, tanto para a chapa de 15 mm quanto para de 18 mm de espessura, alcançam os valores mínimo exigidos para a classe de uso OSB/2 e OSB/3.

6. REFERÊNCIAS

Adamopoulos S, Chavenetidou M, Passialis C. Span-to-depth ratio for shear free deformations in static bending of small wood specimens. Wood Research 2011; 56(3):429-343.

American society for testing and materials (ASTM). ASTM D -1037. Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials. Philadelphia; 2006.

Baumann R. Die bisherigen Ergebnisse der Holzprüfungen in der Materialprüfungsanstalt an der Techn. Hochschule Stuttgart. Forsch. Gebiete Ingenieurw. Berlin; 1922.

Del Menezzi CHS. Estabilização dimensional por meio do tratamento térmico e seus efeitos sobre as propriedades de painéis de partículas orientadas (OSB) [tese]. Curitiba: Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná; 2004.

DIN. Normen für holzfaserplatten spanplatten sperrholz. Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength: DIN 52362. Berlin; 1982.

European committee for standardisation. EN 310: Wood-based panels-determination of modulus of elasticity in bending and of bending strength. Bruxelas; 1993.

European committee for standardization. EN 300: Oriented Strand Boards (OSB) - definitions, classification and specifications. Bruxelas; 2006.

Evans PD, Miesner M, Rogerson D. Machined tapers reduce the differential edge swelling of oriented strand board exposed to water. Composites Part B: Engineering 2013; 50:15–21, 2013.

Gorski L et al. Utilização da madeira de Eucalyptus benthamii na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). Floresta 2015; 45(4):865-874.

Guimarães Júnior JB et al. Qualidade de painéis OSB (Oriented Strand Board) produzidos com a madeira de clones de *Eucalyptus urophylla*. Revista Ciência da Madeira 2016; 7(3):163-169.

Kollmann FFP, Cote WA. Principles of wood science and technology I - Solid wood. 1st ed. New York: Springer-Verlag; 1968.

Martarello LP, Cunha AB, Rios PD, Brand MA, Gorski L. Influência do arranjo das camadas do colchão nas propriedades tecnológicas de painéis de partículas orientadas (OSB) de *Eucalyptus benthamii*. Scientia Forestalis 2015; 43(107):503-510.

Sorn S, Bajramovic R, Hadziabdic V. Examination of proper span/depth ratio range in measuring the bending strength of wood based on the elementary bending theory. 15th International Research/Expert Conference “Trends in the Development of Machinery and Associated Technology”. Anais...Prague, Czech Republic; 2011.

Souza AM et al. Modulus of elasticity in static bending for oriented strand board (OSB). International Journal of Composite Materials 2014; 4(20):56-62.

