

ANÁLISE QUANTITATIVA DE ENSAIO DE TRAÇÃO PERPENDICULAR EM CORPOS DE PROVA DE MDF COM DIFERENTES DOSAGENS DE RESINA CONFECCIONADOS EM PRENSA PILOTO

Wellington Rodrigo de Almeida¹, Gilson Eduardo Tarrento²

¹Graduando em Tecnologia em Produção Industrial da Faculdade de Tecnologia de Botucatu, Botucatu, SP, Brasil. E-mail :well_almeida@hotmail.com.

²Doutorando em Engenharia Mecânica e Docente da Faculdade de Tecnologia de Botucatu (FATEC), e da Faculdade Sudoeste Paulista (FSP)

1 INTRODUÇÃO

Os painéis de fibra de média densidade (*Medium Density Fiberboard*- MDF) vêm ganhando espaço cada vez maior no mercado moveleiro devido a sua versatilidade de aplicações e subprodutos.

BNDES (2008) destaca que os painéis de MDF surgiram para suprir a necessidade de utilização de madeira maciça no mercado, sendo este produto quase 100% oriundo de madeira de reflorestamento, combatendo de forma indireta o desmatamento.

Uma das formas de avaliação de sua qualidade tecnológica é o ensaio de tração perpendicular, o qual mede sua resistência à ruptura de suas fibras e resinas compactadas, determinando assim se o material terá uma boa usinabilidade ou uma aplicação garantida pelas suas qualidades físico- mecânicas. Este ensaio representa uma parte significativa no critério de aceitação de clientes deste nicho de mercado.

Callister (2008) afirma que a tração perpendicular é um dos ensaios mecânicos de tensão-deformação mais comum, e este ensaio pode ser usado para avaliar diversas propriedades mecânicas dos materiais.

Um dos insumos utilizados na confecção do MDF é as resinas termofixas de ureia formaldeído que, segundo Silva (2013) agem como um adesivo no processo de compactação e consolidação nos painéis de MDF, e a sua demanda nesse mercado é maior devido ao seu baixo custo e bom desempenho.

A relevância deste trabalho consiste em poder produzir com redução de insumos, neste caso, as resinas. Para tanto, foi avaliado uma redução de resina uréia formaldeído de 12 % para 10% e de 12% para 8%, podendo diminuir o custo do produto,



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU

4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu
7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil



proporcionando ao fabricante certa vantagem em relação aos seus concorrentes.

O presente estudo teve como objetivo avaliar, por meio de ensaios de tração perpendicular de painéis de MDF de 15 mm, a possibilidade da redução do uso de resinas na fabricação do produto, fazendo uso de diferentes dosagens de resina ureia formaldeído (12%, 10% e 8%) e estimar quantitativamente, se entre as dosagens de resinas ensaiadas, a possibilidade de redução do uso de resinas, desde que atenda a tolerância mínima imposta pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), que é de 0,55 N/mm² para painéis não estruturais para uso em condições secas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais utilizados

Para a realização dos ensaios, foram utilizados materiais pertencentes a uma empresa fabricante de painéis de MDF do interior do estado de São Paulo dispostos em seu respectivo laboratório.

Foram utilizados corpos de prova de MDF confeccionados com fibras de madeira de *Eucalyptus grandis*, resina uréia formaldeído e emulsão parafínica prensados em prensa piloto; serra de mesa da marca Invicta modelo SCI 160; trena milimetrada Starret; lixadeira de cinta da marca Bosch modelo GBS 75 AE de 700 Watts; cinta de lixa de grana 80; blocos metálicos para tração perpendicular com superfície conforme; cola termo adesiva *hot-melt* da marca Technomelt Q3127 da marca Henkel; chapa aquecedora; banho-maria com circulação de água em temperatura ambiente; máquina universal de ensaio da marca Imal modelo IB600 e balança semi-analítica com precisão de 0,01g da marca Gibertini modelo Europe 1700.

3.2 Método

O método para a realização dos ensaios constituiu-se na retirada de, aproximadamente, 20 mm de rebarbas de cada painel, dispostos sobre a mesa de serra. Em seguida foram cortadas 6 tiras de 300 mm x 50 mm. Destas, foram retirados 30 corpos de prova medindo 50 mm x 50 mm com variação de 1 mm. Após esta operação,

foi feita uma triagem de densidade (largura x comprimento x espessura / peso x 1000) e selecionadas as 12 melhores densidades, ou seja, mais próximas ou maiores que 770 kg/m³, parâmetro adotado para evitar a ocorrência de muita discrepância entre as amostras ensaiadas.

Para a determinação das densidades de cada corpo de prova foi utilizado o *software* da máquina de ensaios Imal, antes de seu lixamento. Os corpos de provas foram lixados em ambas as faces para remoção de irregularidades nas superfícies.

Na chapa aquecedora, que estava em temperatura de 200°C, foram colocados blocos metálicos (auxiliares do ensaio de tração) sendo depositado em suas superfícies cerca de 1 grama de cola *hot-melt*. Em seguida, os corpos de prova foram colocados em cima da cola derretida, e espalhados de forma uniforme. Após a colagem, os blocos metálicos foram resfriados em banho-maria a temperatura ambiente (25°C), por aproximadamente 20 minutos.

Em seguida, na outra face do corpo de prova, foi repetida a colagem e o resfriamento dos blocos metálicos, porém, nesta face suas respectivas abas de acoplamento foram posicionadas de forma invertida para que os blocos apresentassem formato de "cruz" nas garras da máquina de ensaio.

A partir de então, o *software* da Imal foi acionado e seu cursor posicionado na aba referente à tração, apertado o botão *position set* e, em seguida, foram digitados os parâmetros de ajuste da máquina na velocidade de 2 mm/min e altura do suporte para 10 mm. Após, os blocos metálicos com o corpo de prova foram colocados nas garras da máquina e com o botão *start* foi acionado o início do teste. A coluna superior tracionou a amostra até seu rompimento registrando a quantidade de força em N/mm² necessária para a ocorrência do rompimento. Os resultados foram expressos conforme a Fórmula 1 (ABNT, 2015):

$$Tp = \frac{P}{S} \quad (1)$$

sendo

$$S = b1 \pm b2$$

Onde:

T_p = resistência à tração perpendicular em (N/mm²)

P = carga de ruptura em newtons obtido no ensaio.

S = área da superfície do corpo de prova em mm².

b1 e b2 são as dimensões do corpo de prova em (mm).

O resultado deve ser expresso em N/mm².

Para a obtenção dos resultados quantitativos propostos, ou seja, a estimativa da redução das doses de resina em relação à densidade do material, bem como a sua resistência a tração, foi utilizada a estatística de regressão e também foi utilizado o método de correlação linear para medir a intensidade da interação das variáveis analisadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando que os ensaios foram realizados com 12 corpos de prova, os resultados obtidos, após a finalização dos mesmos, encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados de densidade e tração na interação entre diferentes doses de resina

Dose de resina (%)	Densidade Média (Kg/m ³)	Tração média (N/mm ²)
8	770	0,38
10	788	0,50
12	801	0,67

Com base nos dados da Tabela 1, é possível observar que o incremento na dosagem de resina favorece a densidade do material, bem como a sua resistência à tração perpendicular devido ao fato de que o aumento da dosagem de quantidade de resina favorece um aumento de forma mais homogênea dos espaços entre as fibras diminuindo os espaços vazios. O trabalho de Eleotério (2000) apresentou comportamento de densidade e tração semelhantes, porém com resultados inferiores, já Campos e Larh (2004) apresentaram resultados superiores, porém mantendo o comportamento crescente. Entretanto, considerando o objetivo proposto neste trabalho, buscou-se, por meio da análise de regressão estatística, fazendo uso da Equação 2 descrita por Tubino (2009), com desdobramento das Equações 3 e 4, também descrita



por Tubino (2009), avaliar os resultados de densidade e resistência à tração com reduções de doses de resina de 12% para 11% e, em seguida, para até 10,5% com o propósito ainda de manter a tolerância mínima de resistência à tração imposta pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ou seja, 0,55 N/mm².

$$Y = a + bX \quad (2)$$

$$b = \frac{n(\sum X * Y) - (\sum X) * (\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (3)$$

$$a = \frac{\sum Y - b * (\sum X)}{n} \quad (4)$$

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos, após a análise quantitativa proposta

Dose de resina (%)	Densidade Média (Kg/m ³)	Tração média (N/mm ²)
11	794	0,59
10,5	790	0,55

Também foi possível constatar, por meio da Equação 5 descrita por Moreira (2011), que existe uma forte correlação linear na interação entre doses de resina com a densidade média e a resistência média de tração do material, conforme resultados apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Níveis de correlação na interação entre doses de resina com a densidade e tração do material

Densidade Média (Kg/m ³)	Tração média (N/mm ²)
99,57%	99,51%

$$r = \frac{n\sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{n\sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{n\sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (5)$$

4 CONCLUSÕES

Com base no estudo realizado em laboratório, foi possível constatar que a redução, de 12% para 10,5% nas dosagens de resina aplicadas no material manteve a resistência à tração no nível de 0,55N/mm², atendendo ao requisito da norma da ABNT. Nesse sentido, observa-se que é possível trabalhar com a hipótese de redução de resina.



FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU

4ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu
7 a 9 de Outubro de 2015, Botucatu – São Paulo, Brasil



Entretanto, para obtenção de resultados que pudessem comprovar esta hipótese para a produção em linha, recomendam-se maiores estudos, pois se trata de um material compósito onde algumas variáveis como temperatura, umidade, pressão de prensagem, podem influenciar nos resultados.

5 REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15316-2:** Painéis de fibras de média densidade. Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2015.

BNDES - BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO. **Setorial: Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas.** Rio de Janeiro, n 27, p.121-156, mar. 2008. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2526/1/BS%2027%20Pain%C3%A9is%20de%20madeira%20no%20Brasil_P.pdf> Acesso em: 28 ago. 2015.

CALLISTER JR, WILLIAM D. Propriedades mecânicas dos metais. In: _____. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução.** Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2008. cap.6, p.100-101.

CAMPOS, C.I.; LAHR, F.A.R. Estudo comparativo dos resultados de ensaio de tração perpendicular para MDF produzido em laboratório com fibras de pinus e de eucalipto utilizando ureia-formaldeído. **Matéria,** Rio de Janeiro, v.9, n.1, p. 32-42, 2004. Disponível em: <<http://www.sm2000.coppe.ufrj.br/mirror/sarra/artigos/artigo10592/10592.pdf>> Acesso em: 28 ago. 2015.

ELEOTÉRIO JR., J. R. **Propriedades físicas de painéis MDF de diferentes densidades e teores de resina.** 121 p. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba; São Paulo, 2000. Disponível em: <http://www.bibliotecaflorestal.ufv.br/bitstream/handle/123456789/5433/Disserta%C3%A7ao_Eleot%C3%A9rio%2cJackson-Roberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 28 ago.2015.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações.** São Paulo, Editora Pioneira, 2011.

TUBINO, D. F. **Planejamento e controle da produção. Teoria e prática.** 2ª edição. São Paulo, Editora Atlas, 2009.

SILVA, J.E.E. **Estudo da influência das resinas termofixas uréia formaldeído (UF) e melamina formaldeído (MF) nas características físicas e mecânicas de painéis MDF.** 2013. 65f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Química) Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Bauru, 2013. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/121218/000741146.pdf?sequence=1&isAllowed=y> > Acesso em: 28 ago. 2015.