

## Efeito da adição de serragem como extensor nas propriedades de compensados industriais

## Effect of sawdust addition as extender on the properties of industrial plywood

### RESUMO

Painéis de compensados são fabricados industrialmente utilizando trigo como extensor em colas ureia-formaldeído. Neste estudo avaliou-se os efeitos da adição de serragem como substituto parcial do trigo, utilizando-se composições com 5, 15 e 25%. Foram confeccionados corpos de prova para ensaios mecânicos via seca e úmida. Na via úmida, o material foi submerso em água destilada por 24 horas, para simular a aplicação dos painéis em locais de elevada umidade. Dos corpos de prova com 25% de serragem, 66% foram avariados pela submersão na água. Quando ensaiados a seco, os resultados indicam que adições de 15 e 25% melhoram a resistência ao cisalhamento na linha de cola em comparação com os painéis convencionais. Entretanto, a serragem causou maior discrepância de resultados na via úmida. Dessa forma, adições de 15% de serragem em substituição no elemento extensor podem ser positivas em relação ao aumento da resistência dos painéis ao mesmo tempo em que poderão gerar economia de custos por utilizar a serragem que é um resíduo produzido pela própria empresa.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adesivo. Resistência mecânica. Umidade.

### ABSTRACT

Plywood panels are manufactured industrially using wheat as an extender in urea-formaldehyde glues. In this study we evaluated the effects of sawdust addition as a partial substitute for wheat, using compositions with 5, 15 and 25%. Specimens were made for dry and wet mechanical tests. In the humid way, the material was submerged in distilled water for 24 hours, to simulate the application of the panels in places of high humidity. Of the specimens with 25% sawdust, 66% were damaged by submersion in water. When tested dry, the results indicate that 15 and 25% additions improve the shear strength of the glue line compared to conventional panels. However, sawdust caused greater discrepancy in the wet pathway. Thus, 15% additions of sawdust in replacement of the extender element can be positive in relation to the increased strength of the panels while generating savings in strokes by using sawdust that is a waste produced by the company itself.

**KEYWORDS:** Sticker. Mechanical strength. Moisture.

**Luan de Basto de Lima**  
[luan\\_biima@hotmail.com](mailto:luan_biima@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil

**Viviane Teleginski Mazur**  
[vivianemazur@utfpr.edu.br](mailto:vivianemazur@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil

**Sandro Fabio Niewiadomski**  
[sandrofabio2015@gmail.com](mailto:sandrofabio2015@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Guarapuava, Paraná, Brasil

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

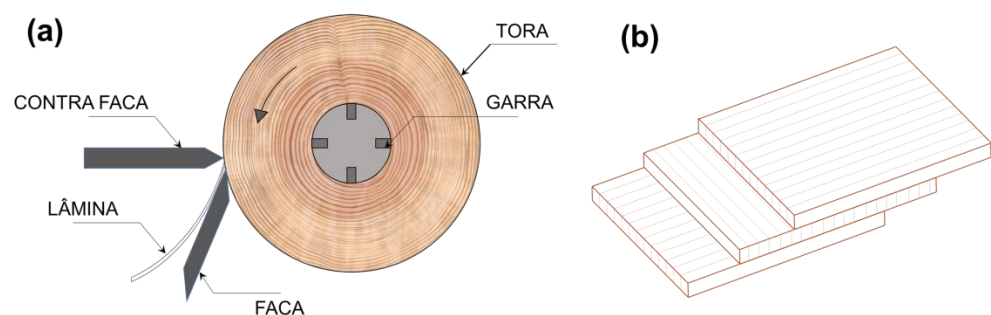
**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

O painel compensado produzido em escala industrial surgiu com a necessidade de melhorar o aproveitamento das toras, pois os métodos de produção de madeira utilizavam serras para o corte, o que produzia um grande volume de serragem e, por consequência, desperdício de matéria-prima. A fabricação do compensado inicia com a remoção das cascas de pequenas toras que são fixadas pelas extremidades e rotacionadas contra o gume de uma faca (Figura 1.a), produzindo um tapete contínuo de madeira chamado laminado, que é cortado em dimensões pré-estabelecidas [1, 2]. Após a secagem é realizada a montagem do compensado com as lâminas adesivadas sobrepostas, de modo que a direção das fibras seja perpendiculares às fibras da lâmina anterior e da próxima, formando uma estrutura de rede, como mostra a Figura 1.b [1, 3, 4, 5].

Figura 1 – (a) Processo de obtenção das lâminas. (b) Disposição das lâminas para montagem do painel compensado



Fonte: (a) Adaptado de [1] e (b) autoria própria.

Um dos principais fatores que influenciam na qualidade e aplicação final do painel compensado é a colagem. Segundo Iwakiri e seus colaboradores [3], as colas utilizadas em compensados são constituídas, basicamente, de quatro ingredientes principais: um adesivo, que possibilita a união dos materiais; um catalizador, que atua de forma a controlar o tempo da reação química da mistura dos ingredientes; água, que tem a função de homogeneizar os ingredientes; e um extensor, que é um material com alguma ação adesiva, adicionados com a finalidade de reduzir os custos do adesivo, controlar a viscosidade para melhor aplicação e prolongar a vida útil do adesivo. De acordo com Iwakiri *et al.* [3] o adesivo mais utilizado na indústria de painéis de madeira é o ureia-formaldeído, que possui dentre suas vantagens o baixo custo, alta velocidade de cura, resistência a chamas e pouco desenvolvimento de cor [3]. Este adesivo é classificado como resistente a umidade, no entanto perde a resistência de forma permanente se exposto a condições de umidade prolongada [1].

Embora os extensores a base de farinha de trigo sejam os mais utilizados estes possuem limitações pois apresentam alta absorção de água e baixa resistência a umidade e ao ataque de insetos. Junto a isso, o consumo de trigo como alimento e o aumento crescente dos preços no decorrer dos anos, faz necessária a procura por novos extensores.

Neste trabalho foi realizada uma análise da influência e da viabilidade da utilização de serragem como extensor alternativo, em substituição de forma parcial a farinha de trigo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

A empresa Porterit forneceu 16 lâminas para compensados nas dimensões 850 x 600 x 2 mm. Utilizando um estilete, as lâminas foram cortadas e transformadas em amostras nas dimensões de 20 x 17cm.

A serragem adicionada ao adesivo foi coletada no setor de acabamento da empresa. O material foi dividido em 14 amostras de  $8 \pm 0,005$  g, pesadas em balança de precisão, modelo KN 320/3 da marca KW WAAGEN, e acondicionadas em estufa, modelo RA-80 da marca RONI ALZI, a  $100^{\circ}\text{C}$  por três horas. Depois desse tempo amostras foram novamente pesadas para estimar a umidade, de acordo com a equação (1).

$$\text{umidade \%} = \frac{\text{massa inicial} - \text{massa final}}{\text{massa inicial} \cdot 100} \quad (1)$$

A granulometria da serragem seca foi determinada com a ajuda de um conjunto de peneiras e um agitador da marca ABRONZINOX. Apenas a serragem com tamanho até  $600 \mu\text{m}$  foi utilizada para a formulação das receitas, conforme mostra a Tabela 1.

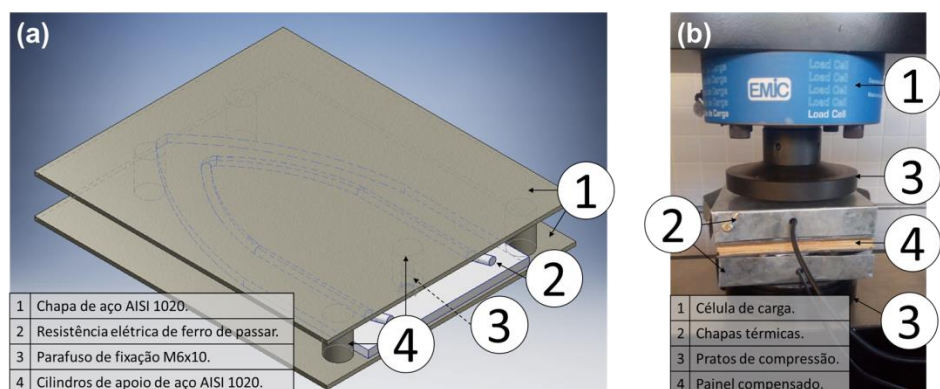
Tabela 1 – Formulação das receitas de colagem, em partes por massa [g]

Parâmetro	Resina	Água	Trigo	Serragem
P1	38	31	31,00	0
P2	38	31	23,25	7,75
P3	38	31	26,35	4,65
P4	38	31	29,45	1,55

Fonte: Autoria própria.

Cada lâmina recebeu 6,12 g de cola que foi espalhada com uma espátula. Depois de montadas, alternando-se a posição das fibras, o material foi prensado a quente com 17,652 MPa, a  $100 (+20)^{\circ}\text{C}$  por 9 minutos, em máquina universal de ensaios, marca EMIC. O dispositivo de aquecimento foi desenvolvido durante esta pesquisa e a montagem das lâminas na chapa térmica é mostrada na Figura 2.

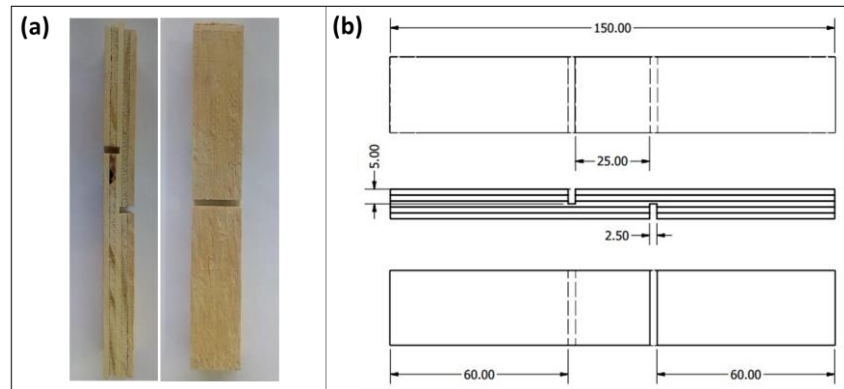
Figura 2 – Lâminas com o adesivo aplicado nas diferentes formulações



Fonte: autoria própria.

Foram confeccionados 6 corpos de prova para cada painel utilizando serra de mesa SkilSaw, modelo 3610, 1600 W (e disco de corte para madeira de 2 mm). Os corpos de prova confeccionados e suas dimensões podem ser visualizados nas Figuras 3.a e 3.b.

Figura 3 – (a) Corpo de prova submetido a ensaio e (b) dimensões dos corpos de provas utilizados nos ensaios de cisalhamento na linha de cola



Fonte: (a) Adaptado de [6] e (b) autoria própria.

Cada corpo de prova teve sua área de cisalhamento medida com auxílio de um paquímetro Mitutoyo (0,05 mm). Os métodos de ensaio, bem como as dimensões dos corpos de prova foram definidos com base na norma ABNT NBR ISO 2426 [6].

O teste de cisalhamento na linha de cola foi realizado a seco e a úmido em máquina universal de ensaios, marca EMIC, onde o ensaio de tração foi conduzido até rompimento total dos corpos de prova. Para os ensaios a úmido, os CPs foram submergidos por 24 horas em água destilada, a  $20 \pm 3^\circ\text{C}$ . A força de cisalhamento  $\tau$  [MPa] foi calculada conforme a equação (2)[6].

$$\tau = \frac{F}{L \cdot b} \quad (2)$$

onde F é a força (carga) no momento da ruptura do corpo de prova [N], L é o comprimento da área sujeita ao cisalhamento [mm] e b é a largura da área sujeita ao cisalhamento [mm].

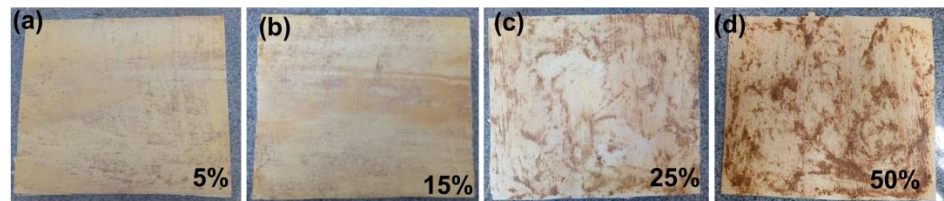
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A média de umidade para as amostras coletadas e particionadas foi de 14,46%, apresentando um desvio padrão de 1,75. O desvio padrão final para cada uma das amostras não variou mais do que 0,14, indicando que a umidade estava homogeneamente distribuída na serragem. A separação granulométrica proporcionou aproveitamento de aproximadamente 65% do total de 98g de serragem coletada na empresa, que possuía tamanho de partícula menor ou igual a  $600 \mu\text{m}$ . Os outros 35% eram constituídos de partículas de tamanho superior a este e totalizaram 33,4g. Iwakiri [3] afirma que o material utilizado como extensor deve possuir partículas finas, de modo a facilitar a aplicação do adesivo.

Durante a aplicação das colas nas lâminas percebeu-se que a serragem causou aglomeração do adesivo, formando ilhas nas lâminas, como observa-se na

Figura 4. Observa-se que para o painel com apenas 5% de serragem, o nível de aglomeração foi consideravelmente menor. Quanto maior a proporção de serragem em substituição ao trigo maior o nível de aglomeração observado. Devido à baixa qualidade de colagem e falta de resistência mínima que possibilitasse os ensaios, os painéis com 50% de serragem não foram submetidos aos ensaios.

Figura 4 – Lâminas com o adesivo aplicado nas diferentes formulações

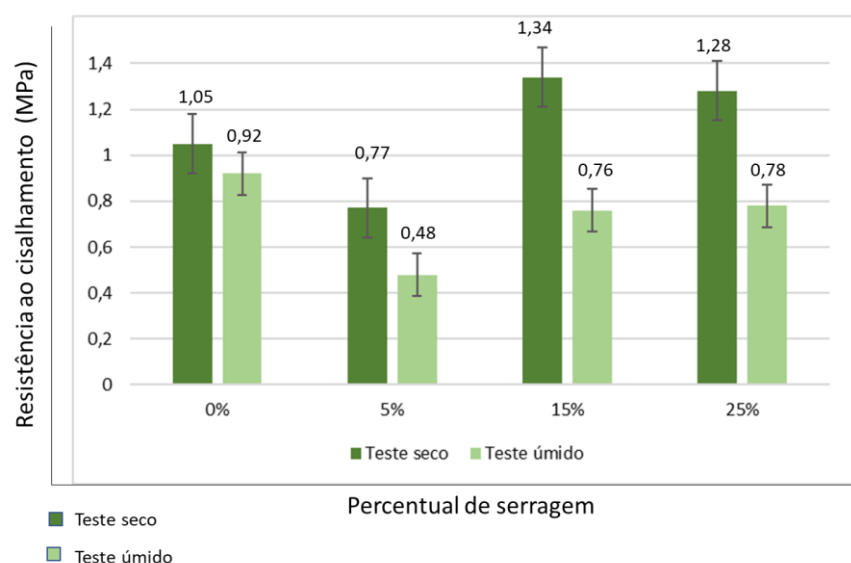


Fonte: autoria própria.

A submersão em água para realização do ensaio a úmido causou avarias em 8 corpos de prova, impossibilitando a continuidade do ensaio. Todas as formulações apresentam pelo menos um CP avariado, mas com a formulação P4 houve avaria em 4 dos seis CPs. Um CP de formulação P3, que não foi submetido a umidade perdeu sua integridade durante seu posicionamento na garra da máquina universal de ensaios.

Os resultados da resistência ao cisalhamento na linha de cola dos CPs a seco e úmido são indicados na Figura 5. Observa-se que as adições de 15 e 25%, mais notadamente as de 15% melhoraram em até 20% a resistência a seco dos painéis. Já adições de apenas 5% de serragem deterioraram as propriedades adesivas da cola.

Figura 5 – Gráfico comparativo entre os resultados de resistência ao cisalhamento para o teste a seco e úmido



Fonte: autoria própria.

Todos os valores para as formulações foram inferiores no ensaio úmido em comparação com o ensaio seco. Isso ocorre devido a deterioração das

propriedades adesivas da cola utilizada quando em contato com a água. Em relação as adições de serragem, nota-se que houve uma diferença maior do que 40%, aproximadamente, entre os resultados a seco e úmido. Isso indica que a presença da serragem deteriora as propriedades do painel quando submerso em água. Comparando-se os resultados do ensaio do painel seco com os do painel úmido, percebe-se que a diferença de resistência para o painel sem adições de serragem é 12% menor, ou seja, a umidade deteriora em menor grau a sua resistência.

## CONCLUSÃO

Constatou-se que as adições de 15 e 25% de serragem melhoraram a resistência ao cisalhamento da cola à seco, mas promovem uma queda de 40% na resistência quando submetidas a umidade. Observou-se que em granulometrias maiores do que 600  $\mu\text{m}$  a homogeneização do adesivo é dificultada, resultando em problemas na aplicação dos mesmos. Logo, sugere-se que os testes sejam refeitos com a serragem em partículas inferiores a 600  $\mu\text{m}$ .

## AGRADECIMENTOS

À empresa Porterit pela doação dos materiais utilizados e mentorias. Ao senhor Odair José Mariano pelo empréstimo da serra para corte dos corpos de prova.

## REFERÊNCIAS

- [1] OLIVEIRA, J. T.; FREITAS, A. R. Painéis à base de madeira. **Boletim técnico BT/PCC/149**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. EPUSP. 1995. 44p
- [2] NOVAES, Antônio Lourenço de. **Extração e laminação da madeira do Pau de Balsa (Ochroma pyramidale)**. 2011. Monografia de especialização (Especialização em Ciências Agrárias) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.
- [3] IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: Abril, 2005.
- [4] ROWELL, Roger M. **Handbook of wood chemistry and wood composites**. Taylor & Francis; 2005. 411 p.
- [5] KOLMANN, F. F. P.; KUENZI, E. W.; STAMM, A. J. **Principles of wood science and technology: II., wood based material**. New York: Springer-Verlag, 1975.
- [6] ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas). **NBR ISO 2426: Madeira compensada - Classificação pela aparência superficial**. Rio de Janeiro, 2015.