

Propriedades Mecânicas De Painéis Particulados De Madeira De Média Densidade Produzidos Com Diferentes Tempos De Prensagem

L.C.L Silva; F.O. Lima; C.I. Campos; B.S. Ferreira
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Campus de Itapeva. Rua Geraldo Alckmin, 519 – Itapeva/SP
luana.cristal@itapeva.unesp.br

RESUMO

Os painéis MDP (Medium Density Particleboard) surgiram para revolucionar as características e os conhecimentos a respeito dos antigos aglomerados, oferecendo produtos engenheirados de madeira com propriedades diferenciadas e resultando em novas alternativas econômicas e sustentáveis, devido ao aproveitamento de resíduos e maior racionalização na produção dos painéis, proporcionando um crescimento contínuo no consumo, especialmente no século XXI. Assim, este trabalho tem como objetivo produzir e avaliar as propriedades mecânicas de painéis MDP, produzidos com três camadas a partir das especificações da norma NBR 14810-2:2013, utilizando resíduos de madeira de Eucalyptus sp. Foram avaliadas propriedades como módulo de ruptura (MOR) e módulo de elasticidade (MOE) na flexão estática e adesão interna (tração perpendicular). Avaliaram-se 3 diferentes tempos de prensagem, sendo esses 6, 8 e 10 minutos. Os resultados obtidos foram comparados com a norma brasileira e com a norma europeia EN 312 (2003), bem como com trabalhos encontrados na literatura.

Palavras-chave: MDP, Eucalipto, Caracterização mecânica.

INTRODUÇÃO

Bem se sabe que o Brasil é um país de grandes proporções geográficas com extensa área florestal, dessa forma, o uso racional da madeira tem extrema importância para os aspectos ambientais e econômicos. Conhecer as propriedades da matéria-prima existentes no país é, portanto de fundamental importância para sua boa utilização e melhores aplicações.

Mattos, Gonçalves e Chagas (2008) dizem que foi a partir da segunda metade da década de 1960, que o aglomerado, primeiro tipo de painel particulado do país, passou a ser fabricado com a construção da primeira fábrica do setor, a placas do Paraná, em Curitiba. Surgindo, posteriormente, a fábrica da Satipel, em 1970, em Taquari (RS), e as fábricas Madeplan e Alplan que, em 1984, foram compradas pela Duratex. Destaca-se ainda que o Brasil é um dos países mais avançados em fabricação de painéis à base de madeira, possuindo também o maior número de fábricas com alta tecnologia. (ABIPA, 2015).

Esses produtos são alternativas interessantes à madeira maciça, pois, além de suas propriedades mecânicas apresentarem valores bastante elevados, podem minimizar os defeitos decorrentes de secagem, defeitos da madeira como nós, medulas, desvio de grã, assim como as limitações consequentes das dimensões das peças de madeira serrada proporcionando um uso mais integral da matéria-prima sem comprometimento da qualidade final do produto desenvolvido.

Segundo IWAKIRI (2005), os painéis à base de madeira podem ser formados por lâminas, sarrafos, partículas ou fibras, os quais são obtidos a partir da redução da madeira sólida, reconstituídos através de ligação adesiva (IWAKIRI, 2005), sendo possível destacar o MDP (Medium Density Particleboard), produzidos a partir de partículas da madeira.

O uso dos painéis de madeira está relacionado principalmente à construção civil e produção de móveis e são diferenciados conforme suas propriedades, possibilitando uma infinidade de aplicações a partir desses segmentos. (ABIMCI, 2009). A modificação da nomenclatura para medium density particleboard, ou MDP, ou painel de partículas de média densidade, surgiu dissociando o novo produto do conhecido aglomerado tradicional (MATTOS; GONÇALVES; CHAGAS, 2008).

O processamento da madeira deve ser destacado por apresentar um baixo rendimento, fato que acaba gerando excesso de resíduos, provocando desperdícios. Como resposta a isso, a utilização de madeira reconstituída traz diversas vantagens relacionadas a utilização de espécies de rápido crescimento derivadas de florestas plantadas, pré-fabricação, industrialização, homogeneidade, redução de anisotropia e principalmente, a possibilidade de uso de resíduos de madeira (LIMA, 2006).

A grande quantidade de resíduos proveniente do processamento mecânico da madeira, indústrias moveleira, serrarias e marcenarias pode ser utilizado como matéria-prima para a produção de determinados tipos de painéis à base de madeira, caso do MDP.

O mercado de painéis de madeira nos últimos anos aumentou sua produção de 3,1 milhões de m³ ao ano para 7,3 milhões de m³, se mostrando em expansão, segundo dados da ABIPA (2012), além disso, o desenvolvimento tecnológico observado nesse setor contribuiu para o surgimento de novos produtos no mercado, atendendo a demanda cada vez mais especializada e exigente (REMADE, 2004). Destaca-se ainda que o Relatório Anual da IBÁ- Industrias Brasileiras de Árvores (2015) informa que a produção de painéis de madeira reconstituída atingiu 7,98 milhões de metros cúbicos em 2014, representando, apesar da crise econômica, um aumento de 1,1% em relação ao ano anterior.

Embora o segmento venha apresentando constante crescimento, inovações são necessárias visando a melhoria tanto do processo de fabricação quanto do produto final. Sendo assim, o processo industrial pode ser implementado, seja com o uso de novas tecnologias, como viabilizando o aproveitamento de resíduos de madeira durante a produção dos painéis de partículas, ou mesmo variando determinados parâmetros de fabricação, caso do tempo de prensagem.

MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir estão descritos os materiais utilizados, bem como a metodologia adotada para a produção dos painéis e realização dos ensaios físico-mecânicos.

Materiais

As matérias-primas utilizadas neste trabalho foram: Resíduos de processamentos de *Eucalyptus spp*, obtidos na serraria e demais laboratórios localizados no campus; Adesivo ureia-formaldeído comercial, da marca Colamite – Fabricante Euroamerican, indicado para uso em ambientes internos; sulfato de amônia, utilizado em solução com a água como catalizador, afim de acelerar a cura do adesivo; emulsão de parafina, da fabricante Hexion, para melhora as propriedades higroscópicas das partículas de madeira.

Os equipamentos utilizados para a preparação das matérias-primas e fabricação dos painéis estão descritos a seguir.

- Picador laboratorial (MARCONI - MA 683/3);
- Moinho tipo Willey (MARCONI – MA 680/5);
- Agitador de peneiras elétrico (BERTEL 50x50cm);
- Encoladeira rotativa (MARCONI – MA 686);
- Prensa hidráulica termo aquecida (Hidral-Mac PHH 80T);

Métodos

Preparação das Partículas

A preparação das partículas teve início no picador, onde os pedaços de madeira e peças residuais foram processados e transformados em cavacos de diversos tamanhos. Posteriormente esses cavacos foram levados ao moinho de facas (*Willey*) para serem transformados em partículas com variada granulometria.

Como característica do processo produtivo dos painéis MDP, as partículas devem ser classificadas para que possam ser separadas em três camadas, para tal, a classificação das partículas foi realizada com um agitador de

peneiras quadradas de 50x50 cm. A Figura 1 a seguir ilustra os equipamentos descritos nas etapas citadas anteriormente.



Figura 1: Equipamentos para adequação e preparo das partículas: (a) Picador; (b) Moinho; (c) Agitador.

Produção dos Painéis

Para a formação do colchão utilizou-se 1600g de partículas, sendo 1000g na camada interna, partículas essas com granulometria de 9 e 16 mesh, sendo 500g para cada tamanho, e 600g divididos em 2 camadas externas (300g cada), formadas por 35 e 60 mesh.

A composição dos aditivos utilizados conteve 60g de adesivo, 3g de parafina, 3g de catalisador e 5 g de água para cada uma das camadas externas, já para a camada interna foram adicionados 100g de adesivo, 5g de parafina, 5g de catalisador e 8g de água.

Para misturar o adesivo, o catalisador, a parafina e a água com as partículas de suas respectivas camadas foi utilizada uma encoladeira rotativa equipada com uma pistola a ar (tipo gravidade), por cerca de dez minutos. Logo após a mistura e uniformização das camadas, as partículas já encoladas foram levadas à caixa formadora para distribuição das mesmas na proporção em porcentagem de 20:60:20 em relação a quantidade anteriormente citada.

Iniciando a etapa de compactação dos painéis, o colchão passou por uma pré-prensagem a frio, aplicando-se uma pressão de 2,83 kgf/cm². Logo em seguida, após aproximadamente 5 minutos, seguiu-se para a prensagem à quente, realizada de forma descontínua, com dois alívios de pressão em cada um dos ciclos. A temperatura utilizada em cada um dos pratos (inferior e superior) foi de 140 °C, com uma pressão aplicada de 40 kgf/cm². *Os tempos utilizados para os ciclos de prensagem foram de 6, 8 e 10 minutos.*



Figura 2: Etapas de Produção Laboratorial do painel MDP

Após a conclusão de todas essas etapas, ilustradas na figura 2 acima, os painéis confeccionados passaram por um acondicionamento para a cura da resina e resfriamento do painel por cerca de 72 horas, sendo posteriormente esquadrejados em quadrados de 450 mm de lado para retirada dos corpos de prova.

Caracterização dos Painéis

Os ensaios realizados para a caracterização mecânica dos painéis foram: flexão estática e tração perpendicular. Todos os testes seguiram as especificações da norma ABNT NBR 14810/2013, a qual determina para a flexão estática 10 corpos de prova (250x50) mm e para adesão interna 10 corpos de prova (50x50) mm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os resultados obtidos para os testes mecânicos bem como os devidos valores referencias da norma ABNT NBR 14810/2013 e da norma europeia EN estão apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1: Resultado dos testes mecânicos realizados

	6 MIN	8 MIN	10 MIN	ABNT	EN
MOR	9,45 a (1,69)	7,19 a (3,93)	8,79 a (3,49)	11	11,5
MOE	1731,55 a (219,44)	1649,45 a (324,64)	2228,77 a (400,93)	1800	1800
ADESÃO INTERNA	0,44 a (0,14)	0,25 b (0,04)	0,26 b (0,11)	0,4	0,28
ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - TOPO	866,16 a (134,02)	468,66 a (37,84)	428,57 a (278,33)	800N	-
ARRANCAMENTO DE PARAFUSO - FACE	1213,66 a (37,29)	631,04 b (73,56)	517,54 b (74,32)	1020N	-

*Valores entre parênteses referem-se aos desvios padrões.

A norma revisada NBR 14.810-2/2013 especifica como valor mínimo para o módulo de ruptura (MOR) para painéis com espessura entre 6 e 13 mm como sendo de 11 MPa (painéis indicados para uso não estrutural em ambiente seco) enquanto a norma europeia EN 312/2003 indicada para as mesmas condições que o valor de resistência à ruptura seja de 11,5 MPa, ficando assim todos os ensaios com valores abaixo das normas comparadas, salvo se levarmos em consideração os valores positivos dos seus respectivos desvios. Isso pode ser justificado pela característica da geometria das partículas utilizadas, obtidas a partir do aproveitamento de resíduos de madeira conforme descrito anteriormente. É sabido que a geometria interfere diretamente a razão de esbeltez, que é a relação entre o comprimento e a espessura da partícula, e se tratando de aproveitamento de

resíduos a mesma tende a ser menor e não atingir os valores adequados indicados na literatura, entre 60 e 150.

Para as partículas utilizadas no presente estudo obteve-se razão de esbeltez entre 15 e 35 para as partículas das camadas externas e internas, o que interferiu de maneira significativa nos resultados obtidos. Para melhorar o desempenho dos painéis é importante ajustar a geometria das partículas através de regulagens nas facas do moinho que processou a matéria-prima utilizada na fabricação dos painéis.

Ao analisarmos os valores do módulo de elasticidade (MOE), as normas brasileira e europeia especificam valor mínimo de 1800 MPa para painéis com espessura entre 6 e 13 mm não estruturais e para uso interno, ficando, portanto, todos os ensaios de acordo com as normas, visto que, após a análise estatística dos resultados, os resultados não diferiram.

Comparando os valores obtidos com os encontrados em outros estudos em que também foram utilizados resíduos e mistura de espécies na fabricação dos painéis de partículas, como Iwakiri et al. (2000) que obtiveram valores para o MOE entre 2038 e 2509 MPa, valores acima do encontrado neste trabalho.

Pelos resultados apresentados na Tabela 2 abaixo, baseado em outros estudos encontrados, observa-se que Pedrazzi et al. (2006) obteve valores inferiores para ambos os casos em relação aos resultados obtidos no presente estudo. Já Iwakiri et al (2006) obteve resultado inferior para o MOR e valor muito próximo aos encontrados para o MOE. Cabe destacar que os autores também utilizaram resíduos na produção dos painéis, podendo tais resultados serem relacionados as características da matéria-prima utilizada para a fabricação dos painéis, partículas recicladas.

Tabela 2: Valores encontrados na literatura.

ESTUDO	MOR	MOE
IWAKIRI et al (2000)	7,27 MPa	2246 MPa
PEDRAZZI ET AL (2006)	6,24 MPa	996 MPa

Ao analisar os valores para a adesão interna das chapas, obtidos pelo ensaio de tração perpendicular, observa-se que comparado ao valor referencial da norma brasileira apenas o tempo de 6 minutos atende ao requisito, porém em comparação com a norma europeia todos os tempos seguem ao especificado.

Quanto ao arranchamento de parafusos, considerado por Nascimento (2008), como primordial para a verificação do desempenho dos painéis particulados em situações usuais como em divisórias, forros e outras aplicações que haja necessidade de fixação de parafusos e pregos, os resultados obtidos para todos os tempos podem ser considerados satisfatórios, mesmo com certa diferença entre os tempos.

Vale lembrar que a geometria das partículas e a razão de esbeltez inferior também afetam diretamente essa propriedade, o que faz com que valores mais altos que os encontrados sejam quase impossíveis de se atingir sem um devido ajuste futuro nos equipamentos. Além do mais, verificando outros trabalhos da área com resíduos de madeira que também realizaram esses testes, o intervalo de valores obtidos foram muito semelhantes. Caso da pesquisa de Weber e Iwakiri (2015), que encontraram valores médios que variaram de 723,73 N a 1200,12 N e de 591,13 N a 1345,69 N para o arrancamento na superfície e no topo respectivamente. Para Melo e Del Menezzi (2010) os valores de arrancamento de parafuso na superfície variaram na faixa de 710 a 966 N.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos nos testes realizados permitiram concluir que embora exista interferência efetiva do tempo de prensagem nas propriedades dos painéis particulados produzidos com três camadas a partir de resíduos de madeira de reflorestamento, mecanicamente é possível dizer que os painéis não são dependentes deste parâmetro. Pode-se observar que existe um desempenho considerado estatisticamente igual para a maioria dos testes.

O tempo de 6 minutos apesar de ser o menor entre eles apresentou excelentes resultados, sendo o de maior valor para boa parte dos testes.

Destaca-se também o fato da matéria-prima utilizada na fabricação dos painéis ser resíduo do processamento mecânico da madeira de eucalipto e todos os resultados obtidos mostraram-se satisfatórios, indicando assim viabilidade de uso de tais materiais na produção dos painéis. Estudos anteriores já haviam comprovado a viabilidade, porém com a mistura dos resíduos a madeira processada especificamente para a produção dos painéis tendo em vista necessidade de obter partículas com geometria ideal quanto a razão de esbeltez que interfere de forma expressiva nas propriedades dos painéis.

Estudos analisando a interferência das variáveis do ciclo de prensagem são raros na literatura, indicando uma linha de amplo estudo e carência de resultados que podem trazer muitos benefícios em termos da sustentabilidade, pois além de possibilitar a reutilização de uma matéria prima descartada é possível a redução do tempo de prensagem gerando alternativas economicamente viáveis.

AGRADECIMENTOS

À CNPQ pela concessão de bolsa de Iniciação Científica PIBIC

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA (ABIPA). **Olho no crescimento**. Março de 2007. Disponível em: <<http://www.abipa.org.br>>. Acesso em: 18 set. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810-1**: Chapas de madeira aglomerada: terminologia. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810-2**: Chapas de madeira aglomerada: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810-3**: Chapas de madeira aglomerada: métodos de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.
- GONÇALVES, R. M.; MATTOS, R. L. G.; CHAGAS F. B. **Painéis de Madeira no Brasil: Panorama e Perspectivas**, São Paulo, número do volume, n. 27, p.121-156,mar. 2008.
- IWAKIRI, S. et al. Resíduos de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. *Scientia Agraria*, Piracicaba, v. 1, n. 1-2, p. 23-28, 2000a.
- IWAKIRI, S. **Painéis de Madeira Reconstituída**. FUPEF – Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná. Curitiba/PR. 2005.
- LIMA, Felipe Oliveira. Análise da influência do tempo de prensagem na produção de chapas de partículas produzidas com resíduos de madeira. 2014. 66 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2014.
- NP EN 310: 2002, “Placas de derivados de madeira – Determinação do módulo de elasticidade em flexão e da resistência à flexão”.
- NP EN 312-2: 2000, “Aglomerado de partículas – Especificações – Parte 2: Requisitos para placas de uso geral ambiente seco”.
- NP EN 319: 2002, “Aglomerado de partículas e aglomerado de fibras – Determinação da resistência à tracção perpendicular às faces da placa”.
- Ranita, J., Martins, J., Garrido, N., Carvalho, L., Costa, C., 2005. Influence of the pressing cycle on the quality of medium density fibreboard made with a high content of recycled particles (in Portuguese). In: Proceedings of 5th Forestry National Congress, Polytechnic Institute of Viseu, Portugal

Mechanical Properties Of Wood Médium Density Particleboards Produced With Different Pressing Times

ABSTRACT

The medium density particleboards , emerged to revolutionize the characteristics and the knowledge about the ancient agglomerates, offering engineered wood products with different properties and resulting in new economic and sustainable alternatives, due to waste recovery and further streamlining of the panels production, providing a continuous growth in expenditure, especially in the XXI century. So, he aim of this work is to produce and evaluate the mechanical properties of MDP panels, produced with three layers from standard specifications NBR 14810-2:2013, using waste wood de Eucalyptus sp. It was evaluated properties as modulus of rupture (MOR) e modulus of elasticity (MOE) on flexural strength and internal adherence (perpendicular traction). Were evaluated three diferents pressing times, these being 6, 8 e 10 minutes. The results were compared with the brasilian standard and the eurpean standard EN 312 (2003), besides others researches in literature.

Key-words: MDP, Eucalyptus, Mechanical Chaterctization.