

## PROPRIEDADES MECÂNICAS DE RESÍDUOS DE MÓVEIS A BASE DE DERIVADOS DE MADEIRA PÓS USO

E. A. M. Morales<sup>1\*</sup>, E. B. R. Pinto<sup>1</sup>, R. D. Penteado<sup>1</sup>, M. C. N. de Macedo<sup>1</sup>, J. C. Barbosa<sup>1</sup>, M. Gava<sup>1</sup>; V. A. de Araújo<sup>2</sup>

<sup>1\*</sup>elen@ Itapeva.unesp.br; UNESP / Campus de Itapeva - Rua Geraldo Alckimin, 519, Vila N. Sra. de Fátima, Itapeva, SP - CEP: 18409-010; <sup>2</sup>USP – Campus de Piracicaba

### RESUMO

Com o passar dos anos o meio ambiente vem sendo transformado e afetado de maneira negativa e, na maioria das vezes, isso ocorre devido ao descarte incorreto de resíduos provenientes de indústrias como, por exemplo, madeireira ou das que dela se derivam, como a moveleira. Para diminuir tais problemas, se faz necessário encontrar maneiras alternativas de reaproveitar tais resíduos. Este trabalho tem por objetivo a caracterização de resíduos de móveis, a base de derivados de madeira, pós uso, quanto a qualidade da colagem de lâminas de Pinus como acabamento superficial, considerando 3 diferentes processos de colagem, bem como quanto a caracterização dos módulos de ruptura e de elasticidade na flexão estática dos mesmos. Conclui-se com esse trabalho que a colagem de lâminas como acabamento superficial em resíduos de móveis a base de derivados de madeira, pós uso, com 8 grampos “tipo C” é a mais interessante dentre as demais estudadas.

**Palavras-chave:** Móveis, resíduos, propriedades mecânicas, colagem.

### INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos o meio ambiente vem sendo transformado e afetado de maneira negativa e, na maioria das vezes, isso ocorre devido ao descarte incorreto de resíduos provenientes de indústrias como, por exemplo, da madeireira ou das que dela se derivam, como a moveleira. De acordo com Coutinho (2002) a indústria de móveis é um segmento da indústria de base florestal, fazendo parte da segunda transformação industrial da cadeia produtiva de madeira e móveis. Para auxiliar na

diminuição dos problemas ambientais advindos desse setor, se faz necessário encontrar maneiras alternativas de reaproveitar tais resíduos.

Os resíduos podem ser classificados de acordo com a norma brasileira NBR 10.004 (2004), por sua origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços ou de varrição. Podem também ser classificados de acordo com sua periculosidade, sendo classe I – perigosos e classe II – não perigosos, sendo este inerte ou não inerte.

De acordo com Gonçalves *et al.* (2013), o resíduo é gerado e faz parte do processo produtivo e raramente utilizado, entretanto é possível seu uso em diversas aplicações. Este material se transforma em material sem valor comercial e, se descartado de forma indiscriminada pode causar prejuízos ambientais de acordo com sua constituição. O reuso ou reciclagem de resíduos se faz necessária, sendo esta uma importante metodologia no uso destes materiais, que pode ser utilizado em vários setores industriais como fonte de matéria-prima alternativa, agregando valor ao material e beneficiando também o meio ambiente (MANHÃES E HOLANDA, 2008 apud GONÇALVES *et al.*, 2013).

De acordo com a lei federal nº 12.305, aprovada em 2 de agosto de 2010, que estabelece a Política Nacional dos Resíduos Sólidos, é estipulado que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

Pesquisas que estudem o ciclo de vida dos materiais e políticas que incentivem a logística reversa podem auxiliar na elaboração de projetos que possam minimizar os impactos negativos sobre a natureza. Nisso se inclui o estudo de móveis a partir de produtos derivados da madeira descartados, após a sua utilização, e um destino ecologicamente mais adequado e que gere valor agregado ao que seria resíduo.

O aglomerado é um painel produzido a partir de partículas de madeira impregnadas com adesivo termofixo, sendo consolidado através da aplicação de calor e pressão. É um produto amplamente empregado na fabricação de móveis, em função de suas características tecnológicas, apresenta custo competitivo e menor exigência em relação à qualidade da matéria-prima (IWAKIRI *et al.*, 2005).

O MDP é um painel considerado uma evolução do aglomerado, devido aspectos do processo produtivo e qualidade do produto final. As partículas são posicionadas de forma diferenciada, com as maiores dispostas na região central do

painel e as mais finas nas superfícies externas formando três camadas. As partículas são aglutinadas e compactadas entre si com resina sintética através da ação conjunta de pressão e calor em prensa contínua (MACIEL *et. al.*, 2004).

É o resultado da evolução da tecnologia de prensas contínuas e pertence a uma nova geração de painéis de partículas de média densidade (ABIPA, 2007). Os painéis de madeira aglomerada produzidos industrialmente no Brasil são constituídos basicamente de partículas de madeira, adesivo termofixo e aditivos químicos como parafina e catalisador, que tem a função de acelerar o processo de cura do adesivo.

Este trabalho tem por objetivo a caracterização de resíduos de móveis, a base de derivados de madeira, pós uso, quanto a qualidade da colagem de lâminas de Pinus como acabamento superficial, considerando 3 diferentes processos de colagem, bem como quanto a caracterização dos módulos de ruptura e de elasticidade na flexão estática dos mesmos.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

No presente trabalho foram utilizados resíduos de móveis pós uso à base de MDP (Medium Density Particleboard) descartados em terrenos baldios e chapas de MDP sem uso, as quais foram doadas pela empresa Móbile. Partes desses móveis, que não se apresentavam muito danificadas (umidade, mofo, perfurações) foram seccionadas em sete peças, de forma padronizada, nas dimensões 40 cm x 40 cm.

Seis dessas peças receberam um acabamento superficial com lâminas de Pinus com espessura média de 2,3 mm coladas nas duas faces com cola branca PVA (Poliacetato de Vinila), assim como duas peças de MDP sem uso também receberam o mesmo acabamento.

Foram realizados três tipos de prensagem, seguindo os valores de pressão de 8 kgf/cm<sup>2</sup>, de gramatura de 180 g/m<sup>2</sup> e tempo de prensagem superior a 3 horas, como estipulado pelo fabricante: duas peças constituídas de resíduos tiveram as lâminas de Pinus coladas em prensa hidráulica à frio (PH), duas com o auxílio de 4 grampos “tipo C” (P4G), duas constituídas de resíduos com o auxílio de 8 grampos “tipo C” (P8G) e outras duas de MDP sem uso (SU) também com o auxílio de 8 grampos “tipo C”. Para o posicionamento dos 8 grampos “tipo C” nas peças foi

utilizado um torquímetro. Uma das peças de resíduos não teve a colagem das lâminas, constituindo-se no grupo controle.

Dessas peças foram originados 54 corpos de prova de flexão estática com dimensões nominais de 350 x 50 x 15 mm, dos quais 6 foram ensaiados na direção paralela e 6 na direção perpendicular às fibras das lâminas, para todos os tipos de prensagem. Os ensaios foram conduzidos em uma máquina universal, com capacidade de 30 toneladas, seguindo as prescrições do documento normativo ABNT:NBR 14810/2014.

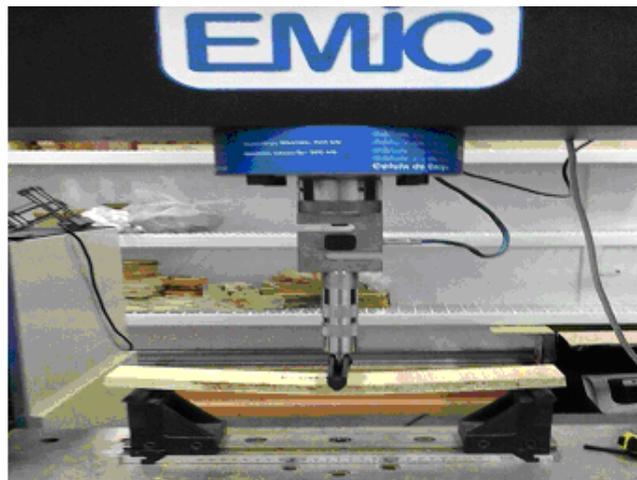


Figura 1. Ensaio da Flexão estática para uma das peças.

Visto que não existe um ensaio padronizado para estudar a qualidade da colagem das lâminas, optou-se por realizar ensaios de flexão estática (Figura 1), pois essa a solicitação combina os esforços de compressão e tração, observando-se a qualidade de colagem das lâminas nesse tipo de solicitação mecânica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto à qualidade de colagem das lâminas, observou-se que a forma mais eficiente foi na prensagem em prensa hidráulica à frio, seguida pela prensagem com auxílio de 8 grampos, quando comparadas como foram descoladas após o rompimento dos corpos de prova na flexão estática (Figuras 2, 3, 4,5 e 6).



Figura 2. Peça Controle.



Figura 3. Corpo de Prova (P4G) após o rompimento no ensaio de flexão estática.



Figura 4. Corpo de Prova (P8G) após o rompimento no ensaio de flexão estática.



Figura 5. Corpo de Prova (MDP sem uso) após o rompimento no ensaio de flexão estática.



Figura 6. Corpo de Prova (PH) após o rompimento no ensaio de flexão estática.

Quanto à direção das fibras das lâminas, após o rompimento dos corpos de prova, observou-se que na direção paralela às fibras os resultados de módulo de ruptura (MOR) e de elasticidade (MOE) foram superiores aos da peça controle, uma

vez que as lâminas se comportam como um reforço às chapas originais, bem como superiores aos resultados da direção perpendicular.

<b>Tipo de colagem</b>	<b>Longitudinal</b>	<b>Perpendicular</b>
<b>Controle</b>		12,79
<b>PH</b>	31,95	8,78
<b>P8G</b>	26,40	10,64
<b>P4G</b>	22,35	7,23
<b>SU</b>	22,92	13,24

Tabela 1. Valores de Módulo de Ruptura (MPa) na Flexão Estática.

<b>Tipo de colagem</b>	<b>Longitudinal</b>	<b>Perpendicular</b>
<b>Controle</b>		2560,00
<b>PH</b>	4289,00	1262,00
<b>P8G</b>	3401,00	1524,00
<b>P4G</b>	2818,00	1108,00
<b>SU</b>	3617,00	1564,00

Tabela 2. Valores de Módulo de Elasticidade (MPa) na Flexão Estática.

Em contrapartida, como pode se observar nas Tabelas 1 e 2, o valor do módulo de elasticidade (MPa) da peça de MDP sem uso foi inferior aos obtidos nas peças retiradas dos móveis, pós uso, com as lâminas coladas na prensa a frio e com o auxílio de 8 grampos “tipo C”. Um motivo para tal ocorrido pode ser ter sido a qualidade das lâminas que revestiram tais peças, uma vez que estas apresentaram a presença de bastante nós.

Em geral, os valores de módulo de ruptura e de elasticidade na flexão estática atenderam aos requisitos para painéis estruturais do tipo P7 para o documento normativo utilizado, em especial para o tipo de colagem com o auxílio de 8 grampos, o qual não depende de energia elétrica, como na colagem na prensa hidráulica,

tornando o processo mais econômico e possível de ser realizado por pequenas marcenarias.

A peça controle não atendeu aos requisitos estipulados pelo mesmo documento normativo. Isto pode se dever ao fato de que as peças retiradas de móveis, pós uso, já estavam comprometidas, pois poderiam ser das partes dos móveis que foram mais solicitadas, o que pode indicar que peças dessa natureza não devem ser utilizadas sem revestimento ou se forem ser solicitadas na flexão estática.

## CONCLUSÕES

Conclui-se com esse trabalho que a forma de prensagem P8G pode ser utilizada para a colagem de lâminas de madeira como acabamento superficial em resíduos de móveis a base de derivados de madeira, pós uso. Tal estudo indicou também a possibilidade de reutilização desse material considerado resíduo, acrescentando-lhe valor agregado e proporcionando opção de renda a pequenos marceneiros.

Esses dados indicaram a confecção de um aparato para colagem de um maior volume de lâminas utilizando-se 8 grampos por peça, o que está sendo realizado no prosseguimento do trabalho.

## AGRADECIMENTOS

À PROEX e UNESP, pelo suporte financeiro, e ao técnico do Laboratório de Propriedades Mecânicas da Madeira, Juliano Rodrigo de Brito.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT, **NBR 10.004 – Resíduos sólidos - Classificação**, Rio de Janeiro, 2004, 77 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810: Painéis de partículas de média densidade Parte 1: Terminologia**. Rio de Janeiro: Moderna, 2014.

COUTINHO, L. G.; LAPLANE, M. F.; FILHO, N. T.; KUPFER, D. ; FARINA, E. ; SABBATINI, R. **Cadeia: madeira e móveis. Estudo da competitividade de**

**cadeias integradas no Brasil: impactos na zona de livre comércio (Nota Técnica).** Campinas: Unicamp, 2002.

GONÇALVES, D. S.; REZENDE, L. S. H.; SILVA, C. A. da; BERGAMASCO, R. **Utilização de resíduos sólidos na fabricação de chapas de partículas,** Engvista, Maringá, v. 15, n. 2, p. 148-158, ago. 2013.

IWAKIRI, S.; CAPRARA, A.C.; SAKS, D.C.O.; GUI SANTES, F.P.; FRANZONI, J.A.; KRAMBECK, L.B.P.; RIGATT, P.A. **Produção de painéis de madeira aglomerada de alta densificação com diferentes tipos de resinas.** Scientia Forestalis, n. 68, p.39-43,2005.

LIMA, Felipe Oliveira; CAMPOS, Cristiane Inácio de. **Análise da influência do tempo de prensagem de chapas de partículas produzidas com resíduos de madeira.** In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 13., 2012, Natal. Anais. Natal: Sbeb, 2012. p. 2572 - 2584.

MACIEL, A. C. et. al. **Chapas de madeira aglomerada produzidas com partículas de Eucalyptus grandis W. Hill ex Maiden, poliestireno (PS) e polietileno tereftalato (PET).** Revista Cerne, Lavras, v. 10, n. 1, p.53-66, 2004.

Política Nacional de Resíduos Sólidos – **Lei Nº 12.305.** República Federativa do Brasil, Brasília, DF. 2010.

## **MECHANICAL PROPERTIES OF WOOD DERIVATIVES BASE FURNITURE WASTE AFTER ITS USE**

### **ABSTRACT**

Over the years the environment has been transformed and affected negatively and, in most cases, this is due to waste incorrect disposal from industries such as, for example, timber or that it is derived, such as furniture. To reduce such problems, it is necessary to find alternative ways of reusing such waste. This study aims to characterize furniture waste, wood-based basis, after its use, the bonding quality of Pinus laminae as surface finish, considering three different bonding processes, and as well as the characterization of the modules rupture and elasticity in static bending. It follows from this work that the bonding laminae as surface finish on furniture waste wood derived base, after its use, with 8 clamps "type C" is the most interesting among the other studied.

**Keywords:** Furniture, wastes, mechanical properties, bonding.