

Chapas de madeira aglomerada utilizando partículas oriundas de madeira maciça e de maravalhas

Particleboard using particles from logs and planner shavings

Edvá Oliveira Brito¹, Ludmila de Carvalho Sampaio²,
Joelma do Nascimento de Oliveira², Djeison Cesar Batista²**Resumo**

O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades físicas e mecânicas de chapas de madeira aglomerada utilizando partículas oriundas de madeira maciça (partículas convencionais) e partículas oriundas de maravalhas (maravalhas processadas), a dois teores de adesivo uréia-formaldeído, 6% e 8% (base peso seco). Foram utilizadas quatro combinações de partículas convencionais/maravalhas processadas: 100/0, 50/50, 25/75, 0/100. A inclusão de maravalhas processadas na confecção das chapas demonstrou ser viável. O acréscimo de adesivo de 6% para 8% não contribuiu de maneira significativa para a melhoria das propriedades estudadas.

Palavras-Chave: Resíduos de madeira, Chapas reconstituídas, Partículas de madeira, Uréia-formaldeído

Abstract

The aim of this paper was evaluating the quality of particleboard using particles from logs (conventional particles) and particles from planner shavings (processed planner shavings) in the core. Two levels of urea-formaldehyde resin were used, 6% and 8%, based on the dry weight of the particles. Four combinations to conventional particle/planner shavings were used: 100/0, 50/50, 25/75, 0/100. The inclusion of processed planner shavings in the particleboard manufacturing showed be practicable. Increasing resin content did not contribute with the studied properties.

Keywords: Particleboard, Planner shavings, Wood waste

INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta excelentes condições para a produção de painéis de madeira em função, principalmente, da disponibilidade do cultivo, em larga escala, de essências florestais de rápido crescimento. O fato de a madeira ser uma matéria-prima renovável e requerer um baixo consumo de energia para ser processada, apresenta uma vantagem comparativa em relação a outros produtos de mesma aplicação (MENDES, 2001). Dentre os produtos à base de madeira, as chapas de partículas de madeiras é um dos que vem apresentando as maiores taxas de crescimento, em função da gama de produtos disponíveis e flexibilidade na aplicação para os mais variados fins.

Os resíduos de coníferas nos países da América do Norte têm sido, por longo tempo, a matéria-prima principal na confecção de chapas de partículas, respondendo por 76,7% do total de madeira utilizada, dos quais 47,7% são de maravalhas (Mottet citado por MALONEY, 1977).

Por outro lado, nos países Europeus a matéria-prima utilizada tem sido partículas produzidas de madeiras em toras, uma vez que a disponibilidade de resíduos da indústria madeireira é bem menor naquela região. (MOSLEMI, 1974).

A quantidade de resíduos de madeira existente no Brasil, devido às indústrias madeireiras, é bastante elevada. Segundo Brito (1995), o volume de madeira, segundo as suas classes, é de: 5.788.322,57 m³ de lenha, 1.793.564,74 m³ de serragem e 570.679,69 m³ de maravalhas para coníferas. Para folhosas tem-se: 6.761.701,33 m³ de lenha, 2.095.175,06 de serragem e 666.646,61 m³ de maravalhas. Apesar do volume que apresentam, estes resíduos têm sido pouco utilizados e, quando isso ocorre é na forma de energia. Dentre estes resíduos as maravalhas representam uma parcela significativa. As maravalhas de maior granulometria permitem a obtenção de maiores valores de resistência à flexão e baixa resistência em ligação interna, enquanto que para

¹Professor Adjunto do Departamento de Produtos Florestais da UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - BR 465 - km 07 - Seropédica, RJ - 23851-970 - E-mail: edva@ufrj.br

²Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal da UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - BR 465 - km 07 - Seropédica, RJ - 23851-970 - E-mail: lud_csampaio@hotmail.com; joelmanascimento@gmail.com; djeisoncesar@click21.com.br

maravalhas de menor granulometria ocorre o contrário (MALONEY, 1977).

A utilização de maravalhas na indústria de aglomerados vem de longa data em países desenvolvidos, como Estados Unidos e Alemanha (KOLLMANN, KUENZI e STAMM, 1975; MALONEY, 1977).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade de utilização de maravalhas processadas e partículas convencionais e dois níveis de adesivo para a fabricação de aglomerados.

METODOLOGIA

Foram utilizadas duas árvores de *Pinus elliotii* Engelm., com 12 anos de idade, coletadas no campus da UFRRJ. Delas retiraram-se discos de 2,5 cm de espessura, a partir da base da árvore a 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial, além de um disco extra à altura do DAP, para determinação da densidade básica da madeira através do método de imersão em mercúrio, conforme descrito por Vital (1984). O restante da madeira foi transformada em discos para posterior geração de partículas.

A densidade básica da madeira utilizada foi de 0,57 g/cm³ para a árvore 1 e de 0,52 g/cm³ para árvore 2, sendo a média da densidade básica das árvores utilizadas neste trabalho de 0,55 g/cm³. Deste modo, as densidades apresentadas pelas madeiras encontram-se dentro do intervalo proposto por Maloney (1977), para as madeiras utilizadas na produção de aglomerados nos Estados Unidos e Canadá.

As partículas do tipo convencionais foram produzidas em um gerador de partículas, com as dimensões nominais de 3 centímetros de comprimento e 0,6 mm de espessura. As maravalhas foram obtidas através do aplainamento de toras de pinus, as quais foram, em seguida, passadas em um moinho de martelo, com malha de 8 mm, sendo posteriormente classificadas em peneiras. Tanto as partículas convencionais quanto as maravalhas utilizadas neste trabalho, foram as que passaram na peneira de 4 mm e ficaram retidas na peneira de 0,6 mm. As partículas e as maravalhas foram secas em estufa, a 100 °C, até atingirem o teor de umidade de 5%.

A densidade nominal das chapas foi de 0,70 g/cm³. O adesivo utilizado foi uréia-formaldeído com teores de 6% e 8%, baseado no peso seco das partículas. Como catalisador utilizou-se a concentração de 2% de sulfato de amônio com base nos sólidos do adesivo. Foi acrescen-

tado também 1% de parafina líquida com base no peso seco das partículas.

Foram feitos 8 tratamentos, cada um com três repetições, como pode ser visto na Tabela 1.

Tabela 1. Delineamento experimental. (Experimental delineation)

Tratamentos	Proporção Partícula / Maravalha (%)	Teor de Adesivo (%)
T1	100 / 0	6
T2	50/50	6
T3	25/75	6
T4	0/100	6
T5	100/0	8
T6	50 / 50	8
T7	25 / 75	8
T8	0 / 100	8

As partículas convencionais e as maravalhas foram colocadas em um tambor giratório, separadamente, para aplicação do adesivo, através de pulverização. Em seguida foram colocadas em uma forma com as dimensões de 40 cm de largura por 40 cm de comprimento, sendo, em seguida, pré-prensadas, e finalmente prensadas. A espessura das chapas foi de 1,27 centímetros. A prensagem foi feita em uma prensa de pratos planos e horizontais com aquecimento elétrico, a 140 °C e 30 kgf/cm² de pressão, por um período de 10 minutos. Depois de prensadas as chapas foram esquadrejadas e deixadas em uma sala de climatização com umidade relativa de 65±5% e temperatura de 20±1 °C (ASTM D 1037-91), até atingir a umidade de equilíbrio, em torno de 12%, quando tiveram suas densidades determinadas (ASTM, 1982).

Os corpos de prova foram confeccionados também de acordo com esta norma, retirando-se dois de cada chapa para os ensaios de flexão estática, absorção de água e inchamento em espessura, e cinco para o ensaio de ligação interna. As dimensões dos corpos de prova em função dos ensaios foram: flexão estática — 25,0 x 5,0 cm; ligação interna — 5,0 x 5,0 cm; absorção de água e inchamento em espessura — 15,0 x 15,0 cm.

Para avaliar o efeito dos tratamentos foi utilizada a análise de variância. As análises foram feitas ao nível de 95% de probabilidade, tanto para o teste de F, quanto para o teste de Tukey, todas as vezes que a hipótese da nulidade foi rejeitada. Os resultados dos testes foram comparados com os valores estabelecidos pela norma CS 236-66, conforme a Tabela 2. (COMMERCIAL STANDARD, 1968).

Tabela 2. Propriedades mínimas exigidas para chapas de partículas. (Minimum properties demanded to particleboards)

Tipo/Uso	Densidade (g/cm ³)	MOR (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)	LI (kgf/cm ²)	IE (%)
	Média Min.	Média Min.	Média Min.	Média Min.	2h
1	B (média entre 0,60 e 0,80 g/cm ³)	112	24500	4,9	35
	C (baixa, abaixo de 0,60 g/cm ³)	56	10500	1,4	30

Fonte: CS 236-66 Tipo 1 – Chapa de partícula (geralmente feita com resina uréia-formaldeído) adequada para aplicação em interiores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade das chapas

As chapas não obtiveram a densidade pré-determinada de 0,70 g/cm³. Sua densidade média foi de 0,64 g/cm³, o que as classificam como média (critério B) conforme a norma americana CS 236-66. Esta classificação é importante, pois valores mínimos de módulo de elasticidade (MOE), módulo de ruptura (MOR), ligação interna (LI), inchamento em espessura (IE) e absorção de água (AA) guardam estreita relação com a densidade. Valores variando de 0,61 a 0,71 g/cm³ foram observados no trabalho de Lima *et al.* (2002), onde a densidade pré-estabelecida das chapas também era de 0,70 g/cm³. A densidade média para os tratamentos foi, respectivamente: T1 = 0,63; T2 = 0,64; T3 = 0,63; T4 = 0,64; T5 = 0,65; T6 = 0,63; T7 = 0,64 e T8 = 0,63. Não foi observada diferença significativa entre as médias das densidades.

Flexão estática (MOE e MOR) e ligação interna (LI)

Os resultados dos Módulos de Elasticidade e Ruptura (MOE e MOR) e Ligação Interna (LI) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de flexão estática (MOE e MOR) e LI para todos os tratamentos. (Medium values of static bending (MOE and MOR) and LI for all treatments).

Tratamentos	MOE (kgf/cm ²)	MOR (kgf/cm ²)	LI (kgf/cm ²)
T1	11792,94 abc	113,82a	3,60 ab
T2	13788,48 ab	115,71a	4,59 a
T3	9892,57 bc	72,84a	2,02 c
T4	12578,97 abc	95,49a	3,66 ab
T5	15307,93 a	111,80a	4,12 a
T6	8194,50 c	101,55a	1,53 c
T7	10528,9 abc	70,69a	2,69 cb
T8	10671,96 abc	80,41a	2,30 cb

Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não diferenciam significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Para o Módulo de Elasticidade (MOE), o tratamento T5 (8% de adesivo e 100% de partículas convencionais) apresentou o maior valor médio absoluto, diferindo estatisticamente somente em relação aos tratamentos T3 e T6. A inclusão de maravalhas na confecção das chapas demonstrou

ser viável, uma vez que a maioria dos tratamentos com este material apresentou resultados estatisticamente iguais àqueles apresentados pelas chapas produzidas exclusivamente com partículas convencionais (testemunha). Resultados semelhantes de módulo de elasticidade foram obtidos por Lima *et al.* (2002) e Brito e Silva (2002).

Para o Módulo de Ruptura (MOR), o tratamento T2 (6% de adesivo e 50% partículas convencionais/50% maravalhas) apresentou o maior valor médio absoluto e o tratamento T7 (8% de adesivo e 25% de partículas convencionais/75% de maravalhas) apresentou o menor valor absoluto. Embora nenhum dos oito tratamentos tenha apresentado diferença significativa entre si, somente os tratamentos T2 e T1 foram superiores à média mínima estabelecida pela norma CS 236-66 de 112 Kgf/cm². Lima *et al.* (2002) obtiveram resultados de MOR variando entre 45,16 e 113,98 kgf/cm², em chapas de densidade igual às do presente trabalho. Resultados entre 84,1 e 140,2 kgf/cm² foram obtidos por Brito e Silva (2002), utilizando madeira de folhosas e densidade das chapas também iguais às das chapas deste trabalho.

O maior valor médio absoluto para a Ligação Interna (LI) foi apresentado pelo tratamento T2 (50% de partículas convencionais/50% maravalhas e 6% de adesivo), seguido, sem diferença estatística, pelos tratamentos T5, T4 e T1. O tratamento T6 (50% de partículas convencionais/50% de maravalhas e 8% de adesivo) foi o que apresentou o menor valor absoluto, porém, não diferindo significativamente dos tratamentos T3, T8 e T7. A norma americana estabelece a média mínima de 4,9 kgf/cm², portanto, nenhum dos tratamentos atingiu o estabelecido pela norma. Resultados semelhantes de LI foram observados no trabalho de Hillig *et al.* (2002), variando entre 1,85 e 2,86 kgf/cm², para chapas de mesma madeira e densidade que as do presente trabalho.

Inchamento em espessura e absorção de água

Os valores médios para Absorção de Água (AA) e Inchamento em Espessura (IE) são mostrados na Tabela 4.

Para o IE o tratamento T1 (6% de adesivo e 100% partículas convencionais) foi o que apresentou o melhor resultado em 2h e 24h. O tratamento T6 (8% de adesivo e 50% de partículas convencionais/50% maravalhas) foi o que apresentou os piores resultados, tanto para 2h quanto para 24h. Todos os tratamentos, com exceção do T6 enquadraram-se na norma americana, ou seja, tiveram valores médios para IE 2h inferiores a 35%. Para IE 24h os tratamentos T6, T3 e T7 ficaram superiores ao estabelecido pela norma, sendo considerados insatisfatórios. Os resultados de IE foram melhores do que os obtidos por Vidaurre *et al.* (2004) e Lima *et al.* (2002), que também utilizaram inclusão de maravalhas combinadas com outros tipos de partículas na confecção de chapas de aglomerados.

Para AA 2h e 24h os tratamentos T1 (6% de adesivo 100% partículas convencionais) e T2 (6% de adesivo 50% partículas convencionais/50% maravalhas), sem diferença estatística entre si, foram os que apresentaram melhores resultados, enquanto que o tratamento T3 (6% de adesivo 25% partículas convencionais/75% maravalhas) foi o que apresentou o pior resultado.

Tabela 4. Valores médios de Inchamento em Espessura (IE) e Absorção de Água (AA) para todos os tratamentos. (Medium values of Thickness Swelling and Water Absorption for all treatments).

Tratamentos	IE (%) 2h	IE (%) 24h	AA (%) 2h	AA (%) 24h
T1	24,18 c	28,26 d	47,90 c	51,09 c
T2	26,98 c	31,74 bcd	50,66 cb	52,68 bc
T3	33,85 ab	36,69 ab	55,41 a	56,57 a
T4	28,56 bc	30,81 cd	52,01 ab	53,61 abc
T5	28,82 bc	31,66 bcd	51,04 bc	53,83 abc
T6	36,77 a	39,33 a	54,16 ab	56,17 ab
T7	33,82 ab	35,91 abc	54,15 ab	56,30 ab
T8	28,29 c	31,41 bcd	51,94 ab	53,98 abc

Médias seguidas das mesmas letras, na mesma coluna, não diferenciam significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

CONCLUSÕES

- A adição de maravalhas melhorou a LI das chapas nas seguintes proporções de partículas convencionais/maravalhas: 50/50 e 0/100, para 6% de adesivo;
- Nos tratamentos com 8% de adesivo, a inclusão de maravalhas não apresentou melhoria na LI das chapas;
- A adição de maravalhas mostrou-se viável quanto à propriedade de IE nas seguintes proporções: partículas convencionais/maravalhas: 50/50 e 0/100, para 6% de adesivo;

- Para os tratamentos com 8% de adesivo, a adição de maravalhas mostrou-se viável quanto ao IE somente na proporção partículas convencionais/maravalhas 0/100;
- A adição de maravalhas às partículas convencionais demonstrou bom potencial para a produção de chapas de aglomerados;
- O aumento do teor de adesivo de 6% para 8% não contribuiu para melhorar as propriedades das chapas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. **ASTM D 1037-91: standard methods of evaluating the properties of wood - base fiber and particle materials.** Philadelphia, 1982.

BRITO, E.O. Estimativa da produção de resíduos na indústria brasileira de serraria e laminação de madeira. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.2, n.1, p.83-85, 1995.

BRITO, E.O.; SILVA, G.C. Propriedades de chapas de partículas produzidas a partir de *Gmelina arborea* Linn. Roxb. e *Samanea saman* (Jacq.) Merr. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.9, n.1, p.127-134, 2002.

COMMERCIAL STANDARD. **CS 236-66 - Mat formed wood particleboard.** (s.i.), 1968.

HILLIG, E.; HASELEIN, C. R; SANTINI, E.J. Propriedades mecânicas de chapas aglomeradas estruturais fabricadas com madeiras de Pinus, Eucalipto e Acácia-negra. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.12, n.1, p. 59-70, 2002.

KOLLMANN, F.F.P; KUENZI, E.W; STAMM, A. **Principles of wood science and technology.** New York: Springer-Verlag, 1975. 703p.

LIMA, A.M.; LIMA, R.M.; BRITO, E.O. Produção de aglomerados a partir de partículas "strand" combinadas com maravalhas. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, Rio de Janeiro, v.22, p.175-179, 2002 (Suplemento).

MALONEY, T.M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing.** San Francisco: Miller Freeman Publications, 1977. 671p.

MENDES, M.L. **Pinus spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB).** 2001. 156p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

MOSLEMI, A.A. **Particleboard**. Carbondale: Southern Illinois University Press, 1974.

VIDAURRE, G.B.; SILVA, A.N.; ROCHA, J.D.S.; BRITO, E.O. Produção de chapas de partículas de madeira de duas espécies nativas da mata atlântica e suas combinações. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.1, p.235-242, 2004.

VITAL, B.R. Métodos de determinação da densidade da madeira. **Boletim técnico SIF**, Viçosa, n.1, p.1-21, 1984.

Recebido em 25/02/2005
Aceito para publicação em 08/08/2006

