

PRODUÇÃO DE CHAPAS DE MADEIRA AGLOMERADA DE CINCO ESPÉCIES DE PINUS TROPICAIS

Setsuo Iwakiri¹
José Reinaldo Moreira da Silva²
Selma Lúcia Schmidlin Matoski²
Gabriela Leonhardt²
José Caron²

RESUMO

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o potencial de utilização de cinco espécies de pinus tropicais para produção de chapas de madeira aglomerada. As espécies estudadas foram *Pinus oocarpa*, *P. caribaea*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi*, *P. tecunumannii* e mistura destas. As chapas foram produzidas com resina uréia-formaldeído, com massa específica nominal de 0,70 g/cm³. As chapas de *P. caribaea* apresentaram maiores valores médios de absorção de água e inchamento em espessura. O *P. tecunumannii* foi a espécie que apresentou maior ligação interna das chapas. Para os módulos de elasticidade e ruptura não foram constatadas diferenças estatísticas entre as espécies, no entanto, a maior média absoluta para estas propriedades foi obtida para chapas de *P. maximinoi*. Todos os valores médios das propriedades mecânicas foram superiores ao valor mínimo referenciado na norma CS 236-66, indicando grande potencial destas espécies para produção de chapas de madeira aglomerada.

Palavras-chaves: Aglomerados, propriedades físicas e mecânicas, pinus tropicais.

ABSTRACT

PARTICLEBOARD MANUFACTURE FROM FIVE SPECIES OF TROPICAL PINE

This research was developed aiming to evaluate the potentiality of the five species of tropical pine to particleboard manufacture. The following species were studied: *Pinus oocarpa*, *P. caribaea*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi*, *P. tecunumannii* and the mixture of these. The boards were manufactured with urea-formaldehyde resin at the density of 0,70 g/cm³. The boards of *P. caribaea* showed the higher mean values of water absorption and thickness swelling. The boards of *P. tecunumannii* presented the higher mean values of internal bond. The statistical analysis of modulus of elasticity and rupture showed no statistical differences between the species studied. Nevertheless, the mean value obtained to *P. maximinoi* was higher in comparison to all other species. The board's mechanical properties of the all species studied were higher than minimum values recommended by CS 236-66 Standards, showing high potentiality of these species to particleboard manufacture.

Key words: Particleboard, physical and mechanical properties, tropical pine.

¹ DETF, Universidade Federal do Paraná

² Pós-graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná

INTRODUÇÃO

A primeira indústria de chapas de madeira aglomerada no Brasil foi instalada em 1966, em Curitiba, Estado do Paraná. Desde então, surgiram inúmeras unidades industriais na região sul e sudeste do país, e a produção brasileira de aglomerados atingiu a marca de 1.313.000 m³ em 1998 (VALENÇA et. al., 1999). As chapas de aglomerados possuem múltiplas aplicações, dentre as quais se destacam os usos mobiliários e divisórios e, de forma secundária na construção civil.

As madeiras utilizadas na fabricação de aglomerados são provenientes de espécies de reflorestamento, principalmente o *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* e, em menor escala, algumas espécies de eucaliptos.

A baixa massa específica da madeira é um dos principais requisitos quanto a adequabilidade de uma espécie para produção de aglomerados. A razão de compactação, que é a relação entre a massa específica da chapa e da madeira utilizada, define o grau de densificação do material e irá refletir nas propriedades das chapas (MALONEY, 1993). Segundo MOSLEMI (1974), a razão de compactação adequada para produção de aglomerados é na faixa de 1,3 a 1,6 e, portanto, espécies de baixa massa específica são as mais recomendadas. Valores acima de 1,6 podem melhorar as propriedades de resistência, mas por outro lado, o inchamento em espessura será maior devido a maior taxa de compressão exercida sobre o material durante a fase de prensagem da chapa. Alguns estudos têm demonstrado que espécies de média massa específica como eucaliptos e bracinga, podem ser utilizadas em misturas de até 50 % em relação à madeira de pinus, com resultados satisfatórios (IWAKIRI, et. al., 1996).

Outras características como pH e extrativos presentes na madeira, poderá influenciar na cura da resina e, conseqüentemente, na qualidade das chapas produzidas (MARRA, 1992). Madeiras com pH excessivamente ácido podem causar a pré-cura

da resina uréia-formaldeído durante a fase de fechamento da prensa, prejudicando as propriedades finais da chapa. Por outro lado, na colagem com resina fenol-formaldeído para produção de chapas estruturais, o baixo pH da madeira pode retardar a cura da resina (KELLY, 1977).

As variáveis de processo, tais como geometria de partículas, teor de umidade, tipo e quantidade de resina e ciclo de prensagem, devem ser considerados dentro de critérios e padrões recomendados industrialmente.

Tendo em vista o grande volume de madeiras requeridas no processo industrial de fabricação de aglomerados e do requisito quanto à baixa massa específica da madeira, torna-se necessário, o aumento na oferta de matéria-prima com estas características, principalmente com as espécies de rápido crescimento, como as do gênero *Pinus*.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização de cinco espécies de pinus tropicais, para produção de chapas de madeira aglomerada.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas nesta pesquisa, madeiras de *Pinus oocarpa*, *P. caribaea*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi* e *P. tecunumanni*, com 10 anos de idade, retiradas de plantios experimentais da empresa PISA FLORESTAL S.A., localizada no município de Ventania, Estado do Paraná.

As partículas foram geradas num picador de discos e posteriormente reduzidas em moinho de martelo e secas ao teor de umidade em torno de 3 %. Após a classificação para remoção de “finos”, as partículas foram encoladas com resina uréia-formaldeído, com teor de sólidos de 57,5 % e viscosidade de 500cp, na proporção de 8 % de sólidos base peso seco das partículas.

As chapas foram produzidas com densidade nominal de 0,7 g/cm³ e dimensões de 45 x 55 x 1,5 cm. O ciclo de prensagem utilizado foi: temperatura

– 140°C, pressão – 40 kgf/cm² e tempo de prensagem – nove minutos. Além das cinco espécies mencionadas, produziram-se também chapas com misturas destas. Foram produzidas no total 18 chapas, sendo três para cada um dos seis tratamentos.

Após o acondicionamento ao teor de umidade de equilíbrio em torno de 12 %, as chapas foram seccionadas para retirada de corpos-de-prova para os seguintes ensaios físico-mecânicos: absorção de água 2-24 horas, inchamento em espessura 2-24 horas, ligação interna e flexão estática. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos descritos na norma ASTM D-1037 (1982).

Os resultados foram avaliados através de análises de variância e covariância, e teste de médias pelo método de Tukey, ao nível de probabilidade de 95%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de massa específica aparente da madeira, das chapas e respectivas

razões de compactação, estão apresentados na Tabela 1.

Como se pode observar na Tabela 1, os valores da massa específica aparente das cinco espécies variaram na faixa de 0,372 g/cm³ (*P. chiapensis*) a 0,436 g/cm³ (*P. oocarpa*). As massas específicas das chapas foram um pouco inferiores ao valor calculado de 0,70 g/cm³, no entanto, esta pequena variação pode ser considerada normal e atribuída às condições de manufatura laboratorial.

Propriedades físicas das chapas

Os valores médios de absorção de água 2-24 horas e inchamento em espessura 2-24 horas, estão apresentados na Tabela 2.

Os valores médios de absorção de água após duas horas de imersão variaram de 68,82 % a 83,60 % e, para 24 horas de imersão, a variação foi de 78,69 % a 93,81 %. Tanto para dois, como para 24 horas de imersão, as chapas de *P. oocarpa*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi*, *P. tecunumannii* e misturas de espécies, apresentaram valores médios de absorção de água estatisticamente iguais entre si e inferiores em relação às chapas de *P. caribaea*,

Tabela 1. Valores médios de massa específica aparente da madeira, das chapas e razão de compactação.

Espécie	M.E.madeira (g/cm ³)	M.E. chapa (g/cm ³)
<i>P. oocarpa</i>	0,436	0,674
<i>P. caribaea</i>	0,389	0,650
<i>P. chiapensis</i>	0,372	0,654
<i>P. maximinoi</i>	0,388	0,666
<i>P. tecunumannii</i>	0,407	0,658
Mistura 5 espécies	0,394	0,687

M.E. – massa específica aparente

Tabela 2. Propriedades físicas das chapas.

Espécie	AA-2h (%)	AA-24h (%)	IE
<i>P. oocarpa</i>	69,64 a	82,79 a	
<i>P. caribaea</i>	83,60 b	93,81 b	1
<i>P. chiapensis</i>	70,83 a	82,05 a	2
<i>P. maximinoi</i>	73,68 a	84,25 a	2
<i>P. tecunumannii</i>	68,82 a	78,69 a	2
Mistura	75,43 a b	84,60 a	3

AA - adsorção de água; IE - Inchamento em espessura

observando apenas que para a variável 2h as médias obtidas para as chapas produzidas com *P. caribaea* e misturas de espécies foram iguais estatisticamente.

Para o inchamento em espessura após duas horas de imersão em água, os valores médios variaram de 25,20 % a 34,80 %, e para 24 horas de imersão, a variação foi de 39,70 % a 32,70 %. As chapas de *P. oocarpa* apresentaram menor valor médio de inchamento em espessura após 2 horas de imersão. Para 24 horas de imersão, as chapas de *P. chiapensis*, *P. maximinoi* e *P. tecunumannii*, foram as que apresentaram maiores tendências para baixo inchamento em espessura. Não foram constatadas influências claras quanto a relação direta entre a razão de compactação e as propriedades de estabilidade dimensional das chapas.

Propriedades mecânicas das chapas

Os valores médios de ligação interna, módulos de elasticidade e de ruptura em flexão estática estão apresentados na Tabela 3.

Os valores médios de ligação interna variaram de 7,24 kgf/cm² a 10,54 kgf/cm². As chapas produzidas com madeira de *P. tecunumannii*

apresentaram valor médio estatisticamente superior em relação às demais espécies. Os valores médios obtidos para chapas de todas as espécies e misturas destas, foram superiores em comparação ao valor mínimo referenciado na norma CS 236-66 (1968) que é de 4,90 kgf/cm².

Para o módulo de elasticidade, os valores médios variaram de 25.637,23 kgf/cm² a 32.148,52 kgf/cm². Não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as espécies estudadas. Cabe destacar que o *Pinus maximinoi* foi a espécie que apresentou maior média absoluta de MOE. As chapas de todas as espécies e mistura destas, apresentaram valores médios de MOE superior ao valor mínimo referenciado na norma CS 236-66(1968) que é de 24.500 kgf/cm².

Também para o módulo de ruptura, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as espécies estudadas. Os valores médios de MOR variaram de 171,83 kgf/cm² a 215,42 kgf/cm². Novamente, o *Pinus maximinoi* foi a espécie com maior média absoluta de MOR. As chapas de todas as espécies e mistura destas, apresentaram valores médios de MOR superior ao valor mínimo referenciado na norma CS 236-66 (1968) que é de 112 kgf/cm².

Tabela 3. Propriedades mecânicas das chapas.

Espécie	LI (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
P. oocarpa	8,20 a	30.928,95 a
P. caribaea	7,59 a	25.637,23 a
P. chiapensis	7,24 a	31.719,68 a
P. maximinoi	8,40 a	32.148,52 a
P. tecunumannii	10,54 b	28.501,30 a
Mistura	8,66 a b	27.653,25 a

LI – Ligação interna; MOE – Módulo de elasticidade; MOR – Módulo de ruptura

CONCLUSÕES

Com base nos resultados das propriedades físicas e mecânicas das chapas, pode-se afirmar que, as cinco espécies de pinus tropicais pesquisadas neste trabalho, apresentam grande potencial para utilização na produção de chapas de madeira aglomerada;

A mistura de espécies na composição das chapas indica a adequabilidade técnica, quanto a utilização das cinco espécies combinadas, ampliando a possibilidade de diversificação de espécies de pinus para plantios e usos industriais;

Como recomendação, sugere-se que futuras pesquisas sejam conduzidas com estas e mais espécies de pinus, com a finalidade de usos múltiplos, na forma de madeiras serradas, lâminas, partículas e fibras, no sentido de otimização do processo industrial e racionalização do uso da matéria-prima madeira.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos às empresas PISA FLORESTAL S.A. e ALBA QUÍMICA S.A., respectivamente, pelo

fornecimento de madeiras e adesivo utilizados nesta pesquisa.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials*. In: Annual Book of ASTM Standards, ASTM D 1037 – 78B. Philadelphia. 1982.
- COMMERCIAL STANDARD C.S. 236-66. *Mat formed wood particleboard*. 1968.
- IWAKIRI, S.; LATORRACA, J.V.F.; SILVA, D.A.; GABARDO, J.L.; KLITZKE, R.J.; FOFANO JR., A.; FABROWSKI, F.; INTERANMENSE, M.T. *Produção de chapas de partículas de madeira aglomerada de Pinus elliottii (Engelm) e Eucalyptus dunnii (Maid)*. Ver. Set. Ciênc. Agr. Curitiba, v.15, n.1, p.33-41, 1996.
- KELLY, M.W. *Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of*

particleboard. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. FPL. Madison, v.10, 66p., 1977.

MARRA, F.S. *technology of wood bonding – Principles in Practice*. New York: Van Nostrand Reinhold. 453p. 1992.

MALONEY, T.M. *Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing*. San Francisco: Miller Freeman, 689p. 1993.

MOSLEMI, A.A. *Particleboard*. Illinois: Southern Illinois University Press. v.2, 245p. 1974.

VALENÇA, A.C.V.; ROQUE, C.A.; SOUZA, P.Z. *Painel de madeira aglomerada*. In: Revista da Madeira, ano 8, v.48, p.14-18, 1999.