

**PRODUÇÃO DE CHAPAS DE PARTÍCULAS ORIENTADAS “OSB” DE *Eucalyptus grandis* COM DIFERENTES TEORES DE RESINA, PARAFINA E COMPOSIÇÃO EM CAMADAS****PRODUCTION OF ORIENTED STRAND BOARD (OSB) FROM *Eucalyptus grandis* WITH DIFFERENT RESIN CONTENT, WAX SIZING AND FACE TO CORE LAYER RATIOS**Setsuo Iwakiri<sup>1</sup> Lourival Marin Mendes<sup>2</sup> Leopoldo Karman Saldanha<sup>3</sup>**RESUMO**

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência dos seguintes parâmetros de processo de produção sobre as propriedades das chapas “OSB”: composição das chapas em camadas cruzadas com proporções face-miolo-face de 30-40-30 e 20-60-20 em relação à composição homogênea; e, quantidades de 3, 4,5 e 6,0% de resina fenol-formaldeído, com incorporação de 0,5 e 1,0% de emulsão de parafina. Os resultados demonstraram que a composição das chapas, com a relação 20-60-20, apresentou melhor balanço das propriedades de flexão estática entre os sentidos de ensaios paralelo e perpendicular ao plano da chapa. A quantidade de 6,0% de resina foi a que resultou em melhores propriedades físico-mecânicas das chapas “OSB”. A produção de chapas “OSB” de *Eucalyptus grandis*, com 4,5 e 6,0% de resina fenol-formaldeído, superou as exigências mínimas de propriedades mecânicas das chapas “OSB” referendadas pela norma canadense CSA 0437-0 (1993).

**Palavras-chave:** chapas “OSB”, *Eucalyptus grandis*, resina fenol-formaldeído.

**ABSTRACT**

This paper was carried out aiming to evaluate the influence of the following processing variables on the properties of OSB: face to core layer ratios of 30-40-30 and 20-60-20 in relation to a single layer; phenol-formaldehyde resin content of 3, 4.5 and 6.0% and addition of 0.5 or 1.0% of wax sizing. The results showed that the boards composed of face to core layer ratios of 20-60-20, presented the better balance in static bending tests, both in the machine and cross-machine directions. The application of 4.5 and 6.0% of resin resulted in better physical and mechanical properties of the OSB. The OSB produced with *Eucalyptus grandis*, and 4.5 and 6.0% of phenol-formaldehyde resin were in compliance with values of the mechanical properties of the Canadian Standards CSA 0437-0 (1993).

**Key words:** OSB, *Eucalyptus grandis*, phenol-formaldehyde resin.

**INTRODUÇÃO**

A produção em escala industrial de chapas de partículas estruturais teve início na década de 70 nos Estados Unidos, com a denominação comercial de “waferboard”. As chapas eram produzidas com partículas de dimensões maiores em relação às partículas utilizadas nos aglomerados “convencionais”, porém, com a mesma distribuição aleatória no processo de formação do colchão.

A partir de meados da década de 70, surgiu o produto considerado de 2ª geração de chapas estruturais, denominado comercialmente de “Oriented Strand Board – OSB”. Desde então, houve uma grande expansão na produção e utilização de chapas “OSB”, alcançando fronteiras além de Estados Unidos e Canadá. No Brasil, a primeira unidade industrial entrou em operação no ano de 2002 e o produto começa a ser difundido como painéis estruturais de usos múltiplos.

Segundo Cloutier (1998), as chapas “OSB” são utilizadas para aplicações estruturais, tais como: paredes, suportes para pisos e forros, componentes de vigas estruturais, embalagens, etc., tendo em vista as suas boas características de resistência mecânica e estabilidade dimensional. A utilização de chapas “OSB”

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR). [setsuo@floresta.ufpr.br](mailto:setsuo@floresta.ufpr.br)
2. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras (MG).
3. Engenheiro Florestal, Mestrando pelo Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Lothário Meissner, 3400, Bairro Jardim Botânico, CEP 80210-170, Curitiba (PR).

Recebido para publicação em 11/06/2002 e aceito em 30/10/2002.

tem aumentado e elas vêm ocupando espaço antes exclusivo de compensados, em virtude de fatores como: (1) redução da disponibilidade de toras de boa qualidade para laminação; (2) “OSB” pode ser produzido partindo de toras de qualidade inferior e de espécies de baixo valor comercial; (3) a largura e comprimento das chapas “OSB” são determinados pela tecnologia de produção e não em função do comprimento das toras como no caso de compensados.

As chapas “OSB” são produzidas com base em partículas de madeira do tipo “strand”, com a incorporação de resina a prova d’água e parafina, orientadas numa direção durante o processo de deposição, e consolidadas pela prensagem a quente. A geometria das partículas “strand”, a sua orientação e formação em três camadas cruzadas (face-centro-face), conferem às chapas “OSB” maior resistência mecânica (flexão estática) e melhor estabilidade dimensional.

A geometria das partículas “strand”, relacionada ao seu comprimento e largura, é um dos parâmetros que controla o seu grau de orientação no processo de formação das chapas “OSB”. Geimer (1976) afirma que partículas do tipo “strand” proporcionam melhor orientação em comparação às partículas menores e com menor relação comprimento/largura, como a dos tipos “sliver”, “flake” e “wafer”. Segundo Maloney (1993), a relação entre o comprimento e a largura das partículas deve ser de, no mínimo, três para possibilitar boa orientação das partículas no painel. As partículas utilizadas industrialmente são geradas normalmente com largura de 25 mm e comprimento de 80 a 150 mm.

A composição estrutural das chapas em camadas cruzadas, melhora a sua resistência mecânica e estabilidade dimensional nos sentidos paralelo e perpendicular ao plano da chapa. Com relação ao sentido de orientação das partículas nas camadas superficiais e no centro das chapas “OSB”, Cloutier (1998) afirma que a proporção ideal é na faixa de 20:60:20 a 30:40:30, baseado na percentagem de peso de partículas. De acordo com Suzuki e Takeda (2000), as propriedades de flexão estática podem ser igualadas nos sentidos paralelo e perpendicular com a relação face-miolo de 25:50:25.

A resina mais utilizada atualmente na produção de chapas “OSB” é a fenol-formaldeído (FF). No entanto, a resina difenil metano di-isocianato (MDI) é utilizada por, aproximadamente, 35% das indústrias, principalmente nas camadas internas das chapas. A quantidade de resina fenol-formaldeído e parafina utilizadas na produção de chapas “OSB” pode variar de 3,0% a 6,0% e de 0,5% a 1,5% respectivamente, baseado no peso seco das partículas e do sólido resinoso. Quantidades maiores de parafina poderá resultar em redução na resistência mecânica da chapa (Cloutier, 1998; Marra, 1992). A função da parafina é reduzir a higroscopicidade das partículas de madeira, e dessa forma, diminuir a absorção de água e inchamento em espessura das chapas.

Essa pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar as influências dos seguintes parâmetros do processo de produção nas propriedades das chapas “OSB”: formação das chapas em camadas cruzadas com diferentes proporções face-miolo; e, quantidade de resina e parafina na composição das chapas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Foi utilizada, nesta pesquisa, madeira de *Eucalyptus grandis*, proveniente de plantios experimentais do Instituto de Pesquisas Florestais – IPEF/ESALQ da Universidade de São Paulo, localizado no município de Piracicaba, estado de São Paulo.

Outros materiais utilizados na produção de chapas “OSB” foram: resina fenol-formaldeído, emulsão de parafina e adesivo PVAc. O aparato orientador de partículas foi construído com tábuas de pinus, lâminas de aço e chapas duras.

As partículas “strands” foram geradas com as dimensões nominais de 8,5 cm de comprimento, 2,5 cm de largura e 0,07 cm de espessura. Após a secagem ao teor de umidade em torno de 3,0%, as partículas foram peneiradas para retirada de “finos”.

A primeira fase da pesquisa foi conduzida com o objetivo de avaliar a influência da composição das chapas em camadas cruzadas sobre as propriedades dos painéis. Foram produzidas chapas com relações face-miolo-face de 20:60:20 e 30:40:30, além de chapas homogêneas (camada única) como parâmetro referencial. As chapas foram produzidas com densidade nominal de 0,7 g/cm<sup>3</sup> e quantidade de resina fenol-

formaldeído de 6%, base peso seco das partículas.

Na segunda fase da pesquisa, foram produzidas chapas com densidade nominal de 0,7 g/cm<sup>3</sup> e quantidade de resina fenol-formaldeído de 3,0%; 4,5% e 6%, base peso seco das partículas, com a melhor composição face-miolo-face obtida na fase anterior. Para as chapas com 4,5% e 6,0% de resina, foi incorporada emulsão de parafina na proporção de 0,5% e 1,0%.

O “colchão” de partículas foi prensado à temperatura de 180°C, pressão específica de 40 kgf/cm<sup>2</sup> e tempo de permanência de 6 minutos. Foram produzidas três chapas com densidade nominal de 07 g/cm<sup>3</sup> para cada um dos tratamentos definidos.

Após o acondicionamento das chapas ao teor de umidade aproximado de 12%, foram retirados corpos-de-prova para realização de seguintes ensaios físico-mecânicos: (1) para avaliação da composição das chapas em camadas cruzadas, foram determinados os módulos de elasticidade e de ruptura nos sentidos paralelo e perpendicular ao alinhamento das partículas da camada externa; (2) para avaliação dos efeitos da quantidade de resina e parafina, foram determinadas as propriedades de absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água, módulo de elasticidade, módulo de ruptura e ligação interna.

Os ensaios foram realizados com base na norma ASTM D-1037 (1982). Os resultados foram obtidos pela análise de variância e teste de Tukey, ao nível de probabilidade de 95%.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### Avaliação da composição das chapas em camadas cruzadas

Os valores médios de módulos de elasticidade (MOE) e de ruptura (MOR), nos sentidos de ensaios paralelo e perpendicular ao alinhamento das partículas da camada externa, estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Valores médios de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) para chapas OSB fabricadas com teores de resina de 6% e diferentes composições em camadas.

TABLE 1: Average values of modulus of elasticity (MOE) and rupture (MOR) for OSB manufactured with 6% resin content and different face to core layer ratios.

Composição face-miolo-face	MOE – Pa (kgf/cm <sup>2</sup> )	MOE – Pe (kgf/cm <sup>2</sup> )	MOR – Pa (kgf/cm <sup>2</sup> )	MOR – Pe (kgf/cm <sup>2</sup> )
100	75.155,8 a	13.583,0 c	650,3 a	117,9 c
30-40-30	66.767,6 a	26.264,9 b	515,3 ab	260,6 b
20-60-20	66.268,8 a	37.823,4 a	434,2 b	409,1 a

Em que: Pa = paralelo; Pe = perpendicular; Médias seguidas por letras distintas entre as linhas diferem entre si ao nível de 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 1, pode-se constatar que a inclusão de 40 e 60% de camada cruzada no miolo da chapa não afetou estatisticamente o MOE no sentido paralelo à orientação das partículas do plano da chapa. Por outro lado, no sentido perpendicular, houve um incremento significativo do MOE, com o aumento da proporção de camadas cruzadas de 0% para 40 e 60% respectivamente. Esse aumento nos valores médios de MOE, no sentido perpendicular, pode ser atribuído à influência da camada interna cujas partículas estão orientadas no mesmo sentido de flexionamento da chapa. A outra constatação importante é no que se refere às diferenças entre os valores médios de MOE nos sentidos paralelo e perpendicular ao alinhamento das partículas da camada externa, as quais foram bem inferiores nas chapas com camadas cruzadas em comparação às chapas homogêneas.

Com relação ao MOR (Tabela 1), a inclusão de 40 e 60% de camada cruzada no miolo da chapa resultou em redução nos valores médios de MOR no sentido paralelo à orientação das partículas do plano da chapa. Essa diferença, pode ser atribuída à redução na proporção das camadas externas, nas quais, as partículas estão orientadas no mesmo sentido de flexionamento da chapa. Por outro lado, para o MOR no sentido perpendicular, o aumento da proporção da camada cruzada no miolo da chapa de 40 para 60% resultou em médias estatisticamente superiores. Esse aumento se deve à influência da maior proporção de partículas da camada interna, orientadas no mesmo sentido de flexionamento da chapa. Pode-se observar

também que a diferença entre o MOR nos sentidos paralelo e perpendicular passa a ser menor, com a inclusão de uma camada cruzada no miolo da chapa, aumentando o equilíbrio estrutural do painel.

### Otimização da quantidade de resina e parafina

Os valores médios das propriedades físicas e mecânicas das chapas estão apresentados respectivamente nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2: Valores médios de absorção de água (AA) e inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas de imersão em água para chapas OSB produzidas com madeira de *Eucalyptus grandis*, na composição face-miolo-face de 20-60-20.

TABLE 2: Average values of water absorption (AA) and thickness swelling (IE) after 2 and 24 hours of water soaking for OSB manufactured with *Eucalyptus grandis*, and face to core layer ratios of 20-60-20.

Quantidade R (%) / P (%)	AA – 2h (%)	AA – 24h (%)	IE – 2h (%)	IE – 24h (%)
3,0 / 0,0	27,39 a	69,27 a	29,48 a	48,21 a
4,5 / 0,0	19,44 b	47,58 b	16,49 b	31,26 b
4,5 / 0,5	8,48 cd	21,98 cd	9,19 c	17,68 c
4,5 / 1,0	4,92 d	14,76 d	6,01 c	13,87 c
6,0 / 0,0	11,98 c	28,85 c	8,88 c	15,71 c
6,0 / 0,5	7,05 cd	20,51 cd	7,02 c	16,11 c
6,0 / 1,0	6,95 cd	20,46 cd	5,10 c	11,12 c

Em que: R = resina; P = parafina; Médias seguidas por letras distintas entre as linhas diferem entre si ao nível de 95% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 2, pode-se observar que, com o aumento na quantidade de resina, houve uma redução estatisticamente significativa na absorção de água, tanto para 2, quanto para 24 horas de imersão em água. Para chapas produzidas com 4,5% de resina, a incorporação de parafina reduziu significativamente os valores médios de absorção de água – 2 e 24 horas. No entanto, para chapas produzidas com 6% de resina, a incorporação de parafina não alterou estatisticamente os valores médios de absorção de água. Não houve diferença estatística entre a quantidade de 0,5 e 1,0% de parafina incorporadas na produção dessas chapas.

Os resultados de inchamento em espessura apresentaram também a mesma tendência observada para a absorção de água. O aumento na quantidade de resina reduziu significativamente o inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água. A adição de parafina reduziu o inchamento em espessura em chapas produzidas com 4,5% de resina. No entanto, para chapas produzidas com 6% de resina, essa redução não foi estatisticamente significativa.

De acordo com a Tabela 3, pode-se observar uma tendência de incremento no MOE no sentido paralelo, com o aumento na quantidade de resina de 3% para 4,5 e 6%. No entanto, os valores médios são estatisticamente iguais, inclusive em relação aos efeitos da incorporação da parafina e as diferentes quantidades adicionadas. No sentido perpendicular, o MOE das chapas produzidas com 6% de resina apresentaram valores estatisticamente superiores em comparação às chapas com 3 e 4,5% de resina. A incorporação de parafina não afetou significativamente os resultados de MOE no sentido perpendicular. Todos os valores médios de MOE obtidos nesta pesquisa estão acima do mínimo exigido pela norma CSA 0437 (1993) que estabelece para o MOE (paralelo e perpendicular), os valores de 45.000 kgf/cm<sup>2</sup> e 13.000 kgf/cm<sup>2</sup>, respectivamente.

O aumento na quantidade de resina proporcionou um incremento estatisticamente significativo apenas para o MOR no sentido perpendicular das chapas produzidas com 6% de resina. A incorporação da parafina nas chapas, em diferentes quantidades, não afetou significativamente os valores médios de MOR, tanto no sentido paralelo como no perpendicular. Também para o MOR, todos os valores obtidos nesta pesquisa estão acima do mínimo exigido pela norma CSA 0437 (1993) que são respectivamente de 234,0 kgf/cm<sup>2</sup> e 96 kgf/cm<sup>2</sup>, nos sentidos paralelo e perpendicular.

TABELA 3: Valores médios de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) para chapas OSB produzidas com madeira de *Eucalyptus grandis*, na composição face-miolo-face de 20-60-20.TABLE 3: Average values of modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR) for OSB manufactured with *Eucalyptus grandis*, and face to core layer ratios of 20-60-20.

Quantidade R (%) / P (%)	MOE – Pa (kgf/cm <sup>2</sup> )	MOE – Pe (kgf/cm <sup>2</sup> )	MOR – Pa (kgf/cm <sup>2</sup> )	MOR – Pe (kgf/cm <sup>2</sup> )	LI (kgf/cm <sup>2</sup> )
3,0 / 0,0	45.854,5 a	24.511,1 c	261,7 b	194,6 c	2,29 c
4,5 / 0,0	56.392,8 a	29.234,5 bc	386,5 ab	293,4 ab	5,12 a
4,5 / 0,5	62.207,5 a	33.446,2 abc	395,3 ab	321,7 ab	3,16 bc
4,5 / 1,0	66.267,4 a	38.491,6 ab	479,8 a	378,4 a	4,45 ab
6,0 / 0,0	57.043,4 a	38.971,3 a	414,1 ab	360,5 a	5,83 a
6,0 / 0,5	65.968,0 a	33.996,7 abc	422,2 ab	322,4 ab	4,66 ab
6,0 / 1,0	51.164,7 a	35.825,2 abc	385,5 ab	273,8 ab	5,28 a

Em que: R = resina; P = parafina; Pa = paralelo; Pe = perpendicular; Médias seguidas por letras distintas entre as linhas diferem entre si ao nível de 95% de probabilidade.

Os valores médios de ligação interna obtidos para chapas produzidas com 4,5 e 6% foram estatisticamente superiores em relação às chapas produzidas com 3% de resina. A incorporação de parafina reduziu significativamente a ligação interna das chapas com 4,5% de resina. No entanto, para as demais condições, a incorporação de parafina não afetou significativamente os valores médios de ligação interna. Com exceção de chapas produzidas com 3,0% de resina, todas as demais alcançaram o valor mínimo de ligação interna de 3,45 kgf/cm<sup>2</sup>, como estabelecido pela norma CSA 0437 (1993).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

a) A composição das chapas em camadas cruzadas com relação face-miolo-face de 20-60-20 apresentou melhor balanço de resistência à flexão estática entre os sentidos de ensaios paralelo e perpendicular ao alinhamento das partículas da camada externa; Tanto para o MOE, quanto para o MOR, houve uma redução na diferença entre os sentidos paralelo e perpendicular, com o aumento da proporção da camada interna de 0 para 40 e 60 partes.

b) Para as condições experimentais deste trabalho, a aplicação de 6% de resina sobre as partículas demonstrou ser a condição mais eficiente, não havendo a necessidade de adição de parafina para melhorar a estabilidade dimensional das chapas. A incorporação da parafina melhorou a estabilidade dimensional das chapas produzidas com 4,5% de resina.

c) As chapas produzidas com a quantidade de resina na faixa de 4,5 a 6,0% apresentaram melhores resultados de propriedades mecânicas. De uma maneira geral, a incorporação de parafina não afetou significativamente os valores médios de propriedades mecânicas. As chapas produzidas nesta pesquisa se enquadram dentro dos limites mínimos de exigências da norma CSA 0437 (1993), em termos de propriedades mecânicas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle materials. In: ANNUAL Book of ASTM standards, ASTM D-1037 - 78B. Philadelphia, 1982.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. **OSB and Waferboard**. CSA 0437-0. Ontário: 1993. 18p.

CLOUTIER, A . **Oriented strandboard (OSB): raw material, manufacturing process, properties and uses**. In: International Seminar on Solid Wood Products of High Technology, 1., 1998, Belo Horizonte-MG. **Proceedings ...** Belo Horizonte, 1998, p. 173-185.

GEIMER, R.L. **Flake alignment in particleboard as affected by machine variables and particle geometry**. USDA-Forest Service, 1976. (Research Paper FPL 275).

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

MARRA, A A . **Technology of wood bonding**: Principles in practice. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 453p.

SUZUKI, S.; TAKEDA, K. Production and properties of Japanese oriented strand board I: effect of strand and orientation on strength properties of sugi oriented strand board. **Japan Wood Science**, Tokyo, v. 46, p. 289-295, 2000.