

UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO NA PRODUÇÃO DE CHAPAS DE PARTÍCULAS ORIENTADAS – OSB

Setsuo Iwakiri¹, Lourival Marin Mendes², Leopoldo Karman Saldanha³,
Juliano Cláudio dos Santos⁴

(Recebido: 19 de dezembro de 2002; aceito: 19 de maio de 2004)

RESUMO: Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o potencial de utilização das espécies de eucalipto na produção de chapas de partículas orientadas – OSB. Foram produzidas chapas com densidade nominal de 0,70 g/cm³ e 6% de resina fenol-formaldeído. As seguintes espécies de *Eucalyptus* foram estudadas: *grandis*, *dunnii*, *tereticornis*, *saligna*, *citriodora* e *maculata*. Os resultados das propriedades físico-mecânicas das chapas indicaram grande potencial de utilização de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* para produção de chapas OSB. Ressalta-se ainda que as chapas de *Eucalyptus grandis* apresentaram valores médios de propriedades físico-mecânicas, similares ou superiores em comparação às chapas de *Pinus taeda*, espécie mais empregada na produção de chapas OSB no Brasil.

Palavras-chave: eucalipto, chapas OSB, partículas “strand”.

USE OF EUCALYPTUS WOOD FOR ORIENTED STRAND BOARD (OSB) MANUFACTURING

ABSTRACT: This research evaluated the potential use of *Eucalyptus* species for OSB manufacturing. The boards were manufactured at the density of 0,70 g/cm³ and 6% of the phenol-formaldehyde resin contents. The following *Eucalyptus* species were studied: *E. grandis*, *E. dunnii*, *E. tereticornis*, *E. saligna*, *E. citriodora*, and *E. maculata*. The results of the physical and mechanical property tests showed high potentiality of the uses of *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* for OSB manufacturing. Boards manufactured with *Eucalyptus grandis* wood presented similar or higher average values for physical and mechanical properties, in comparison to *Pinus taeda*, which is the main species used for OSB production in Brazil.

Key words: *Eucalyptus*, OSB, strand board

¹ Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal-UFPR, Av. Lothário Meissner-3400, J. Botânico, CEP 80210-170, Curitiba-PR, , setsuo@floresta.ufpr.br

² Professor do Departamento de Ciências Florestais -UFLA, C.P. 3037, CEP 37200-000, Lavras-MG,

³ Mestrando em Engenharia Florestal-UFPR, Av. Lothário Meissner – 3400. Jd. Botânico, CEP 80210-170, Curitiba - PR

⁴ Acadêmico de Engenharia Industrial Madeireira-UFPR , Av. Lothário Meissner – 3400. Jd. Botânico, CEP 80210-170, Curitiba - PR

1 INTRODUÇÃO

As chapas de partículas estruturais OSB (Oriented Strand Board) surgiram em meados da década de 1970 nos EUA e Canadá, como produto de 2ª geração das chapas estruturais “waferboard”. A partir da década de 1980, o uso de chapas OSB foi largamente difundido, resultando no aumento expressivo de novas unidades produtoras em todas as regiões do mundo. No Brasil, a primeira fábrica de chapas OSB iniciou a sua produção em 2002, tendo a capacidade instalada de 350.000 m³/ano.

As chapas OSB são produtos utilizados para aplicações estruturais, como paredes, suportes para forros e pisos, componentes de vigas estruturais, estrutura de móveis, embalagens, entre outras, tendo em vista boas características de resistência mecânica e estabilidade dimensional. A utilização de chapas OSB tem crescido e ocupado espaço antes exclusivo de compensados, em virtude de fatores como (1) redução da disponibilidade de toras de boa qualidade para laminação; (2) o OSB pode ser produzido a partir de toras de qualidade inferior e de espécies de baixo valor comercial; (3) a largura e o comprimento das chapas OSB são determinados pela tecnologia de produção e não em função do comprimento das toras como no caso de compensados (Cloutier, 1998).

As chapas OSB são produzidas a partir de partículas de madeira do tipo “strand”, com a incorporação de resina a prova d’água e parafina, orientadas numa mesma direção durante o processo de formação e consolidadas por meio de prensagem a quente. A geometria das partículas “strand” com maior relação comprimento/largura, a sua orientação e formação em três camadas cruzadas (face-centro-face), conferem às chapas OSB maior resistência à flexão estática e melhor estabilidade dimensional (Maloney, 1993). Na

pesquisa realizada por Gouveia et al. (2000), os valores de MOR (módulo de ruptura) e MOE (módulo de elasticidade) obtidos para chapas de partículas orientadas de *Eucalyptus grandis* foram superiores aos valores das chapas de partículas não-orientadas, confirmando a influência da orientação de partículas nas propriedades de flexão estática.

A relação entre a densidade da chapa e a densidade da madeira, denominada de razão de compactação, exerce um efeito marcante nas propriedades das chapas de partículas de madeira aglomerada, tendo em vista o grau de densificação do material para a consolidação da chapa até a espessura final. A utilização de madeiras de baixa densidade resulta em chapas de alta razão de compactação e maior área de contato entre as partículas, resultando em melhores propriedades de flexão estática e ligação interna (Moslemi, 1974; Maloney, 1993; Kelly, 1977). Segundo Cloutier (1998), as indústrias no Canadá produzem chapas OSB com densidade na faixa de 0,63 a 0,67 g/cm³.

Maloney (1993) e Moslemi (1974) afirmam que as espécies de madeira com densidade de até 0,55 g/cm³ são as mais recomendadas para produção de chapas de partículas. No entanto, as espécies de maior densidade podem ser utilizadas em mistura com as de menor densidade, podendo, dessa forma, viabilizar o aproveitamento daquelas espécies. Ainda em referência à espécie, segundo Maloney (1993), as variações na densidade da madeira podem influenciar as operações de processamento como: geração de partículas, secagem, consumo de resina e prensagem das chapas.

Nos aspectos concernentes às espécies de madeira, cabe ressaltar a importância da utilização de espécies alternativas de rápido crescimento, visando aumentar o volume de oferta de matéria-prima madeira para uso industrial madeireiro. No caso específico do Brasil, em que existe grande disponibilidade

de florestas plantadas de eucalipto, e tendo em vista a demanda cada vez mais crescente pela madeira de pinus, torna-se importante o aproveitamento de madeiras de eucalipto para a produção de painéis de madeira. Dentro deste contexto, algumas pesquisas têm sido realizadas com madeiras de eucalipto para produção de chapas de partículas de madeira aglomerada.

Gouveia et al. (2000), estudando o comportamento da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na fabricação de chapas OSB, concluíram que o *Eucalyptus grandis* é uma espécie tecnicamente viável, principalmente quanto à sua resistência mecânica para superar os valores mínimos determinados pela norma CSA (1993). Por outro lado, os autores afirmam que a utilização da madeira de *Eucalyptus urophylla* com idade superior a 18 anos é desaconselhável na fabricação de chapas OSB, em virtude de sua alta densidade. Ainda em relação ao uso de espécies alternativas, Mendes et al. (2002) estudaram o comportamento de cinco espécies de pinus tropicais para fabricação de chapas OSB e concluíram que as madeiras de *Pinus maximinoi*, *Pinus tecunumanii*, *Pinus caribaea*, *Pinus oocarpa* e *Pinus chiapensis* são potencialmente viáveis para utilização nas indústrias de chapas OSB.

Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar o potencial de utilização de espécies de eucalipto na produção de chapas de partículas orientadas – OSB.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas nesta pesquisa as seguintes espécies de eucaliptos: *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus dunnii*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus maculata*, com 10 anos de idade, provenientes de plantios experimentais localizados no município de

Piracicaba, estado de São Paulo. Como base de referência para a avaliação do comportamento das espécies de eucalipto, foi utilizada também madeira de *Pinus taeda*, com 13 anos de idade, proveniente de povoamento florestal localizado no município de Ventania, estado do Paraná. Foram utilizados também, como base de comparação dos resultados, os valores mínimos das propriedades mecânicas das chapas comerciais de OSB estabelecidos pela norma canadense CSA (1993).

As chapas foram produzidas com a resina fenol-formaldeído, com teor de sólidos de 46%, viscosidade de 400cp e pH 11,5. As partículas “strand” foram obtidas com as dimensões nominais de 8,5cm de comprimento, 2,5cm de largura e 0,07cm de espessura. As partículas foram secas ao conteúdo de umidade na faixa de 2% – 3%, base massa seca e foram peneiradas para a remoção de “finos”. A resina fenol-formaldeído foi aplicada sobre as partículas em quantidade de 6% de sólidos, base massa seca das partículas. As chapas foram produzidas com as dimensões de 50 x 50 x 1,5cm, densidade nominal de 0,70 g/cm³ e com a composição das camadas cruzadas em proporção de 20:60:20 (face-miolo-face). As chapas foram prensadas nas seguintes condições: temperatura de 180°C, pressão específica de 40 kgf/cm² e tempo de prensagem de 8 minutos.

Após o acondicionamento das chapas na câmara de climatização à temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 3%, foram retirados os corpos de prova para os seguintes ensaios físico-mecânicos: absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água, ligação interna e flexão estática para determinação dos módulos de elasticidade e de ruptura. As dimensões dos corpos de prova e os métodos de ensaios foram baseados na norma ASTM (1982). Os resultados foram avaliados por meio da análise

de variância e teste de Tukey ao nível de probabilidade de 95%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Razão de compactação das chapas

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, observa-se que os valores médios das densidades das madeiras de eucaliptos são altos em comparação à madeira de *Pinus taeda*. Considerando-se a densidade média das chapas de eucaliptos na faixa de 0,68 a 0,71 g/cm³, as correspondentes razões de

compactação são consideradas teoricamente baixas, podendo influenciar negativamente nas propriedades físico-mecânicas das chapas. A única espécie com razão de compactação da chapa maior que 1,0 foi obtida para *Eucalyptus grandis* (1,13), mesmo assim, sendo bem inferior ao valor obtido para *Pinus taeda* (1,46).

3.2 Propriedades físicas

Os valores médios de absorção de água (AA) e inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas de imersão em água estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 1. Valores médios de densidades da madeira, das chapas e razão de compactação.

Table 1. Average values of wood density, board density and compaction ratio.

| Espécies | Densidade da madeira (g/cm ³) | Densidade da chapa (g/cm ³) | Razão de compactação |
|--------------------------------|---|---|----------------------|
| <i>Eucalyptus grandis</i> | 0,61 | 0,69 | 1,13 |
| <i>Eucalyptus dunnii</i> | 0,78 | 0,68 | 0,87 |
| <i>Eucalyptus tereticornis</i> | 0,81 | 0,69 | 0,85 |
| <i>Eucalyptus saligna</i> | 0,73 | 0,71 | 0,97 |
| <i>Eucalyptus citriodora</i> | 0,77 | 0,68 | 0,88 |
| <i>Eucalyptus maculata</i> | 0,76 | 0,70 | 0,92 |
| <i>Pinus taeda</i> | 0,46 | 0,67 | 1,46 |

Tabela 2. Valores médios de absorção de água (AA) e inchamento em espessura (IE) após 2 e 24 horas de imersão em água.

Table 2. Average values of water absorption and thickness swelling after immersion for 2 and 24 hours.

| Espécies | AA-2h (%) | AA-24h (%) | IE-2h (%) | IE-24h (%) |
|--------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|
| <i>Eucalyptus grandis</i> | 11,98 a | 28,85 a | 8,88 a | 15,71 a |
| <i>Eucalyptus dunnii</i> | 38,42 bc | 70,96 c | 34,50 b | 60,86 cd |
| <i>Eucalyptus tereticornis</i> | 16,68 a | 50,67 bc | 8,07 a | 29,17 b |
| <i>Eucalyptus saligna</i> | 19,31 ab | 43,72 ab | 14,20 a | 28,98 c |
| <i>Eucalyptus citriodora</i> | 45,99 cd | 63,73 bc | 26,82 b | 49,97 c |
| <i>Eucalyptus maculata</i> | 49,36 cd | 70,21 c | 48,64 c | 67,05 d |
| <i>Pinus taeda</i> | 58,33 d | 71,59 c | 30,21 b | 32,71 b |

Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais à probabilidade de 95%.

Os valores médios de absorção de água após 2 horas de imersão variaram de 11,98% (*Eucalyptus grandis*) a 49,36% (*Eucalyptus maculata*) e após 24 horas de imersão de 28,85% (*Eucalyptus grandis*) a 70,96% (*Eucalyptus dunnii*). De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, as chapas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* foram as que apresentaram menores valores médios de absorção de água, tanto para 2 quanto para 24 horas de imersão em água. É importante salientar que, em termos de médias absolutas, as chapas de eucalipto apresentaram menor absorção de água em comparação às chapas de *Pinus taeda* que apresentou variação de 58,33% para 2 horas e 71,59% para 24 horas.

Com relação ao inchamento em espessura, os valores médios variaram de 8,88% (*Eucalyptus grandis*) a 48,64% (*Eucalyptus maculata*) para 2 horas de imersão

em água e de 15,71% (*Eucalyptus grandis*) a 67,05% (*Eucalyptus maculata*) para 24 horas de imersão. Para 2 horas de imersão em água, as chapas de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis* e *Eucalyptus saligna* apresentaram menor inchamento em espessura. Para 24 horas de imersão em água, as chapas de *Eucalyptus grandis* apresentaram valor médio de inchamento em espessura estatisticamente inferior em relação às demais espécies de eucalipto. Tanto para 2 quanto para 24 horas de imersão em água, as chapas de *Eucalyptus grandis* apresentaram melhor comportamento em relação às chapas de *Pinus taeda*.

3.3 Propriedades mecânicas

Os valores médios de ligação interna (LI), módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios de ligação interna (LI), módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR).

Table 3. Average values of internal bond, modulus of elasticity and modulus of rupture.

| Espécies | LI (kgf/cm ²) | MOE (kgf/cm ²) | MOR (kgf/cm ²) |
|--------------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <i>Eucalyptus grandis</i> | 5,83 c | 57.043 a | 414 b |
| <i>Eucalyptus dunnii</i> | 2,74 ab | 49.907 a | 212 ab |
| <i>Eucalyptus tereticornis</i> | 1,10 a | 41.681 a | 174 a |
| <i>Eucalyptus saligna</i> | 4,32 bc | 49.913 a | 287 ab |
| <i>Eucalyptus citriodora</i> | 1,20 a | 35.809 a | 116 a |
| <i>Eucalyptus maculata</i> | 1,63 a | 47.784 a | 197 a |
| <i>Pinus taeda</i> | 6,11 c | 56.747 a | 417 b |

Médias seguidas de mesma letra são estatisticamente iguais à probabilidade de 95%.

Os valores médios de ligação interna variaram de 1,10 kgf/cm² (*Eucalyptus tereticornis*) a 5,83 kgf/cm² (*Eucalyptus grandis*). De acordo com a Tabela 3, pode-se observar que as chapas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* apresentaram valor

médio de ligação interna estatisticamente igual às chapas de *Pinus taeda*. É importante observar também que as chapas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* apresentaram valores médios acima do mínimo de 3,45 kgf/cm², estabelecido para

chapas comerciais pela norma CSA (1993). As demais espécies de eucalipto apresentaram valores médios de ligação interna abaixo do valor mínimo estabelecido pela referida norma. O melhor comportamento das chapas de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* pode estar associado à maior razão de compactação das chapas em função da menor densidade da madeira em comparação com as demais espécies de eucalipto.

Os valores médios de módulo de elasticidade variaram de 35.809 kgf/cm² (*Eucalyptus citriodora*) a 57.043 kgf/cm² (*Eucalyptus grandis*). De acordo com a análise estatística, não foram constatadas diferenças significativas entre as espécies. No entanto, em termos de média absoluta, as chapas de *Eucalyptus grandis* apresentaram valor superior em relação às chapas de *Pinus taeda*, considerada a espécie referencial neste estudo. Com exceção para *Eucalyptus citriodora*, as chapas produzidas com todas as demais espécies de eucalipto apresentaram valores médios de MOE superiores em relação ao valor mínimo de 45.000 kgf/cm², estabelecido para chapas comerciais pela norma CSA (1993).

Os valores médios de módulo de ruptura variaram de 116 kgf/cm² (*Eucalyptus citriodora*) a 414 kgf/cm² (*Eucalyptus grandis*). De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, pode-se observar que as chapas de *Eucalyptus grandis* apresentaram valor médio de MOR bem próximo ao valor médio obtido para *Pinus taeda*, sendo ainda estatisticamente iguais entre si. As chapas produzidas com as espécies de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* apresentaram valores médios de MOR superiores ao valor mínimo de 234 kgf/cm², estabelecido para chapas comerciais pela norma CSA (1993).

O melhor comportamento das chapas de *Eucalyptus grandis*, quanto ao MOE e MOR

em flexão estática, pode ser atribuído à maior razão de compactação das chapas em virtude da menor densidade da sua madeira. Além de *Eucalyptus grandis*, algumas espécies com razão de compactação menor que 1,0 apresentaram valores de propriedades mecânicas satisfatórias. Esta constatação pode estar associada às dimensões maiores e geometria das partículas “strand”, que pode favorecer o contato superficial e ligação entre as partículas. Provavelmente, para partículas menores do tipo “sliver” utilizados em aglomerados convencionais, o contato superficial entre as partículas seria prejudicado com baixa razão de compactação das chapas.

4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

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

As chapas produzidas com a madeira de *Eucalyptus grandis* apresentaram resultados de propriedades físico-mecânicas iguais ou superiores em comparação às chapas de *Pinus taeda*, espécie mais empregada na produção de chapas OSB no Brasil;

As espécies de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* apresentam grande potencial para produção de chapas OSB, tendo em vista que os valores médios obtidos para as propriedades mecânicas estão acima do valor mínimo para chapas comerciais estabelecido pela norma CSA (1993), além do comportamento satisfatório em termos de estabilidade dimensional das chapas;

No sentido de viabilizar o uso de demais espécies de eucalipto disponíveis, recomenda-se, nos próximos estudos, avaliar a viabilidade de mistura de espécies para produção de chapas OSB.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. Standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle panel materials. In: _____. **Annual Book of ASTM Standard**, ASTM D-1037. Philadelphia, 1982.
- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. OSB and waferboard. CSA 0437-0. Ontário, 1993. 18 p.
- 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. p. 173-185,
- GOUVEIA, N. F.; SANTANA, M. A. E.; SOUZA, M. R. Utilização da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake na fabricação de chapas de partículas orientadas (OSB) e não orientadas. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 1, p. 7-12, jan./mar. 2000.
- KELLY, M. W. **A Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboards**. U.S. For. Prod. Lab. General Technical Report FPL-10, 1977. 66 p.
- MALONEY, T. M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. 2. ed. São Francisco: Miller Freeman, 1993. 689 p.
- MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; KEINERT JR, S.; SALDANHA, L. K. *Pinus* spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 135-145, dez. 2002.
- MOSLEMI, A. A. **Particleboard**. London: Southern Illinois University Press, 1974. 245 p.