

## INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DE PARTÍCULAS E REFORÇO LAMINAR NAS PROPRIEDADES DOS PAINÉIS DE PARTÍCULAS ORIENTADAS – OSB DE *Pinus taeda* L.

Setsuo Iwakiri<sup>1</sup>, Leopoldo Karman Saldanha<sup>2</sup>, Carlos Eduardo Camargo de Albuquerque<sup>3</sup>, Lourival Marin Mendes<sup>4</sup>

(recebido: 30 de abril de 2008; aceito: 22 de dezembro de 2008)

**RESUMO:** Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência da espessura das partículas do tipo “strand” e a inclusão do reforço laminar nas propriedades físico-mecânicas dos painéis de partículas orientadas – OSB de *Pinus taeda* L. Os painéis foram produzidos com partículas de 0,4, 0,7 e 1,0 mm de espessura e resina fenol-formaldeído em quantidade de 6% de sólido resinoso. Para o reforço laminar nas faces dos painéis foram utilizadas lâminas de *Pinus taeda*, com 2,0 mm de espessura. O aumento na razão de esbeltez das partículas, influenciou de forma significativa nos resultados de MOE e MOR no sentido perpendicular. O aumento na espessura de partículas contribuiu para o incremento na ligação interna dos painéis. As diferentes espessuras de partículas não influenciaram de forma clara nas propriedades físicas dos painéis. A inclusão de reforço laminar nas faces dos painéis OSB melhorou significativamente os resultados de MOE e MOR, no sentido perpendicular. Todos os resultados de MOE e MOR, obtidos para painéis com diferentes espessuras atendem ao requisito mínimo da norma CSA 0437 (CSA, 1993). Para a ligação interna, os resultados foram superiores para os painéis produzidos com partículas de 0,7 e 1,0 mm de espessura. Os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões: (i) o aumento na espessura das partículas resultaram em menores valores de MOE e MOR, e maiores valores de ligação interna dos painéis OSB; (ii) A inclusão de reforço laminar nas faces dos painéis OSB melhorou significativamente o MOE e MOR em flexão estática no sentido perpendicular.

Palavras-chave: Painéis OSB, reforço laminar, espessura de partículas.

### EFFECTS OF PARTICLES THICKNESS AND VENEER REINFORCED LAYER IN THE PROPERTIES OF ORIENTED STRAND BOARDS – OSB

**ABSTRACT:** This work evaluated the effects of particle thickness and veneer reinforced layer on the physical and mechanical properties of OSB made of *Pinus taeda* L. The boards were manufactured with particle thickness of 0.4, 0.7 and 1.0 mm and phenol-formaldehyde resin in the proportion of 6% of solid content. To the veneer reinforced layer was used veneer from *Pinus taeda* with 2.0 mm of thickness. The increase in the slenderness (length/thickness) ratio of thins particles, results in the higher values of MOE and MOR in the cross direction. The increase in the particles thickness contributed to higher values of the board internal bond. The different particles thickness did not clearly affected on the physical properties of OSB. The veneer reinforced layer results in the higher average values of MOE and MOR in the cross direction. All of the results of MOE and MOR obtained for boards with different thickness attend to minimum values required per CSA 0437 (CSA, 1993). For the internal bond, the results were satisfactory to boards manufactured with particles thickness of 0.7 and 1.0 mm. According to the results the main conclusions were: (i) The increase in the particles thickness contributed to lower values of MOE and MOR, and higher values of the board internal bond; (ii) the veneer reinforced layer increased MOE and MOR values in the cross direction.

Key words: OSB, veneer reinforced layer, particle thickness.

### 1 INTRODUÇÃO

O setor de painéis reconstituídos de madeira passa por uma fase de amplo crescimento. Segundo os dados da SBS (2005), a produção de painéis aglomerados, MDF e OSB no Brasil em 2005, foram respectivamente de 2.050.000 m<sup>3</sup>, 1.600.000 m<sup>3</sup> e 300.000 m<sup>3</sup>. Esses números colocam o

Brasil como líder do segmento perante os outros países da América Latina.

Uma técnica bastante aplicada para melhoria de resistência mecânica e estabilidade dimensional dos painéis particulados é o reforço laminar superficial, comercialmente designada como “Com-ply”, tendo sido desenvolvido pelo *USDA Forest Service*, na década de 70 (MALONEY, 1996).

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Engenharia Florestal – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal/DETF – Universidade Federal do Paraná/UFPR – 80210-170 – Curitiba, PR – setsuo@ufpr.br

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Mestre em Engenharia Florestal – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal/PPGEF – Universidade Federal do Paraná/UFPR – 80210-170 – Curitiba, PR – lkarman123@yahoo.com.br

<sup>3</sup>Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Engenharia Florestal – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal/DETF – Universidade Federal do Paraná/UFPR – 80210-170 – Curitiba, PR – camargo@ufpr.br

<sup>4</sup>Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lourival@ufla.br

Dentre as variáveis de processamento que afetam as propriedades dos painéis OSB, a geometria de partículas é citada por Maloney (1993) como uma das mais importantes. No processo de geração de partículas, os elementos dimensionais a serem controlados são: comprimento, largura e espessura. O formato das partículas do tipo “strand” com maior comprimento e largura em comparação às partículas do tipo “sliver”, “flake” e “wafer”, proporcionam melhores condições de orientação na formação dos painéis OSB (MOSLEMI, 1974).

A relação entre o comprimento e a espessura das partículas, denominada de razão de esbeltez, influencia diretamente no aumento da resistência do painel OSB à flexão estática. Por outro lado, com o aumento na espessura das partículas, mantendo-se o comprimento constante, ocorre o aumento da disponibilidade de resina por unidade de área superficial para um mesmo teor de resina, resultando em maiores valores de ligação interna (MALONEY, 1993). Estudos realizados por Zhang et al. (1998), demonstraram que houve um aumento significativo nas propriedades de MOE e MOR, em painéis produzidos com partículas ultrafinas de 0,1mm de espessura nas camadas externas e de 0,5 mm na camada interna.

Os efeitos da inclusão de reforço laminar em painéis particulados de madeira “com-ply” é citado por Suchsland et al. (1979). De acordo com os autores, a inclusão de uma lâmina na face superior e outra na face inferior do painel resultam em aumento significativo nos valores de MOE e MOR, em flexão estática. Iwakiri et al. (2003) obtiveram com a inclusão de reforço laminar nas faces dos painéis de partículas “strand” sem orientação, aumento nos valores de MOE e MOR em flexão estática e redução no inchamento em espessura. Os autores não observaram efeito significativo da inclusão laminar sobre a absorção de água. Biblis et al. (1996) observaram melhorias significativas nas propriedades de flexão estática e estabilidade dimensional, através de reforço laminar com lâminas de *Pinus spp* de 3 mm de espessura em ambas as faces de painéis comerciais de OSB, com 12 e 18 mm de espessura.

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência da espessura das partículas e inclusão do reforço laminar nas propriedades físico-mecânicas de painéis de partículas orientadas – OSB.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada, nesta pesquisa, madeira de *Pinus taeda* L. com 30 anos de idade, coletadas aleatoriamente na serraria da Estação Experimental da UFPR, na forma de

tábuas com dimensões de 180 x 85 x 25 mm. As lâminas de *Pinus taeda* L. com 2,0 mm de espessura utilizadas para reforço laminar foram coletadas aleatoriamente de um lote comercial, numa laminadora localizada em Irati – PR. Demais materiais utilizados na produção de painéis OSB foram: resina fenol-formaldeído com teor de sólidos de 48%, pH 12 e viscosidade de 410 cP, além de farinha de trigo como extensor para colagem de lâminas.

As partículas do tipo “strand” foram geradas num picador de disco rotativo com as seguintes dimensões nominais: comprimento de 85 mm, largura de 25 mm e espessuras de 0,4 mm, 0,7 mm e 1,0 mm. As partículas foram secas em estufa ao teor de umidade média de 3% e classificadas em peneira com malhas de 2,08 mm de abertura para a retirada de “finos”. A resina fenol-formaldeído em porcentagem de sólidos de 6% foi aplicada sobre as partículas numa encoladeira rotativa de laboratório. O colchão de partículas foi formado em aparato orientador de partículas com a composição em camadas cruzadas face:miolo:face de 25:50:25. Após a pré-prensagem para melhor acomodação das partículas, os painéis foram prensados à temperatura de 180°C, pressão específica de 4,0 MPa e tempo de prensagem de 8 minutos. Os painéis foram produzidos com densidade nominal de 0,65 g/cm<sup>3</sup> e dimensões de 480 x 480 x 15 mm. Para os painéis com reforço laminar, foram colocadas duas lâminas, sendo uma na parte inferior antes da formação do colchão e a outra lâmina na parte superior após a deposição das partículas, sendo essas orientadas no mesmo sentido e perpendicularmente à orientação das lâminas das faces. Sobre as lâminas foi aplicado adesivo à base de resina fenol-formaldeído preparado com a seguinte formulação em partes por peso: 100 partes de resina FF, 10 partes de farinha de trigo e 10 partes de água. As variáveis de estudo foram espessuras de partículas e reforço laminar, com três repetições (painéis) por tratamento, conforme plano experimental apresentado na Tabela 1.

Após a prensagem, os painéis foram acondicionados na câmara de climatização à temperatura de 20 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 3%, até a estabilização, e posteriormente, foram confeccionados os corpos-de-prova para realização dos seguintes ensaios físico-mecânicos: dois corpos-de-prova para absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água, cinco corpos-de-prova para ligação interna e quatro corpos-de-prova para flexão estática, sendo dois paralelos e dois perpendiculares ao sentido de orientação das partículas das faces do painel. Os ensaios foram

**Tabela 1** – Plano experimental.**Table 1** – Experimental design.

Tratamento	Espessura partículas (mm)	Reforço laminar / camadas
T1	0,4	Sem – 25:50:25
T2	0,7	Sem – 25:50:25
T3	1,0	Sem – 25:50:25
T4	0,7	Com – única

conduzidos de acordo com os procedimentos descritos na norma ASTM D 1037 (ASTM, 1996). O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso e os resultados obtidos foram analisados estatisticamente através de análise de variância e teste de médias (Tukey), ao nível de probabilidade de 95%.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Influência da espessura de partículas nas propriedades dos painéis OSB

Os resultados de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) no sentido paralelo e perpendicular dos painéis OSB produzidos com diferentes espessuras de partículas estão apresentados na Tabela 2.

Os valores médios de MOE no sentido paralelo não foram afetados significativamente pela variação na espessura de partículas. No sentido perpendicular, verifica-se uma tendência de aumento nos valores médios de MOE, com a redução na espessura das partículas. Os painéis produzidos com partículas de 0,4 e 0,7 mm de espessura apresentaram valores médios de MOE estatisticamente superiores em relação aos painéis produzidos com partículas de 1,0 mm.

Para o MOR no sentido paralelo, a média obtida para os painéis produzidos com partículas de 0,7 mm de espessura foi estatisticamente superior em relação aos painéis produzidos com partículas de 0,4 e 1,0 mm. No sentido perpendicular, constatou-se a mesma tendência observada para o MOE, ou seja, aumento nos valores médios de MOR dos painéis produzidos com partículas de menor espessura.

Os resultados de MOE e MOR no sentido perpendicular demonstram a influência positiva da maior relação entre o comprimento e a espessura das partículas, denominada de razão de esbelte, sobre os valores médios dessas propriedades. Segundo Moslemi (1974) a maior área de contato entre as partículas com menor espessura melhora substancialmente as propriedades de flexão estática.

Todos os valores médios de MOE e MOR, paralelo e perpendicular, obtidos atendem aos requisitos mínimos da norma CSA 0437 (CSA, 1993), cujos valores são respectivamente de 4.412 MPa, 1.274 MPa, 22,9 MPa e 9,4 MPa.

Os resultados de ligação interna dos painéis OSB produzidos com diferentes espessuras de partículas estão apresentados na Tabela 3.

Houve um aumento estatisticamente significativo nos valores médios de ligação interna para os painéis produzidos com maiores espessuras de partículas. De acordo com o relatado por Iwakiri (2005), essa variação pode ser atribuída à redução na área superficial específica para partículas mais espessas e conseqüente aumento na disponibilidade de resina por unidade de área, tendo em vista que as densidades nominais dos painéis são as mesmas e a mesma espécie (densidade) de madeira foi utilizada na manufatura desses painéis. Os resultados de ligação interna de 0,39 e 0,52 MPa, obtidos respectivamente para os painéis produzidos com partículas de 0,7 e 1,0 mm de espessura, atendem ao requisito mínimo estabelecido pela norma CSA 0437 (CSA, 1993) cujo valor é de 0,33 MPa.

Na Tabela 4 estão apresentados os resultados de absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água dos painéis OSB produzidos com diferentes espessuras de partículas.

Tanto para 2 horas, quanto para 24 horas de imersão, os painéis produzidos com partículas de 0,7 mm de espessura apresentaram valor médio de absorção de água estatisticamente inferior em comparação aos painéis produzidos com partículas de 0,4 e 1,0 mm. Essa variação não indica a influência da maior ou menor espessura de partículas sobre essa propriedade física dos painéis, por serem as partículas de 0,7 mm a espessura intermediária entre as duas outras com 0,4 e 1,0mm.

Com relação ao inchamento em espessura, os resultados obtidos após 2 horas de imersão indicam maior inchamento em espessura para os painéis produzidos com

**Tabela 2** – Influência da espessura de partículas sobre os valores médios de MOE e MOR – paralelo e perpendicular.*Table 2* – Effects of particle thickness on the mean values of MOE and MOR – parallel and perpendicular.

Espessura das partículas (mm)	Módulo de elasticidade (MOE) – MPa			
	Paralelo		Perpendicular	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
0,4 (T1)	5.566 A	6,22	3.357 B	28,28
0,7 (T2)	5.952 A	22,32	2.919 B	11,48
1,0 (T3)	5.129 A	15,64	2.269 A	18,48
Módulo de ruptura (MOR) – MPa				
0,4 (T1)	34,0 A	18,62	28,9 B	12,36
0,7 (T2)	43,6 B	16,26	24,5 B	38,02
1,0 (T3)	31,5 A	23,69	19,7 A	31,26

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

**Tabela 3** – Influência da espessura de partículas sobre os valores médios de ligação interna.*Table 3* – Effects of particle thickness on the mean values of internal bond.

Espessura das partículas (mm)	Ligação interna (MPa)	
	Média	CV (%)
0,4 (T1)	0,25 A	36,94
0,7 (T2)	0,39 B	29,73
1,0 (T3)	0,52 C	29,37

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

**Tabela 4** – Influência da espessura de partículas sobre os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura.*Table 4* – Effects of particle thickness on the mean values of water absorption and thickness swelling.

Espessura das partículas (mm)	Absorção de água (%)			
	2 horas		24 horas	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
0,4 (T1)	65,50 B	25,22	84,86 B	7,96
0,7 (T2)	50,58 A	16,01	74,17 A	11,95
1,0 (T3)	75,86 B	11,46	89,49 B	5,70
Inchamento em espessura (%)				
0,4 (T1)	28,04 A	7,23	32,64 A	5,85
0,7 (T2)	27,95 A	13,98	31,65 A	13,03
1,0 (T3)	34,14 B	15,70	36,87 A	16,44

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

partículas de 1,0 mm em comparação aos painéis produzidos com partículas de 0,4 e 0,7 mm de espessura. Por outro lado, para 24 horas de imersão, não foram

constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os painéis produzidos com diferentes espessuras de partículas. Os valores médios de inchamento em

espessura 24 horas de 31,65% a 36,87%, obtidos nessa pesquisa, estão próximos dos valores encontrados por Iwakiri et al. (2003) de 31,08% a 33,70% e a média obtida por Marin (2001) de 34,29%, para painéis OSB de *Pinus spp* produzidos com densidade de 0,65 g/cm<sup>3</sup> e partículas com espessura de 0,7 mm.

### 3.2 Influência do reforço laminar nas propriedades dos painéis OSB

Na Tabela 5 estão apresentados os resultados de módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR), no sentido paralelo e perpendicular dos painéis OSB produzidos sem e com reforço laminar.

Os valores médios de MOE no sentido paralelo indicam que não houve influência significativa da inclusão do reforço laminar na face do painel OSB. Esse resultado indica que as lâminas dispostas perpendicularmente à orientação das partículas das faces do painel não tem influência sobre o MOE paralelo. Já, no sentido perpendicular, o valor médio de MOE dos painéis com reforço laminar foi estatisticamente superior em comparação aos painéis sem reforço laminar. Para o MOR foram observadas também as mesmas tendências encontradas para o MOE, ou seja, no sentido paralelo, não foi constatada diferença significativa entre os painéis sem e com reforço laminar e, no sentido perpendicular, verificou-se aumento estatisticamente significativo no valor médio do MOR dos painéis com reforço laminar.

Tanto para o MOE, quanto para o MOR no sentido perpendicular, houve uma influência significativa das lâminas dispostas perpendicularmente em relação à orientação das partículas das faces do painel, contribuindo para o aumento nos valores médios dessas propriedades.

Essa avaliação vem confirmar os resultados de pesquisas apresentados por vários autores como Iwakiri et al. (2003) e Suchsland et al. (1979). Todos os valores de MOE e MOR, obtidos nessa pesquisa, estão acima dos requisitos mínimos estabelecidos pela norma CSA 0437-0 (CSA, 1993) cujos valores são: 4.412 MPa, 1.274 MPa, 22,9 MPa e 9,4 MPa, respectivamente para o MOE paralelo e perpendicular e MOR paralelo e perpendicular.

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de ligação interna dos painéis OSB produzidos sem e com reforço laminar.

Os resultados de ligação interna não foram afetados significativamente pela inclusão de reforço laminar nas faces dos painéis. Esse resultado já era esperado, tendo em vista que o plano de ruptura na ligação entre as partículas, no teste de tração perpendicular ocorre na camada central do painel. Os valores médios de ligação interna de 0,39 e 0,52 MPa, obtidos nessa pesquisa, atendem ao requisito mínimo estabelecido pelas norma CSA 0437-0 (CSA, 1993) de 0,33 MPa.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados de absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água dos painéis OSB produzidos sem e com reforço laminar.

Tanto para a absorção de água, quanto para o inchamento em espessura 2 e 24 horas, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias obtidas para os painéis produzidos sem e com a inclusão do reforço laminar nas faces. Entretanto, em termos de médias absolutas, pôde-se constatar tendência de redução nos valores médios de absorção de água e inchamento em espessura 2 e 24 horas, com a inclusão do reforço laminar. Cabe ressaltar que, para a

**Tabela 5** – Influência do reforço laminar sobre os valores médios de MOE e MOR – paralelo e perpendicular.

*Table 5* – Effects of veneer reinforced face on the mean values of MOE and MOR – parallel and perpendicular.

Reforço laminar	Módulo de elasticidade (MOE) – MPa			
	Paralelo		Perpendicular	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
Sem (T2)	5.952 A	6,22	2.919 A	28,28
Com (T4)	5.937 A	15,74	5.304 B	15,18
Módulo de ruptura (MOR) – MPa				
Sem (T2)	43,6 A	18,62	24,6 A	38,02
Com (T4)	48,7 A	19,73	45,1 B	18,46

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

**Tabela 6** – Influência do reforço laminar sobre os valores médios de ligação interna.*Table 6* – Effects of venner reinforced face on the mean values of internal bond.

Reforço laminar	Ligação interna (MPa)	
	Média	CV (%)
Sem (T2)	0,39 A	29,73
Com (T4)	0,46 A	22,78

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

**Tabela 7** – Influência do reforço laminar sobre os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura.*Table 7* – Effects of venner reinforced face on the mean values of water absorption and thickness swelling.

Reforço laminar	Absorção de água (%)			
	2 horas		24 horas	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
Sem (T2)	50,58 A	25,22	74,17 A	11,95
Com (T4)	44,44 A	13,29	69,24 A	4,16
	Inchamento em espessura (%)			
Sem (T2)	27,95 A	13,98	34,65 A	13,03
Com (T4)	23,28 A	12,97	28,73 A	12,02

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

mesma espessura do painel, a inclusão de duas lâminas nas faces reduziu em cerca de 4 mm a espessura correspondente às partículas no painel que são comprimidas durante o processo de prensagem. As camadas correspondentes às partículas compactadas no painel têm os espaços vazios reduzidos para a absorção de água e redução no inchamento em espessura decorrente da liberação de tensões de compressão impostas durante a prensagem, resultante do contato do painel com a água. Iwakiri et al. (2003) encontraram reduções de até 30% nos valores de absorção de água e inchamento em espessura com a inclusão de reforço laminar nas faces dos painéis OSB.

#### 4 CONCLUSÕES

Os painéis OSB produzidos com partículas com espessura de 1,0 mm apresentaram menores valores de MOE e MOR, tanto no sentido paralelo, quanto no perpendicular, em comparação aos painéis produzidos com partículas de espessuras menores. Por outro lado, o aumento na espessura das partículas resultou em valores significativamente superiores de ligação interna dos painéis.

A inclusão de reforço laminar nas faces dos painéis OSB melhorou significativamente o MOE e MOR em flexão estática, no sentido perpendicular. Não foram observadas influências significativas sobre a estabilidade dimensional dos painéis.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIAL. Standard methods of evaluation the properties of wood-base fiber and particle panel materials. In: \_\_\_\_\_. **Annual book of ASTM standard**: ASTM D 1037. Philadelphia, 1996.
- BIBLIS, E. J.; GRIGORIOU, A.; CARINO, H. Flexural properties of veneer-overlaid OSB composite panels from southern yellow pine. **Forest Products Journal**, Madison, v. 46, n. 4, p. 59-62, 1996.
- CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. **OSB and Waferboard**: CSA 0437.0 – 93. Ontario, 1993. 18 p.
- IWAKIRI, S. (Ed.). **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPF, 2005. 247 p.

IWAKIRI, S.; MONTEFUSCO, A. R. G.; ZABLONSKY, K. M.; SIQUEIRA, K. P.; SALDANHA, L. K.; SOUZA, M. A. M. Produção de chapas de partículas “strand” com inclusão laminar – COM-PLAY. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 10, n. 2, p. 30-35, ago./dez. 2003.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard e dry-process fiberboard manufacturing**. 2. ed. São Francisco: M. Freeman, 1993. 689 p.

MALONEY, T. M. The family of wood composite materials. **Forest Products Journal**, Madison, v. 46, n. 2, p. 19-26, Feb. 1996.

MENDES, L. M. **Pinus spp na produção de painéis de partículas orientadas (OSB)**. 2001. 103 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

MOSLEMI, A. A. **Particleboard: materials**. London: Southern Illinois University, 1974. v. 1, 244 p.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. **Fatos e números do Brasil Florestal**. 2005. Disponível em: <www.sbs.org.br>. Acesso em: 14 abr. 2008.

SUCHSLAND, O.; WOODSON, G. E.; KEINERT JUNIOR, S. **Veneer-reinforced structural composition board**. Washington, DC: USDA, 1979. Forest service research paper SO-149.

ZHANG, M.; WONG, E. D.; KAWAI, S.; KNON, J. H. Manufacture and properties of high-performance oriented strand board composite using thin strands. **Journal of Wood Science**, Tokyo, v. 44, n. 3, p. 191-197, 1998.