

INFLUÊNCIA DA DENSIDADE DO PAINEL E DA COMPOSIÇÃO EM CAMADAS NAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE PAINÉIS “OSB” DE CLONES DE *Eucalyptus spp.*

Lourival Marin Mendes¹, Soraya Aparecida Mendes², Setsuo Iwakiri³, Marina Donária Chaves⁴,
Fábio Akira Mori¹, Rafael Farinassi Mendes⁵

(recebido: 11 de abril de 2008; aceito: 24 de outubro de 2008)

RESUMO: Desenvolveu-se, este trabalho, com o objetivo de avaliar a influência da densidade dos painéis e composição em camadas dos painéis OSB, produzidos com madeira de clones de *Eucalyptus spp.* Os painéis foram produzidos com densidades nominais de 0,70 e 0,90 g/cm³ e composição em uma camada (HO) e três camadas cruzadas (HE), utilizando resina fenol-formaldeído. Os resultados demonstraram a influência da composição do painel no MOE, MOR e compressão paralela. O aumento na densidade nominal dos painéis de 0,70 para 0,90 g/cm³ resultou em maiores valores médios de MOE, MOR, ligação interna e compressão paralela. As madeiras de clones de *Eucalyptus spp* mostraram-se viáveis tecnicamente para produção de painéis OSB.

Palavras-chave: OSB, composição dos painéis, clones de *Eucalyptus spp.*

EFFECTS OF BOARD DENSITY AND LAYERS COMPOSITION ON THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF OSB MANUFACTURED FROM CLONES OF *Eucalyptus spp.*

ABSTRACT: This work evaluated the effect of board density and layer compositions of OSB, manufactured with clones of *Eucalyptus spp.* The boards was manufactured with density of 0,70 and 0,90 g/cm³ and one layer composition (HO) and three cross layers composition (HE), using phenol-formaldehyde resin. The results showed that there was effect of the board composition on the MOE, MOR and in the parallel compression. The increase in the board density from 0.70 to 0.90 g/cm³ resulted in higher average values of MOE, MOR, internal bond and parallel compression. The woods of *Eucalyptus spp* clones showed to be technically feasible for Oriented Strand Board manufactures.

Key words: OSB, board compositions, clones of *Eucalyptus spp.*

1 INTRODUÇÃO

A utilização de produtos de madeira ou de seus derivados apresenta uma série de vantagens em relação a outros materiais na construção civil. A madeira é um material renovável, biodegradável ou durável dependendo do tratamento, reciclável e imobiliza carbono proveniente da atmosfera em sua estrutura.

Dentre os produtos derivados de madeira, os painéis de partículas orientadas – OSB é um material amplamente empregado na construção civil. De acordo com Cloutier (1998), os painéis OSB são utilizados em aplicações como fechamento de paredes, forros, base para pisos, tapumes, vigas “I-joists”, embalagens, estrutura de móveis, entre outras.

É recomendado pelas normas de construção canadenses e americanas, como material equivalente e alternativo aos painéis compensados em aplicações estruturais.

Os painéis OSB são produzidos a partir de partículas de madeira finas e longas, orientadas numa mesma direção durante o processo de formação e consolidados por meio de prensagem a quente. A sua estrutura é constituída por três camadas perpendiculares entre si e a colagem é realizada com uso de resina resistente a umidade (MALONEY, 1993). Entre os fatores que afetam as propriedades dos painéis OSB, a densidade do painel e a composição estrutural em camadas cruzadas (face-centro-face) são os que apresentam forte influência na resistência à flexão estática e estabilidade dimensional.

¹Engenheiro Florestal, Professor do Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lourival@ufla.br, morif@ufla.br

²Arquiteta e urbanista, Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – somendes@bol.com.br

³Engenheiro Florestal, Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – Setor de Ciências Agrárias – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal – Universidade Federal do Paraná/UFPR – Av. Lothário Meissner, 632 – J. Botânico – 80210-170 – Curitiba, PR – setsuo@ufpr.br

⁴Engenheira Florestal, Doutoranda em Ciência e Tecnologia da Madeira – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – mdonariac@yahoo.com.br

⁵Estudante de Graduação em Engenharia Florestal – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – rafael_farinassi@hotmail.com

A relação entre a densidade do painel e a densidade da madeira utilizada é denominada de razão de compactação e exerce uma influência acentuada nas propriedades dos painéis particulados de madeira (MOSLEMI, 1974). O aumento na densidade do painel ou redução na densidade da madeira para mesma densidade do painel, resulta em maior razão de compactação do painel e conseqüente aumento nas propriedades mecânicas dos painéis. Para manter a razão de compactação na faixa adequada de 1,3 a 1,6, Maloney (1993) e Moslemi (1974), recomendam o uso de espécies de madeira com densidade até 0,55 g/cm³.

Com relação à composição estrutural do painel em camadas cruzadas, Avramidis & Smith (1989), observaram uma significativa melhora nos resultados de MOE e MOR em flexão estática e expansão linear dos painéis OSB com o aumento na relação face/miolo. Essa tendência foi observada no sentido paralelo à orientação das partículas da camada superficial, enquanto que, no sentido perpendicular, foi verificada uma situação inversa, com redução nos valores de MOE e MOR e aumento na Expansão Linear. Os autores não constataram influência significativa do aumento da relação face/miolo nas propriedades de absorção de água (AA) e inchamento em espessura (IE). Cloutier (1998) afirma que a proporção face:miolo ideal está na faixa de 40:60 a 60:40, com base na porcentagem de peso seco das partículas encoladas. Essas proporções são as mais utilizadas pelas Indústrias Canadenses e Americanas de OSB.

Murakami et al. (1999) constataram um incremento nos valores de MOR e MOE dos painéis OSB, com o aumento na relação face/miolo. A ligação interna não foi afetada pelo aumento da relação face/miolo. Suzuki & Takeda (2000) também relatam que as propriedades de flexão estática são fortemente influenciadas pela proporção das camadas externa e interna, e que essas propriedades podem ser igualadas no sentido paralelo e perpendicular com 25% para camadas externas (25/50/25).

Mendes et al. (2003) constataram que a diminuição da relação face/miolo resulta em redução da diferença entre os valores na direção perpendicular e paralela de MOE, MOR, em flexão estática. Os autores observaram também um aumento nos valores de Compressão Paralela, tanto na direção paralela, quanto na perpendicular. Iwakiri et al. (2003) afirma que a composição do painel em camadas cruzadas, com a relação face/miolo/face de 20/60/20, apresentou melhor balanço de resistência à flexão estática. 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.

Desenvolveu-se, este trabalho, com o objetivo de avaliar a influência da densidade dos painéis e composição em camadas dos painéis OSB, produzidos com madeira de clones de *Eucalyptus* spp.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado neste estudo foi obtido de testes clonais de *Eucalyptus* spp com 7,5 anos de idade, cultivados num sistema agrosilvopastoril pela Companhia Mineira de Metais – Unidade Agroflorestral Riacho – Município de Vazante/MG. Foram coletadas três árvores de cada clone, sendo mensurados os diâmetros à altura do peito (DAP) e as alturas totais (HT) das árvores no momento do abate.

As toras de 2,5m de comprimento obtidas no campo foram conduzidas para a Serraria da UFLA, localizada no Campus Universitário, onde foram desdobradas em tábuas de 20mm de espessura. Estas tábuas foram levadas ao laboratório de usinagem e seccionadas em peças de 85mm de largura, que definiram o comprimento das partículas. As partículas foram geradas em um picador de disco, regulado para gerar partículas com espessuras em torno de 0,60mm.

As partículas foram secas ao ar livre para retirada do excesso de umidade e transferidas, posteriormente, para estufa com circulação forçada de ar para secagem final até o conteúdo de umidade na faixa de 3-4% base-massa-seca.

Os painéis foram produzidos conforme o plano experimental apresentado na Tabela 1.

As resinas e a parafina foram aplicadas nas partículas em um encolador tipo tambor giratório dotado de um copo graduado para o acondicionamento da quantidade de resina necessária para um painel e de uma pistola de baixa pressão para aspersão da resina sobre as partículas. Foram utilizadas duas pistolas na operação. Primeiramente, foi aplicada 1% de parafina, em seguida, foi feita a troca da pistola para aplicação de 6% de resina.

As partículas foram orientadas numa caixa orientadora de partículas desenvolvida por Mendes (2001), na qual foram depositadas as proporções definidas para cada camada (25, 50, 25). O colchão foi formado numa caixa acoplada abaixo da caixa orientadora de partículas.

O colchão foi submetido à pré-prensagem em uma prensa manual a frio, proporcionando uma acomodação inicial entre as partículas e redução da sua altura. A prensagem a quente foi realizada em uma prensa hidráulica

de laboratório com temperatura de 180°C, pressão específica de 40 kgf/cm² e tempo de prensagem de 8 minutos.

Após a prensagem, os painéis foram esquadrejados nas dimensões finais de 420 x 420 mm e acondicionados na câmara de climatização à temperatura de 20 ± 1°C e umidade relativa de 65 ± 3% até atingirem peso constante.

Na Tabela 2 estão apresentadas as propriedades mecânicas e físicas dos painéis OSB, avaliadas de acordo com as normas DIN e ASTM.

Os resultados foram avaliados através da análise de variância, a nível probabilidade de 95% e para verificação da diferença entre as médias foi aplicado o teste de Scott-Knott.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR) em flexão estática

Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios de MOE e MOR dos painéis com diferentes composições estruturais. Para o MOE no sentido paralelo, os painéis HO constituído de uma camada apresentaram média estatisticamente superior em relação aos painéis HE constituído de camadas cruzadas; esse resultado também foi observado por Mendes et al. (2000). No sentido

perpendicular, os painéis HO apresentaram média estatisticamente inferior em relação aos painéis HE. Esses resultados demonstram a influência da orientação das partículas e construção em camadas cruzadas sobre o MOE dos painéis OSB, confirmando as constatações feitas por Iwakiri et al. (2003), Mendes et al. (2003) e Suzuki & Takeda (2000). As diferenças observadas podem ser atribuídas ao fato de que nos painéis HE, 50% das partículas da camada interna estão orientadas perpendicularmente ao plano longitudinal do painel, enquanto que, nos painéis HO, 100% das partículas estão orientadas na direção paralela ao plano longitudinal do painel.

Para o MOR, os resultados foram similares ao encontrado para o MOE para os valores médios obtidos no sentido perpendicular ao plano longitudinal do painel. Entretanto, no sentido paralelo, as médias obtidas para os painéis HE e HO não apresentaram diferenças estatisticamente significativas. Os valores médios de MOE no sentido paralelo obtidos para os painéis HE e HO, e MOR no sentido perpendicular dos painéis HE, estão acima dos valores mínimos definidos pela norma canadense CSA 0437, de 234 kgf/cm² e 96 kgf/cm², respectivamente.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios de MOE e MOR dos painéis produzidos com diferentes densidades. Os resultados indicam que, tanto para o MOE,

Tabela 1 – Plano experimental.

Table 1 – Experimental design.

Tratamento	R	Tipo de resina	DP	tp (min.)	TP (°C)	DM (g/cm ³)	CP
1	5	F.F	0,7	8	180	0,56	HE
2	5	F.F	0,9	8	180	0,56	HE
3	5	F.F	0,7	8	180	0,56	HO

R: repetições; DP: densidade nominal do painel; tp: Tempo de prensagem; TP: Temperatura; DM: densidade da madeira; CP: Composição do painel; HE: painel de camada cruzada; e HO: painel de camada única.

Tabela 2 – Propriedades dos painéis OSB e normas utilizadas para ensaios.

Table 2 – Properties of the OSB and standard testing methods.

Propriedades Mecânicas	Propriedades Físicas
Flexão estática (MOE): norma DIN 52362 - 1982	Absorção de água (AA): norma ASTM D1037 (ASTM, 1996)
Flexão estática (MOR): norma DIN 52362 – 1982	Inchamento em espessura (IE): norma ASTM D1037 (ASTM, 1996)
Compressão paralela (CP): norma ASTM D1037 (ASTM, 1996)	Taxa de não retorno em espessura: norma ASTM D1037 (ASTM, 1996)
Ligação interna (LI): norma ASTM D1037 (ASTM, 1996)	

Tabela 3 – Influência da composição dos painéis sobre o MOE e MOR.**Table 3** – Effect of board composition on the MOE and MOR.

Composição dos painéis	MOE (kgf/cm ²)			
	Paralelo		Perpendicular	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
HE (T1)	31.703 a	5,56	9.774 b	26,32
HO (T3)	36.354 b	14,02	4.171 a	33,41
MOR (kgf/cm ²)				
HE (T1)	256 a	14,35	122 b	25,08
HO (T3)	255 a	45,71	27 a	29,91

MOE: módulo de elasticidade; MOR: módulo de ruptura; CV: Coeficiente de variação; HE: camadas cruzadas; HO: camada única. Valores das colunas seguidos por mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 4 – Influência da densidade nominal dos painéis sobre o MOE e MOR.**Table 4** – Effect of nominal board density on the MOE and MOR.

Densidade nominal (g/cm ³)	MOE (kgf/cm ²)			
	Paralelo		Perpendicular	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
0,70 (T1)	31.703 a	5,56	9774 a	26,32
0,90 (T2)	35.166 b	5,25	16.823 b	7,17
MOR (kgf/cm ²)				
0,70 (T1)	256 a	14,35	122 a	25,08
0,90 (T2)	368 b	15,13	308 b	11,81

MOE: módulo de elasticidade; MOR: módulo de ruptura; CV: Coeficiente de variação; Valores das colunas seguidos por mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

quanto para o MOR, o aumento na densidade nominal do painel de 0,70 g/cm³ para 0,90 g/cm³ resultam em aumento nos valores médios dessas propriedades. As diferenças encontradas foram estatisticamente significativas, tanto no sentido paralelo, quanto no sentido perpendicular. A relação direta entre a densidade do painel com o MOE e MOR em flexão estática são amplamente comentados por vários pesquisadores como Mendes (2001), Wu (1999) e Zhou (1990). Os valores médios de MOR no sentido paralelo e perpendicular dos painéis produzidos com densidades de 0,70 e 0,90 g/cm³, atendem ao requisito mínimo da norma canadense CSA 0437, cujos valores são respectivamente de 234 kgf/cm² e 96 kgf/cm².

3.2 Ligação interna

A influência da composição dos painéis sobre a ligação interna não foi avaliada nesta pesquisa, por não

haver interações diretas entre as mesmas, em função dos esforços exercidos nos ensaios de tração ser perpendicular à superfície de colagem entre as partículas.

Na Tabela 5, estão apresentados os valores médios de ligação interna dos painéis produzidos com diferentes densidades. Os valores médios obtidos para os painéis com densidades nominais de 0,70 e 0,90 g/cm³ não diferiram, estatisticamente, entre si. Entretanto, observa-se que, em números absolutos, os painéis com densidade nominal de 0,90 g/cm³ apresentaram média superior em relação aos painéis com densidade de 0,70 g/cm³. A relação direta entre a densidade do painel e a ligação interna é amplamente mencionada na literatura. De acordo com Moslemi (1974), painéis com maiores densidades apresentam maior razão de compactação, contribuindo para melhores resultados de ligação interna. Os valores médios de ligação interna obtidos para os painéis com densidade de 0,70 e 0,90 g/cm³ são

superiores ao valor mínimo de 3,45 kgf/cm², estabelecido pela norma CSA 0437.

3.3 Compressão paralela

Na Tabela 6, estão apresentados os valores médios de compressão paralela dos painéis produzidos com diferentes composições. Os resultados dos ensaios no sentido paralelo à orientação das partículas da face do painel mostram médias estatisticamente superiores dos painéis HO, em relação aos painéis HE, e uma inversão dos resultados para os ensaios no sentido perpendicular. Essas diferenças podem ser atribuídas à maior resistência ao cisalhamento da superfície de colagem entre as partículas à aplicação de esforços no sentido paralelo à orientação

da grã. Os ensaios no sentido perpendicular dos painéis HO, os esforços são aplicados perpendicularmente à superfície de colagem das partículas, resultando em valores inferiores de compressão. Já, nos painéis HE a metade das partículas estão orientadas no sentido paralelo à aplicação de esforços de compressão.

Na Tabela 7, estão apresentados os valores médios de compressão paralela dos painéis produzidos com diferentes densidades. Os resultados dos ensaios no sentido paralelo à orientação das partículas da face do painel indicam média estatisticamente superior dos painéis produzidos com densidade de 0,90 g/cm³ em relação aos painéis com densidade de 0,70 g/cm³. Para os ensaios no sentido perpendicular, as médias entre os painéis com

Tabela 5 – Influência da densidade nominal dos painéis sobre a ligação interna.

Table 5 – Effects of nominal board density on the internal bond.

Densidade nominal (g/cm ³)	Ligação interna	
	Resistência (kgf/cm ²)	CV (%)
0,70 (T1)	4,018 b	33,6
0,90 (T2)	4,375 b	26,2

CV: Coeficiente de variação; Valores das colunas seguidos por mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 6 – Influência da composição dos painéis sobre a compressão paralela.

Table 6 – Effects of board composition on the parallel compression.

Composição dos painéis	Compressão paralela (kgf/cm ²)			
	Paralelo		Perpendicular	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
HE (T1)	77,67 a	19,79	113,33 b	46,71
HO (T3)	149,00 b	20,43	44,67 a	14,57

CV: Coeficiente de variação; HE: camadas cruzadas; HO: camada única. Valores das colunas seguidos por mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 7 – Influência da densidade nominal dos painéis sobre compressão paralela.

Table 7 – Effects of nominal board density on the parallel compression.

Densidade nominal (g/cm ³)	Compressão paralela (kgf/cm ²)			
	Paralelo		Perpendicular	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
0,70 (T1)	77,67 a	19,79	113,33 b	46,71
0,90 (T2)	95,67b	22,93	123,67 b	4,74

CV: Coeficiente de variação; Valores das colunas seguidos por mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

densidades de 0,70 e 0,90 g/cm³ não diferiram estatisticamente entre si, embora em termos numéricos verifica-se maior valor médio de compressão, para os painéis com maior densidade. A relação direta entre a densidade do painel e a resistência à compressão paralela é amplamente relatada por vários pesquisadores como Iwakiri et al. (2003), Mendes (2001) e Saldanha (2004), entre outros.

3.4 Absorção de água e inchamento em espessura

Assim como na ligação interna, a influência da composição dos painéis sobre a absorção de água e inchamento em espessura não foi avaliada nesta pesquisa, pois a disposição das partículas no sentido paralelo ou perpendicular ao plano do painel não interferem diretamente sobre essas propriedades.

Na Tabela 8, estão apresentados os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água dos painéis produzidos com diferentes densidades. Para a absorção de água não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias obtidas para os painéis com densidades de 0,70 e 0,90 g/cm³, tanto para 2 horas, quanto para 24 horas de imersão em água.

Para o inchamento em espessura, as médias obtidas para 2 horas de imersão não diferiram estatisticamente entre si. Entretanto, para 24 horas de imersão, os painéis com densidade nominal de 0,90 g/cm³ apresentaram média estatisticamente inferior em relação aos painéis com densidade de 0,70 g/cm³. Tanto para absorção de água, quanto para o inchamento em espessura, os resultados obtidos nesta pesquisa não estão em conformidade com a

literatura, na qual, os autores como Maloney (1993) e Moslemi (1974) afirmam que há uma relação direta entre a densidade do painel e essas propriedades.

4 CONCLUSÕES

A composição do painel com uma camada (HO) e com três camadas cruzadas (HE) influenciou de forma significativa e positiva nos resultados de MOE, no sentido paralelo e perpendicular. Para o MOR, o mesmo foi verificado apenas no sentido perpendicular.

Para a compressão paralela ao plano do painel, os painéis HO apresentaram melhores resultados para os ensaios no sentido paralelo à orientação das partículas da face do painel, enquanto que, no sentido perpendicular os resultados foram inferiores em relação aos painéis HE. Explica-se o fato pela força nesse ensaio ser aplicada paralela à orientação das partículas.

O aumento na densidade nominal do painel de 0,70 para 0,90 g/cm³ resultou em maiores valores de MOE e MOR em flexão estática, ligação interna e compressão paralela promovidos pelo aumento do material lenhoso e razão de compactação. Não houve influência da densidade dos painéis sobre a absorção de água e inchamento em espessura.

Os resultados de MOR em flexão estática e ligação interna obtidos para os painéis produzidos com uma camada (HO) e três camadas cruzadas (HE), e com densidades de 0,70 e 0,90 g/cm³, foram superiores ao requisito mínimo estabelecido pela norma canadense CSA 0437.

As madeiras de clones de *Eucalyptus* spp mostraram viabilidade técnica para a produção de painéis OSB.

Tabela 8 – Influência da densidade nominal dos painéis sobre a absorção de água e inchamento em espessura – 2 e 24 horas.

Table 8 – Effects of the nominal board density in the water absorption and swelling in thickness - 2 and 24 hours.

Densidade Nominal (g/cm ³)	Absorção de água (%)			
	2 Horas		24 Horas	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
0,70 (T1)	7,48 a	38,46	25,98 c	44,74
0,90 (T2)	4,64 a	24,60	27,26 c	52,17
Inchamento em espessura (%)				
0,70 (T1)	2,41 a	45,82	11,07 c	38,40
0,90 (T2)	0,81 a	88,63	6,34 b	39,20

CV: Coeficiente de variação; Valores das colunas seguidos por mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 95% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott.

Recomenda-se a continuidade de estudos visando a viabilização do gênero *Eucalyptus*, na produção de painéis OSB.

5 AGRADECIMENTOS

À Companhia Mineira de Metais (Grupo Votorantin) e à FAPEMIG/CNPq pelo suporte logístico e financeiro para execução desta pesquisa.

6 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.

AVRAMIDIS, S.; SMITH, L. A. The effect of resin content and face-to-core ratio on some properties of oriented strand board. **Holzforschung**, Berlin, v. 43, n. 2, p. 131-133, 1989.

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

IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; SALDANHA, L. K. Produção de chapas de partículas orientadas "OSB" de *Eucalyptus grandis* com diferentes teores de resinas, parafina e composição de camadas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 135-145, dez. 2003.

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

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

MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; KEINERT JUNIOR, S.; SALDANHA, L. K. Avaliação do sistema de orientação de partículas na produção de painéis OSB (Oriented Strand Board). **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2000.

MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; KEINERT JUNIOR, S.; SALDANHA, L. K. Efeitos da densidade, composição dos painéis e teor de resina nas propriedades de painéis OSB. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 1-17, jan./jul. 2003.

MOSLEMI, A. A. **Particleboard**: technology. London: Southern Illinois Univerity, 1974. v. 2, 245 p.

MURAKAMI, K.; VEDA, M.; MATSUDA, M.; ZHAUG, M.; KAWASAKI, T.; KAWAI, S. Manufacture and properties of tree-layered particleboards with oriented face strands os veneers: **I. Mukuzai Gakkaishi**, Tokyo, v. 45, n. 5, p. 395-402, 1999.

SALDANHA, L. K. **Alternativas tecnológicas para produção de chapas de partículas orientadas "OSB"**. 2004. 83 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

Suzuki, S.; Takeda, K. Production and properties of Japanese oriented strand board I: effect of strand length and orientation on strenght properties of sugii oriented strand board. **Journal of Wood Science**, Tokyo, v. 46, n. 4, p. 289-295, 2000.

Wu, q. In-plane dimensional stability of oriented strand panel: effect of processing variables. **Wood and Fiber Science**, Madison, v. 31, n. 1, p. 28-40, 1999.

ZHOW, D. A estudo de oriented structural board made from hybrid poplar. Physical and mechanical properties of OSB. **Holz Als Roh Und Werkstoff**, Berlin, v. 48, n. 7/8, p. 293-296, 1990.