

UTILIZAÇÃO DE RESINAS ALTERNATIVAS NA PRODUÇÃO DE PAINÉIS OSB DE CLONES DE *Eucalyptus spp*

Soraya Aparecida Mendes¹, Lourival Marin Mendes², Marina Donária Chaves³, Fábio Akira Mori², José Reinaldo Moreira Silva², Paulo Fernando Trugilho²

(recebido: 12 de maio de 2005; aceito: 25 de maio de 2007)

RESUMO: Foram produzidos painéis OSB de misturas de clones de *Eucalyptus spp*, utilizando os tipos alternativos de resina (PMUF e MUF) e também a FF. A densidade básica média da madeira dos clones estudados foi de 0,56 g/cm³. As dimensões das partículas foram de 85 mm de comprimento, 20mm de largura e 0,60mm de espessura. A densidade nominal dos painéis produzidos foi de 0,70 g/cm³. Para as condições em que foram desenvolvidas este trabalho e pelos resultados obtidos chegou-se às seguintes conclusões: os valores de MOE e MOR são afetados pelo tipo de resina; os valores de ligação interna e compressão paralela não são afetados pelo tipo de resina; os valores de absorção de água e inchamento em espessura, após 2 horas de imersão em água, não são afetados pelo tipo de resina; as propriedades das chapas produzidas com resinas MUF e PMUF apresentaram valores satisfatórios, quando comparados com a FF, e estão de acordo com a Norma CSA 0437.0; a resina PMUF apresenta um grande potencial na manufatura de painéis OSB, reduzindo os custos de produção e a mistura de clones de *Eucalyptus spp* apresenta-se, inicialmente, como uma alternativa para viabilizar a utilização da madeira de eucalipto na produção de painéis OSB.

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

PRODUCTION OF OSB PANELS OF *Eucalyptus spp* CLONES WITH ALTERNATIVE RESINS

ABSTRACT: OSB Panels of mixtures of clones of *Eucalyptus spp* were produced, using alternative types of PMUF and MUF resin. The average basic density of the studied clones was 0.56 g/cm³. The dimensions of particles were 85mm length, 20mm width and 0.60mm thickness. The nominal density of the produced panels was 0.70 g/cm³. According to the conditions in which this work was developed and taking into consideration the obtained results the main conclusions are: the values of MOE and MOR are affected by the type of resin; the values of internal linking and parallel compression are not affected by the type of resin; the values of water absorption and thickness swell, after 2 hours of immersion in water, are not affected by the type of resin; the properties of MUF and PMUF resins presented satisfactory values in accordance with CSA 0437.0; PMUF resin presented great potential for manufacturing OSB panels, reducing the production costs. The mixture of clones of *Eucalyptus spp* wood seems to be an excellent alternative for producing OSB panels of *Eucalyptus* clones wood.

Key words: OSB panels, resins, clones of *Eucalyptus spp*.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de painéis à base de madeira permite além de manter muitas das vantagens da madeira sólida, adicionar outras, como as dimensões dos painéis que não são relacionadas às dimensões das árvores. Na fabricação de painéis, pode-se agregar valor a materiais de baixa aceitação como resíduos de serrarias e desbastes e também há possibilidade de se eliminar muitos defeitos provenientes da anatomia da árvore, como nós, medula, desvios da grã, conferindo ao produto final homogeneidade muito maior que a encontrada na madeira serrada.

No final dos anos 90, os painéis reconstituídos, principalmente os particulados assumiram grande destaque no mercado nacional. Estes painéis apresentaram maior evolução, tanto em termos de volume de produção como de inovações tecnológicas, disponibilizando ao mercado novos produtos, como “MDF” (Medium Density Fiberboard – Chapas de fibras de média densidade) e o “OSB” (Oriented Strand Board – Chapas de partículas orientadas), matérias-primas alternativas para os setores moveleiros e de construção civil, respectivamente.

A utilização das chapas OSB tem crescido significativamente em virtude de fatores como: (1) redução

¹Arquiteta e urbanista, Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – somendes@bol.com.br

²Professores do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lourival@ufla.br; morif@ufla.br; jreinaldo@ufla.br; trugilho@ufla.br

³Doutoranda em Ciência e Tecnologia da Madeira no Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – mdonariac@yahoo.com.br

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 dos painéis OSB é determinada pela tecnologia de produção e não em função do comprimento das toras; (4) A performance do OSB é atualmente reconhecida pelos grupos normativos, construtores e consumidores (IWAKIRI, 1999).

De acordo com Sellers (2001), a resina mais utilizada na produção do OSB é a fenólica, entretanto o uso da resina de isocianato é crescente, embora tenha custo superior.

Segundo Marra (1992), os principais tipos de resina utilizados pelas indústrias de painéis reconstituídos de madeira são: uréia-formaldeído (UF), fenolformaldeído (FF), melamina-formaldeído (MF) e difenil-metano di-isocianato (MDI).

Por ser o componente de maior custo, torna-se muito importante a definição do tipo e quantidade de resina a ser utilizada, no sentido de se buscar uma otimização na relação custo-benefício.

As resinas FF e MF são indicadas para produção de chapas para uso externo ou em ambientes com alta umidade relativa (KELLY, 1977; MOSLEMI, 1974a,b).

De acordo com as informações técnicas das indústrias, a resina fenol formaldeído é utilizada na faixa de 4 a 6%, na produção de chapas OSB (IWAKIRI et al., 2003).

Estudando chapas "waferboard" de *Pinus spp*, Brito (1984) encontrou incremento nas propriedades mecânicas e inchamento em espessura com o aumento do teor de resina fenólica de 4 para 8%. Existe ainda a possibilidade de uso de resina melamina-formaldeído, como fortificante, em mistura com a resina uréia formaldeído, para reduzir o custo e melhorar a estabilidade dimensional das chapas. Algumas indústrias produzem resinas compostas de melamina uréia-formaldeído (MUF) e fenol melamina-uréia-formaldeído (PMUF), como alternativas para produção de chapas com melhor estabilidade dimensional e com custo relativamente inferior (SALDANHA, 2004).

O mesmo autor produziu chapas OSB com madeira de *Pinus taeda* com a utilização de resinas PMUF e MUF e não encontrou uma contribuição para melhorar as propriedades de MOE, MOR e ligação interna. Com relação à estabilidade dimensional, as chapas produzidas com resina PMUF apresentaram comportamento similar à chapa com resina FF.

Conduziu-se o presente trabalho para avaliar o efeito do tipo de resina FF, MUF e PMUF em painéis OSB, produzidos com partículas de clones de *Eucalyptus spp*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado para este estudo foi obtido de testes clonais cultivado pela Companhia Mineira de Metais – Unidade Agroflorestal Riacho – Município de Vazante/MG. Este material foi coletado num teste clonal de 7,5 a 13,5 anos de idade, cultivados em um sistema agrosilvopastoril. Foram selecionados 11 clones, sendo abatidas 3 árvores por clone.

A densidade básica média da madeira dos clones estudados foi de 0,56 g/cm³. O valor mínimo obtido foi de 0,52 g/cm³, enquanto o valor máximo foi de 0,75 g/cm³.

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

As partículas foram secas, até o conteúdo de umidade de 3-4%, base massa seca, utilizando uma estufa de laboratório, com circulação forçada de ar. Em seguida as partículas dos clones foram misturadas em partes iguais.

As resinas utilizadas foram a fenol-formaldeído (FF), melamina-uréia-formaldeído (MUF) e fenol-melamina-uréia formoldeído (PMUF) (Tabela 1) e a parafina na forma de emulsão (Tabela 2).

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 cada painel. Neste encolador também está acoplada uma pistola de baixa pressão, que, por aspersão distribui a resina sobre as partículas. Foram utilizadas duas pistolas na operação. Primeiramente, foi aplicada 6% de resina, em seguida, foi feita a troca da pistola para aplicação de 1% de parafina.

As partículas foram orientadas por uma caixa orientadora de partículas onde foram depositadas as proporções estipuladas para cada camada (25/50/25), que é acoplada sobre uma caixa formadora, acondicionando as partículas orientadas.

O colchão foi levado para uma pré-prensagem, em uma prensa manual a frio, proporcionando uma acomodação inicial entre as partículas e uma redução da altura do colchão, iniciando o processo de adesão pelo contato mais íntimo das partículas, preparando-o para a prensagem a quente.

Tabela 1 – Características e especificações das resinas utilizadas.**Table 1** – Characteristics and specifications of used resins.

Tipo	Itens						
	1	2 (%)	3 (cP)	4	5 (g/cm ³)	6 (seg.)	7 (%)
FF	LVV	50 a 52	150 a 200	11 a 13	1,23 a 1,24	6 a 11	-
MUF	LBL	62 a 64	100 a 200	8,5 a 9,5	1,26 a 1,28	40 a 55	Max. 0,50
PMUF	-	63 a 65	160 a 240	9,0 a 10	1,28 a 1,29	80 a 110	Max. 0,30

1-Aspecto da resina; 2–Teor de sólidos; 3–Viscosidade; 4–pH; 5–Densidade; 6–Gel Time; 7–Formol livre; LVL–Líquido vermelho viscoso; LBL–Líquido branco leitoso; cP- Centpoise; FF Fenol-flormoldeído; MUF Melamina-ureia-formoldeído; PMUF Fenol-Melamina-ureia-formoldeído.

Fonte: Certificado de análise físico-químico de resina (DYNEA BRASIL, 2003).

Tabela 2 – Características e especificações da emulsão de parafina.**Table 2** – Characteristics and specifications of paraffin emulsion.

Itens	Met de ensaio	Referência	Resultado
1	Mapa 06	ACTS	60 %
2	Mapa 07	NBR 7353	10
3	Mapa 08	NBR 5849	18 Seg
4	Mapa 16	ACTS	0,93 g/cm ³
5	Mapa 17	ASTM D 721	0,31

1 – Teor de sólidos; 2 – pH; 3 – Viscosidade; 4 – densidade e 5 – Teor de óleos

A prensagem a quente foi realizada em uma prensa hidráulica de laboratório, com controle de temperatura e pressão.

A temperatura de prensagem foi de 140 °C para o tratamento de resina MUF, e de 180 °C, para as resinas FF e PMUF. O tempo de prensagem foi de 8 minutos e a pressão específica de 40 kg/cm².

Após a manufatura dos painéis, estes foram levados para o laboratório de usinagem da madeira, onde foram esquadrejados, objetivando a retirada das bordas e ajustando suas dimensões para 420 x 420 mm.

Posteriormente, foram empilhados e mantidos em câmara de climatização a uma temperatura de 20°C e 65% de umidade relativa, até atingirem peso constante. Estas condições são exigidas pelas normas de ensaios, para que os resultados dos testes realizados sejam padronizados e permitam adequada comparação.

Após os ensaios dos corpos-de-prova, os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (Scotch-Knot), ao nível de 95% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Propriedades mecânicas

3.1.1 Módulos de Elasticidade e Ruptura

Na Tabela 3, estão apresentados os valores médios e seus respectivos coeficientes de variação do efeito tipo de resina para módulos de elasticidade e ruptura, nos sentidos paralelo e perpendicular, em relação à orientação das partículas do plano da chapa.

Tanto para o MOE quanto para o MOR, no sentido paralelo, os resultados obtidos demonstraram que as resinas PMUF e FF apresentaram valores médios estatisticamente iguais, resultado também observado por Saldanha (2004), que produziu painéis OSB com a madeira de *Pinus spp.* No sentido perpendicular, os valores de MOE e MOR para as resinas PMUF e MUF foram superiores àqueles apresentados pela resina FF. Estes resultados diferem aos encontrados por Murakami et al. (1999) e Saldanha (2004), que encontraram valores superiores para resina fenólica em relação à resina com composição melamínica. O que pode explicar esses resultados é o menor teor de sólidos (50 a 52%) da resina FF, em relação a MUF (62 a 64%) e PMUF (63 a 65%), promovendo assim uma linha de cola de menor resistência.

Comparando os valores de MOE e MOR obtidos neste trabalho, em relação aos valores mínimos exigidos pela norma CSA 0437.0 (Tabela 8), pode-se observar que os painéis produzidos se enquadram em uma faixa intermediária entre a categoria O-2 e O-1. Os valores se encontram bem mais próximos à categoria de melhor qualidade (O-2), com exceção dos valores de MOE paralelo, que ficaram com valores próximos à categoria R-1, que não apresenta orientação das partículas. Neste sentido, pode-se inferir que algum problema relacionado ao processo de

Tabela 3 – Influência do tipo de resina sobre os valores médios de MOE e MOR (paralelo e perpendicular).**Table 3** – Influence of resin type on medium values of MOE and MOR (parallel and perpendicular).

Tipo de resina	MOE (Kgf/cm ²)			
	Paralelo		Perpendicular	
	MÉDIA	CV (%)	MÉDIA	CV (%)
MUF	28084 c	6,56	14086 b	14,23
FF	31703 d	5,56	9774 a	26,32
PMUF	32548 d	15,15	15749 b	14,42
T 1- MUF T 2- FF T 3- PMUF	MOR (Kgf/cm ²)			
	315 g	10,89	264 f	24,30
	256 f	14,35	122 e	25,08
	262 f	13,23	234 f	26,28

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

orientação das partículas ocorreu em relação às camadas externas (faces), uma vez que os valores do MOE perpendicular não apresentou valores discrepantes em relação à norma, o que provavelmente ocorreu foi uma orientação adequada das partículas da camada interna ou miolo dos painéis.

3.1.2 Ligação Interna

Na Tabela 4, estão apresentados, os valores médios de ligação interna e seus respectivos coeficientes de variação do efeito dos tipos de resina.

Tabela 4 – Influência do tipo de resina sobre os valores médios de ligação interna.**Table 4** – Influence of resin type on medium values of internal connection.

Tipos de resina	Ligação Interna (Kgf/cm ²)	
	Resistência	CV (%)
MUF	3,58 b	20,75
FF	4,02 b	33,59
PMUF	3,92 b	22,80

CV – Coeficiente de variação. Obs: Valores das colunas seguidos por mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade, pelo teste de Scotch-Knot.

Os tipos de resina não afetaram de forma significativa os valores de ligação interna. Estes resultados diferem aos encontrados por Murakami et al. (1999) e Saldanha (2004), que encontraram valores superiores para resina fenólica em relação à resina

melamínica. A madeira de eucalipto produz partículas mais heterogêneas com relação às suas dimensões, como também gera uma maior quantidade de finos. Este fato deve ser estudado com mais detalhes, pois pode afetar a qualidade das chapas, conforme a citação de Maloney (1993) de que todas as variáveis do processo de produção interagem entre si.

Os valores de ligação interna observados estão acima dos valores estipulados pela norma CSA 0437, como pode ser observado na Tabela 8. Para o caso específico desta propriedade, os painéis produzidos são classificados na categoria O-2.

3.1.3 Compressão Paralela

Na Tabela 5, interferem-se os valores médios de compressão paralela e seus respectivos coeficientes de variação do efeito dos tipos de resina, nos sentidos paralelo e perpendicular, em relação à orientação das partículas do plano da chapa.

Os valores médios de compressão não apresentaram diferenças estatisticamente significativas no sentido paralelo. Para o sentido perpendicular, as resinas FF e MUF comportaram-se de forma igual, sendo estatisticamente superior ao tipo PMUF. Os valores, no sentido perpendicular, são superiores ao paralelo em função da relação face/miolo, utilizado na produção dos painéis que foi de 25/50/25. Desta forma os corpos-de-prova, no sentido perpendicular, apresentam 50% de seu volume com as fibras paralelas ao sentido de aplicação da força, e também as camadas externas mais densificadas estão no sentido perpendicular de aplicação da força.

Tabela 5 – Influência do tipo de resina sobre os valores médios de compressão paralela.

Table 5 – Influence of resin type on medium values of parallel compression.

Tipos de resina	Compressão Paralela (Kgf/cm ²)			
	Paralelo		Perpendicular	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
MUF	48,67 a	39,33	120,33 b	4,80
FF	77,67 a	19,79	113,33 b	46,71
PMUF	59,33 a	38,59	80,67 a	10,83

CV – Coeficiente de variação. Obs: Valores das colunas seguidos por mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade, pelo teste de Scotch-Knot.

3.2 Propriedades Físicas

3.2.1 Absorção de Água e Inchamento em Espessura

Na Tabela 6, estão apresentados os valores médios e seus respectivos coeficientes de variação do efeito tipos de resina para absorção de água e inchamento em espessura, após 2 horas e 24 horas de imersão em água.

Para os resultados de absorção em água, após 2 horas de imersão, os tipos de resina não influenciaram de forma estatisticamente significativa. Quando analisados os resultados de absorção de água, após 24h de imersão, os tipos alternativos MUF e PMUF foram estatisticamente iguais, e inferiores em relação à resina FF. Estes resultados

Tabela 6 – Influência do tipo de resina sobre os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura, 2 e 24 horas após imersão em água.

Table 6 – Influence of resin type on medium values of water absorption and thickness swell, 2 and 24 hours after immersion in water.

Tipos de resina	Absorção de Água (%)			
	2 Horas		24 Horas	
	Média	CV (%)	Média	CV (%)
MUF	4,34 a	32,36	10,01 b	50,45
FF	7,48 a	38,46	25,98 c	44,74
PMUF	3,25 a	34,55	11,66 b	43,05
Inchamento em Espessura (%)				
MUF	1,95 a	31,40	9,49 c	31,49
FF	2,41 a	45,82	11,07 c	38,40
PMUF	2,20 a	29,99	6,75 b	16,30

CV – Coeficiente de variação. Obs: Valores das colunas seguidos por mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade, pelo teste de Scotch-Knot.

foram diferentes ao encontrado por Saldanha (2004), que menciona um aumento no valor desta propriedade, para os tipos alternativos de resina (MUF e PMUF).

Nas propriedades inchamento em espessura, após 24 horas, o tipo de resina PMUF apresentou uma redução nos valores médios, comparando com a resina FF e MUF.

Pela Tabela 8, pode-se observar que os valores encontrados de inchamento em espessura, para os três tipos de resina, após duas horas de imersão em água, estão abaixo do valor mínimo estabelecido pela Norma CSA 0437.0. Também para esta propriedade, os painéis produzidos são classificados na categoria O-2.

3.2.2 Taxa de Não Retorno em Espessura

Na Tabela 7, estão apresentados os valores médios e seus respectivos coeficientes de variação do efeito tipo de resina para taxa de não-retorno em espessura.

Os tipos de resina não afetaram estatisticamente os valores médios para taxa de não-retorno em espessura. Estes resultados diferem dos encontrados por Saldanha (2004), em que relata um aumento no inchamento residual da chapa, quando as mesmas foram produzidas com resina MUF.

Cabe ressaltar, que a maioria dos valores encontrados neste trabalho, estão entre as categorias O-2 e O-1 da Norma CSA 0437.0 (Tabela 8). Sabe-se que a produção de painéis de partículas em laboratório, apresenta suas propriedades com altos valores de coeficiente de variação, o que proporciona, na maioria das vezes, valores

iguais, estatisticamente, porém os valores numéricos apresentam uma amplitude considerada. Este fato pode ser atribuído, entre alguns fatores principalmente à aplicação heterogênea da resina, no laboratório, o que não acontece no processo industrial, onde se consegue uma aplicação mais homogênea.

Neste sentido os valores obtidos em laboratório, apresentam uma inferência inicial importante, sobre a viabilidade de utilização de novas resinas e espécies, na produção de painéis particulados. Testes pilotos à nível industrial são recomendados e, provavelmente, os valores das propriedades serão superiores aos encontrados em laboratório.

Tabela 7 – Influência do tipo de resina sobre os valores médios de taxa de não-retorno em espessura.

Table 7 – Influence of resin type on medium values of thickness no-return rate.

Tipos de resina	TNRE (%)	
	Média	CV (%)
MUF	6,76 a	34,84
FF	7,27 a	31,67
PMUF	4,99 a	24,99

CV – Coeficiente de variação. Obs: Valores das colunas seguidos por mesma letra, não diferem estatisticamente entre si, a 95% de probabilidade, pelo teste de Scotch-Knot.

4 CONCLUSÕES

Considerando as condições em que este trabalho foi desenvolvido e pelos resultados obtidos, conclui-se que:

Tabela 8 – Propriedades físicas e mecânicas de painéis OSB (Oriented Strand Board) definidos pela norma CSA O437.0.

Table 8 – Physical and mechanical properties of OSB panels (oriented strand board) defined by CSA 0437.0 norm.

Propriedades	*O-2	*O-1	**R-1
• módulo de ruptura paralelo (kgf/cm ²)	290	234	172
• módulo de ruptura perpendicular (kgf/cm ²)	124	96	172
• módulo de elasticidade paralelo (kgf/cm ²)	55000	45000	31000
• módulo de elasticidade perpendicular (kgf/cm ²)	15000	13000	31000
• ligação interna (kgf/cm ²)	3,45	3,45	3,45
• aumento em espessura após duas horas de imersão em água:			
➢ espessura abaixo de 12,7 mm	15 %	15 %	15 %
➢ espessura acima de 12,7 mm	10 %	10 %	10 %

Fonte: Adaptado da Canadian Standards Association (1993). *Categoria O: orientado (OSB); **Categoria R: aleatório (Waferboard).

Os valores de MOE e MOR são afetados pelo tipo de resina;

Os valores de ligação interna e compressão paralela não são afetados pelo tipo de resina;

Os valores de absorção de água e inchamento em espessura, após 2 horas de imersão em água, não são afetados pelo tipo de resina;

As propriedades das resinas MUF e PMUF apresentaram valores satisfatórios de acordo com a Norma CSA 0437.0;

A resina PMUF apresenta um grande potencial na manufatura de painéis OSB, reduzindo os custos de produção;

A mistura de clones de *Eucalyptus spp* apresenta-se como uma alternativa promissora para produção de painéis OSB.

5 AGRADECIMENTOS

Sinceros agradecimentos à **FAPEMIG** e Companhia Mineira de Metais - CMM, respectivamente, pelo financiamento do projeto EDT 1523-03 e apoio logístico.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, E. O. **A viabilidade de utilização de espécies de *Pinus* para a produção de chapas de composição estruturais waferboards**. 1984. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1984.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. **OSB and Waferboard**. Ontario, 1993. 18 p.

DYNEA BRASIL. **Dynomel HMP 296**. [S.l.], 2003. (Boletim técnico).

- IWAKIRI, S. Painéis de partículas orientadas "OSB". **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 41, p. 52-53, 1999.
- IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; SALDANHA, L. K. Produção de chapas de partículas orientadas "OSB" de *eucalyptus grandis grandis* com diferentes teores de resinas, parafina e composição de camadas. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 135-145, 2003.
- KELLY, M. W. **A critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboards**. Madison: U.S. For. Prod. Lab. General Technical Report, 1977. 66 p.
- MALONEY, T. M. **Modern particleboard e dry-process fiberboard manufacturing**. 2. ed. São Francisco: M. Freeman, 1993. 689 p.
- MARRA, A. A. **Technology of wood bonding**: principles in practice. New York: V. N. Reinhold, 1992. 453 p.
- MOSLEMI, A. A. **Particleboard**: materials. Amsterdam: Southern Illinois University, 1974a. v. 1, 244 p.
- MOSLEMI, A. A. **Particleboard**: technology. Amsterdam: Southern Illinois University, 1974b. v. 2, 245 p.
- MURAKAMI, K. et al. Manufacture and properties of tree-layered particleboards with oriented face strands os veneers: I. Japan. **Wood Science**, Tokyo, v. 45, n. 5, p. 395-402, 1999.
- SALDANHA, L. K. **Alternativas tecnológicas para produção de chapas de partículas orientadas "OSB"**. 2004. 83 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- SELLERS, T. Wood adhesive: innovations and applications in North America. **Forest Products Journal**, Amsterdam, v. 51, n. 6, p. 12-22, June 2001.