

CHAPAS DE MADEIRA AGLOMERADA DE UMA CAMADA DE *Pinus elliottii* ENGELM. COM A ADIÇÃO DAS CASCAS DE *Eucalyptus pellita* F. MUELL

Edvá Oliveira Brito¹, Djeison Cesar Batista², Graziela Baptista Vidaurre³ e Ludmila de Carvalho Sampaio⁴

(recebido: 16 de dezembro de 2004; aceito: 13 de setembro de 2005)

RESUMO: Com este trabalho, objetivou-se avaliar as propriedades físicas e mecânicas das chapas de madeira aglomerada de uma camada de *Pinus elliottii* produzidas com adição de casca de *Eucalyptus pellita*. As propriedades mecânicas avaliadas foram flexão estática (módulo de ruptura e módulo de elasticidade) e ligação interna, enquanto que as propriedades físicas foram inchamento em espessura e absorção de água. Os teores de 6 e 8% de adesivo uréia-formaldeído PB 2346 foram utilizados na confecção das chapas, que tiveram as seguintes proporções casca/madeira: 0/100, 10/90, 20/80 e 30/70, com três repetições cada tratamento. Tecnicamente a inclusão de casca na produção de aglomerados mostrou-se viável, de acordo com os resultados obtidos nos ensaios físicos e mecânicos que as chapas foram submetidas.

Palavras-chave: Aglomerados, casca, *Eucalyptus pellita*, *Pinus elliottii*.

ADDITION OF *Eucalyptus pellita* F. MUELL. BARK TO *Pinus elliottii* ENGELM PARTICLEBOARD PRODUCTION

ABSTRACT: This paper evaluated the physical and mechanical properties of particleboards manufactured with *Eucalyptus pellita* bark added to *Pinus elliottii* wood. The mechanical properties evaluated were static bending (modulus of rupture and modulus of elasticity) and tensile strength perpendicular to surface, while the physical ones were thickness swelling and water absorption. Urea-formaldehyde PB 2346 adhesive was used in the rates of 6% and 8%, in particleboard manufacturing. The bark/wood rates were: 0/100, 10/90, 20/100 and 30/70, with three repetitions to each treatment. Bark inclusion into particleboard production showed to be technically possible, according to physical and mechanical results obtained.

Key words: particleboard, bark, *Eucalyptus pellita*, *Pinus elliottii*.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o processo de produção de chapas aglomeradas, desde os seus primórdios (1966) até os dias atuais, tem sido predominantemente realizado pelo processo de formação em três camadas, com partículas de geometria variada, e a matéria-prima é oriunda de madeira em toretes, os quais são transformados em partículas com o uso de picadores e moinhos de martelos. Os aglomerados foram produzidos inicialmente nos Estados Unidos, com o objetivo de se aproveitar sobras de serraria. Atualmente, estão sendo utilizadas outras fontes de matéria-prima além das sobras, tais como fibras de coco, bagaço de cana e palhas de gramíneas (SOUZA & TEIXEIRA, 2002). As principais variáveis de controle no processo produtivo são: a densidade da madeira utilizada, a

densidade da chapa, geometria e umidade das partículas, quantidade de resina e ciclo de prensagem (KELLY, 1977). A madeira utilizada pode ser tanto de coníferas como de folhosas, de preferência, de baixa densidade ou uma mistura destas. Atualmente, as madeiras de reflorestamento são as utilizadas para a fabricação de aglomerados. Dentre os resíduos da indústria madeireira, a casca de madeira que na maioria das vezes é desprezada na industrialização (RICHTER & BÜRGER, 1991) representa uma alternativa para utilização na fabricação de aglomerados, em combinação com outras partículas de madeira. Segundo Maloney (1977), a casca tem sido usada em pequenas quantidades para a fabricação de aglomerados, tanto nos Estados Unidos como em outras partes do mundo. A quantidade de resíduos oriundos das indústrias madeireiras e de resíduos da exploração florestal é bastante elevada.

¹ Professor Adjunto IV; Doutor; DPF/IF, UFRRJ – BR465, km7 – Seropédica, RJ – 23851-970 – edva@ufrj.br

² Graduando em Engenharia Florestal – DPF/IF, UFRRJ – BR465, km7 – Seropédica, RJ – 23851-970 – djeisoncesar@click21.com.br – Bolsista do PIC/UFRRJ

³ Mestranda em Ciências Florestais; DEF – Universidade Federal de Viçosa/UFV – Campus Universitário – Viçosa, MG – 36571-000 – grazibaptista@click21.com.br

⁴ Graduanda em Engenharia Florestal – DPF/IF, UFRRJ – BR465, km7 – Seropédica, RJ – 23851-970 – lud_csampaio@yahoo.com.br

Embora a utilização de resíduos na indústria brasileira seja ainda em pequena escala, alguns trabalhos de pesquisa têm demonstrado a viabilidade de utilização dos mesmos, e ressaltam a necessidade do melhor aproveitamento da matéria-prima (madeira) e uso racional dos recursos florestais (BRITO, 1995; IWAKIRI, 2000; TEIXEIRA et al., 2002; VITAL et al., 2004).

A madeira de *Pinus elliottii* utilizada no trabalho de Haselein et al. (2002) apresentaram densidade básica média igual 0,48 g/cm³. Já madeira de *Pinus elliottii* utilizada por Hillig et al. (2002) apresentaram densidade básica média igual a 0,47 g/cm³.

Haselein et al. (2002) obtiveram resultados de MOE variando de 19.006 a 30.303 kgf.cm⁻², em chapas de aglomerados de densidade variando de 0,68 a 0,72 g/cm³, produzidas a partir da madeira de *Pinus elliottii*, enquanto que no trabalho de Vital et al. (2004) foram obtidos valores de MOE igual a 32.118,0 kgf/cm² e MOR igual a 289,4 kgf/cm², no tratamento com 8% de adesivo uréia-formaldeído, em chapas de aglomerados de *Pinus elliottii*.

Valores de ligação interna variando entre 0,24 e 1,59 kgf/cm² foram obtidos no estudo de Lima et al. (2002), enquanto que Haselein et al. (2002) encontraram, para este mesmo teste, valores entre 1,85 e 2,86 kgf/cm².

Lima et al. (2002) encontraram valores de inchamento em espessura 2h variando entre 47 e 58%, enquanto que Haselein et al. (2002) obtiveram valores entre 3,47 e 4,48%. No estudo de Lima et al. (2002), os valores de inchamento em espessura 24h variaram

entre 61 e 80% e no estudo de Haselein et al. (2002) esses valores ficaram entre 27,43 e 35,43%.

Iwakiri et al. (2003) obtiveram valores de absorção de água 2h variando de 6,95 a 27,39%, e Lima et al. (2002) obtiveram valores entre 88 e 110%. A propriedade de absorção de água 24h variou entre 24 e 41% no estudo de Iwakiri et al. (2003), enquanto que valores variando de 27,43 a 35,43% foram obtidos por Haselein et al. (2002).

Com o desenvolvimento de novas tecnologias a respeito da utilização de resíduos, dos mais diversos setores produtivos da base florestal, os custos poderão ser reduzidos, facilitando o acesso dos mesmos ao consumidor de forma ecologicamente correta, sustentável e agregando valor aos resíduos.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar as propriedades físicas e mecânicas de chapas de aglomerados produzidas com partículas convencionais de madeira com adição de casca, utilizando-se diferentes proporções casca/madeira e dois níveis de adesivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em um delineamento experimental inteiramente ao acaso do tipo fatorial 4 x 2 x 3, apresentado na Tabela 1. Para avaliar o efeito dos tratamentos foi utilizada a análise de variância para todos os ensaios. As análises foram feitas ao nível de 95% de probabilidade, tanto para o teste de *F*, quanto para o teste de *Tukey* (todas as vezes que a hipótese da nulidade foi rejeitada).

Tabela 1 – Delineamento experimental.

Table 1 – Experimental outline.

Tratamentos	Casca (%)	Madeira (%)	Adesivo (%)	Repetições
T1	0	100	6	3
T2	10	90	6	3
T3	20	80	6	3
T4	30	70	6	3
T5	0	100	8	3
T6	10	90	8	3
T7	20	80	8	3
T8	30	70	8	3

A madeira utilizada foi proveniente de duas árvores de *Pinus elliottii*, com doze anos de idade, coletadas aleatoriamente no *campus* da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Do tronco foram retirados discos com 2,5 cm de espessura a partir da base da árvore a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial, além de um disco extra à altura do peito (DAP), para a determinação da densidade básica da madeira (DBM). O restante do tronco também foi transformado em discos, que foram descascados e transformados em partículas grandes (comprimento de 3 cm e espessura de 0,5 mm), para posterior geração das partículas dimensionadas em um moinho de martelos com malha de 8 mm de diâmetro. As cascas de *Eucalyptus pellita* foram obtidas de moirões da usina de tratamento e preservação de madeira do Instituto de Florestas da UFRRJ. Os moirões foram descascados em tiras de comprimento variável e largura de aproximadamente 5 cm, que foram picadas com facão, atingindo um comprimento aproximado de 10 cm. Quinze dessas amostras de 10 x 5 cm foram climatizadas (65% de umidade e 20°C), para determinação da densidade pelo método da imersão em mercúrio (VITAL, 1984). Então, essas cascas picadas foram levadas a um moinho de martelo com malha de 8 mm de diâmetro para a geração das partículas. As partículas de madeira e casca foram deixadas ao ar livre e depois foram levadas à estufa (103± 2C) até atingirem o teor de umidade de 5% (base peso seco). A classificação das partículas de casca e de madeira foi feita com peneiras mecânicas, e foram utilizadas as partículas que passaram pela peneira de 4,00 mm e ficaram retidas na peneira de 0,61 mm. As partículas de madeira apresentaram espessura e comprimento médios de, respectivamente, 0,51 mm e 1,15 cm. As partículas de casca apresentaram espessura e comprimento médios de, respectivamente, 0,63 mm e 1,53 cm. O adesivo utilizado foi o uréia-formaldeído (PB- 2346) e o catalisador foi o sulfato de amônia a 2% sobre o teor de sólidos do adesivo. A densidade nominal das chapas foi de 0,70 g/cm³. Após a aplicação do adesivo pronto sobre as partículas, estas foram pré-prensadas em uma forma de madeira de dimensões de 40 cm x 40 cm, formando um colchão de uma

só camada. O colchão de partículas foi posto entre duas chapas de alumínio, com espaçadores de espessura igual a 1,27 cm e, posteriormente prensado em prensa hidráulica de pratos planos horizontais e aquecimento elétrico e, então, submetido a uma temperatura de 140°C e pressão específica de 30 kgf/cm², durante 10 minutos. O tempo de fechamento da prensa foi de 30 segundos. Depois de prensadas e devidamente identificadas, as chapas foram acondicionadas em sala de climatização (65% de umidade e 20°C) e em seguida tiveram os corpos de prova confeccionados de acordo com a norma ASTM D 1037-91 (ASTM, 1982). As dimensões e número de corpos de prova (CP) em função do tipo de ensaio foram:

- Flexão estática - Módulo de Ruptura (MOR) e Módulo de Elasticidade (MOE): 25 x 5 x 1,27 cm; 2 CP para cada ensaio (MOR e MOE).

- Ligação Interna (LI)- 5 x 5 x 1,27 cm; 5CP.

- Inchamento em espessura (IE) e absorção de água (AA) - Imersão em água 2 e 24 horas: 15 x 15 x 1,27 cm; 2 CP.

Depois de confeccionados, os corpos de prova tiveram os ensaios mecânicos realizados em uma máquina universal de ensaio hidráulica, baseados na norma ASTM D 1037-91 (ASTM, 1982).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Densidade básica da madeira (DBM) e densidade média da casca

A DBM das duas árvores de *Pinus elliottii* utilizadas para a produção das chapas foi igual a 0,52 g/cm³. Portanto, a DBM das árvores observadas no presente trabalho encontra-se dentro do intervalo proposto para a produção de chapas de aglomerados de acordo com a literatura especializada (MALONEY, 1977). A densidade média das cascas de *Eucalyptus pellita* utilizadas em adição nas chapas foi igual a 0,52 g/cm³.

3.2 Densidade das chapas

O valor médio de densidade das chapas, para cada tratamento pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2 –Valores médios de densidade das chapas.**Table 2** – *Medium particleboard density values.*

Propriedade Avaliada	Tratamentos							
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
Densidade ^{12%}	0,62 a	0,63a	0,60a	0,62a	0,59a	0,60a	0,60a	0,60a

T1-100% de madeira e 6% de adesivo T2- 10% de casca, 90% de madeira e 6% de adesivo; T3- 20% de casca, 80% de madeira e 6% de adesivo; T4- 30% de casca, 70% de madeira e 6% de adesivo; T5-100% de madeira e 8% de adesivo; T6- 10% de casca, 90% de madeira e 8% de adesivo; T7- 20% de casca, 80% de madeira e 8% de adesivo; T8- 30% de casca, 70% de madeira e 8% de adesivo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Os tratamentos não diferenciaram significativamente, de acordo com o teste Tukey ao nível de 95% de probabilidade. Contudo, parece ter havido algum erro durante o processo de confecção dos colchões de partículas, e as chapas não obtiveram a densidade pré-estabelecida de 0,70 g/cm³. Esta é uma informação relevante, uma vez que a norma americana para classificação de chapas apresenta valores mínimos para comparação em função da densidade das chapas, conforme pode ser observado na Tabela 3.

Todos os tratamentos foram classificados como “tipo B” (densidade da chapa entre 0,80 e 0,60 g/cm³), exceto o tratamento T5, que foi classificado como “tipo C” (densidade da chapa abaixo de 0,60 g/cm³).

3.3 Propriedades mecânicas das chapas

3.3.1 Flexão estática: MOR e MOE

Os resultados dos ensaios de módulo de ruptura (MOR), módulo de elasticidade (MOE) e ligação interna (LI) podem ser observados na Tabela 4. O tratamento T2 (10% de casca, 90% de madeira e 6% de adesivo) apresentou o maior valor absoluto de MOR, porém, somente diferenciou significativamente do tratamento T7 (20% de casca, 80% de madeira e 8% de adesivo), que foi o que apresentou menor valor. Somente os tratamentos T2 e T5 obtiveram valores superiores ao mínimo estabelecido pela norma americana CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968).

Para o MOE, o tratamento T2 (10% de casca, 90% de madeira e 6% de adesivo) apresentou o maior

valor absoluto (22102,31 kgf/cm²), e o menor valor absoluto foi obtido pelo tratamento T8 (30% de casca, 70% de madeira e 8% de adesivo). No entanto, nenhum tratamento diferenciou-se significativamente. Dentre os resultados de MOE obtidos, somente o tratamento T5 foi superior ao valor mínimo exigido pela norma CS 236-66 (densidade da chapa abaixo de 0,60 g/cm³) (COMMERCIAL STANDARD, 1968).

3.3.2 Ligação interna (LI)

O maior valor absoluto para o ensaio de ligação interna (LI) foi obtido pelo tratamento T6 (20% de casca, 80% de madeira e 8% de adesivo). Porém, o tratamento T6 não diferiu significativamente dos tratamentos T3, T4 e T5. O menor valor foi obtido pelo tratamento T1 (0% de casca, 100% de madeira e 6% de adesivo), que diferiu significativamente dos demais tratamentos. Neste trabalho, somente o tratamento T5 foi superior ao valor mínimo exigido de LI pela norma CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968).

Os maiores valores absolutos obtidos para os ensaios mecânicos foram obtidos pelos tratamentos com adição de casca porque, quando estas foram colocadas em moinho de martelo para adequação da granulometria, apresentou partículas com uma área superficial específica maior do que as partículas de madeira, o que possivelmente, resultou um melhor contato entre as partículas e o adesivo nesses tratamentos. Uma outra possibilidade é a melhor interação química entre adesivo, casca e madeira, do que simplesmente adesivo e madeira.

Tabela 3 – Valores mínimos exigidos para chapas de partículas de acordo com a norma CS 236-66.*Table 3* – Minimum values required for particleboard production, according to CS 236-66 norm.

Tipo	Densidade ¹ (g.cm ⁻³)	Classe	MOR (kgf/cm ²) Média Máxima	MOE (kgf/cm ²) Média Mínima	LI (kgf/cm ²) Média Mínima	IE (%) Média Máxima
1	A	1	168	24500	14,0	55
		2	236	24500	9,8	55
	B	1	112	24500	4,9	35
		2	168	28000	4,2	30
	C	1	56	10500	1,4	30
		2	98	17500	2,1	30
2	A	1	168	24500	8,75	55
		2	238	35000	28,00	55
	B	1	126	17500	4,55	35
		2	175	31500	4,20	25

¹A densidade na qual foram feitas as medições constantes nesta tabela é a densidade medida à umidade de 12%, correspondente à umidade de equilíbrio da câmara de climatização. Tipo 1- adesivo à base de uréia-formaldeído. Tipo 2- adesivo à base de formol-formaldeído. Densidade: A- Densidade alta (acima de 0,80 g/cm³); B – Densidade média (de 0,60 até 0,80 g/cm³); C – Densidade baixa (abaixo de 0,60 g/cm³).

3.4 Propriedades físicas das chapas

3.4.1 Inchamento em espessura (IE)

Pela Tabela 4, o menor valor absoluto de IE 2h foi obtido pelo tratamento T4 (30% de casca, 70% de madeira e 6% de adesivo), enquanto que o maior valor absoluto foi obtido pelos tratamentos T2 (10% de casca, 90% de madeira e 6% de adesivo) e T7 (20% de casca, 80% de madeira e 8% de adesivo), embora não tenha havido diferença significativa entre todos os tratamentos. Para IE 24h, o menor valor absoluto foi obtido pelo tratamento T6 (10% de casca, 90% de madeira e 8% de adesivo), e o maior valor absoluto foi obtido pelo tratamento T1 (0% de casca, 100% de madeira e 6% de adesivo), não havendo diferença significativa entre todos os tratamentos. No presente trabalho, nenhum dos tratamentos ultrapassou a média máxima de inchamento em espessura recomendada

pela norma CS 236-66 (COMMERCIAL STANDARD, 1968), ou seja, abaixo ou igual a 35%.

3.4.2 Absorção de água (AA)

O menor valor absoluto de AA2h foi obtido pelo tratamento T8 (30% de casca, 70% de madeira e 8% de adesivo), enquanto que o maior valor absoluto foi obtido pelo tratamento T1 (0% de casca, 100% de madeira e 6% de adesivo), não havendo diferença significativa entre os tratamentos. O mesmo comportamento de AA2h foi observado para AA24h, não havendo diferença significativa entre os tratamentos.

Em relação ao inchamento em espessura também não houve diferença estatística significativa, tanto para 2 horas como 24 horas. Este resultado demonstra que a inclusão de casca não alterou os resultados para esta propriedade, bem como a utilização de níveis diferentes de adesivo.

Tabela 4 – Valores médios de MOR, MOE e LI.**Table 4** – Medium values of MOR, MOE and LI.

Tratamento	MOR (kgf/cm ²)	CV %	MOE (kgf/cm ²)	CV %	LI (kgf/cm ²)	CV (%)
T1	79,4 ab	38,21	16362 a	46,38	0,9 d	51,78
T2	120,9 a	13,81	22102 a	25,01	2,0 c	36,64
T3	105,2 ab	25,33	18656 a	26,97	2,6 abc	15,13
T4	98,6 ab	22,58	21062 a	16,26	2,8 ab	18,60
T5	100,7 ab	21,03	17056 a	22,86	2,7 abc	30,44
T6	105,6 ab	19,18	17045 a	26,80	3,1 a	29,15
T7	78,6 b	21,23	16488 a	32,49	2,2 bc	22,97
T8	84,9 ab	22,66	16353 a	25,24	2,3 bc	22,79

T1-100% de madeira e 6% de adesivo; T2- 10% de casca, 90% de madeira e 6% de adesivo T3- 20% de casca, 80% de madeira e 6% de adesivo; T4- 30% de casca, 70% de madeira e 6% de adesivo; T5-100% de madeira e 8% de adesivo; T6- 10% de casca, 90% de madeira e 8% de adesivo; T7- 20% de casca, 80% de madeira e 8% de adesivo T8- 30% de casca, 70% de madeira e 8% de adesivo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

Tabela 5 – Valores médios de IE e AA.**Table 5** – Medium values of IE and AA.

Tratamentos	IE 2h (%)	CV (%)	IE 24h (%)	CV (%)	AA 2h (%)	CV (%)	AA 24h (%)	CV (%)
T1	30 a	48,41	35 a	24,25	127 a	64,96	138 a	10,50
T2	32 a	15,12	33 a	14,39	96 a	63,65	110 a	11,97
T3	29 a	6,96	29 a	6,93	112 a	62,55	120 a	4,47
T4	24 a	27,63	28 a	9,76	105 a	60,27	116 a	7,43
T5	29 a	14,36	29 a	15,42	106 a	67,06	121 a	9,35
T6	25 a	25,18	25 a	26,39	101 a	61,31	110 a	11,53
T7	32 a	8,00	33 a	8,21	110 a	67,00	118 a	5,53
T8	26 a	14,79	27 a	14,02	95 a	71,31	106 a	16,13

T1-100% de madeira e 6% de adesivo T2- 10% de casca, 90% de madeira e 6% de adesivo; T3- 20% de casca, 80% de madeira e 6% de adesivo; T4- 30% de casca, 70% de madeira e 6% de adesivo; T5-100% de madeira e 8% de adesivo; T6- 10% de casca, 90% de madeira e 8% de adesivo; T7- 20% de casca, 80% de madeira e 8% de adesivo; T8- 30% de casca, 70% de madeira e 8% de adesivo. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de 95% de probabilidade.

4 CONCLUSÕES

- Os painéis apresentaram melhoria para MOR, em valores absolutos, com o acréscimo de até 10% de casca, tanto nos tratamentos com 6% de adesivo quanto nos tratamentos com 8% de adesivo;
- O módulo de elasticidade não foi afetado com o acréscimo de casca, visto que não houve diferença significativa entre todos os tratamentos;
- A propriedade de ligação interna das chapas com 6% de adesivo foi melhorada com o acréscimo de casca.

Mesmo efeito somente foi observado nas chapas com 8% de adesivo com o acréscimo de até 10% de casca;

- O acréscimo de casca não prejudicou a propriedade de inchamento em espessura das chapas;
- É importante ressaltar que, apesar dos resultados obtidos nos ensaios de flexão estática e ligação interna terem sido aparentemente baixos, as chapas não alcançaram o teor de densidade previamente estabelecido de 0,70 g/cm³. A qualidade das chapas é comprovada pelo tratamento T5, que sendo comparado à norma CS 236-66

(COMMERCIAL STANDARD, 1968) como “tipo C” (valor de densidade mais baixo), apresentou resultados satisfatórios para todos os ensaios;

- Novos testes devem ser desenvolvidos a fim de melhor analisar os resultados com painéis atingindo a densidade de 0,70 g/cm³.

- A inclusão de casca de *Eucalyptus pellita* mostrou-se viável tecnologicamente para a produção de chapas de madeira aglomerada.

5 AGRADECIMENTOS

À empresa Borden Química pelo fornecimento do adesivo uréia-formaldeído PB 2346.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS. ASTM D 1037-91: standard methods of evaluating the properties of wood-base fiber and particle materials. In: _____. **Annual Book of ASTM Standards**. Philladelphia, 1982.

BRITO, E. O. **Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de *Pinus elliottii* Engelm plantado no Sul do Brasil**. 1995. 127 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

COMMERCIAL STANDARD. **CS 236-66**: mat formed wood particleboard. [S.l.], 1968.

HASELEIN, C. R.; CALEGARI, L.; BARROS, M. V.; HACK, C.; HILLIG, E.; PAULESKI, D. T.; POZZERA, F. Resistência mecânica e à umidade de painéis aglomerados com partículas de madeira de diferentes dimensões. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 127-134, dez. 2002.

HILLIG, E.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J. Propriedades mecânicas de chapas de aglomerados estruturais fabricados com madeiras de *Pinus*, *Eucalipto* e *Acácia-Negra*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 59-70, jun. 2002.

IWAKIRI, S. et al. Utilização de resíduos de serraria na produção de chapas de madeira aglomerada de *Eucalyptus*

saligna, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus pilularis*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 7, n. 1, p. 251-256, 2000.

IWAKIRI, S.; MENDES, L. M.; SALDANHA, L. K. Produção de chapas de partículas orientadas “OSB” de *Eucalyptus grandis* com diferentes teores de resina, parafina e composição em camadas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 89-94, 2003.

KELLY, M. W. Critical literature review of relationship between processing parameters and physical properties of particleboard. **USDA Forest Service Resp. FLP**, [S.l.], v. 10, p. 66, 1977.

LIMA, A. M.; LIMA, R. M.; BRITO, E. O. Produção de aglomerados a partir de partículas “STRAND” combinadas com maravalhas. **Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida**, Itaguai, v. 22, p. 175-179, 2002. Suplemento.

MALONEY, T. M. **Modern particleboard & dry-process fiberboard manufacturing**. San Francisco: Miller Freeman, 1977.

RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 153 p.

SOUZA, M. R.; TEIXEIRA, D. E. **Compostos a base de madeira**. Brasília, DF: IBAMA, 2002.

TEIXEIRA, D. E.; MOREIRA, J. M. M. A. P.; COSTA, A. F. Confecção de composto madeira-plástico utilizando resíduos de *Eucalyptus grandis* HILL EX Maiden e Polietileno de baixa densidade (PEBD). **Revista Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 9, n. 1, p. 72-80, jan./dez. 2002.

VITAL, B. R. Métodos de determinação da densidade da madeira. **Boletim Técnico SIF**, Viçosa, n. 1, p. 1-21, 1984.

VITAL, B. R. et al. Adesivos à base de taninos das cascas de duas espécies de eucalipto para a produção de chapas de flocos. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 571-582, jul./ago. 2004.