

PAINÉIS COMPENSADO DE EUCALIPTO: ESTUDO DE CASO DE ESPÉCIES E PROCEDÊNCIAS

José Benedito Guimarães Júnior¹, Lourival Marin Mendes², Rafael Farinassi Mendes³, Fábio Akira Mori²

(recebido: 25 de março de 2008; aceito: 28 de novembro de 2008)

RESUMO: Objetivou-se, neste trabalho, a avaliação de 15 procedências advindas de espécies de *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, para confecção de painéis compensados multilaminados. Foram fabricados 6 painéis para cada procedência. Utilizou-se adesivo fenol-formaldeído com gramatura de 320g/m². O ciclo de prensagem utilizado foi de pressão de 15kgf/cm², temperatura de 150°C, por 10 minutos. A partir dos resultados obtidos concluiu-se que, nas propriedades físicas, destacaram-se as espécies de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus saligna*. Nos testes mecânicos, MOE apresentou-se acima das exigências da norma, com exceção da procedência 7785 de *Eucalyptus saligna*, onde a flexão foi realizada paralela às fibras da capa. Para MOR paralelo, apenas as procedências 9789 e 10695 de *Eucalyptus grandis* e 97852 de *Eucalyptus cloeziana* conseguiram atingir as exigências da norma ABNT 31:000.05-001/2. Para tensão de cisalhamento e falha na madeira, todas as procedências e espécies se mostraram acima das exigências, com exceção das de número 10634, 48 e 9753 de *Eucalyptus grandis*.

Palavras-chave: Painéis compensados, eucalipto, procedências.

PLYWOOD BOARDS OF EUCALYPTUS: A CASE STUDY OF SPECIES AND PROVENANCES

ABSTRACT: This work aimed at evaluating 15 provenances of *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis* and *Eucalyptus saligna* for multilaminated plywood boards manufacturing. Six boards for each provenance were made. Phenol-formaldehyde adhesive with 320g/m² glue content was used. The utilized pressing cycle was of 15kgf/cm², at the temperature of 150°C during 10 minutes. From the results obtained regarding the physical properties, the species of *Eucalyptus cloeziana* and *Eucalyptus saligna* performed better. In the mechanical tests, MOE presented itself above the demands of the norm with the exception of provenance 7785 of *Eucalyptus saligna*, in which stress was performed parallel to the cover fibers. For parallel MOR, only the provenances 9789 and 10695 of *Eucalyptus grandis* and 97852 of *Eucalyptus cloeziana* managed to reach the demands of the norm ABNT 31:000.05-001/2. For shearing stress and failure in wood, all the provenances and species showed themselves above the demands, with the exception of 10634; 48 and 9753 of *Eucalyptus grandis*.

Key words: Plywood boards, eucalyptus, provenances.

1 INTRODUÇÃO

O compensado de uso exterior é definido como painel, produzido com colagem à “prova d’água”, apresentando características de alta resistência mecânica e destinado a aplicações que requerem alta resistência à umidade ambiente e ao contato direto com a água (ABNT, 2001).

A ampla utilização do compensado se justifica por suas características mecânicas e sua adaptação a uma gama de usos, como a construção civil e a indústria moveleira (TOMASELI, 1999).

No que se refere às características tecnológicas da madeira adequada para laminação, essas estão relacionadas, principalmente, com os seguintes fatores: densidade da madeira (baixa a média), características do

fuste (diâmetro e forma) e grã direita levemente inclinada (TSOUMIS, 1991).

O processo de laminação passa por algumas fases, tendo início na preparação das toras com o descascamento, seccionamento, aquecimento e, posteriormente, seguem-se o desenrolamento da tora em lâminas, o transporte, a guilhotinagem e a secagem (IWAKIRI, 2005).

Baldwin (1981) afirma que o tipo, a quantidade e a composição do adesivo, assim como os procedimentos empregados na colagem de lâminas, são de importância fundamental na qualidade das chapas compensadas.

O ciclo de prensagem é fator de grande influência nas propriedades dos compensados. A temperatura de prensagem leva em consideração a característica do adesivo em função de sua cura. O tempo se refere ao período necessário para que a linha de cola mais interna receba

¹Mestre em Ciência e Tecnologia da Madeira, Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – jbguiamaraesjr@hotmail.com

²Professor do Departamento de Ciências Florestais/DCF – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – lourival@ufla.br, morif@ufla.br

³Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – rafael_farinassi@hotmail.com

temperatura que propicie sua solidificação, enquanto a pressão exercida pela prensa é função direta da densidade da madeira que está gerando o compensado (PRATA, 2006).

Os estudos de espécies e procedências, vem ganhando importância, tendo em vista a variabilidade natural e a adequação aos diversos usos, principalmente nos painéis reconstituídos. As variações existentes entre espécies, procedências, famílias e clones podem oferecer uma oportunidade de se alterarem características importantes na madeira, na busca de se produzir matéria-prima com qualidade adequada na manufatura de diferentes produtos à base de madeira. As características mais importantes e consideradas limitantes à viabilização do emprego do eucalipto encontram-se sob moderado a alto controle genético, tornando possível alterar seus valores a fim de encontrar a qualidade necessária para o uso industrial.

Objetivou-se, nesse trabalho, avaliar as propriedades físicas e mecânicas de compensados, produzidos com madeira de diferentes procedências de espécies de *Eucalyptus cloeziana*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas árvores de 10 procedências de *Eucalyptus grandis*, 3 de *Eucalyptus saligna* e 2 de *Eucalyptus cloeziana*, que apresentavam a idade de 31 anos, sendo abatidas 4 árvores por procedência. Essas faziam parte do Programa de Introdução de Espécies e Procedências de Eucalipto no sul de Minas Gerais (IBDF-PRODEPEF). O plantio foi instalado na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), hoje Universidade Federal de Lavras (UFLA).

As lâminas de madeira, foram obtidas a partir das toras após aquecimento com temperatura de 66°C por 72 horas em água, de acordo com recomendações Iwakiri et al. (2006). Elas foram geradas em torno laminador, com espessura nominal de 2 mm e guilhotinadas nas dimensões de 500 x 500 mm.

As lâminas foram então tabicadas no plano horizontal para secagem natural em local coberto, até atingirem a umidade de equilíbrio higroscópico (umidade entre 10% e 12%). Posteriormente, tiveram seu teor de umidade reduzido para valores de 8%, através da secagem em estufa, com circulação forçada de ar. Anteriormente à manufatura dos compensados, as lâminas já secas foram classificadas, sendo as de melhor qualidade utilizadas na capa, enquanto as de qualidade inferior usadas como miolo.

Na formação do painel foram utilizadas cinco lâminas cruzadas. Essas foram aleatoriamente amostradas dentro de cada uma das procedências. Confeccionaram-se 6 painéis compensados por procedência.

O adesivo utilizado na colagem foi fenol-formaldeído com gramatura de 320g/m², com teor de sólidos de 51,49%; pH de 12,86; viscosidade de 590Cp e Gel Time de 10,22 minutos, não sendo introduzida em sua formulação nenhum tipo de extensor ou material inerte. Após a formação do painel, 15 minutos foi o tempo de montagem.

O ciclo de prensagem utilizado foi com temperatura de 150°C, pressão específica de 15 kgf/cm² e tempo de prensagem de 10 minutos.

Os compensados, após a prensagem, foram aclimatados e posteriormente esquadrejados e retirados os corpos-de-prova, segundo as especificações da norma da ABNT 31:000.05-001/2 e acondicionados à temperatura e umidade relativa constantes, sendo respectivamente 20±2°C e 65±3%.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com 6 repetições, em que os tratamentos foram arranjados em um esquema hierárquico, estudando-se três espécies com diferentes procedências dentro de espécies. O teste de médias utilizado foi o de Tukey, com 5% de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para teor de umidade, não se observaram diferenças estatísticas entre as médias avaliadas, sendo que os painéis apresentaram valor médio de 9,64%.

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios de massa específica aparente e absorção total de água, para os compensados produzidos para cada uma das procedências e espécies.

Nota-se que entre as procedências de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus saligna*, não houve diferenças significativas na massa específica aparente. As espécies de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus saligna* mostraram maiores valores; sendo respectivamente de 0,95 e 0,93g/cm³.

Os resultados obtidos neste trabalho ficaram próximos daqueles encontrados na literatura, tais como os de Bortoletto Júnior (2003), com valores de massa específica no intervalo de 0,767 g/cm³ a 0,999 g/cm³, para compensados de 11 diferentes espécies de eucalipto. Iwakiri (2005) encontrou, para essa propriedade, valor médio de 0,79g/cm³, em compensados de *Eucalyptus grandis*.

Tabela 1 – Valores médios de massa específica aparente a 12% de umidade (g/cm³) e absorção de água em porcentagem.**Table 1** – Average values of apparent specific mass at 12% of moisture (g/cm³) and of water absorption, in percentage.

Procedências	Espécies					
	<i>E. cloeziana</i>		<i>E. grandis</i>		<i>E. saligna</i>	
	Massa específica*	Absorção de água**	Massa específica*	Absorção de água**	Massa específica*	Absorção de água**
9785	0,95 A	24,99 A	---	---	---	---
97852	0,95 A	23,17 A	---	---	---	---
43	---	---	0,85 A	36,63 AB	---	---
45	---	---	0,81 BC	28,95 B	---	---
47	---	---	0,86 A	28,66 B	---	---
48	---	---	0,83 BC	41,73 A	---	---
8535	---	---	0,72 C	35,86 AB	---	---
9753	---	---	0,83 BC	35,94 AB	---	---
9789	---	---	0,85 AB	26,68 B	---	---
10634	---	---	0,84 AB	28,78 B	---	---
10695	---	---	0,86 A	33,53 AB	---	---
10696	---	---	0,87 A	34,19 AB	---	---
7785	---	---	---	---	0,98 A	30,33 A
7808	---	---	---	---	0,90 A	24,09 A
10698	---	---	---	---	0,91 A	29,40 A
Média Espécies ¹	0,95 a	24,08 b	0,83 b	33,09 a	0,93 a	27,94 b

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5%.

*Valores em kgf/cm³ e **Valores em porcentagem.

As procedências de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus saligna* não apresentaram diferença estatística no que se refere à absorção de água, após 24 horas de imersão. Para as procedências de *Eucalyptus grandis* avaliadas, nota-se que as que absorveram menos água após 24 horas de imersão, foram as procedências 9789 com valor de 26,68%, 47 com absorção de 28,66%, a 10634 com 28,78% e a 45 com média de 28,95%. Quanto às espécies analisadas, tem-se que *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus saligna* foram as que absorveram menos água com valor médio, respectivamente, de 24,08% e 27,94%.

A espécie que mais absorveu água (*Eucalyptus grandis*) foi aquela que apresentou a menor densidade aparente dos painéis. Isso pode ser explicado em virtude do material com menor massa específica ter potencial de apresentar maior porosidade e dessa forma, poder ser ocupada com maior quantidade de água livre.

Pereyra (1994) encontrou valores de absorção de água variando entre 39,45% e 47,96%, com média de 44,09%, trabalhando com madeira de *Eucalyptus dunnii* (MAID); contudo vale ressaltar que esse autor fez uso de extensor à base de farinha de trigo, sendo esse higroscópico. Almeida et al. (2004) trabalhando com clones de híbridos de *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis*, encontrou valores de absorção de água total entre 35,87% e 44,92%.

Os valores médios das propriedades de MOE paralelo e perpendicular à grã da capa estão apresentados na Tabela 2. Não houve diferenças significativas entre os valores das médias, tanto para as procedências quanto para as espécies, no que se refere ao teste paralelo e perpendicular à grã da capa. Observa-se que as médias absolutas de MOE paralelo foi maior que as de MOE perpendicular.

Tabela 2 – Valores médios de MOE paralelo e perpendicular.**Table 2** – Average values of parallel and perpendicular MOE.

Procedências	Espécies ¹					
	<i>E. cloeziana</i>		<i>E. grandis</i>		<i>E. saligna</i>	
	MOE paralelo*	MOE perpendicular*	MOE paralelo*	MOE perpendicular*	MOE paralelo*	MOE perpendicular*
9785	63.615 A	60.012 A	---	---	---	---
97852	90.084 A	60.594 A	---	---	---	---
43	---	---	91.815 A	48.912 A	---	---
45	---	---	69.372 A	62.517 A	---	---
47	---	---	59.977 A	27.579 A	---	---
48	---	---	58.243 A	47.768 A	---	---
8535	---	---	74.150 A	67.783 A	---	---
9753	---	---	62.488 A	72.228 A	---	---
9789	---	---	77.885 A	36.210 A	---	---
10634	---	---	58.014 A	55.198 A	---	---
10695	---	---	83.054 A	57.333 A	---	---
10696	---	---	54.961 A	64.610 A	---	---
7785	---	---	---	---	49.947 A	54.809 A
7808	---	---	---	---	55.409 A	52.194 A
10698	---	---	---	---	86.414 A	64.445 A
Média Espécies ¹	76.849 a	60.303 a	65.756 a	57.054 a	63.923 a	57.149 a

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey ao nível de significância de 5%.

*Valores em kgf/cm².

Os resultados obtidos para o teste paralelo, foram inferiores aos valores encontrados por Keinert Júnior (1994) para compensados de *Eucalyptus grandis* (156094 kgf/cm²), Iwakiri et al. (1999) para *Eucalyptus saligna* (122017 kgf/cm²) e Pedrosa (2003) para *Eucalyptus dunnii* (132814 kgf/cm²). Para o teste realizado perpendicularmente à direção da grã da capa, os valores encontrados foram superiores aos observados por Bortoletto Júnior et al. (2003), em que verificou-se, para diversas espécies de eucaliptos, valores variando de 34861 a 55949 kgf/cm².

A norma NBR 31.000.001/2:2001 estabelece valores de MOE paralelo para compensado do tipo forma de concreto (FOR), com a utilização de cinco lâminas na sua constituição, de, no mínimo 51.000 kgf/cm², enquanto para o perpendicular é de, no mínimo, 25493 kgf/cm². Desse modo, observa-se apenas que a procedência 7785 de

Eucalyptus saligna não atingiu o mínimo estabelecido para módulo de elasticidade paralelo às fibras da capa, apresentando um valor de 49947,3 kgf/cm².

Os valores de MOR tanto perpendicular quanto paralelo à grã da capa estão apresentados na Tabela 3. Observou-se que as procedências e espécies, não apresentaram efeitos significativos.

Os resultados obtidos para MOR paralelo à grã da capa foram inferiores aos obtidos por Interamnense (1998), para compensados de *Eucalyptus cloeziana* (941 kgf/cm²) e *Eucalyptus maculata* (836 kgf/cm²), Keinert Júnior (1994) para *Eucalyptus grandis* (656 kgf/cm²) e Pedrosa (2003) para *Eucalyptus dunnii* (669 kgf/cm²). No sentido perpendicular, a resistência média foi inferior àquela encontrada por Bortoletto Júnior (2003), trabalhando com diversas espécies de eucaliptos, com valores entre de 467 a 648 kgf/cm².

Tabela 3 – Valores médios de MOR paralelo e perpendicular.**Table 3** – Average values of parallel and perpendicular MOR.

Procedências	Espécies ¹					
	<i>E. cloeziana</i>		<i>E. grandis</i>		<i>E. saligna</i>	
	MOR paralelo*	MOR perpendicular*	MOR paralelo*	MOR perpendicular*	MOR paralelo*	MOR perpendicular*
9785	394,0 A	409,0 A	---	---	---	---
97852	503,3 A	370,7 A	---	---	---	---
43	---	---	465,7 A	306,0 A	---	---
45	---	---	445,0 A	431,3 A	---	---
47	---	---	253,5 A	334,0 A	---	---
48	---	---	273,8 A	331,3 A	---	---
8535	---	---	434,2 A	400,3 A	---	---
9753	---	---	331,5 A	311,5 A	---	---
9789	---	---	461,5 A	314,0 A	---	---
10634	---	---	390,5 A	371,0 A	---	---
10695	---	---	480,1 A	394,0 A	---	---
10696	---	---	311,1 A	409,0 A	---	---
7785	---	---	---	---	341,3 A	361,3 A
7808	---	---	---	---	442,0 A	364,1 A
10698	---	---	---	---	448,0 A	369,0 A
Média Espécies ¹	448,7 a	389,8 a	384,7 a	360,2 a	410,4 a	364,8 a

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5%.

*Valores em kgf/cm².

A norma NBR 31.000.001/2:2001 estabelece valores mínimos de MOR paralelo para compensados tipo forma de concreto (FOR) de, no mínimo, 459 kgf/cm². Somente as procedências 97852 de *Eucalyptus cloeziana*; 43, 9789, 10695 de *Eucalyptus grandis* atenderam ao mínimo exigido. No que se refere às espécies, nenhuma delas, em média, apresentou-se com valor suficiente para atender às exigências mínimas da norma.

Todas as espécies e procedências para MOR perpendicular à grã da capa apresentaram resultados acima do mínimo estabelecido em norma (306 kgf/cm²).

Os resultados dos ensaios de resistência da linha de colagem ao esforço de cisalhamento realizado na condição seca, úmida e pós-fervura são apresentados, respectivamente, nas Tabelas 4, 5 e 6.

Não houve efeito significativo das procedências na resistência ao cisalhamento no teste seco. Para as

espécies avaliadas, *Eucalyptus saligna* foi a que apresentou o maior valor com 14,96 kgf/cm².

Observa-se para resistência, no cisalhamento, no teste úmido que não houve diferenças significativas para as procedências dentro de sua respectiva espécie.

No que se refere às espécies, maior resistência foi observada para *Eucalyptus cloeziana*, com valor de 19,28 kgf/cm². Para *Eucalyptus grandis* encontrou-se o valor de 12,97 kgf/cm² e para *Eucalyptus saligna* 14,01 kgf/cm², sendo essas estatisticamente iguais.

Para o teste de resistência ao cisalhamento realizado após a fervura dos corpos-de-prova, constatou-se que, para as procedências de *Eucalyptus cloeziana*, não houve diferença estatística entre as médias avaliadas, enquanto que para as procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* houve efeito significativo. Os maiores valores nas procedências de *Eucalyptus*

Tabela 4 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (seco), em função das espécies e procedência.**Table 4** – Average values of shearing resistance (dry), as related to the species and provenance.

Procedências	Espécies ¹					
	<i>E. cloeziana</i>		<i>E. grandis</i>		<i>E. saligna</i>	
	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**
9785	13,12 A	33,33	---	---	---	---
97852	15,83 A	83,33	---	---	---	---
43	---	---	15,16 A	66,67	---	---
45	---	---	11,51 A	88,33	---	---
47	---	---	12,28 A	81,67	---	---
48	---	---	12,52 A	37,50	---	---
8535	---	---	12,43 A	45,71	---	---
9753	---	---	11,76 A	50,00	---	---
9789	---	---	13,39 A	52,50	---	---
10634	---	---	9,95 A	36,25	---	---
10695	---	---	14,73 A	77,14	---	---
10696	---	---	11,27 A	55,00	---	---
7785	---	---	---	---	15,88 A	70,00
7808	---	---	---	---	13,66 A	43,33
10698	---	---	---	---	15,33 A	40,00
Média Espécies ¹	14,47 ab	66,67	12,50 b	60,20	14,96 a	52,11

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5%.

*Valores em kgf/cm² **Falhas na madeira em porcentagem.

grandis foram às de número 45, 47, 8635, 10634, 10695, 9789 com resistência ao cisalhamento de, respectivamente, 13,76; 11,63; 11,60; 12,68; 11,33; 11,31 kgf/cm². Nas procedências de *Eucalyptus saligna*, a que apresentou o maior valor foi a 7785, com 14,82 kgf/cm². A espécie que se mostrou estatisticamente maior, na resistência ao cisalhamento para essa propriedade, foi a de *Eucalyptus cloeziana* com 17,08 kgf/cm².

Os valores obtidos para resistência ao cisalhamento ficaram próximos àqueles encontrados por Pereyra (1992), trabalhando com o adesivo fenol-formaldeído com gramatura de 330 g/cm², o qual verificou valores entre 8,36 kgf/cm² e 17,75 kgf/cm² para o teste realizado na condição seca. O mesmo autor observou para esse teste, com corpos-de-prova expostos à umidade valores entre 5,81 e 12,34 kgf/cm².

Bortoletto Júnior et al. (2003) encontraram valores de resistência ao cisalhamento seco de 24,78 kgf/cm²,

para compensados de diferentes espécies de eucalipto. Na condição úmida, observaram valores médios de 25,54 kgf/cm²; enquanto que para os corpos-de-prova expostos à fervura, valores médios de resistência de 25,54 kgf/cm². Esses valores estão acima dos verificados neste trabalho, visto que este autor utilizou-se de uma gramatura maior para os painéis produzidos na sua pesquisa (360 g/m²).

Almeida (2002), avaliando a resistência ao cisalhamento em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, com a utilização de gramatura de 320 e 360 g/m², obteve valores no teste a seco, variando de 16,73 a 20,71 kgf/cm². No teste úmido, observou valores entre 12,04 e 15,82 kgf/cm². Quando comparados a este trabalho, nota-se que, para a condição seca, este apresentou médias menores; já para o teste na condição úmida, os painéis gerados nesta pesquisa apresentaram,

Tabela 5 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (úmido), em função das espécies e procedência.**Table 5** – Average values of shearing resistance (wet), as related to the species and provenance.

Procedências	Espécies ¹					
	<i>E. cloeziana</i>		<i>E. grandis</i>		<i>E. saligna</i>	
	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**
9785	20,99 A	50,00	---	---	---	---
97852	17,58 A	43,33	---	---	---	---
43	---	---	10,95 A	80,00	---	---
45	---	---	11,47 A	50,00	---	---
47	---	---	10,72 A	16,67	---	---
48	---	---	9,63 A	20,00	---	---
8535	---	---	15,12 A	37,50	---	---
9753	---	---	15,60 A	55,00	---	---
9789	---	---	14,70 A	52,00	---	---
10634	---	---	13,26 A	67,50	---	---
10695	---	---	12,92 A	70,00	---	---
10696	---	---	15,38 A	3,33	---	---
7785	---	---	---	---	14,04 A	34,29
7808	---	---	---	---	14,37 A	5,00
10698	---	---	---	---	13,63 A	83,33
Média Espécies ¹	19,28 a	46,67	12,97 b	48,64	14,01 b	32,50

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5%.

*Valor em kgf/cm² ** Falhas na madeira em porcentagem.

na sua grande maioria, valores maiores. Iwakiri et al. (2006) trabalhando com diferentes espécies florestais, incluindo a de *Eucalyptus grandis*, encontraram valores de tensão no cisalhamento quando da condição de pós-fervura, na ordem de 12,03 e 12,50 kgf/cm². Os valores encontrados para essa propriedade, no presente trabalho foram, na sua maioria, superiores a esses.

Os painéis compensados, para serem considerados de uso exterior, intermediário e interior devem estar em

conformidade com as exigências da norma EN 314-2 de 1993 (EUROPEAN STANDARD, 1993), conforme indica a Tabela 7, a qual correlaciona o valor mínimo de falhas na madeira com a resistência ao cisalhamento. Aqueles que não se enquadraram à norma foram algumas procedências de *Eucalyptus grandis*. No caso do teste a seco foi a procedência de número 10634. Já para o teste úmido foi a procedência 48 e para pós-fervura as procedências 9753 e 48.

Tabela 6 – Valores médios de resistência ao cisalhamento (pós-fervura), em função das espécies e procedência.**Table 6** – Average values of shearing resistance (post-boiling), as related to the species and provenance.

Procedências	Espécies ¹					
	<i>E. cloeziana</i>		<i>E. grandis</i>		<i>E. saligna</i>	
	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**	Resistência cisalhamento*	Falha madeira**
9785	15,92 A	30,00	---	---	---	---
97852	18,23 A	26,67	---	---	---	---
43	---	---	9,19	66,67 AB	---	---
45	---	---	13,76	36,67 A	---	---
47	---	---	11,63	42,00 A	---	---
48	---	---	6,57	28,57 B	---	---
8535	---	---	11,60	18,00 A	---	---
9753	---	---	8,79	10,00 AB	---	---
9789	---	---	11,31	58,00 A	---	---
10634	---	---	12,68	20,00 A	---	---
10695	---	---	11,33	36,25 A	---	---
10696	---	---	9,10	65,00 AB	---	---
7785	---	---	---	---	14,82 A	52,00
7808	---	---	---	---	13,48 AB	40,00
10698	---	---	---	---	8,81 B	50,00
Média Espécies ¹	17,08 a	28,33	10,60 b	34,94	12,37 b	46,25

¹Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha, e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, ao nível de significância de 5%.

* Valores em kgf/cm² * *Falhas na madeira em porcentagem.

Tabela 7 – Requisitos de colagem.**Table 7** – Gluing requirements.

Tensão de ruptura (kgf/cm ²)	Falha na madeira (%)
2,04 ≤ TR < 4,08	≥ 80
4,08 ≤ TR < 6,12	≥ 60
6,12 ≤ TR < 10,2	≥ 40
10,2 ≤ TR	Sem exigência

Fonte: EN 314-2 (EUROPEAN STANDARD, 1993).

4 CONCLUSÕES

As espécies de *Eucalyptus cloeziana* e *Eucalyptus saligna* foram as que apresentaram as maiores densidades aparentes e menores valores de absorção de água.

Para MOE paralelo, todas as procedências e espécies, atenderam aos requisitos mínimos da norma ABNT 31:000.05-00/2, com exceção da 7785 de *Eucalyptus*

saligna. No MOR paralelo, a procedência 97852 de *Eucalyptus cloeziana* e 43, 9789 e 10695 de *Eucalyptus grandis* foram as que satisfizeram à mesma. Na flexão avaliada perpendicularmente todas as procedências e espécies apresentaram-se adequadas às exigências da norma.

No teste de cisalhamento, apenas algumas procedências de *Eucalyptus grandis* não atingiram a

combinação mínima de tensão de cisalhamento versus falha na madeira exigidos em norma, sendo essas as de número 10634, para o teste a seco, 48 para o teste a úmido e 9753 e 48 para a pós-fervura.

O material estudado apresenta-se com potencial para manufatura de painéis de madeira compensada.

5 AGRADECIMENTOS

A FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, R. R. **Potencial da madeira de clones do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* para a produção de lâminas e manufatura de painéis compensados**. 2002. 80 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- ALMEIDA, R. R.; BORTOLETTO JÚNIOR, G.; JANKOWSKY, I. P. Produção de lâminas a partir da madeira de clones do híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 65, jun. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT/CB-31**: projeto de normas 31.000.05.001/1: chapas de madeira compensada. Rio de Janeiro, 2001.
- BALDWIN, R. F. **Plywood manufacturing practices**. San Francisco: M. Freeman, 1981. 326 p.
- BORTOLETTO JÚNIOR, G. Produção de compensados com 11 espécies do gênero *Eucalyptus*, avaliação das suas propriedades físico-mecânicas e indicações para utilização. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 63, p. 65-78, jun. 2003.
- EUROPEAN STANDARD-EN. **Plywood**: bonding quality: part 2: requirements. Cambridge, 1993.
- INTERAMNENSE, M. T. **Utilização das madeiras de *Eucalyptus cloeziana* (F. Muell), *Eucalyptus maculata* (Hook) e *Eucalyptus punctata* DC var. *punctata* para a produção de painéis compensados**. 1998. 81 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: Abril, 2005.
- IWAKIRI, S. et al. Avaliação da qualidade do compensado fenólico de *Eucalyptus grandis*. *Revista Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 437-443, 2006.
- IWAKIRI, S.; NIELSEN, I. R.; ALBERTI, R. A. R. Avaliação da influência de diferentes composições de lâminas em compensados estruturais de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus saligna*. *Revista Cerne*, Lavras, v. 6, n. 2, p. 19-24, 1999.
- KEINERT JÚNIOR, S. **Laminação, produção e testes de compensados a partir de *Eucalyptus* spp.** Curitiba: UFPR, 1994. 93 p. Relatório de pesquisa apresentado ao CNPq.
- PEDROSA, A. L. **Desempenho estrutural de vigas “i” constituídas por PLP e compensado de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden e OSB de *Pinus* spp.** 2003. 104 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- PEREYRA, O. **Avaliação da madeira de *Eucalyptus dunnii* (Maid) na manufatura de painéis compensados**. 1994. 87 f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1994.
- PRATA, J. G. **Desempenho de um sistema de qualidade em uma fábrica de painéis compensados**. 2006. 118 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- TOMASELI, I. Tendências de mudanças na indústria de painéis. *Revista da Madeira*, Curitiba, n. 43, p. 36-42, 1999.
- TSOUMIS, G. **Science and technology of wood. Structure, properties, utilization**. New York: Chapman & Hall, 1991. 494 p.