

## SELEÇÃO DE CLONES DE *Eucalyptus urophylla* PARA PRODUÇÃO DE COMPENSADOS

José Benedito Guimarães Júnior<sup>1</sup>, Lourival Marin Mendes<sup>2</sup>, Rafael Farinassi Mendes<sup>3</sup>,  
Bárbara Maria Ribeiro Guimarães<sup>4</sup>, Stefânia Lima Oliveira<sup>5</sup>

(recebido: 7 de fevereiro de 2011; aceito: 31 de agosto de 2012)

**RESUMO:** Neste trabalho, objetivou-se a avaliação de 6 clones oriundos da Companhia Mineira Metais – Unidade Agroflorestal (VM-AGRO) para a confecção de painéis compensados multilaminados. Foram produzidos 6 painéis para cada clone estudado. Utilizou-se adesivo fenol-formaldeído com gramatura de 320g/m<sup>2</sup>. O ciclo de prensagem seguiu os seguintes parâmetros: pressão de 1,47MPa, temperatura de 150°C e tempo de 10 minutos. A partir dos resultados obtidos concluiu-se que os clones de *Eucalyptus urophylla* se apresentam com grande potencial para a produção de painéis compensados multilaminados, uma vez que apresentaram valores de suas propriedades físicas e mecânicas acima dos referenciados em literatura e, significativamente, superiores aos exigidos pelas normas ABNT 31:000.05-00/2 (flexão estática) e EN 314-2 (resistência ao cisalhamento), sendo considerados para uso como forma de concreto (FOR). O clone que se destacou em todas as propriedades físico-mecânicas, com melhores resultados, foi o 36.

Palavras-chave: Painéis, propriedades físico-mecânicas, potencial de utilização.

### SELECTION OF CLONES OF *Eucalyptus urophylla* FOR PLYWOOD PRODUCTION

**ABSTRACT:** This work aimed at the evaluation of six (6) *Eucalyptus urophylla* clones of Companhia Mineira Metais – Unidade Agroflorestal (VM-AGRO) for making particleboard panels. Six (6) panels to each clone studies were produced. About 320g/m<sup>2</sup> of Phenol phormol aldehyde adhesives Were utilized. The pressing cycle parameters were: pressure of 1.47MPa, temperature of 150°C and 10 minutes of pressing time. It was concluded that clones of *Eucalyptus urophylla* show a great potential for production of particleboard panels, since they presented values of physical and mechanical properties above the ones referenced in literature and highly superior to those required by the ABNT Standards 31:000.05-00/2 (static bending) and EN 314-2 (shearing resistance), the tested clones can be used for producing concrete mold (FOR). The clone which stood out the most in all the properties tested was the clone 36.

Key words: Panels, physical-mechanical properties, potential use.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2001), o compensado de uso exterior é definido como painel produzido com colagem a “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.

Segundo Marra (1992), o tipo de adesivo mais adequado para a fabricação desse tipo de compensado é a fenol-formaldeído, em função de suas características de

maior resistência e durabilidade em condições extremas de exposição à umidade.

O compensado apresenta utilizações das mais variadas, como na construção civil para aplicações estruturais ou não, na construção de barcos, na fabricação de móveis (partes estruturais e decorativas), instrumentos musicais, embalagens industriais, caixas, dentre outros (BORTOLETTO JÚNIOR; GARCIA, 2004).

Até 1999, a principal matéria-prima utilizada para a produção de compensados era proveniente de florestas nativas. Contudo, a partir dessa data, a produção de compensados no Brasil passou a empregar maior quantidade

<sup>1</sup>Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Ciência e Tecnologia da Madeira – Universidade Federal do Piauí/UFPI – Departamento de Engenharias – BR135, KM03 – 64.900-000 – Bom Jesus, PI, Brasil – jbguiaraesjr@hotmail.com

<sup>2</sup>Engenheiro Florestal, Professor Dr. em Ciência Florestais – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG, Brasil – lourival@dcf.ufla.br

<sup>3</sup>Engenheiro Florestal, Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG, Brasil – rafaelarinassi@gmail.com

<sup>4</sup>Engenheira agrônoma, Mestranda em Ciência e Tecnologia da Madeira – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG, Brasil – bmr2115@yahoo.com.br

<sup>5</sup>Designer de produto, Mestranda em Ciência e Tecnologia da Madeira – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Ciências Florestais/DCF – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG, Brasil – stefania\_oliveira@hotmail.com

de material proveniente de florestas plantadas (60%), em relação ao emprego de florestas tropicais nativas (40%). Essa tendência persistiu e, em 2008, constatou-se que a produção de compensados, a partir de madeira de florestas plantadas, foi de aproximadamente 74% e de 26% para aqueles obtidos a partir de florestas tropicais nativas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADAMECANICAMENTE - ABIMCI, 2008).

Bortoletto Júnior (2003) afirma que a utilização de folhosas nativas, o custo de exploração, as grandes distâncias a serem vencidas com o transporte de toras, de lâminas ou de compensados até os grandes centros de consumo e as fortes pressões ambientalistas em relação à origem da madeira, além da necessidade de certificação, são fatores que encarecem os custos, podendo ser restritivos à plenitude de mercado de compensados tropicais e justificam, momentaneamente, a tendência de substituição por florestas plantadas. Nesse contexto, uma das alternativas potenciais para a solução desse problema é a utilização da madeira de eucalipto para a produção de compensados multilaminados. Essas espécies são consideradas de rápido crescimento, apresentando vantagens em termos de maior incremento volumétrico. No entanto, essa elevada produtividade reflete em algumas limitações técnicas relacionadas à madeira, sobretudo quanto à sua densidade e porosidade (MARRA, 1992; TSOUMIS, 1991).

Uma das alternativas na busca de se produzir matéria-prima com qualidade adequada na produção de diferentes produtos a base de madeira, principalmente para laminação e compensados, é trabalhar as variações existentes entre espécies, procedências, famílias e clones. Essa pode ser uma alternativa para se obter um produto de melhor qualidade a partir da madeira de eucalipto, uma vez que a maioria de suas propriedades, consideradas limitantes a produção de compensados, encontram-se sob moderado ou alto controle genético.

Almeida et al. (2004) afirmam que as buscas por novas fontes de matérias-primas somadas às vantagens das madeiras de *Eucalyptus* demonstram a necessidade de aumentar o volume de pesquisas sobre as espécies, híbridos e clones desse gênero, e também sobre a qualidade dos produtos oriundos.

Iwakiri et al. (2006) reforçam a ideia de Tsoumis (1991), relatando que as características tecnológicas da madeira adequada para laminação e produção de painéis compensados estão relacionadas, principalmente, com os seguintes fatores: densidade da madeira (baixa a média), características do fuste (diâmetro e forma) e grã direita a levemente inclinada.

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade de produção de compensados multilaminados, a partir da madeira de clones de *Eucalyptus urophylla*, avaliando suas propriedades físicas e mecânicas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizadas árvores de 6 clones de *Eucalyptus urophylla*, que apresentavam a idade de 94 meses. Foram abatidas 5 árvores por clone. Os testes clonais foram instalados nas Fazendas Riacho e Bom Sucesso, de propriedade da Companhia Mineira Metais – Unidade Agroflorestal (VM-AGRO), localizadas no município de Vazante, região noroeste de Minas Gerais. A área está situada a 17°36'09" Sul de latitude, longitude de 46°42'42" oeste de Greenwich e altitude de 550 metros.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, tropical úmido de savana, com inverno seco e verão chuvoso. A temperatura média anual é de 24° C e a precipitação média anual é de 1450 mm.

Na Tabela 1, podem ser verificadas algumas características dos clones de *Eucalyptus urophylla* utilizados nesta pesquisa.

**Tabela 1** – Características dos clones de *Eucalyptus urophylla*.

**Table 1** – Characteristics of clones of *Eucalyptus urophylla*.

Clones	Diâmetro médio (cm)	Densidade básica (g/cm <sup>3</sup> )
19	34,69	0,65
26	34,37	0,60
28	32,15	0,52
36	37,24	0,59
58	32,91	0,56
62	26,10	0,53

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 de Iwakiri (2005). 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 esse valor reduzido para de 8%, por meio de secagem em estufa, com

circulação forçada de ar. Anteriormente, à produção 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 dos clones. Produziram-se 6 painéis compensados por clone.

O adesivo utilizado na colagem foi o fenol-formaldeído com gramatura de 320g/m<sup>2</sup>, com teor de sólidos de 50,87%; pH de 12,45; viscosidade de 595Cp e Gel Time de 10,12 minutos, não sendo introduzida em sua formulação nenhum tipo de extensor ou material inerte. Após a formação do painel, utilizaram-se 15 minutos como tempo de assemblagem.

O ciclo de prensagem utilizado foi com temperatura de 150°C, pressão específica de 1,47MPa 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. Cada clone foi considerado como um tratamento. O teste de médias utilizado foi o de Scott-Knott com 5% de significância.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, apresentam-se os resultados de teor de umidade, absorção total de água e densidade aparente para os clones de *Eucalyptus urophylla*. Para a umidade, os valores não se apresentaram estatisticamente diferentes, sendo que variaram entre 10,38 e 10,63%. Isso se justifica em virtude de todo material ter ficado em sala climatizada até apresentarem massa constante.

Kollmann et al. (1975) observaram o teor de umidade em diferentes compensados, depois de armazenados à umidade de 65% e temperatura de 20°C, entre 7,3% a 12,7%. Pereyra (1994), em condições similares, encontrou umidade média em painéis compensados de *Eucalyptus dunnii* (MAID) de 8,72%, tendo o intervalo verificado por ele sido de 8,20% a 9,08%. Dessa forma, as umidades encontradas neste trabalho foram similares àquelas citadas na literatura.

Para densidade aparente, observou-se que houve diferenças estatísticas entre os clones estudados para essa

**Tabela 2** – Valores de umidade, absorção de água e densidade aparente para os painéis compensado de clones de *Eucalyptus urophylla*.

**Table 2** – Value of moisture, water absorption and apparent density for plywood panels of clones of *Eucalyptus urophylla*.

Clone	Umidade (%)	Absorção de água (%)	Densidade aparente (g/cm <sup>3</sup> )
19	10,52 A	36,15 B	0,79 C
36	10,44 A	31,20 A	0,81 C
28	10,45 A	46,11 C	0,61 A
26	10,38 A	39,64 B	0,72 B
58	10,63 A	39,80 B	0,71 B

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-knott ao nível de significância de 5%.

propriedade, sendo que o clone 28 foi o que apresentou menor valor, com 0,61g/cm<sup>3</sup>; enquanto os clones 19 e 36 apresentaram os maiores valores médios, sendo estes respectivamente de 0,79 e 0,81g/cm<sup>3</sup>.

Bortoletto Júnior (2003) encontrou valores de massa específica no intervalo de 0,767 g/cm<sup>3</sup> a 0,999 g/cm<sup>3</sup>, para compensados de 11 diferentes espécies de eucalipto. Iwakiri et al. (2006) encontraram, para essa propriedade, valor médio de 0,79g/cm<sup>3</sup> em compensados de *Eucalyptus grandis*. Guimarães Júnior et al. (2009), trabalhando com diferentes procedências de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*, observaram que a densidade desses painéis variavam entre 0,72 e 0,98g/cm<sup>3</sup>. Os resultados obtidos neste trabalho ficaram próximos daqueles encontrados na literatura, com exceção do clone 28, que apresentou valor abaixo. Isso pode ser explicado porque a densidade dos painéis compensados é uma variável depende da densidade e da umidade da madeira que o originou, além das variáveis do ciclo de prensagem utilizado na manufatura dos painéis (KOLLMANN et al., 1975).

Para a absorção de água total observou-se que o clone que se destacou com menor valor foi o de número 36, com 31,20%. Entretanto, o clone 28 foi o que apresentou o maior valor com 46,11%.

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). 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%. Nesse sentido, pode-se notar que os valores obtidos para

os clones de *Eucalyptus urophylla* apresentaram valores similares aos encontrados em literatura, no que se refere a absorção total de água.

Observa-se uma tendência de que os clones com maior densidade nominal apresentarem uma menor absorção de água. Isso, possivelmente ocorre porque acima do ponto de saturação das fibras, uma maior densidade promove uma redução da porosidade e espaços vazios nas lâminas, diminuindo, dessa forma, entrada de água livre.

Os valores médios das propriedades de flexão estática estão apresentados na Tabela 3. Não houve diferenças significativas entre os valores das médias para MOE na posição perpendicular, sendo que os dados apresentaram a amplitude de 4336,94 e 5232,58MPa. Para a posição paralela observaram-se diferenças estatísticas entre os tratamentos estudados. Os clones de número 19, 36 e 58 se destacaram com maiores valores para essa propriedade, com 16462,24; 14732,92 e 15743,55MPa, respectivamente.

Para o teste realizado perpendicularmente a direção da grã da capa, os valores encontrados foram superiores aos observados por Bortoletto Júnior (2003), no qual verificou, para diversas espécies de eucaliptos, valores variando de 3486 a 5595MPa. Guimarães Júnior et al. (2009) observaram valores médios de MOE perpendicular de 5702,81Mpa para compensados produzidos a partir de procedências de eucalipto. Os resultados obtidos para o teste paralelo foram similares aos valores encontrados por Keinert Júnior (1994) para compensados de *Eucalyptus grandis* (15609 MPA), Iwakiri et al. (1999) para *Eucalyptus saligna* (12201MPa) e Pedrosa (2003) para *Eucalyptus dunnii* (13281MPa).

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, 5000MPa, enquanto para o perpendicular é de no mínimo 2499,3Mpa. Desse modo,

observa-se que todos os clones apresentam valores muito acima daquele exigido pela norma.

Os valores de MOR tanto perpendicular quanto paralelo à grã da capa estão apresentados na Tabela 2. Observa-se que na posição perpendicular não houve diferença estatística entre as médias dos clones, sendo que estes apresentaram valores entre 28,57 e 31,93MPa. Já, para a posição paralela observou-se que o clone 26 foi o que apresentou menor valor, com 49,02MPa. Os demais clones, para essa propriedade, foram estatisticamente iguais e maiores que o clone 26.

Os resultados obtidos para MOR paralelo à grã da capa foram inferiores aos obtidos por Interamnense (1998) para compensados de *Eucalyptus cloeziana* (94,10 MPa) e *Eucalyptus maculata* (83,60 MPa). Contudo, ficaram próximos aos encontrados por Keinert Júnior (1994) para *Eucalyptus grandis* (65,60 MPa) e Pedrosa (2003) para *Eucalyptus dunnii* (66,90 MPa). No sentido perpendicular, a resistência média foi inferior àquela encontrada por Bortoletto Júnior (2003), trabalhando com diversas espécies de eucaliptos, com valores entre de 46,70 a 64,80MPa. Entretanto, os resultados dessa propriedades ficaram próximos ao obtido por Guimarães Júnior et al. (2009) trabalhando com procedências de eucaliptos, onde encontrou valor médio para essa propriedade de 36,43MPa.

A norma NBR 31.000.001/2:2001 estabelece valores mínimos de MOR paralelo para compensados tipo forma de concreto (FOR) de 45MPa e para o perpendicular 15,59MPa. Todos os clones estudados apresentaram valores muito acima daquele exigido pela norma.

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

Houve efeito significativo dos clones na resistência ao cisalhamento no teste seco. O clone que apresentou o

**Tabela 3** – Valores médios das propriedades obtidas pelo teste de flexão estática.

**Table 3** – Average values of the properties obtained by the static flexure test.

Clone	MOE perpendicular*	MOE paralelo*	MOR perpendicular*	MOR paralelo*
19	5113,22A	16462,24B	28,57A	66,28B
36	5232,58A	14732,91B	31,93A	55,98B
28	4336,94A	12032,41A	29,06A	48,25B
26	4847,39A	13659,48A	29,53A	49,02A
58	4756,55A	15743,55B	30,53A	58,16B

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-knott ao nível de significância de 5%. \*Valores em MPa.

**Tabela 4** – Valores médios de resistência ao cisalhamento e falhas na madeira, nas condições ensaios seco, úmido e pós fervura.**Table 4** – Average values of shearing resistance and wood failures under dry, wet and post-boiling assay conditions.

Clone	Tensão seco*	Falha seco**	Tensão úmido*	Falha úmido**	Tensão fervura*	Falha fervura**
19	3,64 B	55	2,47 A	16	2,46 A	17
36	3,14 B	41	2,89 B	13	2,46 A	12
28	2,37 A	74	2,24 A	61	1,84 A	53
26	3,36 B	66	3,01 B	54	2,83 A	50
58	3,02 B	61	2,79 B	35	2,20 A	29

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-knott ao nível de significância de 5%. \*Valores em MPa.

\*\* Valores em percentagem.

menor valor foi o de número 28 com 2,37MPa. Os demais clones apresentaram valores superiores e estatisticamente iguais. Essas diferenças observadas para essa propriedade podem ser explicadas por características intrínsecas do material genético que compõe a estrutura do compensado. Dentre essas se destacam aquelas relacionadas à constituição anatômica, física e química da madeira.

Observa-se para resistência ao cisalhamento no teste úmido que houve diferenças significativas entre os tratamentos. Nesse caso, os maiores valores observados foram para os clones 36, 26 e 58; com valores respectivamente de 2,89; 3,01 e 2,79MPa.

Para o teste de resistência ao cisalhamento realizado após a fervura dos corpos-de-prova, constatou-se que não houve diferença estatística entre as médias avaliadas. Os valores apresentaram-se no intervalo de 1,84 e 2,83MPa.

De maneira geral, pode-se inferir que os clones 36, 26 e 58 foram os que apresentaram melhor desempenho com relação à colagem com o adesivo Fenol-Formaldeído, tanto na condição seca, quanto na úmida e na pós-fervura.

Os valores obtidos para resistência ao cisalhamento ficaram acima daqueles encontrados por Pereyra (1994), trabalhando com o adesivo fenol-formaldeído com gramatura de 330 g/cm<sup>2</sup>, o qual verificou valores entre 0,84 e 1,78MPa para o teste realizado na condição seca. O mesmo autor observou para esse teste com corpos-de-prova expostos a umidade valores entre 0,58 e 1,23MPa.

Bortoletto Júnior (2003) encontrou valores de resistência ao cisalhamento seco de 2,48 MPa para compensados de diferentes espécies de eucalipto. Na condição úmida observou valores médios de 2,55MPa; enquanto que para os corpos-de-prova expostos à fervura, valores médios de resistência de 2,15MPa. Esses valores ficaram próximos dos verificados neste trabalho. Contudo,

vale ressaltar que esse visto autor utilizou-se de uma gramatura maior para os painéis produzidos na sua pesquisa (360g/m<sup>2</sup>).

Almeida (2002), avaliando a resistência ao cisalhamento em clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*, com a utilização de gramatura de 320 e 360g/m<sup>2</sup>, obteve valores no teste a seco, variando de 1,67 a 2,07 MPa. No teste úmido, observou valores entre 1,20 e 1,58MPa. Neste sentido, os valores observados neste trabalho foram superiores aos obtidos por esse autor.

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 1,20 e 1,25MPa. Os valores encontrados para essa propriedade, no presente trabalho, foram superiores a estes.

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, conforme mostra a Tabela 5, na qual correlaciona-se o valor mínimo de falhas na madeira com a resistência ao cisalhamento. Nesse sentido, todos os compensados produzidos a partir dos clones se adequaram as exigências dessa normatização, ficando bem acima de suas exigências.

**Tabela 5** – Requisitos de colagem.**Table 5** – Bonding requirements.

Tensão de ruptura (MPa)	Falha na madeira (%)
0,2≤TR<0,4	≥80
0,4≤TR<0,6	≥60
0,6≤TR<1,0	≥40
1,0≤TR	Sem exigência

Fonte: European Standard - EN (1993)

#### 4 CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

- Os clones de *Eucalyptus urophylla* se mostraram com grande potencial para a produção de painéis compensados multilaminados.

- Destaque para o clone 36 que apresentou baixa absorção de água, altos valores de densidade nominal e de propriedades mecânicas.

- Para as propriedades físicas todos os clones apresentaram-se valores adequados em relação à literatura.

- Os painéis de madeira compensada produzidos a partir dos clones de eucalipto se adequaram aos requisitos ABNT 31:000.05-00/2, apresentando valores muito acima das exigências, nas propriedades de flexão estática, podendo ser classificados para o uso forma de concreto (FOR).

- Para o cisalhamento nas condições de seco, úmido e pós-fervura, todos os clones se mostraram acima dos valores observados em literatura. Todos satisfizeram as recomendações da norma EN 314-2 de 1993, com valores bem superiores aos exigidos por esta, com destaque para os clones 36, 26 e 58.

#### 5 AGRADECIMENTOS

Companhia Mineira Metais – Unidade Agroflorestal (VM-AGRO).

FAPEMIG - Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais.

#### 6 REFERÊNCIAS

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 em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz 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, p. 49-58, jun. 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2008**: indústria de madeira processada mecanicamente. Brasília, 2008. 54 p. Disponível em: <<http://www.abimci.com.br>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **CB-31**: projeto de normas 31.000.05.001/1: chapas de madeira compensada. Rio de Janeiro, 2001.

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.

BORTOLETTO JÚNIOR, G.; GARCIA, J. N. Propriedades de resistência e rigidez à flexão estática de painéis OSB e compensados. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 563-570, jul./ago. 2004.

EUROPEAN STANDARD. **EN 314-2**: plywood, bonding quality, part 2: requirements. Brussels, 1993.

GUIMARÃES JÚNIOR, J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; MORI, F. A. Painéis compensado de eucalipto: estudo de caso de espécie e procedências. **Cerne**, Lavras, v. 15, n. 1, p. 10-18, jan./mar. 2009.

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 compesados**. 1998. 81 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: Abril, 2005.

IWAKIRI, S.; RAZERA NETO, A.; ALMEIDA, B. C.; BIASI, C. P.; CHIES, D.; GUIANTES, F. P.; FRANSONI, J. A.; RIGATTO, P. A.; BETTEGA, W. P. Avaliação da qualidade do compensado fenólico de *Eucalyptus grandis*. **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*. **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: CNPq, 1994. 93 p. Relatório de pesquisa apresentado ao CNPq.

KOLLMANN, F. F. P.; KUENZI, E. W.; STAMM, A. J. **Principles of wood science and technology II: wood based materials.** New York: Spring; Berlin: Verlag, 1975. 703 p.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding: principles in practice.** New York: V. N. Reinhold, 1992. 453 p.

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 fabricação de painéis compensados.** 1994. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1994.

TSOUMIS, G. **Science and technology of wood: structure, properties, utilization.** New York: Chapman & Hall, 1991. 494 p.