

Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com a madeira de *Eucalyptus grandis* em diferentes posições radiais

Physical and mechanical properties of particleboard produced with *Eucalyptus grandis* wood in different radial positions

Rafael Farinassi Mendes¹, Naiara Sena Baleeiro², Lourival Marin Mendes³, Mário Vanoli Scatolino⁴, Stefânia Lima Oliveira¹ e Thiago de Paula Protásio⁴

Resumo

O objetivo do trabalho foi avaliar as propriedades físicas e mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes regiões radiais da madeira de *Eucalyptus grandis*. Foram avaliadas três diferentes regiões radiais (alburno, cerne e medula) e a mistura (tora integral). Os painéis foram produzidos com densidade nominal de 0,70 g/cm³, 8% de adesivo uréia-formaldeído e ciclo de prensagem de temperatura de 160°C, pressão de 40 kgf/cm² e tempo de prensagem de 8 minutos. Mediante os resultados dos ensaios físicos e mecânicos pode-se concluir que: 1) Os painéis produzidos com a região da medula apresentaram igualdade estatística com os painéis produzidos com a tora integral em todas as propriedades físico-mecânicas avaliadas, atendendo a todos os requisitos estipulados por norma de comercialização; 2) As regiões do cerne e do alburno da madeira de *Eucalyptus grandis* não devem ser utilizadas separadamente para produção de painéis aglomerados.

Palavras-chave: *Eucalyptus grandis*, Painéis, regiões radiais, Propriedades físico-mecânicas

Abstract

The objective of this work was to evaluate the physical and mechanical properties of the particleboard produced with *Eucalyptus grandis* wood in different radial positions. Three different radial regions (sapwood, heartwood and marrow) were evaluated and the mixture (whole log). The panels were produced with a nominal density of 0.70 g/cm³, 8% urea-formaldehyde adhesive and a pressing cycle of 160°C, 4 MPa pressure and pressing time of 8 minutes. From the physical and mechanical properties it can be concluded that: 1) The panels produced only with region of the heartwood were statistically equal to the panels produced from the full log in all physical and mechanical properties evaluated; complied with all requirements by the CS (1968) code; 2) The sapwood and heartwood regions of *Eucalyptus grandis* wood should not be used separately for particleboard production.

Keywords: *Eucalyptus grandis*, Panels, radial regions, physical-mechanical properties

INTRODUÇÃO

Com o crescimento da produção industrial de painéis de madeira, aumenta também a demanda por matéria-prima, o que se torna necessário não apenas o aumento de áreas de plantios com espécies atualmente utilizadas, mas também a busca de novas opções.

Uma das alternativas seria o aproveitamento de resíduos gerados pelo processamento da madeira, tais como o desdobro e a laminação, haja visto que o processo de transformação da ma-

deira em produtos processados gera uma grande quantidade e diversidade de resíduos (BRAND et al., 2004; LIMA; SILVA, 2005).

Sendo que apenas pequena parte desse resíduo é aproveitada, e na maioria das vezes direcionado para produção de energia para a própria indústria, o que promove baixa agregação de valor. Enquanto que no caso de painéis, além de possibilitar uma maior relevância de benefícios, permitiria ajudar no suprimento de matéria-prima.

Alguns estudos já foram desenvolvidos, em escala laboratorial, utilizando resíduos madei-

¹Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira. UFLA - Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037 - 37200-000 Lavras, MG. E-mail: rafaelfarinassi@gmail.com; stefaniaoliveira@yahoo.com.br

²Engenheira Florestal. UFLA - Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037 - 37200-000 Lavras, MG. E-mail: naiara_sena@hotmail.com

³Professor Doutor. UFLA - Universidade Federal de Lavras - Departamento de Ciências Florestais. Caixa Postal 3037 - 37200-000 Lavras, MG. E-mail: lourival@dcf.ufla.br

⁴Mestrando em Ciência e Tecnologia da Madeira. UFLA - Universidade Federal de Lavras. Caixa Postal 3037 - 37200-000 Lavras, MG. E-mail: mario_paraiso@hotmail.com; depaulaprotasio@gmail.com

reiros para produção de painéis aglomerados, sendo obtidos bons resultados com a utilização de cavacos e maravalhas, geradas pelo aplainamento de tábuas de cerne e/ou alburno (DACOSTA et al., 2005; CABRAL et al., 2007), com diferentes resíduos de serraria de diferentes espécies (IWAKIRI et al., 2000; IWAKIRI et al., 2012) e com o material originário do processo de arredondamento das toras para laminação (MENDOZA, 2010; GUIMARÃES JÚNIOR et al., 2011).

No entanto, ainda faltam muitas informações a respeito da utilização dos diferentes resíduos, pois a qualidade do painel pode variar em função de vários fatores, dentre os quais o tipo de madeira processada e as diferentes regiões das toras utilizadas, em função basicamente de diferenças químicas, físicas e anatômicas da madeira. Dentro desse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes regiões radiais da madeira de *Eucalyptus grandis*.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do material

As árvores de *Eucalyptus grandis*, com 20 anos de idades, foram obtidas no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), na cidade de Lavras -MG. Após a derrubada das árvores estas foram divididas em toras, sendo também retirados discos para a determinação da densidade básica da madeira de acordo com a norma NBR 11941 (ABNT, 2003) e para a análise química da madeira.

Análise química da madeira

Para a análise dos constituintes químicos foi utilizado a serragem obtida pelo processamento da madeira em um moinho Willy. O material utilizado foi aquele que passou pela peneira de 40 mesh e ficou retido na de 60 mesh. Esse material após acondicionado a temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$, teve determinado os seus teores de extrativos totais (ABNT, 2010), lignina (ABNT, 2010), cinzas (ABNT, 2003) e holoceluloses (Obtida por diferença, $H (\%) = 100 - \% \text{Extrativos totais} - \% \text{Teor de lignina} - \% \text{Cinzas}$).

Delineamento experimental e manufatura dos painéis

O delineamento experimental encontra-se descrito na Tabela 1. Sendo assim, foram avaliadas três diferentes regiões radiais (alburno, cer-

ne e medula) e a mistura, ou seja, a tora integral, como é atualmente utilizada na produção industrial de painéis aglomerados. Para cada um dos tratamentos foram produzidos três painéis com densidade nominal de $0,70 \text{ g/cm}^3$ e dimensões de $48 \text{ cm} \times 48 \text{ cm} \times 1,5 \text{ cm}$ (comprimento \times largura \times espessura, respectivamente).

Tabela 1. Delineamento experimental
Table 1. Experimental design

| Tratamentos | Posição da madeira |
|-------------|--------------------|
| T1 | Alburno |
| T2 | Cerne |
| T3 | Medula |
| T4 | Mistura |

As toras obtidas foram cozidas em um tanque com água na temperatura de 60°C durante período de 24 horas. Após essa etapa foram laminadas em torno laminador, obtendo lâminas com espessura nominal de 2mm. Três toras foram laminadas descontinuamente para obter a separação das regiões (alburno, cerne e medula), enquanto uma tora foi laminada continuamente, pois foi destinada para a manufatura do painel denominado mistura, sendo o rolo-resto incorporado no processo de picagem para geração das partículas.

As lâminas obtidas foram rasgadas manualmente e posteriormente trituradas em moinho martelo com uma peneira de abertura de 6,1 mm, obtendo assim partículas do tipo "sliver". Quanto à obtenção das partículas da medula, os rolos foram picados em cavacos com o uso de um facão, sendo posteriormente triturados em moinho martelo com a peneira de mesma abertura citada anteriormente.

As partículas foram então peneiradas em uma peneira vibratória, com abertura de 3 mm, para a eliminação dos "finos". Posteriormente, estas foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar até que atingissem a umidade de 4% (base massa seca das partículas).

Para a manufatura dos painéis foi utilizado 8% de adesivo uréia-formaldeído (base massa seca das partículas) com viscosidade de 1506,73 cP, teor de sólidos de 56%, tempo de gel de 13,14 minutos e pH de 8,91. O adesivo foi aplicado às partículas mediante aspersão, em uma encoladeira do tipo tambor giratório.

As partículas encoladas foram então depositadas em uma caixa formadora, onde sofreu uma pré-prensagem a frio na pressão de 0,3 MPa. Após esse procedimento, o colchão formado foi levado para prensagem a quente, a qual

ocorreu na temperatura de 160°C, pressão de 4 MPa e por período de 8 minutos.

Avaliação das propriedades físicas e mecânicas dos painéis

Os painéis após climatizados em uma sala com temperatura de 22±2°C e umidade relativa de 65±5%, tiveram seus corpos de prova confeccionados com o emprego de uma serra circular esquadrejadeira. As dimensões dos corpos-de-prova e os procedimentos de ensaio empregados na avaliação das propriedades e/ou parâmetros estão apresentados na Tabela 2. A densidade do painel foi determinada através da média da densidade dos corpos de prova de todos os ensaios citados anteriormente.

Análise estatística

A análise estatística foi conduzida em delineamento inteiramente casualizado. Para a verificação do efeito da posição radial da madeira, sobre as propriedades físicas e mecânicas dos painéis aglomerados, foi utilizado o teste de média de Tukey, a 5% de significância (PIMENTEL-GOMES, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise química

Os valores médios dos constituintes químicos da espécie *Eucalyptus grandis*, de cada uma das posições avaliadas e também da mistura, se encontram na Tabela 3.

Na avaliação da constituição química das diferentes regiões e também da mistura (tora inte-

gral) não foi observada diferença estatística para os teores de lignina e holoceluloses. Enquanto que para o teor de extrativos e de cinzas houve diferenciação estatística apenas entre as regiões cerne e alburno, sendo que para a quantidade de extrativos o cerne obteve o maior valor médio, e para a quantidade de cinzas o maior valor médio foi obtido para o alburno.

Silva et al. (2005) ao avaliarem a influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* obtiveram, para árvores com idade de 20 anos, valores médios de 28,29% para lignina, 4,60% para extrativos e 67,11% para holoceluloses. Valores esses próximos aos obtidos nesse estudo.

Densidade básica da madeira, densidade aparente dos painéis, razão de compactação e umidade

Os valores médios de densidade básica da madeira, densidade aparente dos painéis, razão de compactação e umidade estão apresentados na Tabela 4.

A densidade aparente dos painéis variou na faixa de 0,632 a 0,657 g/cm³. Estando, desta forma, todos os tratamentos classificados como painéis de média densidade, que se referem a painéis com densidade aparente entre 0,59 e 0,80 g/cm³ (ABNT, 2006). Não foi observada diferença estatística entre as densidades médias dos painéis.

No entanto, devido a variação da densidade básica da madeira das diferentes regiões avaliadas, foi observada diferença estatística entre a razão de compactação dos painéis. Sendo o tra-

Tabela 2. Propriedades físico-mecânicas avaliadas.
Table 2. Physical and mechanical properties evaluated.

| Propriedade avaliada | Norma utilizada | Dimensões dos corpos de prova |
|--|-----------------|-------------------------------|
| Umidade | | 5 x 5 cm |
| Absorção de água 2 e 24 horas | ASTM (2006) | 15,2 x 15,2 cm |
| Inchamento em espessura 2 e 24 horas | | 15,2 x 15,2 cm |
| Ligação interna | | 5 x 5 cm |
| Módulo de elasticidade à flexão estática | NHSS (1982) | 25 x 5 cm |
| Módulo de ruptura à flexão estática | | 25 x 5 cm |

*Os valores de espessuras dos corpos de prova foram de 1,5 cm.

Tabela 3. Análise química.
Table 3. Chemical Analysis.

| Tratamentos | Extrativo | Lignina | Cinzas | Holocelulose |
|-------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | | | | |
| Alburno | 1,94 (7,25) B | 26,86 (3,85) A | 0,35 (22,97)A | 70,84 (1,41) A |
| Cerne | 2,65 (8,55) A | 27,33 (4,90) A | 0,22 (9,82) B | 69,8 (1,83) A |
| Medula | 2,34 (3,17) AB | 29,2 (4,20) A | 0,28 (3,72) AB | 68,18 (1,71) A |
| Mistura | 2,27 (7,42) AB | 27,28 (4,31) A | 0,29 (17,20)AB | 70,16 (1,61) A |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

Tabela 4. Valores médios de densidade básica da madeira, densidade aparente dos painéis, razão de compactação e umidade.

Table 4. Mean values of wood density, bulk density panels, compression ratio and moisture content.

| Tratamento | Densidade da madeira | Densidade do painel | Razão de compactação | Umidade (%) |
|------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------|
| | g/cm ³ | | | |
| Alburno | 0,570 (8,1) A | 0,647 (3,24) A | 1,14 (3,2) C | 10,32 (2,0) A |
| Cerne | 0,552 (13,3) A | 0,638 (1,39) A | 1,16 (1,4) C | 10,96 (9,7) A |
| Medula | 0,426 (4,4) C | 0,632 (2,89) A | 1,48 (2,9) A | 9,80 (3,4) A |
| Mistura | 0,503 (15,7) B | 0,657 (1,33) A | 1,31 (1,3) B | 9,77 (2,9) A |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

tamento com a medula o que obteve o maior valor médio, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos. Enquanto que os tratamentos com cerne e alburno apresentaram igualdade estatística, devido a maior densidade da madeira dessas regiões, mas diferenciaram do tratamento mistura, o qual obteve o maior valor médio.

Apenas os tratamentos medula e mistura apresentaram razão de compactação média dentro da faixa estipulada como ideal por Maloney (1993) e Tsoumis (1991), que é de 1,3 a 1,6. Esse resultado se deve a menor densidade da madeira de medula (0,426 g/cm³) e da mistura (0,503 g/cm³) em relação à densidade da madeira das outras regiões analisadas.

Não foi observada diferença estatística entre as umidades médias obtidas para os painéis dos diferentes tratamentos.

Propriedades físicas

Na Tabela 5 estão apresentados os valores médios para as propriedades físicas Absorção de água e inchamento em espessura dos painéis aglomerados de *Eucalyptus grandis*.

Observa-se que para a propriedade AA2h não houve diferença significativa entre os tratamentos. Enquanto que para a propriedade AA24h, a medula se mostrou igual estatisticamente a mistura, mas diferente estatisticamente do cerne e alburno, apresentando valor médio inferior a

essas regiões. Não foi observada diferença significativa entre cerne e mistura, e também entre cerne e alburno.

Em relação às propriedades IE2h e IE24h, o tratamento medula obteve os menores valores médios, contudo apresentou-se igual estatisticamente ao tratamento mistura em ambas as propriedades. Os tratamentos cerne e alburno se diferenciaram estatisticamente da medula e da mistura considerando a propriedade IE24h, enquanto que para a propriedade IE2h, o cerne apresentou-se igual estatisticamente à mistura. Não houve diferença significativa entre cerne e alburno na avaliação de ambas as propriedades.

O motivo dos melhores resultados das propriedades AA24h, IE2h e IE24h terem sido obtidos pelos tratamentos mistura e com a região medula pode ser explicado pela maior razão de compactação desses tratamentos (Tabela 4), o que confere menor quantidade espaços vazios nos painéis e conseqüentemente menor absorção de água e inchamento em espessura.

Iwakiri et al. (2000) avaliando o potencial de utilização de resíduos de serrarias das espécies *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus pilularis* para a produção de painéis aglomerados com 8 e 12% de adesivo uréia-formaldeído, encontraram valores médios para absorção de água após 2 e 24 horas de imersão entre 10,8 a 45,8% e entre 29,2 a 67,3%, respectivamente. Para a propriedade inchamento em espessura após 2 e 24

Tabela 5. Valores médios das propriedades físicas dos painéis

Table 5. Mean values of the physical properties of the panels

| Tratamento | AA2h | AA24h | IE2h | IE24h |
|------------|--------------|----------------|---------------|--------------|
| | % | | | |
| Alburno | 81,4 (9,6) A | 108,9 (8,3) BC | 18,6 (14,9) C | 30,5 (9,2) B |
| Cerne | 79,0 (2,3) A | 119,9 (2,5) C | 14,2 (8,9) BC | 29,4 (6,0) B |
| Medula | 74,5 (2,6) A | 92,6 (2,0) A | 12,8 (10,6) A | 18,2 (7,5) A |
| Mistura | 77,0 (4,5) A | 102,5 (5,3) AB | 16,8 (8,7) AB | 19,7 (8,2) A |
| *CS (1968) | - | - | - | 35,0 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

AA 2h = absorção de água após duas horas de imersão; AA 24h = Absorção de água após vinte e quatro horas de imersão;

IE 2h = Inchamento em espessura após duas horas de imersão; IE 24h = Inchamento em espessura após vinte e quatro horas de imersão;

*Requisitos exigidos pela norma CS (1968).

horas, os autores encontraram valores entre 10,0 a 32,2% e entre 23,1 a 45,4%, respectivamente.

Guimarães Júnior et al. (2011), estudando o potencial de utilização dos resíduos de laminação para a produção de painéis aglomerados de diferentes procedências de *Eucalyptus grandis*, utilizando 8% de resina uréia-formaldeído e 1% de parafina, encontraram valores médios entre 39,7 a 71,4% e entre 73,9 a 93,4% para as propriedades AA2h e AA24h, respectivamente. Enquanto que para as propriedades IE2h e IE24h os autores encontraram médias variando entre 12,8 a 21,5% e entre 18,8 a 38,7%, respectivamente.

A norma CS (1968) estipula para painéis aglomerados de média densidade e adesivo uréia-formaldeído, o valor máximo de 35% para a propriedade inchamento em espessura após 24 horas de imersão.

Desta forma, os resultados obtidos para as propriedades físicas de todos os tratamentos avaliados, foram satisfatórios em comparação com os dados encontrados na literatura e também atenderam ao requisito exigido pela norma de comercialização. Fato que nos permite concluir que os resíduos gerados em qualquer posição radial das árvores de *Eucalyptus grandis* podem ser utilizados para produção de painéis aglomerados, sem que ocorra prejuízo para as propriedades físicas analisadas.

Propriedades mecânicas

Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios para as propriedades mecânicas MOE, MOR e Ligação interna dos painéis aglomerados de *Eucalyptus grandis*.

Em relação às propriedades mecânicas Módulo de elasticidade (MOE) e Módulo de ruptura (MOR) todos os tratamentos apresentaram igualdade estatística. Para a propriedade ligação interna houve diferenciação estatística apenas entre os tratamentos cerne e mistura, sendo os painéis de cerne o que obtiveram o menor valor médio. Tal

fato pode ter ocorrido em função da associação da menor razão de compactação dos painéis de cerne (Tabela 4) e também pelo maior valor médio de extrativos (Tabela 3), o que afetou de alguma forma a ligação adesiva entre as partículas.

Mendes et al. (2009) avaliando o efeito da idade das árvores de *Eucalyptus urophylla* na qualidade de painéis aglomerados produzidos com 8% de adesivo uréia-formaldeído e 1% de parafina, obtiveram valores médios de 1552,2 MPa para o MOE, de 7,7 MPa para o MOR e de 0,39 MPa para ligação interna.

Guimarães Júnior et al. (2011), estudando o potencial de utilização dos resíduos de laminação para a produção de painéis aglomerados de diferentes procedências de *Eucalyptus grandis*, utilizando 8% de resina uréia-formaldeído e 1% de parafina, encontraram valores médios entre 675,8 a 1055,8 MPa para o MOE, entre 13,5 a 23,0 MPa para o MOR e entre 0,25 a 0,36 MPa para a ligação interna.

A norma de comercialização CS (1968) estipula para painéis aglomerados de média densidade e produzidos com o adesivo uréia-formaldeído valores mínimos de 2402,63 MPa para o MOE, de 10,98 MPa para o MOR e de 0,41 MPa para a ligação interna.

Diante disso, em comparação com os valores obtidos em literatura, os tratamentos apresentaram resultados satisfatórios para todas as propriedades mecânicas. Contudo, em relação à norma, apenas os tratamentos produzidos com a mistura e a medula atenderam a todos os pré-requisitos estipulados. Sendo que o tratamento produzido com o cerne não atendeu apenas os valores mínimos estipulados para o MOE, enquanto que o tratamento com alburno não atendeu aos valores mínimos estipulados para o MOE e MOR. Tal fato pode ser explicado devido à baixa razão de compactação obtida por esses tratamentos, e pode ser melhorado com o aumento da densidade aparente dos painéis.

Tabela 6. Valores médios das propriedades mecânicas dos painéis
Table 6. Mean values of the physical mechanical of the panels

| Tratamento | MOE | MOR | LI |
|------------|------------------|----------------|----------------|
| | | MPa | |
| Alburno | 2023,25 (23,3) A | 10,28 (23,3) A | 0,86 (31,7) AB |
| Cerne | 2151,80 (8,04) A | 11,40 (5,9) A | 0,74 (11,3) B |
| Medula | 2618,10 (8,4) A | 11,40 (10,0) A | 0,82 (8,5) AB |
| Mistura | 2537,00 (19,7) A | 13,10 (17,4) A | 1,00 (8,3) A |
| *CS (1968) | 2402,63 | 10,98 | 0,41 |

Médias seguidas de mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a um nível de significância de 5%. Os valores entre parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

MOE = Módulo de elasticidade; MOR = Módulo de ruptura; LI = Ligação interna;

*Requisitos exigidos pela norma CS (1968).

Outro fator importante que se deve levar em consideração é que o trabalho foi conduzido de forma que os painéis foram produzidos apenas com cerne ou alburno, o que não significa que essas regiões dessa espécie não possam ser utilizadas para produção de painéis aglomerados. Podendo vir a ser utilizada em forma de mistura com outra região, ou então mediante mudanças de algumas variáveis de produção.

CONCLUSÃO

Os painéis produzidos apenas com a região da medula apresentaram igualdade estatística com os painéis produzidos com a tora integral em todas as propriedades físico-mecânicas avaliadas, atendendo a todos os requisitos estipulados pela norma de comercialização CS (1968).

As regiões do cerne e do alburno da madeira de *Eucalyptus grandis* não devem ser utilizadas separadamente para produção de painéis aglomerados.

AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7989: Pasta celulósica e madeira - Determinação de lignina insolúvel em ácido. Rio de Janeiro, 2010. 6 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: Madeira – Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13999: Papel, cartão, pastas celulósicas e madeira - Determinação do resíduo (cinza) após a incineração a 525 °C. Rio de Janeiro, 2003. 4 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14810-3: Chapas de madeira aglomerada - métodos de ensaio. São Paulo, 2006. 51 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14853: Madeira - Determinação do material solúvel em etanol-tolueno e em diclorometano e em acetona. Rio de Janeiro, 2010. 3 p.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. D 1037: Standard methods of evaluating properties of wood-base fiber and particles materials. Philadelphia, 2006. 30 p.

BRAND, M. A.; MUNIZ, G. I. B.; SILVA, D. A.; KLOCK, U. Caracterização do rendimento e quantificação dos resíduos gerados em serraria através do balanço de materiais. *Floresta*, Curitiba, v. 32, n. 2, p. 247-259, 2004.

CABRAL, C. P.; VITAL, B. R.; LUCIA, R. M. D.; PIMENTA, A. S. Propriedades de chapas de aglomerado confeccionadas com mistura de partículas de *Eucalyptus* spp and *Pinus elliottii*. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 897-905, set./out. 2007.

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

DACOSTA, L. P. E.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R.; CALEGARI, L. Qualidade das chapas de partículas aglomeradas fabricadas com resíduos do processamento mecânico da madeira de *Pinus elliottii* (Engelm.). *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 3, p. 311-312, 2005.

GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; MORI, F. A. Painéis de madeira aglomerada de resíduos da laminação de diferentes procedências de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus cloeziana*. *Cerne*, Lavras, v. 17, n. 4, p. 443-452, 2011.

IWAKIRI, S. et al. Avaliação das propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos de serrarias de nove espécies de madeiras tropicais da Amazônia. *Acta Amazônica*, Manaus, v. 42, n. 1, p. 59-64, 2012

IWAKIRI, S.; CRUZ, C.R.; BRAND, M.A. Utilização de resíduos de serraria na produção de chapas de madeira Aglomerada de *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus pilularis*. *Floresta e ambiente*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 1, p. 251-256, 2000.

LIMA, E. G.; SILVA, D. A. Resíduos gerados em indústrias de móveis de madeira situadas no pólo moveleiro de Arapongas – PR. *Floresta*, Curitiba, v. 35, n. 1, 2005.

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

- MENDES, L.M.; IWAKIR, S.; MORI, F.A.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; MENDES, R. F. *Eucalyptus urophylla* stands wood utilization at two different ages for production of particleboard panels. *Cerne*, Lavras, v. 15, n. 3, p. 288-294, 2009.
- MENDOZA, Z .M. S. H. **Efeito da inclusão laminar nas propriedades de painéis aglomerados fabricados com resíduos da indústria laminadora.** 2010. 128 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- NHSS - NORMEN FÜR HOLZFASERPLATEN SPANPLATTEN SPERRHOLZ. **DIN 52362:** Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength. Berlin, 1982. p. 39-40.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental.** 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.
- SILVA, J. C.; MATOS, J. L. M.; OLIVEIRA, J. T. S.; EVANGELISTA, W. V. Influência da idade e da posição ao longo do tronco na composição química da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 455-460, 2005.
- TSOUMIS, G. **Science and Technology of wood. Structure, Properties, Utilization.** New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 494 p.

Recebido em 22/05/2013

Aceito para publicação em 29/07/2013

