

PROPRIEDADES FÍSICAS DE PAINÉIS AGLOMERADOS CONSTITUÍDOS POR RESÍDUOS DE CEVADA INDUSTRIAL E PARTÍCULAS DE *Pinus spp.*

Angela Z. N. GAA¹; Daniella D. C. KNISS¹; Helena C. VIEIRA¹; Ailton BALDUINO¹;
Gabriela C. RICARDO¹; Martha A. BRAND²; Alexsandro B. da CUNHA²;
Polliana D. RIOS²

¹ Mestrandos em Engenharia Florestal, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

² Professor Dr. no Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

Resumo: Neste trabalho objetivou-se avaliar as propriedades físicas de painéis aglomerados constituídos por resíduos de cevada industrial e partículas de *Pinus spp.* Foram utilizadas partículas de *Pinus spp.* fornecidas pela empresa Bonet Madeiras e Papéis Ltda. localizada no município de Santa Cecília – Santa Catarina e resíduo de cevada coletado na Companhia de Bebidas das Américas, Ambev S.A em Lages – Santa Catarina. Para a produção dos painéis foram utilizados cinco tratamentos, sendo compostos por diferentes teores de resíduo de cevada e de partículas de *Pinus spp.*: 100:0 (T1), 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25:75 (T4) e 0:100 (T5), para resíduo e madeira respectivamente. Foram produzidos 3 painéis por tratamento, totalizando 15 painéis. Na produção dos painéis, utilizou-se densidade nominal de 650 kg.m⁻³, 12% de resina ureia formaldeído, 1% de parafina e ciclo de prensagem de 8 minutos, com 160°C de temperatura, pressão máxima de 40 kgfcm⁻². Foram determinadas a massa específica, razão de compactação, teor de umidade, inchamento em espessura (2h e 24h) e absorção de água (2h e 24h). Com os resultados encontrados pode-se concluir que o aumento da porcentagem de resíduo de cevada diminui a resistência dos painéis a absorção de água e aumenta o inchamento em espessura. Porém, novos ajustes devem ser feitos na confecção dos painéis visando viabilizar a utilização do resíduo de cevada industrial para a produção de painéis aglomerados.

Palavras-chave: *Hordeum vulgare*, Indústria cervejeira, MDP.

Abstract: This work aimed to evaluate the physical properties of chipboard panels made of industrial waste barley and *Pinus spp* particles. Particles were used *Pinus spp.* provided by the company Bonet Woods and Papers Ltda. in the municipality of Saint Cecilia - Santa Catarina and barley residue collected in Companhia de Bebidas das Americas Ambev SA in Lages - Santa Catarina. For the production of panels used were five treatments, being composed of different barley residue content and particle *Pinus spp*: 100: 0 (T1), 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25: 75 (T4) and 0: 100 (T5) to the residue and timber respectively. 3 panels were produced by treating a total of 15 panels. In the production of panels, utilized to nominal density of 650 kg.m⁻³, 12% of urea formaldehyde resin, 1% paraffin and 8 minutes press cycle, with a temperature of 160 ° C, maximum pressure of 40 kgfcm⁻². They determined the density, compression ratio, moisture content, thickness swelling (2h and 24h) and water absorption (2h and 24h). With the results it can be concluded that increasing the percentage of barley residue decrease the resistance of the panels to water absorption and thickness swelling. However, further adjustments should be made in the manufacture of the panels in order enable the utilization of industrial waste barley for the production of chipboard panels.

Keywords: *Hordeum vulgare*, brewing industry, MDP.

1. INTRODUÇÃO

O crescimento do mercado de painéis está fortemente ligado ao cenário econômico interno, onde o crescimento do setor da construção civil impulsiona o mercado imobiliário e o consumo de bens duráveis, implicando, conseqüentemente no aumento da demanda das indústrias por painéis de madeira industrializada para a fabricação de produtos de consumo (ABRAF, 2013).

A atual tendência mundial, na qual o Brasil se insere, consiste no aumento da utilização de madeira proveniente de plantios e manejos sustentados. Neste contexto, o crescimento dos produtos de madeira reconstituída é de singular importância, uma vez que pode suprir em quantidade e qualidade as opções de mercado existente, assim como das que ainda podem vir a existir. Este tipo de indústria se caracteriza pela preocupação com a melhor e mais eficiente utilização da matéria-prima madeira, onde se objetiva a utilização total, restringindo ao máximo o desperdício ou perda (ALBUQUERQUE, 2002).

Para atender à demanda cada vez mais crescente pela madeira, há necessidade de não somente aumentar a área de plantios com espécies florestais, mas também procurar opções de matéria-prima de rápido crescimento que possam contribuir de forma quantitativa e qualitativa os processos industriais. Com isso o aproveitamento dos resíduos gerados pela agroindústria brasileira mostra-se como alternativa para atender tal demanda do setor de painéis aglomerados, apresentando-se com vários tipos de resíduos lignocelulósicos com potencialidades para aproveitamento (MENDES et al., 2010).

Diversos trabalhos mostram que além da madeira outras fontes de fibras podem ser utilizadas na confecção de painéis aglomerados como: bambu (CALEGARI et al., 2007), casca de arroz (DE MELO et al., 2009), bagaço de cana-de-açúcar (MENDES et al., 2010; FIORELLI et al., 2011) e fibra de coco verde (FIORELLI et al., 2015).

A cevada (*Hordeum vulgare*) é um cereal de inverno que ocupa a quinta posição, em ordem de importância econômica, no mundo. A produção brasileira se concentra na Região Sul, em especial no Rio Grande do Sul, que contribui com 70% da produção nacional do cereal, seguido do estado do Paraná, que produz aproximadamente 27%, com registros de cultivo também nos estados de Goiás, de Minas Gerais e de São Paulo (EMBRAPA, 2012).

O grão é utilizado na industrialização de bebidas (cerveja e destilados), na composição de farinhas ou flocos para panificação, na produção de medicamentos e na formulação de produtos dietéticos e de sucedâneos de café. A cevada é ainda empregada em alimentação animal como forragem verde e na fabricação de ração (AGEITEC, 2012).

Segundo a Associação Brasileira da Indústria da Cerveja, o Brasil é o terceiro maior produtor de cervejas do mundo, atrás somente dos Estados Unidos e da China. Em 2013, foram utilizadas mais de 360 mil toneladas de cevada no Brasil, para produzir aproximadamente 13,46 bilhões de litros de cerveja. A produção cresce cerca de 25,8% ao ano e atualmente, a disponibilidade do bagaço de cevada no Brasil ultrapassa 2.000 mil toneladas/ano (CERVBRASIL, 2014).

De acordo com Brochier e Carvalho (2009), o resíduo úmido de cervejaria é resultante da fase inicial do processo de fabricação de cervejas e pode ser encontrado na forma de cascas ou de farelo. Freitas (2006), afirma que para cada 100 kg de malte utilizado na fabricação de cerveja são gerados entre 118 e 130 kg de bagaço de cevada com 79% de umidade.

De acordo com LIMA (1993), a elevada porcentagem de umidade encontrada no resíduo de cervejaria é o principal fator limitante à sua utilização. Para as indústrias de cerveja, o bagaço de cevada foi considerado problema, uma vez que teria de ser descartado sem agredir o ambiente, para não causar impacto ambiental negativo (BROCHIER, 2007).

Assim, visando aumentar o valor agregado do resíduo gerado na indústria cervejeira, este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físicas de painéis aglomerados constituídos por resíduos de cevada industrial em associação com partículas de *Pinus* spp em diferentes proporções.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Coleta e preparação do material

Para a confecção dos painéis utilizou-se partículas de *Pinus* spp. fornecidas pela empresa Bonet Madeiras e Papéis Ltda. localizada no Município de Santa Cecília – Santa Catarina. O bagaço da cevada foi coletado na Companhia de Bebidas das Américas, Ambev S.A em Lages – Santa Catarina.

2.2 Delineamento experimental

O delineamento utilizado foi de 5 tratamentos, com três repetições por tratamento, totalizando a produção de 15 painéis, foi utilizada a densidade nominal de 650 kg.m^{-3} e dimensões de $400 \times 400 \times 16 \text{ mm}$. Foram confeccionados painéis homogêneos, seguindo a descrição da Tabela 1.

Tabela 1. Composição dos painéis.

| Tratamento | Composição |
|------------|-------------|
| C 100 | 100% C |
| C 75 | 75% C 25% P |
| C 50 | 50% C 50% P |
| C 25 | 25% C 75% P |
| C 0 | 100% P |

Onde: C = Quantidade em Porcentagem de Bagaço de Cevada.

2.3 Preparação dos painéis

Para a confecção dos painéis foram utilizados resíduos de cevada com densidade média de 220 Kg.m^{-3} e partículas de *Pinus* spp. de 410 Kg.m^{-3} . Todas as partículas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a temperatura de $60 \pm 2^\circ\text{C}$. Para a produção dos painéis utilizou-se somente partículas com umidade inferior a 5%. Os painéis foram produzidos no Laboratório de Tecnologia da Madeira do Departamento de Engenharia Florestal, na Universidade do Estado de Santa Catarina.

Utilizou-se 12% de adesivo ureia formaldeído e 1% de parafina, com teor de sólidos de respectivamente de 70% e de 65%. A aspersão do adesivo e da parafina nas partículas

ocorreu em uma encoladeira tipo tambor giratório, dotado de um copo graduado e uma pistola a ar comprimido.

Para a prensagem foram realizadas duas fases distintas. Sendo a primeira fase a pré-prensagem a frio, utilizando uma prensa hidráulica para a acomodação das partículas na caixa formadora. A segunda fase foi a prensagem a quente, o ciclo utilizado foi efetuado em uma prensa hidráulica automática, modelo MA 098. A temperatura de prensagem foi de 160°C, com tempo de 8 minutos e pressão de 40 kgf.cm⁻².

Após a confecção, os painéis foram armazenados em sala de climatização, seguindo a norma da NBR 14660 (ABNT, 2004).

2.4 Testes físicos

Para a determinar a massa específica, a absorção de água e o inchamento em espessura foram utilizados corpos de prova com dimensões padronizadas pela norma NBR 15 316 (2009), conforme está representado na Tabela 2.

Tabela 2. Dimensões dos corpos de prova utilizados para os testes físicos.

| Propriedade avaliada | Dimensões dos corpos de prova |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| Massa específica | 50 x 50 mm |
| Absorção de água 2 e 24 horas | 125 x 125 mm |
| Inchamento em espessura 2 e 24 horas | |

A razão de compactação foi determinada utilizando a equação a seguir:

$$Rc = \frac{D p}{D m}$$

Onde: Rc = Razão de compactação;

Dp = Densidade dos painéis;

Dm = Densidade do material lignocelulósico.

Para a determinar o teor de umidade utilizou-se o método da estufa em corpos de prova com dimensões de 50 x 50 x 16 mm (largura, comprimento e espessura). Para perda total de umidade, os corpos de prova foram levados para estufa de circulação forçada a 100°C até massa constante. O calculado utilizado para determinar o teor de umidade está apresentado a seguir:

$$U = \left(\frac{mi - mf}{mf} \right) * 100$$

Onde: U = Teor de umidade em porcentagem;

mi = Massa inicial do corpo de prova (g);

mf = Massa final do corpo de prova (g).

2.5 Análise estatística

Os tratamentos utilizados foram considerados qualitativos, portanto, para todas as variáveis foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). As análises estatísticas foram feitas no Sisvar® - Sistema de análise de variância (FERREIRA, 2000), ao nível de 5% de probabilidade para o teste de Scott-Knott.

2.6 Comparação dos dados

Quando possível, os resultados médios de cada tratamento foram comparados com as normas de qualidade: NBR 14810 (2013), ANSI A208.1 (2009), CS 236-66 (1968) e EN 312-2 (2003).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios para massa específica, razão de compactação, espessura e teor de umidade dos painéis estão apresentados na Tabela 3, juntamente com os seus coeficientes de variação.

Tabela 3. Valores médios de massa específica, razão de compactação, teor de umidade e espessura.

| Tratamento | M.E. (Kg.m ⁻³) | Razão de Compactação | Umidade (%) |
|--------------|---------------------------------------|--|---|
| C100 | ^{T1} 680 _(6,13) a | ^{T1} 3,10 _(6,13) e | ^{T1} 10,25 _(2,88) c |
| C 75 | ^{T2} 620 _(3,44) b | ^{T2} 2,33 _(3,44) d | ^{T2} 9,78 _(1,52) b |
| C 50 | ^{T3} 620 _(4,39) b | ^{T3} 1,97 _(4,39) c | ^{T3} 9,34 _(7,72) a |
| C 25 | ^{T4} 630 _(5,20) b | ^{T4} 1,79 _(5,20) b | ^{T4} 9,16 _(3,08) a |
| C 0 | ^{T5} 650 _(3,91) b | ^{T5} 1,55 _(3,91) a | ^{T5} 9,26 _(2,15) a |
| Média | 640 | 2,15 | 9,56 |

Legenda: C: cevada, P: Partículas de *Pinus* spp., M.E.: massa específica, sobrescrito: tratamento, subscrito: coeficiente de variação (%). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si.

Os valores médios para massa específica dos painéis variaram de 620 à 680 Kg.m⁻³. Pode-se observar na tabela, que apenas o tratamento 1 diferenciou estatisticamente dos tratamentos demais. Esta diferença provavelmente foi ocasionada pela densidade do resíduo da cevada que é aproximadamente a metade da densidade da madeira.

Com relação aos requisitos mínimos exigidos pelas normas de qualidade para classificação dos painéis, verifica-se que os mesmos podem ser definidos como de média massa específica, segundo a NBR 14810 (2013) e a CS 236-66 (1968). Segundo as especificações da ANSI A208.1 (2009), apenas os tratamentos 1 e 5 podem ser classificados como de média massa específica, em função de se encontrarem acima do valor mínimo de 640 Kg.m⁻³.

Como a razão de compactação é uma relação direta da massa específica do painel com a massa específica do material lignocelulósico utilizado, para o presente estudo, apenas os painéis produzidos com 100 % de partículas de *Pinus* spp. apresentaram valores médios de

razão de compactação recomendados por Kelly (1977), Moslemi (1974) e Maloney (1993) na faixa de 1,3 a 1,6. Tais resultados são consequência da baixa densidade do material cevada (220 Kg.m^{-3}) em comparação com a madeira de *Pinus* spp. (410 Kg.m^{-3}). Assim, a razão de compactação aumenta conforme é aumentada a porcentagem de cevada na associação com as partículas de *Pinus* spp.

O valor médio de teor de umidade após a estabilização da massa variou de 9,26% a 10,25%. Salienta-se que os valores encontrados estão abaixo da umidade de equilíbrio da sala de climatização que é de 12% para madeiras. A diminuição da higroscopicidade dos painéis ocorre em função da incorporação de resina e parafina (WU, 1999). Além das altas temperaturas aplicadas durante a etapa de prensagem, que fazem com que a pressão compacte as camadas externas do painel, tornando os sítios de adsorção menos disponíveis (DEL MENEZZI, 2004).

Ainda sobre o teor de umidade dos painéis, nota-se que os valores médios de todos os tratamentos estão de acordo com o especificado pela NBR 14810 (2013), que define intervalo entre de 5 % a 11%. Já em relação a ANSI A208.1 (2009), que pressupõe uma umidade de 10%, apenas o tratamento 1 não atende a norma.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores médios de absorção de água e inchamento em espessura após 2 e 24 horas de imersão em água. Para absorção de água, denota-se que o tratamento T5 com 100% de partículas de madeira foi o que apresentou o menor valor médio, tanto após o primeiro ciclo de imersão (12,45%), quanto após o segundo (32,05%). Todos os tratamentos compostos em associação com a cevada, apresentaram valores estatisticamente maiores que o tratamento 100% *Pinus* spp. A maior absorção para 2 horas foi observada no tratamento 1 e para 24 horas nos tratamentos 1, 2, 3 e 4.

Tabela 4. Valores médios para absorção de água e inchamento em espessura.

| Tratamento | Composição | A.A. (%) | | I.E. (%) | |
|--------------|-------------|---|--|---|---|
| | | 2 horas | 24 horas | 2 horas | 24 horas |
| T1 | 100% C | ^{T1} 72,40 _(5,48) d | ^{T1} 89,53 _(13,45) b | ^{T1} 16,67 _(5,81) b | ^{T1} 22,24 _(8,15) b |
| T2 | 75% C 25% P | ^{T2} 56,44 _(3,77) c | ^{T2} 79,97 _(6,51) b | ^{T2} 13,15 _(3,94) b | ^{T2} 21,09 _(7,76) b |
| T3 | 50% C 50% P | ^{T3} 52,45 _(3,13) c | ^{T3} 75,23 _(7,97) b | ^{T3} 14,63 _(4,13) b | ^{T3} 20,27 _(7,40) b |
| T4 | 25% C 75% P | ^{T4} 32,27 _(2,59) b | ^{T4} 67,69 _(3,08) b | ^{T4} 9,03 _(4,89) a | ^{T4} 18,32 _(7,07) b |
| T5 | 100% P | ^{T5} 12,45 _(3,46) a | ^{T5} 32,05 _(4,13) a | ^{T5} 7,74 _(1,28) a | ^{T5} 13,35 _(4,94) a |
| Média | | 12,24 | 45,20 | 19,06 | 68,89 |

Legenda: C: cevada, P: Partículas de *Pinus* spp., A.A.: absorção de águas, I.E.: inchamento em espessura, sobrescrito: tratamento, subscrito: coeficiente de variação (%). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si.

Pode-se observar que aumento na proporção de resíduo de cevada é diretamente proporcional ao aumento no valor de absorção de água. Esta tendência também foi observada por Melo et al. (2009) para painéis produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz e Mendes et al. (2012) na produção de painéis de madeira em associação com bagaço de cana. De acordo com De Melo et al. (2015) esta tendência é explicada pelo alto teor de extrativos dos materiais alternativos.

Os resultados obtidos para absorção de água são maiores aos encontrados em outras pesquisas. Trianoski (2010) definiu valores de 7,94% para 2 horas e 27,82% para 24 horas em

painéis de partículas homogêneos de *Pinus taeda* com 12% de resina. Mendes, et al (2010), em seu estudo com painéis produzidos com 75% de bagaço de cana, encontrou valores de 21,56% para absorção de água após 24 horas de imersão e com 12% de resina.

Porém, outras pesquisas determinaram valores superiores de absorção de água, Batista et al. (2007) avaliaram as propriedades físicas de painéis aglomerados de três camadas de *Pinus elliottii* Engelm. produzidos com 1% de parafina e 6% de ureia-formaldeído e encontraram valores de absorção de água de 150,6 e 168,9% após 2 e 24 horas, respectivamente. Ainda Mendes, et al. (2009) obtiveram valores de absorção de água após 24 horas de 95,78% e 104,56% para painéis aglomerados de 700 kg.m³ com 1% de parafina produzidos com *Eucalyptus urophylla* de 7 e 12 anos de idade, respectivamente.

Para a variável inchamento em espessura após 2 horas, os tratamentos T1, T2 e T3 foram superiores aos demais, para o inchamento em 24 horas de imersão em água, apenas o painéis produzidos com 100% partícula de pinus apresentou-se superior, ou seja, inchou menos em espessura.

Em relação ao atendimento aos critérios das normas de qualidade, verifica-se que segundo a NBR 14810 (2013), somente o tratamento C0 atende ao valor máximo de 8% para inchamento em espessura após 2 horas em imersão de água.

Quanto ao inchamento 24 horas, todos os tratamentos se enquadram nas normas CS 236-66 (1968) e na ANSI A208.1 (2009) que estabelecem valores máximos de respectivamente 35% e 40%. Já em relação a NBR 14810 (2013) e a EN 312-2 (2003), apenas o tratamento C0 atendeu as normas, as quais estabelecem valores máximos de 18 e 15% respectivamente.

Assim, com os dados apresentados verifica-se que o tratamento de maior destaque para ambas as faixas de inchamento em espessura foi o 100% partículas de *Pinus* spp. Porém o pré-tratamento das partículas pode ser alterado em estudos futuros, com o objetivo de diminuir as porcentagens de absorção e inchamento em 2 e 24 horas.

CONCLUSÕES

Com os resultados encontrados pode-se concluir que o aumento da porcentagem de resíduo de cevada diminui a resistência dos painéis a absorção de água e aumenta o inchamento em espessura.

Maiores proporções de adesivo e parafina, além do pré-tratamento do resíduo de cevada podem melhorar as propriedades físicas dos painéis. Por isso, novas pesquisas são necessárias para determinar a viabilidade da produção de painéis utilizando resíduo de cevada da indústria cervejeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2013 ano base 2012. Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas. Brasília, 2013. 148p.

AGEITEC. Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2012. Disponível em:<
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cevada/arvore/CONT000fyf381uk02wx5ok0vcihk68tas55r.html>> Acesso em 21/06/15.

ALBUQUERQUE, Carlos Eduardo Camargo de. Interações de variáveis no ciclo de prensagem de aglomerados. 2002. 150 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE. ANSI A 208.1: Mat formed wood particleboard: specifications. Gaithersburg: National Particleboards Association, 2009. 9p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 14660: Madeira - Amostragem e preparação para análise. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. 7p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15316: painéis de fibra de média densidade. Rio de Janeiro, 2009. 48 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 14810-2: Painéis de partícula de média densidade. Parte 2: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013. 69p.

BATISTA D.C; BRITO, E.O; SETUBAL, V.G.; GÓES, L.G. Fabricação de aglomerados de três camadas com madeira de *Pinus elliottii* Emgelm. e casca de *Eucalyptus pellita* F. Muell. Cerne, v.13, n. 2, p.178-187, 2007.

BROCHIER, M.A. Aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros confinados em fase de terminação. 2007. 120 p. Dissertação (Mestrado em Qualidade Ambiental) - Centro Universitário Feevale, Novo Hamburgo.

BROCHIER, M. A.; CARVALHO, S. Aspectos ambientais, produtivos e econômicos do aproveitamento de resíduo úmido de cervejaria na alimentação de cordeiros em sistema de confinamento. Ciência e Agrotecnologia, v. 33, n. 5, p. 1392-1399, 2009.

CALEGARI, L., HASELEIN, C.R., SCARAVELLI, T.L., SANTINI, E.J., STANGERLIN, D.M., GATTO, D.A., TREVISAN, R. Desempenho físico-mecânico de painéis fabricados com bambu (*Bambusa vulgaris* Schr.) em combinação com madeira. Cerne, Lavras, v. 13, n. 1, p. 57-63, 2007.

CERVBRASIL. Indústria cervejeira está conectada com o desenvolvimento do país, 2014. Disponível em: <http://cervbrasil.org.br/2014/04/a-cerveja-como-contribuicao-economica/>. Acesso em: 05 jun. 15.

COMMERCIAL STANDART. CS 236-66: Mat formed wood particleboard. Geneva, 1968. 18p.

DEL MENEZZI, C.H.S. Estabilização dimensional por meio do tratamento térmico e seus efeitos sobre as propriedades de painéis de partículas orientadas (OSB). 2004. 226 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), UFPR, Curitiba.

DE MELO, R. R., SANTINI, E.J., HASELEIN, C.R., STANGERLIN, D.M. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 19, n. 4, p. 449-460, 2009.

DE MELO, R. R., STANGERLIN, D. M., DE SOUSA, A. P., DE CADEMARTORI, P. H. G., SCHNEID, E. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados madeira-bambu. *Ciência Rural*, v. 45, n. 1, p. 35-42, 2015.

ELEOTÉRIO, J. R. Propriedades físicas de painéis MDF de diferentes densidades e teores de resina. 2000. 121 p. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luís de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba.

EMBRAPA TRIGO. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2012. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do139_4.htm> Acesso em 21/06/15.

FERREIRA, D.F. SisVar®: Sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 2000. (Software estatístico).

FIORELLI, J., LAHR, F.A.R., DO NASCIMENTO, M.F., SAVASTANO JUNIOR, H., ROSSIGNOLO, J.A. Painéis de partículas à base de bagaço de cana e resina de mamona – produção e propriedades. *Acta Scientiarum. Technology*, Maringá, v. 33, n. 4, p. 401-406, 2011.

FIORELLI, J., CHRISTOFORO, A.L., LAHR, F.A.R., DO NASCIMENTO, M.F., CURTOLO, D.D., SARTORI, D. de L., BELINI, U.L. Painés de partículas monocamadas fabricados com resíduo de madeira e fibra de coco verde. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.43, n.105, p.175-182, 2015.

FREITAS, G. L. S. Potencial antioxidante e compostos fenólicos na cerveja, chopp, cevada e no bagaço de brassagem. 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

IWAKIRI, S.; STINGHEN, A. B. M.; SILVEIRA, E. L. da; ZAMARIAN, E. H. C; PRATA, J. G; BRONOSKI, M. Influência da massa específica sobre as propriedades mecânicas de painéis aglomerados. *Floresta*, Curitiba, v.38, n.3, p. 487 - 493, 2008.

KELLY, M.W. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard. USDA. Forest Service. FPL General Technical Report, Madison, n.10, p.1-66, 1977.

LIMA, M.L.M. Resíduo de cervejaria úmido: Formas de conservação e efeitos sobre parâmetros ruminais. 1993. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MALONEY, T. M. Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing. San Francisco: M. Freeman, 1993. 689 p.

MELO, R. R., SANTINI, E. J., HASELEIN, C. R., STANGERLIN, D. M. Propriedades físico-mecânicas de painéis aglomerados produzidos com diferentes proporções de madeira e casca de arroz. *Ciência Florestal*, v. 19, n. 4, p. 449-460, 2009.

MENDES, L.M. *Pinus* spp. na produção de painéis de partículas orientadas (OSB). 2001. 103p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MENDES, L.M.; IWAKIRI, S.; MORI, F.A.; GUIMARÃES JÚNIOR, J.B.; MENDES, R.F. *Eucalyptus urophylla* stands wood utilization at two different ages for production of particleboard panels. *Cerne*, v. 15, n. 3, p. 288-294, 2009.

MENDES, R. F. Efeito do tratamento térmico sobre as propriedades de painéis OSB. 2010. 115p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

MENDES, R.F.; MENDES, L.M.; ABRANCHES, R.A.S.; DOS SANTOS, R.C.; GUIMARÃES JUNIOR, J.B. Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v.38, n.3, p.285-295, 2010.

MENDES, L. M., JÚNIOR, J. B. G., DOS SANTOS, R. C., & DA SILVA CÉSAR, A. A. Efeito da associação de bagaço de cana, do tipo e do teor de adesivo na produção de painéis aglomerados. *Ciência Florestal*, v. 22, n. 1, p. 161-170, 2012.

MOSLEMI, A.A. Particleboard. Illinois: Southern Illinois University Press, 1974. 244p.

MOSLEMI, A. A.; GARCIA, J. F.; HOSFSTRAND, A. D. Effect of various treatments and additives on wood-portland cementwater systems. *Wood and Fiber Science*, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 164-176, 1983.

TRIANOSKI, R. Avaliação do potencial de espécies florestais alternativas, de rápido crescimento, para produção de painéis de madeira aglomerada. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

VITAL, B.R.; LEHMANN, W.F; BOONE, R.S. How species and board densities affect properties of exotic hardwood particleboards. *Forest Products Journal*, Madison, v.24, n.12, p.37-45, 1974.

WU, Q. Application of Nelson’s sorption isotherm to wood composites and overlays. *Wood and Fiber Science*, v.28, n.2, p. 227 - 239, 1999.