

PROPRIEDADES FÍSICAS DE PAINÉIS AGLOMERADOS PRODUZIDOS COM FIBRAS E MARAVALHA DE *Pinus* spp.

Daniella D. C. KNISS¹; Helena C. VIEIRA¹; Cleide B. BOULSCHEID¹; Willian GRUBERT¹; Franciele CORDOVA²; Vanessa ZULIANELLO³; Alexsandro B. da CUNHA⁴; Polliana D. RIOS⁴

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

² Mestre em Engenharia Florestal

³ Engenheira Florestal

⁴ Professor Dr. no Departamento de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Brasil

Resumo: O presente estudo teve como objetivo determinar a viabilidade técnica da produção de painéis aglomerados de fibras e maravalhas de *Pinus* spp por meio das propriedades físicas. A matéria-prima utilizada para a produção dos painéis foi composta por fibras retiradas do processo produtivo de MDF, maravalhas coletadas no processo de desdobro, resina uréia formaldeído e emulsão de parafina. O delineamento experimental envolveu 5 tratamentos homogêneos nas proporções de: 100:0 (T1), 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25:75 (T4) e 0:100 (T5) para fibras e maravalhas respectivamente. Foram produzidos 3 painéis por tratamento com 0,65 g.cm⁻³ de massa específica, 12% de adesivo, 1% de emulsão de parafina e ciclo de prensagem de 40 kgf.cm⁻² de pressão, 160° de temperatura por um tempo de 8 minutos. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos da ASTM D1037 (2006). Com a verificação da normalidade dos dados e da homogeneidade das variâncias, foi aplicada a análise da variância e o teste de Scott-Knott a 95% de probabilidade. Os resultados demonstraram que os valores médios de estabilidade dimensional dos painéis foram regulares em relação às normas de referência.

Palavras-chave: *Pinus* spp, resíduos do desdobro, fibras.

Abstract: This study aimed to determine the technical feasibility of the production of particleboard from fibers and wood shaving of *Pinus* spp through of physical. The raw material used for producing panels was composed of fibers taken of the MDF process, wood shaving collected in the sawing process, urea formaldehyde resin and wax emulsion. The experiment involved 5 treatment homogeneous in the proportions: 100 parts of fibers up 0 parts of wood shavings (T1), 75:25 (T2), 50:50 (T3), 25:75 (T4) and 0: 100 (T5). They were produced 3 panels by treatment with 0,65 g.cm⁻³ density, 12% resin, 1% paraffin wax emulsion and pressing cycle 140 kg.cm⁻² pressure, temperature 160°C for a time 8 minutes. The tests were performed according to the procedures of ASTM D1037 (2006). With the verification of data normality and homogeneity of variance was applied to analysis of variance and the Scott-Knott test at 95% probability. The results showed that the average values of dimensional stability of the panels were regular in relation to the reference standards.

Keywords: Wood panels, waste of sawing, fibers of MDF process.

1. INTRODUÇÃO

Painéis reconstituídos de madeira, como os aglomerados, são produzidos a partir de partículas de madeira impregnadas com adesivo e consolidados por meio da aplicação de calor e pressão (IWAKIRI, 2005). São produtos amplamente empregados, principalmente para fabricação de móveis, tampos de mesas, laterais e portas de armários, divisórias, laterais de estantes e, consumido em menor escala na construção civil (BIAZUS et al., 2010).

As espécies de madeira utilizadas são geralmente provenientes de reflorestamentos do gênero *Pinus* e em menor escala do *Eucalyptus* (BRITO et al., 2004)

As utilizações dos painéis de madeira estão diretamente associadas às propriedades físicas dos mesmos. As restrições técnicas para o uso e a aplicação dos diferentes tipos de painéis de madeira, envolvem características como: resistência, uso interior ou exterior, uniformidade da superfície, tolerância à usinagem, resistência à fixação de parafusos, entre outros (ABIMCI, 2009).

O atual consumo de madeira em grande escala, pelos diversos setores da sociedade, faz com que surjam discussões e questionamentos sobre os impactos dos resíduos madeireiros ao ecossistema, instigando a ciência florestal no desenvolvimento de pesquisas sobre soluções mitigadoras dos impactos ambientais gerados nos processos produtivos, onde tem-se a matéria-prima madeira como principal componente do processo (WEBER, 2011).

As indústrias de base florestal geram um volume significativo de resíduos em seu processo fabril. Estes podem estar na forma de costaneiras, refilos, aparas, maravalhas ou cepilhos, entre outros (HRÁZSKÝ e KRAL, 2003). As maravalhas, geradas pelas plainas podem chegar a 20% do volume total de matéria-prima, nas indústrias de beneficiamento (HÜEBLIN, 2001).

Deste modo, há uma grande demanda por estudos para viabilizar a utilização destes resíduos, como na formação de painéis aglomerados, ocasionando também um aumento no valor agregado do produto (WEBER, 2011).

Os resíduos das indústrias florestais possuem dimensões variadas, entretanto, podem ser processados nos equipamentos normais da indústria, possibilitando a produção de partículas com geometria adequada, sem causar maiores dificuldades durante o processo (HRÁZSKÝ e KRAL, 2003).

Sendo assim, o objetivo do estudo foi determinar a viabilidade técnica da produção de painéis aglomerados de fibras e maravalhas de *Pinus* spp por meio das propriedades físicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Matéria – prima

Foram utilizadas maravalhas e fibras de *Pinus* spp., com massa específica média de 0,41 g/cm³, sem distinção de espécie e idade em função da coleta ter sido realizada diretamente nos processos industriais. As maravalhas foram coletadas na serraria da Madepar Indústria e Comércio de Madeiras LTDA, localizada na cidade de Lages – SC, enquanto que as fibras, a adesivo e a parafina foram na empresa Sudati S.A. de Otacílio Costa – SC. O adesivo apresentava as seguintes características: pH = 8,1, teor de sólidos = 70% e

viscosidade = 250 cP; já a emulsão de parafina: pH = 9,8, teor de sólidos = 62% e viscosidade = 500 cp.

Não foi realizado nenhum preparo adicional nas maravalhas e fibras em função do objetivo do estudo, sendo somente aplicada a secagem a $60 \pm 2^\circ\text{C}$ até umidade final de 4%.

2.2 Confeção dos painéis

A aplicação do adesivo e da emulsão de parafina foi feita de forma independente em uma encoladeira, nas proporções de 10% e 1% (base massa seca das partículas), respectivamente. Para cada tratamento foram confeccionados três painéis com massa específica nominal de $0,65 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ e camadas homogêneas, sendo:

Tratamento	Composição
T1 F100	100 % Fibra
T2 F75	75% de Fibras e 25% de Maravalhas
T3 F50	50% de Fibras e 50% de Maravalhas
T4 F25	25% de Fibras e 75% de Maravalhas
T5 F0	100% de Maravalhas

O colchão foi submetido a uma pré-prensagem em uma prensa hidráulica com pressão específica de $4 \text{ Kg}\cdot\text{cm}^{-2}$, sendo posteriormente direcionado para a prensagem a quente. O ciclo de prensagem foi de $40 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ de pressão, 160°C de temperatura por 8 minutos. Após a prensagem, os painéis foram esquadrejados para dimensões de $40 \times 40 \times 1,55 \text{ cm}$, de onde seguiram para a sala de climatização ($20 \pm 3^\circ\text{C}$ de temperatura e $65 \pm 5\%$ de umidade relativa) e posterior retirada dos corpos de prova e ensaios físicos.

2.3 Propriedades físicas avaliadas e análise estatística

Os ensaios físicos de massa específica, absorção de água, inchamento em espessura foram realizados de acordo com os procedimentos da ASTM D1037 (2006); a razão de compactação com base em Maloney (1993). Para a determinação da razão de compactação, tomou-se como base a massa específica encontrada por Gorski (2014) para o mesmo material, $0,41 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$.

O modelo experimental utilizado para a análise estatística foi delineamento inteiramente casualizado (DIC). A distribuição da normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro Wilk, enquanto a homogeneidade foi verificada pela aplicação do teste de Bartlett. Com os pressupostos atendidos, cada variável resposta foi submetida à análise de variância. Decorrendo rejeição da hipótese de nulidade, realizou-se o teste de médias de Scott-Knott a 95% de probabilidade.

Quando não havia o atendimento aos pressupostos iniciais, os dados da propriedade de interesse eram transformados e posteriormente reavaliados. Ainda assim, permanecendo o não atendimento, era aplicada a estatística não paramétrica por meio do teste de Kruskal Wallis.

Além da análise estatística tradicional, sempre que possível, os valores 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 1, juntamente com os seus coeficientes de variação.

Tabela 1. Valores médios de massa específica, razão de compactação, teor de umidade e espessura.

Composição	M.E. (g.cm ³)	Razão de compactação	Espessura (mm)	Teor de umidade (%)
F ₁₀₀	T ¹ 0,62 _(4,05) a	T ¹ 1,51 _(4,05) a	T ¹ 15,85 _(1,17) a	T ¹ 9,76 _(4,33) a
F ₇₅	T ² 0,61 _(7,32) a	T ² 1,50 _(7,32) a	T ² 15,95 _(1,34) a	T ² 9,95 _(7,86) a
F ₅₀	T ³ 0,59 _(10,80) a	T ³ 1,46 _(10,80) a	T ³ 15,95 _(1,84) a	T ³ 10,27 _(6,20) a
F ₂₅	T ⁴ 0,55 _(10,05) b	T ⁴ 1,36 _(10,05) b	T ⁴ 16,02 _(1,15) a	T ⁴ 10,39 _(5,13) a
F ₀	T ⁵ 0,55 _(10,38) b	T ⁵ 1,36 _(10,38) b	T ⁵ 16,30 _(1,90) b	T ⁵ 10,45 _(5,64) a
Média	0,58	1,44	16,01	10,16

Legenda: F: fibra, M.E.: massa específica, sobrescrito: tratamento, subscrito: coeficiente de variação (%). Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si.

Pode-se observar na Tabela 1 que o valor de massa específica estabelecido (0,65 g.cm⁻³) não foi atingido em nenhum dos tratamentos, distanciando cada vez mais do nominal à medida que era aumentada a proporção de maravalhas, tanto que os tratamentos com 75% e 100% desta matéria-prima foram estatisticamente diferentes dos demais. Porém os tratamentos compostos com maiores porcentagens de fibras (100, 75 e 50%) se aproximaram mais do valor desejado, segundo Myers (1983) partículas mais finas permitem maior compactação resultando em painéis com maior massa específica.

Em geral, estudos com painéis aglomerados apresentam diferença entre a massa específica nominal e a efetiva. Eleotério (2000) cita que um dos fatores que pode contribuir para a diferença é o espalhamento das partículas / fibras durante a prensagem, determinando que o material se dispersasse por uma área maior que a planejada. Weber (2011) afirma que a diferença está em função do retorno em espessura e a liberação de tensões das partículas após a prensagem dos painéis.

Já Iwakiri et al. (2008), atribuem principalmente às perdas de materiais durante as fases de retirada das partículas da encoladeira, a formação do colchão e o carregamento da prensa. Enfim, pode-se dizer que a diferença está em função das condições operacionais em nível laboratorial, sem a automação e controle de precisão do processo industrial, ocasionando perdas de material durante o processo de manufatura dos painéis (IWAKIRI et al., 2012).

A superioridade estatística encontrada para massa específica nos tratamentos T1, T2, T3 (100%, 75% e 50% de fibras) em relação aos tratamentos T4, T5 (25% e 0% de fibras) pode ser atribuída a maior interação das fibras com o adesivo e também a melhor acomodação das fibras na estrutura do painel, o que reflete em menores perdas de processo, principalmente no menor espalhamento do material durante a prensagem e a menor liberação das tensões após a liberação da pressão na etapa de prensagem a quente dos painéis.

Quanto às normas de qualidade para classificação, verifica-se que os painéis podem ser definidos como de média massa específica, segundo a NBR 14810 (2013). Tomando-se como referência a CS 236-66 (1968), observa-se que somente os tratamentos T1 e T2 podem

ser enquadrados como de média massa específica. Ainda, segundo especificações da ANSI A208.1 (2009), nenhum tratamento se enquadrou como de média massa específica, em função de se encontrarem abaixo do valor mínimo de $0,640 \text{ g.cm}^{-3}$ para tal classificação.

Como a razão de compactação é uma relação direta da massa específica do painel com a da espécie de madeira utilizada, a tendência foi a mesma da encontrada para a variável anterior, sendo que os valores apresentaram intervalo entre 1,36 no tratamento T5 e 1,51 no tratamento T1. Um ponto importante a ser destacado é a obtenção de valores dentro dos limites propostos por Maloney (1993) e Moslemi (1974), que é entre 1,3 e 1,6 para que ocorra maior eficiência no processo de densificação e consolidação do painel até a sua espessura final. Assim, pode-se dizer que mesmo com a não obtenção da massa específica nominal dos painéis, obteve-se condições de densificação regulares de acordo com a literatura supracitada.

Mendes (2010) cita que o aumento da espessura dos painéis pode ser resultado da liberação parcial das tensões de compressão ocorrida logo após o final da prensagem na fase de produção do painel. O mesmo autor menciona ainda que quanto maior a altura do colchão a ser comprimido para uma mesma espessura final, maiores serão as tensões de compressão às quais o painel estará sujeito durante a operação de prensagem. No entanto, este fato não foi verificado no presente estudo, tendo em vista que o colchão com fibras era mais alto que o de maravalhas; acredita-se que a maior interação entre fibras e adesivo, e a maior acomodação desta matéria-prima proporcionaram os menores valores de espessura final.

O valor médio de teor de umidade após a estabilização da massa foi de 10,16%, sem diferença estatística entre os tratamentos. Salienta-se que os valores encontrados estão abaixo da umidade de equilíbrio da sala de climatização que é de 12%. A diminuição da higroscopicidade dos painéis está em função da redução da madeira em partículas/fibras e a posterior incorporação de adesivo, parafina e outros aditivos (WU, 1999), e principalmente, às 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 estão de acordo com o especificado pela NBR 14810 (2013), que define intervalo entre de 5 % a 11%, e com o valor máximo da ANSI A208.1 (2009) que é de 10%.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios de absorção de água após 2 e 24 horas de imersão em água, bem como os valores de inchamento em espessura. Para absorção de água, denota-se que o tratamento T1 com 100% de fibras foi o que apresentou o menor valor médio, tanto após o primeiro ciclo de imersão (12,73%), quanto após o segundo (28,81%). Já os demais tratamentos, foram significativamente diferentes do primeiro, de forma que com o aumento da porcentagem de maravalhas, os coeficientes também aumentaram, chegando a 44,88% (2 h) e 81,87% (24 h), ambos no tratamento T5 com 100% de maravalhas em sua composição.

Tabela 2. Valores médios para absorção de água e inchamento em espessura.

Composição	A.A. (%)		I.E. (%)	
	2 horas	24 horas	2 horas	24 horas
F ₁₀₀	T ¹ 12,73 _(12,40) a	T ¹ 28,81 _(10,68) a	T ¹ 4,25 _(34,78) a	T ¹ 10,00 _(12,54) a
F ₇₅	T ² 22,78 _(9,36) b	T ² 42,29 _(15,16) b	T ² 11,54 _(8,70) b	T ² 14,66 _(7,61) b
F ₅₀	T ³ 26,66 _(15,37) b	T ³ 52,54 _(14,11) b	T ³ 12,46 _(4,06) b	T ³ 15,82 _(4,97) b
F ₂₅	T ⁴ 35,59 _(12,51) b	T ⁴ 64,73 _(10,57) b	T ⁴ 13,75 _(6,97) b	T ⁴ 17,21 _(7,70) b
F ₀	T ⁵ 44,88 _(14,09) c	T ⁵ 81,87 _(11,12) b	T ⁵ 15,09 _(16,76) b	T ⁵ 16,77 _(35,19) b
Média	28,53	57,25	11,42	14,89

Legenda: F: fibra. 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.

A diferença de absorção de água entre os tratamentos está diretamente relacionada com o tamanho das partículas. Molesmi (1974) e Maloney (1993) destacam que a menor dimensão das partículas permite um melhor recobrimento e acomodação das mesmas durante a confecção dos painéis, impedindo assim a entrada de água. Além disso como a prensagem é realizada com altas temperaturas, pode haver formação de ligação entre as fibras por meio da transição vítrea da lignina (IWAKI, 1989).

Já o tratamento composto somente por partículas de maravalha pode ter sido prejudicado em função da maior dimensão das partículas, que resultam em menor disponibilidade de adesivo por unidade de área, como consequência os painéis possuem menor adesão quando em contato com a água (MOLESMI, 1974; MALONEY, 1993).

Os resultados encontrados no estudo para absorção de água estão próximos aos encontrados por França (2015), que ao trabalhar com painéis homogêneos de fibras e partículas cepilhadas de *Pinus* spp com diferentes teores de adesivo, encontrou valores entre 5,45% a 40,41% para 2 h, e entre 7,45% a 82,39% para 24 h; abaixo dos valores encontrados por Brito et al. (2006), que ao trabalhar com painéis homogêneos de partículas provenientes de toretes e de maravalhas de *Pinus elliottii* Engelm, encontrou intervalo de valores de 47,90% a 54,16% para 2 h e de 51,09% a 56,3% para 24 h; e acima dos encontrados por Trianoski (2010) que encontrou 7,94% para 2 horas e 27,82% para 24 horas em painéis de partículas homogêneos de *Pinus taeda* com 12% de adesivo.

No inchamento em espessura, verifica-se que os valores médios seguiram a mesma tendência da absorção de água, onde o melhor tratamento foi o T1 com 100% de fibras, sendo diferente estatisticamente dos demais que foram equivalentes tanto para 2 h quanto para 24 h. Esta tendência também foi encontrada por França (2015), que verificou que à medida que eram incorporadas partículas cepilhadas no painel, o inchamento em espessura aumentava de forma significativa, tanto para 2 h (2,22% até 13,30%) quanto para 24 h (10,19% até 23,40%).

Souza (2012) estudou painéis produzidos a partir de *Pinus* spp de origem laboratorial e industrial, no qual obteve para o industrial, valores médios de 3,99% e 14,51% para 2 h e 24 h, respectivamente. Já para o laboratorial, 7,74% para 2 h e 29,29% para 24 h. Comparando com os valores médios do presente estudo, observa-se que para 2 h os valores encontrados foram superiores, enquanto que para 24 h foram equivalentes aos resultados obtidos nos painéis industriais e inferiores aos obtidos nos painéis laboratoriais.

Em relação ao atendimento aos critérios das normas de qualidade, verifica-se que quanto ao inchamento 24 horas, todos os tratamentos se enquadram nas normas CS 236-66 (1968), ANSI A208.1 (2009) e NBR 14810 (2013) que estabelecem valores máximos de 35%, 40% e 18% respectivamente. Já segundo a EN 312-2 (2003) que estabelece 15% como máximo, somente os tratamentos T1 e T2 atendem o pressuposto.

Com os resultados encontrados para as propriedades físicas dos painéis, pode-se dizer que o aumento da granulometria das partículas contribuiu negativamente na obtenção da massa específica nominal, na razão de compactação, e na absorção de água e inchamento em espessura.

CONCLUSÕES

Os valores médios obtidos para massa específica dos painéis não atenderam ao nominal planejado, porém este fato não influenciou na obtenção dos valores de razão de compactação de acordo com a literatura.

Quanto à estabilidade dimensional dos painéis, proporcionado pelo inchamento em espessura, observou-se que todos os tratamentos apresentaram resultados regulares, principalmente os tratamentos com 100% e 75% de fibras que atenderam a todas as normas de referência.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14810: painéis de madeira de média densidade. Parte 2: requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013. 69p.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE (ABIMCI). Estudo setorial 2009, ano base 2008. Curitiba: ABIMCI, 2009.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM - Annual Book of ASTM Standards. Philadelphia: 2006.

BIAZUS, A.; HORA, A. B.; LEITE, B. G. P. Panorama de Mercado: Painéis de Madeira. BNDES Setorial, n. 32, p. 49-90. Rio de Janeiro, BNDES, 2010.

BRITO, E. O.; SÁ-ROCHA, J. D. ; VIDAURRE, G.B.; BATISTA, D. C.; PASSOS, P.R. de A.; MARQUES, L.G. da C.. Propriedades de chapas produzidas com resíduos do fruto de coco e partículas de pinus. Floresta e Ambiente, Seropédica, v.11, n.2, p. 01 - 06, 2004.

BRITO, E. O.; SAMPAIO, L. C.; OLIVEIRA, J. N.; BATISTA, D. C. Chapas de madeira aglomerada utilizando partículas oriundas de madeira maciça e de maravalhas. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 72, p. 17 - 21, 2006.

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). Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), UFPR, Curitiba-PR, 2004, 226 p.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 52362: Testing of wood chipboards bending test, determination of bending strength. Berlin, 1982. 40 p.

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

EUROPPEAN STANDART. EN 312: Particleboards. Specifications. Berlin, 2003. 17p.

FRANÇA, M.C. Produção de painéis aglomerados de fibras *oversize* de uma indústria de MDF. 2015.108 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

HRÁZSKÝ, J.; KRÁL, P. The influence of particle composition in a three-layer particleboard on its physical and mechanical properties. *Journal of Forest Science*, v.49, n.2, p.83 - 93, 2003.

HÜEBLIN. H. J. Modelo para a aplicação da metodologia Zeri. Sistema de aproveitamento integral da biomassa de árvores de reflorestamento. Dissertação (Mestrado em Inovação tecnológica) – Centro Federal de educação tecnológica do Paraná. Curitiba. 2001. 139 f.

IWAKIRI, S. A influência de variáveis de processamento sobre propriedades de chapas de partículas de diferentes espécies de *Pinus*. Curitiba: 1989. 129f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1989.

IWAKIRI, S. Painéis de Madeira Reconstituída. Curitiba: FUPEF, 2005, p.247.

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.

IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M. DE; TRIANOSKI, R.; PRATA, J. G. Produção de painéis aglomerados homogêneos e multicamadas de *Melia azedarach* (CINAMOMO) e *Pinus taeda* com diferentes teores de resina. *Cerne*, Lavras, v. 18, n. 3, p. 465 - 470, 2012.

GORSKI, L. Painéis de partículas orientadas (OSB) da madeira de *Pinus spp.* e *Eucalyptus benthamii*. 2014. 146 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

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

II CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência
e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 2015



II Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Belo Horizonte - 20 a 22 set 2015



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”, USP, Piracicaba, 2010.

MOSLEMI, A. A. Particleboard: materials. London: Southern Illinois University, 1974. v. 1, 244 p.

MYERS, G. C. Relationship of fiber preparation and characteristics to performance of medium-density hardboards. Forest Products Journal, v.33, n. 10, p.43-51, Oct. 1983.

SOUZA, K. B.; ALMEIDA, K. N. S.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; GUIMARÃES NETO, R. M. Comparação das propriedades físicas de painéis aglomerados de Pinus de origem industrial e laboratorial. Scientia Plena. Bom Jesus, v.8, p. 1-5, 2012.

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) – UFPR, Curitiba. 2010.

WEBER, C. Estudo sobre viabilidade de uso de resíduos de compensados, MDF e MDP para produção de painéis aglomerados. 2011. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.