Influência do tempo de prensagem em propriedades físicas e mecânicas de painéis MDP

Pressing time Influence on physical and mechanical properties of MDP panels

Felipe Oliveira Lima¹, Luana Cristal Lirya Silva², Cristiane Inácio de Campos³, André Luis Christoforo⁴ e Francisco Antonio Rocco Lahr⁵

Resumo

Os painéis particulados de média densidade (MDP) são produtos que atendem à demanda de uma série de setores da indústria. Dadas as múltiplas possibilidades de aplicação do MDP, estudos que busquem gerar subsídios para expandir os conhecimentos a respeito do assunto são necessários. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo produzir painéis particulados de média densidade, compostos de três camadas, utilizando resíduos de madeira de *Eucalyptus* ssp, com seis intervalos de tempos de prensagem (3, 5, 6, 7, 8 e 10 minutos) e avaliar suas propriedades físicas e mecânicas. Foram determinados: densidade, teor de umidade, inchamento em espessura e absorção de água, módulos de ruptura e de elasticidade na flexão estática e resistência à tração perpendicular das chapas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise estatística e comparados com os requisitos das normas NBR 14810-2 (2013) e EN 312 (2003), bem como com os resultados de outras pesquisas correlatas. Conclui-se que o tempo de prensagem deixa de interferir significativamente nas propriedades finais dos painéis no intervalo compreendido entre 5 e 10 minutos.

Palavras-chave: Particulados de média densidade; resíduos; *Eucalyptus* ssp; tempo de prensagem.

Abstract

Medium density particleboards (MDP) are products that meet the demand of a significant industry sectors. Given the multiple possibilities of applying the MDP, studies that seek to generate subsidies to expand knowledge about the subject are necessary and welcome. In this context, the present work had the objective of producing medium density particulate panels composed of three layers using *Eucalyptus* ssp. wood residues, varying pressing time (3, 5, 6, 7, 8 and 10 minutes) and evaluating their physical and mechanical properties. The following parameters were determined: density, moisture content, thickness swelling and water absorption, modulus of rupture and elasticity in the static bending, and tensile strength perpendicular to face. Results were submitted to statistical analysis and compared to the requirements of Codes NBR 14810-2 (2013) and EN 312 (2003), as well as the results of other related researches. It is concluded that pressing time does not significantly interfere with panel properties in range of 5 to 10 minutes.

Keywords: Particleboards; Residues; *Eucalyptus* ssp; Pressing time.

INTRODUÇÃO

A celeridade do desenvolvimento tecnológico vem gerando a necessidade de constantes atualizações de processos de produção, num cenário em que racionalização do uso de insumos é fator preponderante para a continuidade de diferentes setores da indústria, conforme assevera Lima (2016).

¹Doutorando em Engenharia Mecânica. Unesp – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Departamento de Engenharia Industrial Madeireira. Rua Geraldo Alckmin, 519 – 18409-010 – Itapeva, SP, Brasil. E-mail: felipeoliveira_fol@hotmail.com.

²Graduanda em Engenharia Industrial Madeireira. Unesp – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Departamento de Engenharia Industrial Madeireira. Rua Geraldo Alckmin, 519 – 18409010 - Itapeva, SP, Brasil. E-mail: luana.cristal@grad.itapeva.unesp.br

³Professor Assistente Doutor. Unesp – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Departamento de Engenharia Industrial Madeireira. Rua Geraldo Alckmin, 519 – 18409010 - Itapeva, SP, Brasil. E-mail: cristiane@itapeva.unesp.br.

⁴Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Civil. UFSCar – Universidade Federal de São Carlos. Rodovia Washington Luís, Km 235 – 36307352 – São Carlos, SP, Brasil. E-mail: christoforoal@yahoo.com.br.

⁵Professor Titular do Departamento de Engenharia de Estruturas. USP – Universidade de São Paulo / EESC – Escola de Engenharia de São Carlos. Av. Trabalhador São-carlense, 400 – 13566590 – São Carlos, SP, Brasil. E-mail: frocco@sc.usp.br.

No Brasil, país com tradição no uso da madeira e produtos derivados, o setor de indústrias madeireiras reúne uma gama de empresas, investidores e empreendedores que atuam desde o fornecimento de insumos e máquinas específicas para a atividade florestal, passando pela prestação de serviços especializados como a produção e plantio de mudas, colheita de árvores e transporte de madeira até a transformação da madeira em bens intermediários e finais (IBÁ, 2015), aspectos que têm favorecido a obtenção de produtos de alta qualidade.

Neste contexto, a indústria de painéis de madeira reconstituída tem se destacado e pode suprir, tanto em quantidade quanto em qualidade, as demandas do setor, inserindo o Brasil no rol de países com maiores avanços na fabricação de painéis à base de madeira (ABIPA, 2015).

Descrições dos painéis de madeira reconstituída podem ser encontradas em trabalhos de diversos autores, entre eles Mattos et al. (2008).

O MDP (Medium Density Particleboard) é versão atualizada do antigo painel aglomerado, decorrente das técnicas, em especial a constituição em 3 camadas, que permitiram incrementar significativamente a qualidade do produto (IWAKIRI, 2005; MATTOS et al., 2008).

Segundo Lima (2014), o MDP é um painel cujas etapas de fabricação levam à configuração mostrada na Figura 1 e possibilitam a prática da incorporação de resíduos no seu processo produtivo.

Figura 1. Formação de um painel MDP. Fonte: IWAKIRI (2005).

Figure 1. Formation of an MDP panel. Source: IWAKIRI (2005).

A distribuição observada na Figura 1 confere melhor qualidade final da chapa, pois otimiza a interação entre as partículas.

O processo para a conformação do painel envolve diversas variáveis que influenciam diretamente nas suas propriedades. Dentre elas pode-se destacar o tempo de prensagem, a respeito do qual, informações cada vez mais atualizadas são sempre desejáveis. O tempo de prensagem é o intervalo de tempo desde a consolidação do colchão de partículas até a abertura dos pratos da prensa, sendo obtida a consolidação do colchão a partir da aplicação de pressão e temperatura. Esses períodos são muito relevantes para a redução dos custos de produção e economia de energia (MATOS apud LIMA, 2014).

Segundo Lehmann apud Silva (2016), entre outros, o tempo ideal deve permitir que, em toda a chapa, ocorra a cura do adesivo, juntamente com a união das partículas, sendo dependente, principalmente, do tempo de fechamento, da temperatura da prensa e da distribuição da umidade nas partículas.

Segundo Matos apud Lima (2014) um curto tempo de prensagem é ideal, pois acarreta uma maior produtividade na indústria, diminuindo, também, o consumo de energia, mas não deve causar uma redução nas propriedades de resistência dos painéis. Conforme Iwakiri apud Lima (2014), o tempo mínimo de prensagem está relacionado, principalmente, à temperatura de prensagem, eficácia da transferência de calor, espessura do painel, bem como da distribuição da umidade no colchão de partículas.

Mendes apud Silva (2016) também considera o tempo de prensagem como uma das variáveis mais importantes no estudo das propriedades de painéis de madeira de partículas longas, e constatou resultados equivalentes para inchamento e absorção de água entre os tempos de 8 e 10 minutos.

Além das variáveis do processo, a matéria-prima utilizada também apresenta interferência direta no desempenho final do painel. A fabricação de painéis à base de madeira, em geral, emprega espécies oriundas de florestas plantadas, e sua origem pode interferir diretamente nas propriedades. Cunha *et al.* (2014) produziram painéis de madeira aglomerada com diferentes espécies de Eucalipto e obtiveram variações em várias propriedades, tanto físicas quanto mecânicas. Estudos recentes têm indicado a viabilidade do aproveitamento de resíduos de madeira na fabricação dos painéis. Silva et al. (2016) produziram painéis de partículas de média densidade com resíduos de *Pinus* e indicaram a viabilidade de uso desta matéria-prima como adição, embora algumas das variações estudadas não tivessem atendido as especificações normativas.

A partir do exposto, e tendo em vista a preocupação com a sustentabilidade na atualidade, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da variação do tempo de prensagem em painéis particulados produzidos com resíduos de *Eucalyptus* ssp, analisando suas propriedades físicas e mecânicas a partir da consideração de seis tempos de prensagem (3, 5, 6, 7, 8 e 10 minutos).

MATERIAL E MÉTODOS

As matérias-primas e equipamentos utilizados para o desenvolvimento da pesquisa foram resíduos de serraria de *Eucalyptus* ssp., resina ureia-formaldeído, emulsão de parafina e sulfato de amônia (catalisador), considerando um teor de sólidos de 66,2%; 60% e 20%, respectivamente. O adesivo utilizado possuía um pH a 25 °C de 8,0, gel time de 39s e viscosidade de 358 cPs.

Para a formação do colchão: na camada interna utilizaram-se partículas que passaram na peneira de 9 mesh e ficaram retidas na de 16 mesh, para as camadas externas utilizou-se partículas que passaram na peneira de 32 mesh e ficaram retidas na de 60 mesh, seguindo as configurações apresentadas na Tabela 1. Estes parâmetros foram adotados em função de estudos anteriores e de ensaios preliminares efetuados pelos autores.

Tabela 1. Delineamento do experimento.

Table 1. Design of experiment.

Componentes	Camada Externa (g)	Camada Interna (g)
Partículas	600	1000
Adesivo	60	100
Parafina	3	5
Catalizador	3	5
Água	5	8

As principais etapas do processo de fabricação e equipamentos utilizados podem ser visualizadas Figura 2.

Figura 2. Equipamentos utilizados na produção do MDP: encoladeira (a), prensa manual para a formação do colchão (b), colchão de partículas (c), chapa metálica para a distribuição da pressão (d), prensa térmica (e), painel MDP (f).

Figure 2. Equipment used in the production of MDP: sealer (a), manual press for the mattress formation (b), particle mattress (c), metal plate for pressure distribution (d), thermal press (e), MDP panel (f).

A mistura do adesivo com o catalisador, parafina e partículas (de suas respectivas camadas) foi feita com o uso de uma encoladeira rotativa equipada com uma pistola a ar (tipo gravidade) por cerca de dez minutos. Em seguida à mistura e à uniformização das partículas encoladas, as mesmas foram levadas à caixa formadora para distribuição mais adequada das camadas.

Com o colchão formado, foi realizada uma etapa de pré-prensagem (1MPa) a frio e, por fim, a prensagem a quente, com temperatura dos pratos em 140°C e pressão de 4MPa. Os seis diferentes tempos de prensagem utilizados (ciclo de prensagem) foram: 3, 5, 6, 7, 8 e 10 minutos.

Transcorridos 72 horas após a finalização da prensagem dos painéis, período de tempo este destinado ao condicionamento e cura total das chapas, foram retirados os corpos de prova de acordo com as recomendações da norma ABNT NBR 14.810-2 (ABNT, 2013a) para determinação das propriedades de inchamento e absorção, obtidas com a imersão das amostras em água, mantendo-as submersas durante os períodos de 2h ± 3min e 24h ± 3min, e densidade média.

Para a determinação do teor de umidade determinou-se a massa úmida e, em seguida, os corpos de prova foram levados à estufa sob temperatura de 103±2°C, até a obtenção de massa constante. Após a estabilização, pesou-se novamente determinando a massa seca. O teor de umidade foi obtido pela média das variações de massa divididas pela massa inicial.

O ensaio de flexão estática teve como objetivo determinar o módulo de elasticidade (MOE) e o módulo de ruptura (MOR) dos painéis. Sua determinação seguiu os métodos estabelecidos pela ABNT NBR 14810 (ABNT, 2013b).

O ensaio de tração perpendicular foi realizado para verificar a adesão interna do painel, em que o corpo de prova quadrado, com dimensão de 50 mm de lado, foi fixado em bases de madeira para que fosse acoplado ao encaixe da máquina universal de ensaios, para aplicação da força com controle de velocidade.

Cabe destacar que, para cada tratamento e para cada propriedade, foram obtidas 12 determinações, resultando 360 valores experimentais. Os resultados dos testes físicos e mecânicos foram tratados estatisticamente por meio da análise de variância (ANOVA) e do teste Tukey, ambos ao nível de 5% de significância, com o auxílio do software Microsoft Excel com uso do complemento Action.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os valores médios, os resultados do teste de Tukey para as propriedades mecânicas avaliadas e os requisitos estabelecidos pelas normas NBR 14.810-2 (ABNT, 2013a) e EN 312 (EN, 2000) cabendo destacar que os coeficientes de variação (CV) variaram entre 15,90% a 31,95%.

Tabela 2. Resultados dos testes mecânicos.

Table 2. Mechanical test results.

Propriedades	3 min	5 min	6min	7min
MOR (MPa)	7,82 A	8,49 A	8,14 A	7,86 A
MOE (MPa)	1436 B	2060 A	1642 AB	2055 A
AI (MPa)	0,39 A	0,27 A	0,41 A	0,36 A
Propriedades	8min	10min	ABNT	EN
MOR (MPa)	8,04 A	8,5 A	11	11,5
MOE (MPa)	1827 AB	1867 AB	1800	1800
AI (MPa)	0,29 A	0,31 A	0,4	0,28

A norma brasileira NBR 14.810-2 (ABNT, 2013a) especifica 11 MPa como valor mínimo de MOR para painéis com espessura entre 6 e 13 mm, indicados para uso não estrutural em ambiente seco. A norma europeia EN 312 (EN, 2003) estabelece, para as mesmas condições, valor igual a 11,5 MPa. Os valores médios das propriedades mecânicas dos painéis fabricados foram inferiores aos valores de referência (Tabela 2), resultados esperados pelo uso de resíduos de madeira sem a distinção das espécies, associado a não obtenção da geometria mais adequada (de maior comprimento e, consequentemente, maior área de contato), o que implicou em uma razão de esbeltez menor, interferindo de forma significativa nas propriedades mecânicas finais.

Pedrazzi et al. (2006) obtiveram resultados para o MOR variando de 6,24 a 9,89 MPa, valores próximos aos obtidos no presente estudo. Ressalta-se que, os autores também utilizaram resíduos na produção dos painéis. Cabe destacar que os resultados do MOR para os diferentes tempos de prensagem estudados não apresentaram diferenças estatísticas entre si, revelando que a redução do tempo não afetou de forma significativa os valores do módulo de ruptura dos painéis.

O mesmo fato ocorreu com relação aos valores médios da resistência na tração perpendicular, que foram estatisticamente equivalentes em todos os tempos de prensagem avaliados. Assim, com relação aos requisitos e considerando os resultados obtidos no teste estatístico, todos os valores atingiram as especificações das referidas normas, as quais indicam valores mínimos de 0,28 e 0,40 MPa. Dacosta (2004), em seu estudo sobre painéis particulados produzidos com resíduos de madeira, obtiveram valores abaixo de 0,20 MPa para a resistência à tração perpendicular, valores inferiores aos obtidos na presente pesquisa.

Em relação ao módulo de elasticidade (MOE), observa-se que, apenas os tempos de 3 e 6 minutos, não atingiram ou superaram o valor de 1800 MPa estabelecido pelas duas normas, dando-se destaque ao tempo de 5 minutos que, apesar de ser o segundo menor tempo considerado, apresentou o melhor resultado dentre os painéis fabricados.

Iwakiri et al. (2000) obtiveram valores do MOE para painéis de partículas de eucalipto e resina ureia-formaldeído entre 1400 e 2200 MPa, resultados esses bem próximos aos obtidos no presente estudo.

Os valores médios das propriedades físicas, assim como os resultados do teste de Tukey e os requisitos estabelecidos pelas normas NBR 14.810-2/2013 e EN 312/2000, são apresentados na Tabela 3, ressaltando que os coeficientes de variação se situaram entre 6,04% a 30,45%.

Tabela 3. Resultados dos testes físicos.

Table 3. Physical test results.

Propriedades	3 min	5 min	6 min	7 min
Densidade (kg/m^3)	748,94 A	759,45 A	722,19 A	753,48 A
Umidade (%)	10,41 A	10,68 A	9,44 AB	10,44 A
Inchamento 2h (%)	17,44 A	12,57 BC	9,65 CD	17,44 A
Absorção 2 h (%)	18,05 C	9,44 D	16,62 C	27,74 B
Inchamento 24h (%)	20,24 C	26,62 B	19,34 CD	36,41 A
Absorção 24h (%)	45,97 A	34,37 B	36,11 B	39,25 AB
Propriedades	8 min	10 min	ABNT	EN
Densidade (kg/m^3)	771,92 A	749,85 A	551 a 750	500 a 800
Umidade (%)	8,83 AB	8,51 B	5 a 11%	X
Inchamento 2h (%)	15,62 AB	8,58 D	8	12
Absorção 2 h (%)	35,31 A	10,15 D	X	X
Inchamento 24h (%)	17,64 CD	13,81 D	18	16
Absorção 24h (%)	47,51 A	31,60 B	X	X

Para a densidade, apesar de alguns resultados serem próximos, ou ligeiramente maiores, ao requisito estabelecido pela norma brasileira (até 750 kg/m^3), todos estão em conformidade com o limite estabelecido pela norma europeia (até 800 kg/m^3). Além disso, nenhum resultado apresentou diferença estatística, o que implica que todas as chapas fabricadas podem ser classificadas como de média densidade.

Quanto à umidade, verifica-se tendência de aumento com a redução do tempo, evidenciando, portanto, que menores tempos resultam em menor eliminação da água. Contudo, todos os tratamentos respeitaram os limites entre 5 e 11% estabelecidos pela NBR 14810 (ABNT, 2013c).

As propriedades mais críticas encontradas foram em relação ao inchamento e absorção de água para 2 e 24 horas (Tabela 3). Isto provavelmente ocorreu devido ao uso de resíduos, cuja geometria pode ter aumentado a porosidade dos painéis, fato também constatado por outros autores que trabalharam, principalmente, com mistura de espécies (ALVES et al., 2014; NEGRÃO et al., 2014).

Em relação ao inchamento após 2 e 24 horas, todos os resultados foram superiores aos requisitos das normas utilizadas (entre 8 e 12%), devendo-se considerar também que o inchamento é a propriedade cuja qual apresenta os maiores problemas também para a indústria, mostrando-se, portanto, um frequente questionamento, não somente neste trabalho. Assim, considerando a análise estatísticas, para o inchamento 24h os tempos de 8 e 10 minutos apresentaram os melhores resultados, porém é possível concluir que, o tempo de 6 minutos, por não diferir do tempo de 10 minutos, consistiu no melhor resultado obtido.

Silva (2006) também avaliou a influência do tempo de prensagem em propriedades de painéis de madeira de partículas longas. Utilizando os tempos de 6, 8 e 10 minutos, o autor constatou a pequena influência desse fator nos valores do inchamento e da absorção de água após 2 e 24 horas.

Cabe destacar que os painéis fabricados por Silva apresentaram espessura 20% maior do que a espessura dos painéis fabricados para o presente estudo, exigindo maior tempo de prensagem.

Em relação à absorção de água, após 2 horas de imersão, o melhor tempo de prensagem consistiu em 5 minutos. Já em relação à absorção de água, após 24 horas, nota-se que os tempos de prensagem 5, 6 e 10 minutos resultaram nos menores valores da propriedade, sendo equivalentes entre si. Surdi et al. (2014), que fabricaram painéis com resíduos de eucalipto, obtiveram valores médios da absorção após 2 e 24 horas 66,55% e 83,77%, respectivamente, também superiores aos requisitos normativos. Ressalta-se ainda que os resultados obtidos para o tempo de 3 minutos não foram satisfatórios, indicando sua ineficiência na compactação das partículas, bem como na consolidação do painel.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pelos testes realizados assim como dos resultados da literatura correlata, é possível concluir que existe interferência significativa do tempo de prensagem nas propriedades físico-mecânicas dos painéis particulados produzidos com três camadas a partir de resíduos de madeira de reflorestamento.

Verificou-se que, embora exista interferência provocada por esse fator, o tempo a partir de um determinado limite deixa de influenciar, de forma significativa, nas propriedades físicas e mecânicas dos painéis.

Em síntese, com base no exposto ao longo do texto, é possível afirmar que a utilização de 3 minutos de prensagem se mostrou insatisfatória, já o tempo entre 5 e 10 minutos não apresentou diferença significativa nas propriedades avaliadas, não interferindo no desempenho final do painel.

Assim, entende-se que as indústrias de painéis particulados de madeira podem avaliar a possibilidade de, consideradas as particularidades de seus processos de produção, analisar a alternativa de reduzir os tempos de prensagem, atendendo o tempo mínimo de 5 minutos, mantendo atenção às interferências de outras variáveis, assim como dos demais fatores relacionados à matéria-prima, como o tipo de resina, parafina e catalisador.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de IC processo N° 2013/00585-9, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de IC processo N° 111361/2016-8 pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas realizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, L. S.; SILVA, S. A. M.; AZAMBUJA, M. A.; VARANDA, L. D.; CHRISTOFORO, A. L.; GONCALVES, D.; ROCCO LAHR, F. A. Study of the feasibility of 'mix' of species from sawmill waste and limiting for particleboard. *International Journal of Composite Materials*, v. 4, p. 30-37, 2014.

ABIPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. *Olho no crescimento*. 2007. Disponível em: < <http://www.abipa.org.br> >. Acesso em: 18 set. 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14810-2: Chapas de madeira aglomerada: requisitos*. Rio de Janeiro, 2013a.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14810-1: Chapas de madeira aglomerada: terminologia*. Rio de Janeiro, 2013b.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 14810-3: Chapas de madeira aglomerada: métodos de ensaio*. Rio de Janeiro, 2013c.

CUNHA, A. B.; LONGO, B. L.; RODRIGUES, A. A.; BREHMER, D. R; Produção de painéis de madeira aglomerada de *Eucalyptus benthamii*. *Eucalyptus dunnii* e *Eucalyptus grandis*. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 102, p. 259-267, 2014.

DACOSTA, L. P. E. **Utilização de resíduos do processamento mecânico da madeira para fabricação de chapas aglomeradas**. 2004. 188 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

IBÁ - INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. **Relatório 2015: ano base 2014**. Brasília: IBÁ, 2014.

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

IWAKIRI, S.; CUNHA, A. B.; ALBUQUERQUE, C. E. C.; GORNIAC, E.; MENDES, L. M. Resíduos de serrarias na produção de painéis de madeira aglomerada de eucalipto. **Scientia Agraria**, Piracicaba, v. 1, n. 1/2, p. 23-28, 2000. LIMA, F. O. **Análise da influência do tempo de prensagem na produção de chapas de partículas produzidas com resíduos de madeira**. 2014. 66 f. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2014.

LIMA, A. M. Utilização de fibras (epicarpo) de babaçu como matéria-prima alternativa na produção de chapas de madeira aglomerada. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 645-650, ago. 2006.

MATTOS, R. L. G.; GONÇALVES, R. M.; CHAGAS, F. B. C. **Painéis de madeira no Brasil: panorama e perspectivas**. Boletim BNDES setorial. n. 27, p.121-156, 2008.

NEGRÃO, W. H.; SILVA, S. A. M.; CHRISTOFORO, A. L.; ROCCO LAHR, F. A. Painéis aglomerados fabricados com mistura de partículas de madeiras tropicais. **Ambiente Construído**, v. 14, p. 103-112-112, 2014.

EN – EUROPEAN STANDARDS. **EN 312-2: 2000, Aglomerado de partículas – Especificações – Parte 2: Requisitos para placas de uso geral ambiente seco**. Bruxelas, 2000.

PEDRAZZI, C.; HASELEIN, C. R.; SANTINI, E. J.; SCHNEIDER, P. R. Qualidade de chapas de partículas de madeira aglomerada fabricadas com resíduos de uma indústria de celulose. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 201-212, 2006. SILVA, L. C. L. **Painéis mdp produzidos com três variações do tempo de prensagem**. 2016. 28 f. – Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Itapeva, 2016.

SILVA, J. V. F.; FERREIRA, B. S.; CAMPOS, C. I.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Characterization of particleboards produced with *Pinus* spp. Waste. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 44, n. 111, p. 623-628, 2016

SILVA, G. A.; MENDES, L. M.; TRUGILHO, P. F.; SANTOS, I. F.; PADUA, F. A. Efeito de algumas variáveis de processamento nas propriedades físicas de painéis de madeira de partículas alongadas. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 1, p. 51-60, 2006.

SURDI, P. G.; BORTOLETTO JÚNIOR., G.; CASTRO, V.R.; TOMASELLO Filho, M.; CANALE, A. **Avaliação do desempenho de painéis de partículas confeccionados com resíduos de madeira de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla***. In: EBRAMEM – ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA. 14., 2014, Natal. Anais... Natal: EBRAMOM, /2014.

Recebido em 13/08/2017

Aceito em 10/01/2018