

Qualidade de painéis aglomerados produzidos com
Eucalyptus urophylla e resíduos da desrama de *Acacia mangium* WilldQuality of particleboard produced with
Eucalyptus urophylla and pruning waste of *Acacia mangium* WilldKarla Nayara Santos de Almeida¹, Kaíse Barbosa de Souza¹, Rafael Farinassi Mendes²,
José Benedito Guimarães Jr³ e Lourival Marin Mendes⁴**Resumo**

O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de painéis aglomerados produzidos com a madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd. Os painéis foram produzidos com proporções de 0, 10, 20, 30 e 40 % do resíduo de desrama, com 8% de adesivo uréia-formaldeído, densidade nominal de 0,70 g/cm³ e com ciclo de prensagem com pressão de 4,0 MPa, temperatura de 150°C por período de 8 minutos. A inclusão da madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd proporcionou aumento do inchamento em espessura e diminuição dos valores de ligação interna dos painéis aglomerados. Apenas os painéis produzidos com a madeira de *Eucalyptus urophylla*, pura ou em mistura com 10 ou 40% de madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd atenderam aos requisitos da norma EN 312 (ENS, 2003), podendo ser utilizado para produção de móveis para ambientes secos.

Palavras-chave: Particulados, aproveitamento de resíduos, propriedades físico-mecânicas.

Abstract

The objective was to evaluate the potential use of pruning waste of *Acacia mangium* Willd for particleboard manufacturing. The panels were produced with a percentage of 0, 10, 20, 30 and 40% of the pruning residues, with 8% urea-formaldehyde adhesive, nominal density of 0.70 g/cm³ and a pressing cycle at a pressure of 4.0 Mpa; temperature of 150°C for 8 min. The inclusion of pruning waste of *Acacia mangium* Willd provided an increase of thickness swelling and a decrease of internal bond of the panels. Only the panels produced with *Eucalyptus urophylla*, pure or mixed with 10 or 40% pruning waste of *Acacia mangium* Willd achieved the requirements of EN312 (ENS, 2003), can be used to produce furniture for dry environments.

Keywords: particleboard, waste recovery, physic-mechanical properties.

INTRODUÇÃO

Atualmente, as perspectivas são bastante positivas para o setor de painéis de madeira de forma geral, sendo que os segmentos de MDP (Medium Density Particleboard) e MDF (Medium Density Fiberboard) os que apresentam um cenário mais positivo (MENDES et al., 2014). De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria dos Painéis de Madeira - ABIPA (2014), a produção brasileira de painéis aglomerados, no período de 2005 a 2012, evoluiu de 2,048 milhões m³ para 3,261 milhões m³, o que representa um crescimento médio anual de 8,46%.

Com o crescimento da indústria de painéis de madeira, aumenta também a demanda por matéria-prima, tornando-se necessário não apenas o aumento de áreas de plantios com espécies atualmente utilizadas do gênero pinus e eucalipto, mas também a busca de novas opções (FARRAPO et al., 2014; MENDES et al., 2014).

A *Acacia mangium* Willd é uma espécie que vem despertando o interesse para produção de diversos tipos de produtos a base de madeira. Haja visto que em plantios silviculturais de excelente manejo, pode apresentar incremento médio anual de 45m³/ha/ano (VEIGA et al., 2000; SOUZA et al., 2004). De acordo com rela-

¹UFPI – Universidade Federal do Piauí – 64049-550 - Bom Jesus – Piauí. E-mail: karlanayara02@yahoo.com.br.

²Professor Doutor do Departamento de Engenharia. UFLA – Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 – 37200-000 - Lavras, MG. Email: rafaelfarinassi@gmail.com.

³Professor do Departamento de Ciência e Tecnologia da Madeira. UFG – Universidade Federal de Goiás - Campus de Jataí - BR 364, km 192, n. 3800 - Parque Industrial – 75801-615 - Jataí, GO. E-mail: jbguimaraesjr@hotmail.com.

⁴Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais UFLA – Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 – 37200-000 - Lavras, MG. E-mail: lourival@dcf.ufla.br.

tório da Associação Brasileira de produtores de florestas plantadas - ABRAF (2013) o Brasil apresenta uma área de plantio com o gênero *Acácia* de aproximadamente 150 mil hectares.

Recentemente, têm sido realizados alguns estudos para utilização da madeira de *Acacia mangium* Willd para produção de painéis, puros ou através de mistura com outras espécies, sendo obtidos painéis aglomerados de boa qualidade (SILVA, 2008; GONÇALVES, 2012). No entanto, sua madeira é utilizada principalmente para polpa de celulose, produção de carvão e outros produtos como MDF e compensados (GALIANA et al., 2002; SCHIAVO; MARTINS, 2003; SILVA, 2008). A espécie se destaca também por possuir um bom desenvolvimento em várias regiões do país e por apresentar em sua casca uma excelente fonte de tanino para produção de adesivos para madeira.

Uma das etapas dos tratamentos silviculturais no cultivo da *Acacia mangium* Willd é a realização da desrama artificial para atingir a melhoria da qualidade da madeira, retirando galhos que possam, no futuro, desvalorizar a madeira para fins tecnológicos mais nobres, devido a presença dos nós, que podem ser fontes de redução de resistência mecânica, dificultar a trabalhabilidade, impedir uma adesividade adequada, dentre outros problemas. Essa prática acaba gerando um resíduo no meio florestal, que muitas vezes é descartado no ambiente ou queimado, causando prejuízo econômico e ambiental (TUOMELA et al., 1996).

Esse resíduo florestal apresenta pequeno diâmetro, não sendo possível seu aproveitamento pelas indústrias de base tecnológica de madeira, tais como serraria e laminadoras. Uma das possíveis aplicações seria utilizá-lo como matéria-prima para produção de aglomerados (GUIMARÃES JR. et al, 2013a). Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de utilização da madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd para a produção de painéis aglomerados.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

Os resíduos da desrama de *Acacia mangium* Willd foram obtidos de árvores aos 4 anos de idade, localizadas na cidade de Curimatá, sul do estado do Piauí, enquanto que a madeira de *Eucalyptus urophylla* foi proveniente de testes clonais com 7 anos de idade, instalados na propriedade da Companhia Mineira de Metais

no município de Paracatu – MG. A madeira de *Eucalyptus urophylla* foi retirada do fuste das árvores, não sendo proveniente de desrama.

Para a determinação da densidade básica da madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd e de *Eucalyptus urophylla* foram utilizadas as especificações da norma NBR 11941 (ABNT, 2003a).

Análise química da madeira

Para a análise dos constituintes químicos da madeira foram utilizadas as partículas obtidas 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. Após o material ser acondicionado na temperatura de 20 ± 2 °C e umidade relativa de $65 \pm 5\%$ até a obtenção de massa constante, foram determinados os seus teores de lignina ABNT 7989 (ABNT, 2010a), extrativos totais ABNT 14853 (ABNT, 2010b), cinzas ABNT 13999 (ABNT, 2003b) e holocelulose (obtida pela diferença $H (\%) = 100 - \% \text{ lignina} - \% \text{ Extrativos totais} - \% \text{ cinzas}$).

Delineamento experimental

A variação da porcentagem de resíduo de desrama de *Acacia mangium* Willd associada a madeira de *Eucalyptus urophylla* estão apresentadas na Tabela 1. Para cada tratamento foram produzidos três painéis, com densidade nominal de $0,70 \text{ g/cm}^3$.

Tabela 1. Delineamento experimental utilizado na confecção dos painéis.

Table 1. Experimental design used in the manufacture of the panels.

Tratamentos	Associação de material	
	Desrama de <i>Acacia mangium</i> Willd (%)	<i>Eucalyptus urophylla</i> (%)
T1	0	100
T2	10	90
T3	20	80
T4	30	70
T5	40	60

Preparação da matéria-prima e produção dos painéis

As toras de *Eucalyptus urophylla* foram processadas em torno laminador para a obtenção de lâminas com a espessura média de 2,5 mm, sendo posteriormente trituradas em moinho martelo com peneira de abertura de 6,1 mm. Enquanto que o resíduo de desrama da *Acacia mangium* Willd foi picado diretamente com o moinho martelo.

As partículas geradas foram classificadas em uma peneira vibratória, sendo utilizada para produção dos painéis aquelas que ficaram retidas entre as peneiras de 10 e 30 mesh. Antes da sua utilização, as partículas foram secas em uma estufa com circulação forçada de ar até atingirem umidade de 3%.

O adesivo foi aplicado em uma encoladeira do tipo tambor giratório. Foram utilizados 8% do adesivo uréia-formaldeído (base massa seca das partículas). O adesivo apresentou pH 7,5; viscosidade de 1340,45 cP e teor de sólidos de 56,27%.

As partículas ao saírem do tambor foram conduzidas para uma caixa formadora de colchão e posteriormente pré-prensadas a frio na pressão de 0,4 MPa. O colchão formado foi submetido a prensagem a quente, com temperatura de 150°C, pressão de 4 MPa e período de 8 minutos. A dimensão final do painel foi de 480 x 480 x 15 mm (Comprimento x largura e espessura respectivamente).

Avaliação das propriedades e análise estatística

As dimensões dos corpos de prova e os procedimentos adotados para a realização dos testes de absorção de água após duas e vinte e quatro horas de imersão (AA2h e AA24h), inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas de imersão (IE2h e IE24h), compressão paralela e ligação interna foram realizados conforme a norma ASTM D-1037 (ASTM, 2006). Para as propriedades Módulo de ruptura (MOR) e Módulo de elasticidade (MOE) obtidos à flexão estática, foi utilizada a norma DIN 52362 (NHS, 1982). Antes da realização dos ensaios as amostras foram acondicionadas em uma câmara de aclimatização a temperatura de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $65 \pm 5\%$.

A análise dos resultados foi feita através de um delineamento inteiramente casualizado. De forma preliminar às análises de variância foi realizado o teste de homogeneidade de variâncias (teste de Bartlett, a 5% de significância) e de normalidade (teste Shapiro-Wilk, a 5% de significância). Para a avaliação da densidade dos painéis e da razão de compactação, os resultados foram submetidos à análise de variân-

cia e teste de média Scott-Knott, ambos a 5% de significância. Enquanto que para a avaliação das demais propriedades, os resultados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, ambos a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Densidade e análise química da matéria-prima

Os valores médios obtidos para a densidade básica da madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd e de *Eucalyptus urophylla* foram de 0,414 ($\pm 0,04$) g/cm³ e 0,560 ($\pm 0,03$) g/cm³, respectivamente. Os valores médios obtidos para os constituintes químicos da madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd e de *Eucalyptus urophylla* estão apresentados na Tabela 2.

Observa-se que a madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd apresentou maiores valores médios de lignina, extrativos e cinzas que a madeira de *Eucalyptus urophylla*, proporcionando conseqüentemente menores valores médios de holocelulose. O aumento da quantidade da lignina pode vir a favorecer uma melhor ligação entre as partículas, no entanto o aumento dos extrativos pode vir a afetar a colagem e prejudicar a ligação interna do painel e conseqüentemente promover aumento do inchamento em espessura.

Queiroz et al. (2004) avaliando a madeira do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* obtiveram valores médios de 26,7 a 27,2% para lignina e de 2,73 a 3,45 % para os extrativos. Mendes et al. (2014) ao avaliarem diferentes clones de *Eucalyptus urophylla* aos 7,8 anos de idade, observaram valores médios para holocelulose entre 62,14 a 70,89%, para lignina entre 22,76 a 29,21% e para extrativos entre 6,35 a 8,91%.

Antunes (2009) ao avaliar a composição química da madeira de *Acacia mangium* aos 6 anos de idade observou valores médios de 66,55% de holocelulose, 28,06% de lignina e 5,14% de extrativos. Lombardi (2013) ao verificar a composição químicas da madeira de *Acacia mangium* aos 6 anos de idade observou valores médios de 66,18% para holocelulose, de 28,29% para lignina, de 5,30% para extrativos e de 0,23% para cinzas.

Tabela 2. Análise química da madeira.
Table 2. Wood chemical analysis.

Tipo de madeira	Holocelulose	lignina	extrativos	cinzas
<i>Acacia mangium</i> Willd	55,82 (6,20)	30,96 (14,92)	12,60 (20,77)	0,62 (4,83)
<i>Eucalyptus urophylla</i>	64,53 (7,11)	26,47 (14,69)	8,52 (32,50)	0,48 (10,41)

* Valores dentro dos parênteses correspondem ao coeficiente de variação.

De forma geral, observa-se que os valores obtidos para a composição química da madeira de *Eucalyptus urophylla* estão coerentes com os observados em literatura. Em relação a madeira de desrama de *Acacia mangium*, observa-se que os valores para holocelulose foram inferiores aos encontrados em literatura, enquanto que os de extrativos e lignina se mostraram superiores. Uma das possíveis causas para esse menor valor de holocelulose é devido a esse material ser proveniente da desrama, o que o caracteriza como sendo uma madeira com forte influência de lenho juvenil (GUIMARÃES JR. et. al., 2014), e conseqüentemente com menor porcentagem de celulose em relação à madeira adulta (KLOCK et. al., 2005).

Densidade aparente e razão de compactação dos painéis

Os valores médios da densidade aparente e da razão de compactação, de cada tratamento, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios da densidade aparente e da razão de compactação dos painéis.

Table 3. Average values of density and the compression ratio of the panels.

% de <i>Acacia mangium</i>	Densidade dos painéis (g/cm ³)	Razão de compactação
0	0,652 (2,91) A	1,16 (2,59) B
10	0,642 (2,33) A	1,18 (2,54) B
20	0,633 (4,10) A	1,20 (0,83) B
30	0,624 (2,08) A	1,21 (2,48) B
40	0,658 (4,71) A	1,32 (4,55) A

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de média Scott Knott, a 5% de significância. Dentro dos parênteses encontram-se o coeficiente de variação.

Sendo assim, todos os painéis são classificados como painéis de média Os valores médios da densidade aparente variaram de 0,605 a 0,662 g/cm³. densidade, que se referem a painéis com densidade aparente entre 0,60 e 0,80 g/cm³ (ABNT, 2006). Não foram observadas diferenças estatísticas entre as densidades médias dos painéis.

Houve efeito significativo dos tratamentos sobre a razão de compactação dos painéis. Os painéis produzidos com 40% de madeira de *Acacia mangium* apresentou o maior valor médio e diferenciou estatisticamente dos demais tratamentos. Apenas a razão de compactação do tratamento com 40% de madeira de *Acacia mangium* apresentou valor dentro da faixa ideal de 1,3 a 1,6 (MALONEY, 1993).

Propriedades físicas

Os modelos de regressão ajustados em função do aumento da porcentagem de *Acacia mangium* para os valores de absorção de água após duas e vinte e quatro horas de imersão (AA2h e AA24h) estão apresentados na Figura 1. Não houve efeito significativo da porcentagem de madeira de desrama de *Acacia mangium* para ambas as propriedades. Os valores médios de AA2h e AA24h, obtidos para os diferentes tratamentos, variaram entre 67,5 a 76,6% e entre 85,0 a 90,2%, respectivamente.

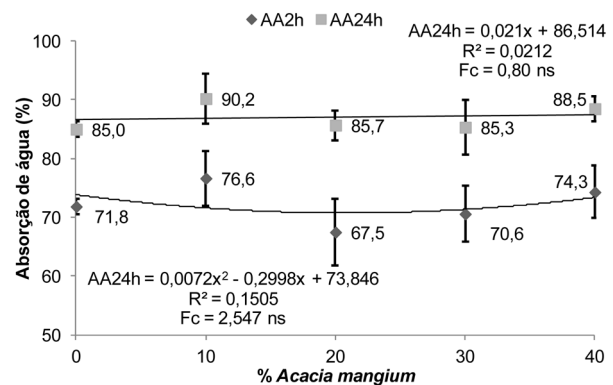


Figura 1. Valores médios de absorção de água dos painéis aglomerados.

Figure 1. Mean values of water absorption of the particleboards. NS – Não significativo a 5% de significância.

Os modelos de regressão ajustados em função do aumento da porcentagem de *Acacia mangium* para os valores de inchamento em espessura após duas e vinte e quatro horas de imersão (IE2h e IE24h) estão apresentados na Figura 2. Houve efeito significativo da porcentagem de madeira de desrama de *Acacia mangium* para ambas as propriedades, sendo observado uma tendência de aumento dos valores a medida que se aumentou a porcentagem de madeira de *Acacia mangium*. Os valores médios de IE2h e IE24h, obtidos para os diferentes tratamentos, variaram entre 15,4 a 23,1% e entre 18,7 a 28,2%, respectivamente.

O aumento do inchamento em espessura em função da adição de madeira de desrama de *Acacia mangium* pode estar associado a maior quantidade de extrativos dessa madeira (Tabela 2) e a menor densidade do material. No caso do aumento de extrativos, esse pode ter afetado a polimerização e/ou a penetração do adesivo, promovendo assim a diminuição da ligação entre as partículas (Fato comprovado na Figura 5) e conseqüentemente proporcionado um maior inchamento em espessura dos painéis (Figura 2). Enquanto que no caso da menor densidade

do material de desrama, isso fez com que fosse necessário o aumento da quantidade de partículas para produção de um painel com densidade pré definida, promovendo assim o aumento da razão de compactação (Tabela 3) e consequentemente proporcionando o aumento das tensões de prensagem, ocasionando assim o aumento dos valores de inchamento em espessura em função da liberação das tensões de prensagem quando o painel entra em contato com a água (MENDES et al., 2013).

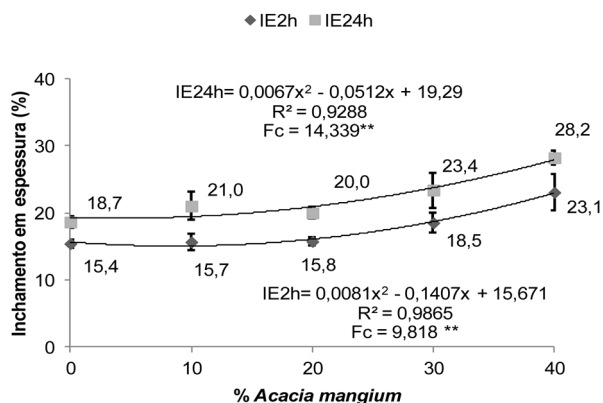


Figura 2. Valores médios de inchamento em espessura dos painéis aglomerados.

Figure 2. Mean values of thickness swelling of the particleboards.

** Significativo a 1% de significância.

Farrapo et al. (2014) ao avaliarem a substituição de 0, 10, 20, 30 e 40% da madeira de *Pinus oocarpa* pela madeira de *Pterocarpus violaceus* para a produção de painéis aglomerados também não observaram efeito significativo sobre as propriedades absorção de água e inchamento em espessura. Os autores observaram valores entre 70,1 a 73,4% para AA2h, entre 81,2 a 85,0% para AA24h, entre 17,5 a 19,9% para IE2h e entre 21,4 a 24,4% para IE24h. Enquanto que Gonçalves (2012) ao avaliar a produção de painéis aglomerados com a madeira de *Acacia mangium* com 10% de adesivo uréia-formaldeído observaram valores de AA2h entre 66,78 a 98,09%, de AA24h entre 106,84 a 133,58%, de IE2h entre 21,99 a 33,14% e de IE24h entre 27,62 a 51,48%.

De forma geral, em comparação com a literatura, os dados obtidos para as propriedades físicas dos painéis produzidos apenas com a madeira de *Eucalyptus urophylla* e com a madeira de *Eucalyptus urophylla* em associação com a madeira de desrama de *Acacia mangium* se mostraram coerentes. No entanto, em comparação com a norma de comercialização EN 312 (ENS, 2003), a qual estabelece o valor máximo de 15% para

a propriedade IE24h, nenhum dos tratamentos conseguiu atender aos requisitos estipulado pela norma. Fazendo com que a aplicação desses painéis seja limitada ao uso em ambientes secos, conforme previsto na própria norma.

A melhoria da propriedade poderia ser realizada com a produção de painéis multicamadas, utilizando-se partículas de menor granulometria na superfície (CUNHA et al., 2014), assim como também com a inserção de parafina no processo produtivo (GUIMARÃES JR. et al, 2013b).

Propriedades mecânicas

Os modelos de regressão ajustados em função do aumento da porcentagem de *Acacia mangium* para os valores de Módulo de ruptura (MOR) e Módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática estão apresentados nas Figuras 3 e 4, respectivamente. Não houve efeito significativo da porcentagem de madeira de desrama de *Acacia mangium* para ambas as propriedades. Os valores médios de MOR e MOE, obtidos para os diferentes tratamentos, variaram entre 11,8 a 14,5 MPa e entre 1825 a 2400 MPa, respectivamente.

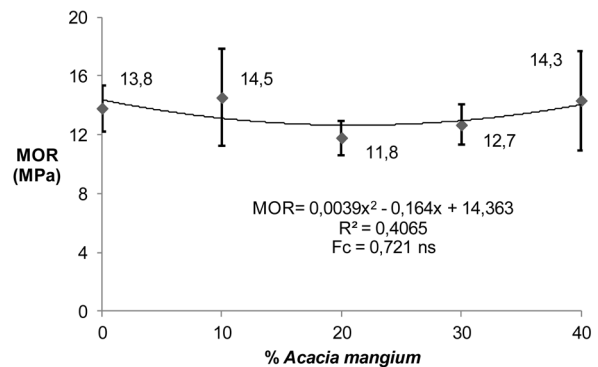


Figura 3. Valores médios de módulo de ruptura dos painéis aglomerados.

Figure 3. Mean values of modulus of rupture of the particleboards.

NS – Não significativo a 5% de significância.

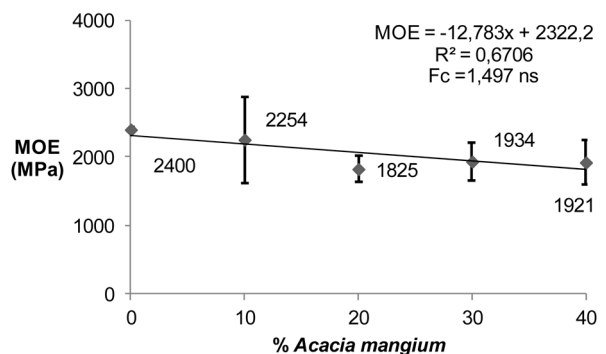


Figura 4. Valores médios de módulo de elasticidade dos painéis aglomerados.

Figure 4. Mean values of modulus of elasticity of the particleboards.

NS – Não significativo a 5% de significância.

Os modelos de regressão ajustados em função do aumento da porcentagem de *Acacia mangium* para os valores de ligação interna e compressão estão apresentados nas Figuras 5 e 6, respectivamente. Houve efeito significativo da porcentagem de madeira de desrama de *Acacia mangium* apenas para a propriedade ligação interna. Os valores médios de ligação interna e compressão, obtidos para os diferentes tratamentos, variaram entre 0,35 a 0,54 MPa e entre 5,9 a 12,3 MPa, respectivamente.

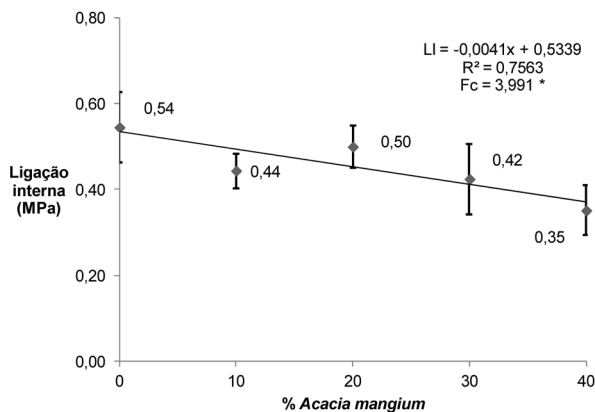


Figura 5. Valores médios de ligação interna dos painéis aglomerados.

Figure 5. Mean values of internal bond of the particleboards.
* significativo a 5% de significância.

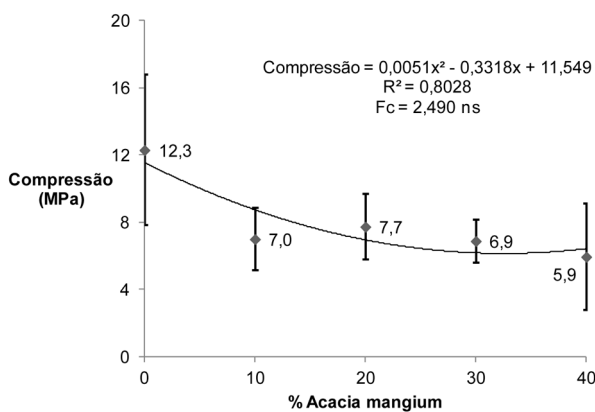


Figura 6. Valores médios de compressão dos painéis aglomerados.

Figure 6. Mean values of compression of the particleboards.
NS - Não significativo a 5% de significância.

Os valores de ligação interna apresentaram relação linear e inversa com a porcentagem de utilização de madeira de desrama de *Acacia mangium*. Essa diminuição dos valores pode estar associada a maior quantidade de extrativos dessa madeira (Tabela 2), conforme discutido anterior, assim como também a menor densidade do material, o que faz com que seja necessário o

aumento do número de partículas para compor o painel em uma densidade pré-estabelecida e cause a diminuição da quantidade de adesivo por porcentagem de madeira, promovendo assim a diminuição da ligação interna (MENDES et al., 2010).

Farrapo et al. (2014) ao avaliarem a substituição de 0, 10, 20, 30 e 40% da madeira de *Pinus oocarpa* pela madeira de *Pterocarpus violaceus* para a produção de painéis aglomerados também não observaram efeito significativo sobre as propriedades de MOR e MOE à flexão estática, ligação interna e compressão. Sendo observado, assim como nesse estudo, uma tendência de diminuição dos valores de ligação interna a medida que se aumentou a quantidade de substituição por outra espécie de madeira. Mendes et al. (2009) avaliando o efeito da idade das árvores de *Eucalyptus urophylla* (7 e 12 anos) sobre a qualidade de painéis aglomerados produzidos com 8% de adesivo uréia-formaldeído e 1% de parafina, obtiveram valores médios entre 1548 a 1550 MPa para MOE, entre 7,32 a 8,00 MPa para MOR, entre 3,0 a 4,8 MPa para ligação interna e entre 4,9 a 7,9 MPa para compressão. Sendo os menores valores, de todas as propriedades mecânicas, obtidos para os painéis produzidos com a madeira de 12 anos, fato que, de acordo com os autores, está relacionado ao aumento de extrativos e conseqüentemente diminuição da penetração do adesivo e da ligação interna dos painéis, assim como o observado nesse estudo.

A norma EN 312 (ENS, 2003) estabelece os valores mínimos de 13 MPa para o MOR, de 1600 MPa para o MOE e de 0,35 MPa para a ligação interna para a utilização em móveis de ambiente interno.

De forma geral, em comparação com a literatura, os dados obtidos para as propriedades mecânicas dos painéis produzidos apenas com a madeira de *Eucalyptus urophylla* e com a madeira de *Eucalyptus urophylla* em associação com a madeira de desrama de *Acacia mangium* se mostraram coerentes. Enquanto que em comparação com a norma EN 312 (ENS, 2003), apenas os painéis produzidos com a madeira de *Eucalyptus urophylla*, pura ou em mistura com 10 ou 40% de madeira de desrama de *Acacia mangium* atenderam a todos os requisitos. Os painéis produzidos com 20 e 30% de madeira de desrama de *Acacia mangium* não atenderam aos requisitos mínimos de MOR à flexão determinados pela norma.

CONCLUSÕES

A inclusão da madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd proporcionou aumento do inchamento em espessura e diminuição dos valores de ligação interna dos painéis aglomerados.

Apenas os painéis produzidos com a madeira de *Eucalyptus urophylla*, pura ou em mistura com 10 ou 40% de madeira de desrama de *Acacia mangium* Willd atenderam aos requisitos da norma EN 312 (ENS, 2003), podendo ser utilizado para produção de móveis para ambientes secos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Piauí (FAPEPI), ao SI Group Crios Resinas S.A. e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Biomateriais da Universidade Federal de Lavras/UFLA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE PAINÉIS DE MADEIRA. **Números 20102**. Disponível em: Acesso em: 13 ago. 2014.

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

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11941**: madeira - determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003a. 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, 2003b. 4 p.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14810-2**: Chapas de madeira aglomerada. Parte 2 - Requisitos. 2006. 4 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, 2010b. 3 p.

ABRAF - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. **Anuário estatístico da ABRAF 2013: ano base 2012**. Brasília, 2013. 142 p.

ANTUNES, F. S. **Avaliação da qualidade da madeira das espécies *Acacia crassicarpa*, *Acacia mangium*, *Eucalyptus nitens*, *Eucalyptus globulus* e *Populus tremuloides***. 2009. 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM D-1037**: standard methods of evaluating of wood-base fiber and particles materials. In: _____. Annual book of ASTM standard. Philadelphia, 2006. p. 1-30.

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, jun. 2014.

ENS - EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **EN 312**: Particleboard - Specifications. Bruxelas, 2003. FARRAPO, C. L.; MENDES, R. F.; GUIMARÃES JR., J. B.; MENDES, L. M. Utilização da madeira de *Pterocarpus violaceus* na produção de painéis aglomerados. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 103, p. 329-335, set. 2014.

GALIANA, A.; BALLE, P.; KANGA, A. N. G.; DOMENACH, A. M. Nitrogen fixation estimated by the 15N natural abundance method in *Acacia mangium* Willd. inoculated with *Bradyrhizobium* sp. and grown in silvicultural conditions. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 34, n. 2, p. 251-262, 2002.

GONÇALVES, F. G. **Painéis aglomerados de madeira de *Acacia mangium* com adesivos de uréia-formaldeído e tanino em pó da casca de *Acacia mearnsii***. 2012. 105 p. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2012.

GUIMARÃES JR., J. B.; ARAÚJO, B. L. M.; LOPES, O. P.; MENDES, R. F.; MENDES, L. M. Produção de painéis aglomerados da madeira de desrama de *Acacia mangium*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 33, n. 76, p. 387-391, out./dez. 2013a.

- GUIMARÃES JR., J. B.; ARAÚJO, E. F.; AGUIAR, A. S.; MARTINS, E. H.; LOPES, O. Caracterização da madeira de desrama da *Acacia mangium* Willd cultivada no sul do estado do Piauí para fins tecnológicos. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 822-832, 2014.
- GUIMARÃES JR., J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; GUIMARÃES, B. M. R.; MELO, R. R. Efeito do Teor da Parafina nas Propriedades Físico-Mecânicas de Painéis Aglomerados de *Pinus oocarpa*. **Ciência da Madeira**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 72-82, 2013b.
- KLOCK, U.; MUÑIZ, G. I. B.; HERNANDEZ, J. A.; ANDRADE, A. S. **Química da Madeira**. 3.ed. Curitiba: UFPR, 2005.
- LOMBARDI, L. R. **Qualidade da madeira de eucalipto e *Acacia mangium* consorciadas para produção de polpa Kraft branqueada**. 2013. 115 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.
- MALONEY, T. M. **Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing**. 2.ed. San Francisco: Miller Freeman, 1993. 689 p.
- MENDES, L. M.; IWAKIRI, S.; MORI, F. A.; GUIMARÃES JR., 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, jul./set. 2009.
- MENDES, R. F.; BORTOLETTO JR., G.; ALMEIDA, N. F.; SURDI, P. G.; BARBEIRO, I. N. Effect of thermal treatment on properties of OSB panels. **Wood Science and Technology**. New York, v. 47, n. 2, p. 243-256, 2013.
- MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; ABRANCHES, R. A. S.; SANTOS, R. C.; GUIMARÃES JR., J. B. Painéis aglomerados produzidos com bagaço de cana em associação com madeira de eucalipto. **Scientia forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 86, p. 285-295, jun. 2010.
- MENDES, R. F.; MENDES, L. M.; MENDONÇA, L. L.; GUIMARÃES JR., J. B.; MORI, F. A. Qualidade de painéis aglomerados homogêneos produzidos com a madeira de clones de *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 1-10, jan./mar. 2014.
- NHS - NORMEN FÜR HOLZFASER-PLATENSPANPLATTEN SPERRHOLZ. **DIN 52362** – Testing of wood chipboards, bending test, determination of bending strength. Germany. p. 39-40, 1982.
- QUEIROZ, S. C. S.; GOMIDE, J. L.; COLODETTE, J. L.; OLIVEIRA, R. C. Influência da densidade básica da madeira na qualidade da Polpa kraft de clones híbridos de *eucalyptus grandis* w. Hill ex Maiden x *eucalyptus urophylla* s. T. Blake. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 901-909, 2004.
- SCHIAVO, J. A.; MARTINS, M. A. Produção de mudas de Acacia colonizadas com micorrizas e rizóbio em diferentes recipientes. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 173-178, fev. 2003.
- SILVA, F. P. Reflorestamento de Acacia: nova fonte de renda para o produtor florestal. **Revista da Madeira**, Curitiba, n. 117, nov. 2008. Disponível em: < http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1337&subject=R>. Acesso em: 02 ago. 2014.
- SOUZA, C. R.; ROSSI, L. M. B.; AZEVEDO, C. P.; LIMA, R. M. B. Comportamento da *Acacia mangium* e de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* em plantios experimentais na Amazônia Central. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 65, p. 95-101, jun. 2004.
- TUOMELA, K.; OTSAMO, A.; KUUSIPALO, J.; VUOKKO, R.; NIKLES, G. Effect of provenance variation and singling and pruning on early growth of *Acacia mangium* Willd. plantation on *Imperata cylindrica* (L.) Beauv. dominated grassland. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 84, p. 241-249, 1996.
- VEIGA, R. A. A.; CARVALHO, C. M.; BRASIL, M. A. M. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium*. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 103-107, 2000.

Recebido em 14/08/2014

Aceito para publicação em 04/05/2015