

Potencial de utilização da madeira de *Sclerolobium paniculatum*,
Myracrodruon urundeuva e *Amburana cearensis* para produção de compensadosPotential use *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva*
and *Amburana cearensis* wood for plywood productionFernando Jesus Nogara Lisboa¹, Ingrid Luz Guimarães¹, José Benedito Guimarães Junior²,
Rafael Farinassi Mendes³, Lourival Marin Mendes⁴ e Thiago de Paula Protásio⁵

Resumo

Objetivou-se, com o presente trabalho, avaliar o potencial de madeira de *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*, para a produção de painéis compensados, comparando-as com painéis produzidos de *Pinus oocarpa*. O delineamento experimental utilizado foi um DIC constituído por 4 tratamentos (espécies) e 3 repetições (painéis) produzidos com 5 lâminas e adesivo fenol-formaldeído com gramatura de 270 g/m². As propriedades físicas avaliadas foram umidade, densidade aparente e absorção total de água, enquanto as propriedades mecânicas estudadas foram: flexão estática na direção paralela e perpendicular a grã da capa e cisalhamento da linha de cola, sendo todos os testes realizados de acordo com as especificações descritas na norma NBR 31:000.05-001/2 (2001). Observou-se aumento da densidade aparente dos painéis com o acréscimo da densidade básica da madeira. Para absorção total de água, a *Amburana cearensis* e a *Myracrodruon urundeuva* obtiveram valores inferiores a 30%. Os painéis avaliados atenderam as normas europeias quanto às propriedades de flexão estática (MOE e MOR) e cisalhamento na linha de cola. Observou-se ainda que, com exceção do MOE, as espécies estudadas apresentaram propriedades físicas e mecânicas superiores aos painéis de *Pinus oocarpa*.

Palavras-chave: Propriedades físico-mecânicas, cerrado, painéis

Abstract

The aim of the present study was to evaluate the physical and mechanical properties of plywood produced from *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva* and *Amburana cearensis* wood, comparing them with *Pinus oocarpa* plywood. Five blades of plywood were produced with phenol formaldehyde adhesive with spread amounts of 270 g/m². The physical properties were moisture, apparent density and total absorption of water. The mechanical properties studied were static bending in the direction parallel and perpendicular, and glue line shear strength, with all tests conducted according to specifications described in ABNT 31: 000.05-001 / 2 (2001). The increase in apparent density of the panels with the addition of basic wood density was observed. For total water absorption, *Amburana cearensis* and *Myracrodruon urundeuva* yielded values below 30%. The evaluated panels met European standards for the static bending properties (MOE and MOR) and glue line shear strength tests. It was also observed that, except for the MOE, the species showed physical and mechanical properties superior to those of *Pinus oocarpa* panels.

Keywords: Physical and mechanical properties, Cerrado, panels.

INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2001), o compensado de uso exterior é definido como painel produzido com colagem a "prova d'água", apresentando características de alta resistência mecânica e destinado a aplicações que requerem alta resistência à umidade ambiente e ao contato direto com a água.

¹Graduando(a) em Engenharia Florestal. UFG - Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí - Cx Postal 3 - 75801-615 - Jataí, GO, Brasil. E-mail: fernogara@hotmail.com; ingrid_2507@hotmail.com

²Professor Doutor do Departamento de Engenharia Florestal. UFG - Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí - Cx Postal 3 - 75801-615 - Jataí, GO, Brasil. E-mail: ibguimaraesjr@hotmail.com

³Professor Doutor do Departamento de Engenharia. UFLA - Universidade Federal de Lavras - Caixa Postal 3037 - 37200-000, Lavras, MG, Brasil. E-mail: rafael_farinassi@hotmail.com

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

⁵Professor Mestre do Curso de Engenharia Florestal. UFG - Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí - Cx Postal 3 - 75801-615 - Jataí, GO, Brasil. E-mail: depaulaprotasio@gmail.com

Marra (1992) aponta o uso do adesivo fenol-formaldeído como o mais adequado para este tipo de painel, pois confere ao compensado alta resistência à ação da umidade e da água, em razão da sua composição química.

Com relação aos principais usos e aplicações, o compensado atende a uma gama diversificada e segmentada entre: (i) construção civil, (ii) indústria moveleira e (iii) embalagem (ABIMCI, 2009). E o uso final destes painéis é em função da espécie, da qualidade das lâminas, quantidade e do tipo de adesivo usado no processo produtivo (PALMA et al., 2012).

De acordo com as espécies empregadas na sua produção, os painéis compensados podem ser divididos em compensados de madeiras tropicais e compensados de pinus, sendo que este último apresentou um grande aumento na sua produção, desde meados da década de 90, ultrapassando, em termos de volume de produção, os compensados de madeiras tropicais. (ABIMCI, 2009).

Embora a madeira de pinus seja amplamente utilizada na indústria de madeiras serradas e beneficiadas, laminados e compensados, aglomerados, MDF e OSB, dados recentes demonstram que existem um desbalanço na relação oferta/demanda desta espécie, o que pode acarretar, em poucos anos, escassez de madeira em condições adequadas para o processamento industrial (IWAKIRI et al., 2007).

Dessa forma, alguns pesquisadores têm investido na pesquisa de espécies alternativas e que apresentem características favoráveis à produção de painéis compensados, podendo-se citar Pinto e Iwakiri (2013) que avaliaram o rendimento em laminação e qualidade dos painéis compensados de *Criptomeria japonica*; Bortoletto Jr. e Belini (2002) que estudaram o comportamento da madeira de *Schizolobium parayba* para produção de compensados e Iwakiri et al. (2011) que avaliaram a qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de *Schizolobium amazonicum*. Em todos os casos pode-se verificar o potencial das espécies para tal fim.

Nesse sentido, percebe-se a necessidade da realização de estudos para avaliar o potencial de utilização de espécies tropicais na produção de painéis compensados e, conseqüentemente, estimular a implantação de plantios comerciais ou o manejo florestal sustentável destas espécies alternativas para a laminação e produção dessas chapas.

Devido a grande diversidade arbórea, o Cerrado brasileiro é um bioma que apresenta diversas espécies com usos locais que vão desde a geração de energia, na forma de lenha, até seu emprego em construções rurais, o que serve como indicativo destas como potenciais fontes de matéria-prima para a produção de painéis compensados. Dentre as espécies do cerrado pode-se destacar: *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*.

Sclerolobium paniculatum, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*, são espécies tropicais nativas do Brasil e com grande ocorrência no Cerrado brasileiro que apresentam madeira com moderada a alta resistência quando expostas às intempéries, sendo utilizadas para os mais diversos fins na indústria madeireira, desde a produção de móveis finos, como no caso da *Amburana cearensis*, até a produção de postes e mourões como no caso da *Myracrodruon urundeuva*. Porém não existem trabalhos publicados relacionados ao potencial de utilização destas espécies para a produção de painéis compensados.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial técnico da utilização da madeira de *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis* para a produção de painéis compensados, comparando-os com as chapas de *Pinus oocarpa*.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a produção dos painéis compensados foram utilizadas as madeiras de *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*, proveniente de uma área de Cerrado localizada no município de Jataí, no sudoeste Goiano. A madeira de *Pinus oocarpa* foi coletada na Universidade Federal de Lavras, sendo tal espécie utilizada para servir como parâmetro comparativo com as demais espécies. Foram abatidas três árvores por espécie estudada. De cada árvore foram retiradas duas toras para a laminação, cada uma com 57 cm de comprimento.

As toras foram acondicionadas em um tanque com água por 72 horas e, posteriormente, foram levadas a uma caixa d'água com resistência elétrica, onde permaneceram submersas em água a 66°C por um período de 72 horas, conforme Iwakiri (2005).

Após o período de aquecimento, as toras foram descascadas e laminadas em um torno com espessura nominal de lâmina de 2,0 mm. As lâminas foram guilhotinas considerando as dimensões médias de, aproximadamente, 0,2 x 51,0 x 51,0 cm.

As lâminas foram então tabicadas no plano horizontal para secagem natural até atingirem a umidade de equilíbrio higroscópico. Em seguida, o material teve a umidade reduzida a 8% em estufa com circulação forçada de ar. Classificaram-se visualmente as lâminas de forma a separar as de melhor qualidade para compor a capa dos painéis.

Para formação dos três painéis compensados por espécie, foram utilizadas cinco lâminas dispostas de forma cruzada em relação à direção da grã, coladas com adesivo fenol-formaldeído, em linha dupla, com gramatura de 270 g/m² com teor de sólidos de 50,87%; pH de 12,45; viscosidade de 595Cp e Gel Time de 10,12 minutos.

A formulação do adesivo, em partes por massa, foi constituída por 100 partes de adesivo fenol-formaldeído, 10 partes de água e 10 partes de farinha de trigo como extensor.

Após a montagem, os painéis passaram por um período de 15 minutos de montagem, sendo então levados à prensa. O ciclo de prensagem utilizado para a produção dos painéis apresentou temperatura de 150°C, pressão específica de 1,47 MPa e tempo de prensagem de 10 minutos.

Os painéis foram acondicionados em câmara climatizada com umidade relativa de 65 ± 3% e temperatura de 20 ± 2°C. Em seguida, para cada espécie, retiraram-se 24 corpos de prova para a realização de ensaios de resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento pelo teste seco, 24 para a condição úmida e 24 para a condição de pós-fervura; 6 para os ensaios de flexão estática paralela e 6 para flexão estática perpendicular (avaliando o módulos de elasticidade/MOE e ruptura/MOR); 6 para os ensaios de densidade aparente; 6 para determinação do teor de umidade e 24 para absorção total de água. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos descritos na norma NBR 31.000.005/2 (2001).

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, composto por 4 tratamentos (espécies) e 3 repetições (painéis), sendo utilizada, para distinção de médias, o teste de Scott-Knott em nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os valores médios de altura total, DAP e densidade básica das espécies avaliadas.

Tabela 1. Características árvores estudadas.

Table 1. Characteristics of studied trees.

Espécie	Altura (m)	DAP (cm)	Densidade básica (g/cm ³)
<i>Pinus oocarpa</i>	-	30,20	0,520
<i>Amburana cearensis</i>	12,20	31,37	0,660
<i>Sclerolobium paniculatum</i>	12,50	26,22	0,500
<i>Myracrodruon urundeuva</i>	11,60	28,05	0,820

De acordo com Lisboa et al. (2015) o rendimento total da laminação de *Sclerolobium paniculatum* e *Amburana cearensis* apresentaram valores considerados satisfatórios, ou seja, superiores a 50%. Por outro lado, a espécie *Myracrodruon urundeuva* apresentou rendimento total considerado baixo, com valor médio de 35%. Os autores atribuíram esse resultado à alta densidade desta madeira (Tabela 1) que impossibilitou que o processo de laminação ocorresse até o limite máximo do torno.

Ainda segundo os autores supracitados, as maiores perdas ocorreram na forma de rolo resto. As perdas com a retirada de casca e conicidade foram relativamente baixas, com valores médios compreendidos no intervalo entre 16 e 25% para as toras das três espécies alternativas laminadas. Isso demonstra que a forma do fuste dessas espécies foi favorável ao processo de laminação.

A Tabela 2 apresenta os resultados de umidade, absorção total de água e densidade aparente para os painéis produzidos de *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva*, *Amburana cearensis* e *Pinus oocarpa*.

Tabela 2. Valores médios de umidade, absorção de água e densidade aparente para os painéis compensados.
Table 2. Mean moisture values, water absorption and apparent density of plywood panels.

Espécies	Umidade (%)	Absorção de água (%)	Densidade aparente (g/cm ³)
<i>Pinus oocarpa</i>	9,96 A (44,40)	71,58 C (8,67)	0,54 A (9,01)
<i>S. paniculatum</i>	6,87 A (6,87)	55,38 B (9,48)	0,66 B (3,44)
<i>A. cearensis</i>	5,97 A (5,97)	27,43 A (16,05)	0,84 C (3,06)
<i>M. urundeuva</i>	6,46 A (6,46)	28,26 A (20,60)	0,94 D (5,47)
CVe (%)	41,08	11,58	5,23

CVe: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-knott ao nível de significância de 5%. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação amostral.

Os valores médios para umidade não diferiram estatisticamente entre si, com valores variando entre 5,97 e 9,96%. Este fato ocorreu em consequência do período de climatização adequado, com temperatura e umidade controladas, pelo qual os painéis passaram.

Os valores obtidos para densidade aparente dos painéis de *Pinus oocarpa* foram compatíveis aos encontrados pela ABIMCI (2007) para painéis comerciais produzidos no Brasil, sendo os valores médios apresentados por esta, compreendidos entre 0,476 g/cm³ e 0,641 g/cm³.

Verificou-se que todas as espécies diferiram estatisticamente entre si para a densidade aparente dos compensados, sendo o menor valor encontrado para a espécie *Pinus oocarpa* (0,54 g/cm³) e o maior valor encontrado para a *Myracrodruon urundeuva* (0,94 g/cm³). Tal fato pode ser justificado pela diferença de densidade básica das madeiras estudadas, já que este é um fator que influencia de forma direta na densidade dos painéis produzidos.

Quanto à absorção total de água as espécies *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis* apresentaram-se, estatisticamente, superiores às demais espécies, com valores de 28,26 e 27,43%, respectivamente. Sendo o *pinus oocarpa* a espécie que apresentou o maior valor, com absorção média de 71,58%.

Pode-se verificar uma tendência de aumento na absorção de água, com a diminuição da densidade aparente dos compensados, já que o aumento da densidade acarreta uma diminuição dos espaços livres, o que dificulta a entrada de água na estrutura da madeira.

Albino et al. (2011) ao avaliarem painéis de *Toona ciliata*, encontraram valores superiores aos encontrados para as espécies *Amburana cearensis*, *Myracrodruon urundeuva* e *Sclerobium paniculatum*, porém similares ao do *Pinus oocarpa*, com valores variando entre 74,87 e 84,87%. Os resultados encontrados neste trabalho comparativamente aos valores normalmente referenciados na literatura demonstram o potencial de utilização das espécies estudadas na produção de painéis compensados.

Os valores médios para os testes de flexão estática, paralela e perpendicular à grã da capa, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Valores médios das propriedades obtidas pelo teste de flexão estática.
Table 3. Mean values of the properties obtained by the static flexing test.

Espécies	MOE (MPa)		MOR (MPa)	
	Paralelo	Perpendicular	Paralelo	Perpendicular
<i>Pinus oocarpa</i>	8.595 A (3,81)	9.108 A (9,15)	67,18 C (17,46)	38,06 A (12,58)
<i>S. paniculatum</i>	6.403 B (6,59)	5.412 B (3,71)	96,91 B (4,98)	54,98 A (20,15)
<i>A. cearensis</i>	5.924 B (4,11)	5.858 B (8,81)	111,17 A (10,26)	69,04 A (14,37)
<i>M. urundeuva</i>	5.564 B (27,69)	6.537 B (27,09)	137,66 A (47,69)	72,71 A (82,24)
CVe (%)	10,77	12,47	20,69	41,20

CVe: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-knott ao nível de significância de 5%. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação amostral.

Os resultados para MOE paralelo demonstram que a espécie *Pinus oocarpa*, com valor médio de 8.595 MPa, foi estatisticamente superior às demais espécies analisadas, que por sua vez, não apresentaram diferenças estatísticas entre si, com valores entre 5.564 MPa e 6.403 MPa.

Estes valores foram superiores aos encontrados por Iwakiri et al. (2011) ao avaliar a qualidade de painéis compensados de *Schizolobium amazonicum*, em que os valores observados situaram-se entre 3.444 e 4.234 MPa. Porém, ao avaliar a qualidade de painéis compensados com diferentes composições de *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunmannii* e *Pinus maximinoi*, Iwakiri et al. (2012) obtiveram valores médios entre 6.165 e 8.854 MPa que, embora sejam compatíveis aos encontrados neste trabalho para o *Pinus oocarpa*, foram superiores aos encontrados para as demais espécies.

No teste de flexão realizado no sentido perpendicular, pode-se verificar o mesmo comportamento entre as espécies em que, novamente o *Pinus oocarpa* apresentou o maior valor para o módulo de elasticidade, com média de 9.108 MPa, enquanto as demais espécies não diferiram estatisticamente entre si.

A ausência de influência estatística apresentada pela densidade aparente dos painéis no módulo de elasticidade no ensaio de flexão estatística pode ser explicada pelo fato da madeira ser um material biológico e heterogêneo e que, conseqüentemente, apresenta grande variabilidade. Além disso, o processo laboratorial e manual de produção dos painéis pode ter corroborado com os resultados obtidos.

Albino et al. (2011) encontraram valores para MOE perpendicular, inferiores aos do presente trabalho ao avaliar as propriedades físico-mecânicas de painéis compensados de *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*. Os autores observaram valores médios entre 1.018 e 2.364 MPa, para os painéis puros da espécie em questão.

Diferente do esperado, os painéis de maior densidade produzidos a partir das espécies *Sclerobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuwa* e *Amburana cearensis* apresentaram propriedades mecânicas no ensaio de flexão estática inferiores aos resultados obtidos para a espécie *Pinus oocarpa*, tal fato pode ser associado à alta variabilidade da madeira, que por ser um material heterogêneo proporciona comportamentos distintos entre as espécies, bem como ao processo laboratorial de manufatura das chapas

A norma NBR 31.000.001/2:2001 estabelece valores para compensados do tipo forma de concreto (FOR), com a utilização de 5 lâminas na sua constituição, de, no mínimo 5.000 MPa, para MOE paralelo e de 2.499,3 MPa para MOE perpendicular. Sendo assim, todas as espécies avaliadas atingiram o mínimo exigido pela norma.

Para os valores obtidos para MOR paralelo à grã da capa, verificou-se que o compensado da espécie *Pinus oocarpa* apresentou valor inferior aos encontrados pela ABIMCI (2007) ao avaliar as propriedades de painéis compensados comerciais produzidos no Brasil, em que foram obtidos valores entre 27,38 e 63,58 MPa.

Os painéis de *Myracrodruon urundeuwa* e *Amburana cearensis* apresentaram valores de MOR paralelo similares entre si e estatisticamente superiores às demais espécies. Estes valores são superiores aos encontrados por Pinto e Iwakiri (2013) para a espécie *Cryptomeria japonica*, em que foram encontrados valores variando de 26,92 a 56,63 MPa.

Já para MOR perpendicular não se verificou nenhuma diferença estatística significativa entre as espécies deste estudo, com valor médio de 58,70 MPa. Este valor é consideravelmente superior ao apresentado pela ABIMCI (2007) para painéis de pinus comerciais do mercado nacional que apresentaram MOR perpendicular variando entre 20,58 e 45,27 MPa. Iwakiri et al. (2013) encontraram valores inferiores aos obtidos neste trabalho, ao avaliar a qualidade de painéis produzidos com lâminas de *Sequoia sempervirens* em que as médias obtidas se encontravam entre 12 MPa e 16 MPa.

O aumento nos valores obtidos para MOR, tanto no sentido paralelo quanto no sentido perpendicular à grã da capa, pode ser associado ao aumento da densidade aparente dos painéis, uma vez que os maiores valores foram obtidos a partir dos painéis com maior densidade aparente.

A norma NBR 31.000.001/2:2001 estabelece valores para compensados do tipo forma de concreto (FOR), com a utilização de 5 lâminas na sua constituição, de, no mínimo 45 MPa, para MOR paralelo e de 15,59 MPa para MOR perpendicular. Desta forma, todas as espécies avaliadas atingiram o mínimo previsto pela norma.

Os resultados dos ensaios de resistência da linha de cola aos esforços do cisalhamento, realizados em condição seca, úmida e pós-fervura encontram-se na Tabela 4.

Para os testes de resistência na linha de cola, *Myracrodruon urundeuwa* foi a espécie que apresentou a melhor colagem com adesivo fenol-formaldeído, com médias de 7,99, 7,31 e 5,08 MPa em condição seca, úmida e pós-fervura respectivamente, enquanto as demais espécies apresentaram valores inferiores e estatisticamente semelhantes entre si.

Iwakiri et al. (2013) ao analisarem a qualidade de painéis produzidos com madeira se *Sequoia sempervirens* obtiveram resultados inferiores aos encontrados neste estudo, com valores entre 1,13 e 1,37 MPa, para resistência de cisalhamento em condição seca e entre 0,66 e 0,94 MPa, para o teste em condição pós-fervura.

Tabela 4. Valores médios de resistência ao cisalhamento e falhas na madeira, nas condições ensaios seco, úmido e pós fervura.

Table 4. Mea shearing resistance values and wood failures under dry, wet and post-boiling assay conditions.

Espécies	Seco		Úmido		Fervura	
	Tensão (Mpa)	Falha (%)	Tensão (Mpa)	Falha (%)	Tensão (Mpa)	Falha (%)
<i>Pinus oocarpa</i>	2,71 B (19,99)	80	2,54 B (32,33)	75	2,13 B (29,03)	81
<i>S. paniculatum</i>	4,59 B (36,06)	72	3,50 B (32,19)	71	3,59 B (25,75)	72
<i>A. cearensis</i>	5,56 B (29,75)	56	4,76 B (38,37)	54	3,70 B (39,93)	51
<i>M. urundeuva</i>	7,99 A (58,10)	80	7,31 A (50,40)	84	5,08 A (69,87)	88
CVe (%)	50,95		45,53		52,11	

CVe: coeficiente de variação experimental. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott-knott ao nível de significância de 5%. Valores entre parênteses referem-se ao coeficiente de variação amostral.

Com exceção do *Pinus oocarpa*, às demais espécies também apresentaram valores superiores àqueles apresentados por Guimarães Jr. et al. (2012) ao avaliarem clones de *Eucalyptus urophylla*, sendo o máximo valor encontrado pelos autores de 3,64, 3,01 e 2,83 MPa, para a condição seca, úmida e pós-fervura, respectivamente. Dessa forma, pode-se inferir que os painéis produzidos com todas as espécies apresentaram boa qualidade no que se refere à colagem.

Os elevados valores apresentados pela espécie *Myracrodruon urundeuva* podem ser atribuídos à sua alta densidade, que impede a formação de linha de cola faminta e permite a formação de uma linha de cola mais espessa e, conseqüentemente, mais resistente.

Para serem considerados de uso exterior, os painéis compensados devem atender às exigências da norma EN 314-2 de 1993, que correlaciona o valor mínimo de falhas na madeira com a resistência ao cisalhamento.

A Tabela 5 apresenta a correlação entre a resistência ao cisalhamento e a falha na madeira, segundo a norma EN 314-2 de 1993.

Tabela 5. Requisitos de colagem.

Table 5. Bonding requirements.

Tensão de ruptura (MPa)	Falha na madeira (%)
0,2≤TR<0,4	≥80
0,4≤TR<0,6	≥60
0,6≤TR<1,0	≥40
1,0≤TR	Sem exigência

Fonte: European Standard - EN (1993)

Os painéis de *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva*, *Amburanas cearensis*, em comparação com a norma, apresentaram valores superiores ao mínimo de 1,0 MPa, para os testes nas condições seca, úmida e pós-fervura, podendo-se inferir que todos os painéis produzidos apresentaram boa qualidade no que se refere à colagem.

CONCLUSÕES

As espécies *Amburana cearensis* e *Myracrodruon urundeuva* apresentaram baixos valores para absorção de água, com valores inferiores a 30%.

Todas as espécies avaliadas apresentaram valores de flexão estática paralela e perpendicular que atenderam ao mínimo exigido pela norma NBR 31.000.001/2 (2001).

Para resistência ao cisalhamento, em todas as condições, os valores foram superiores aos encontrados em literatura, e se adequaram à norma EN 314-2 (1993), com destaque para a espécie *Myracrodruon urundeuva*, que apresentou o maior valor entre as espécies avaliadas.

Com exceção da propriedade mecânica MOE, todas as demais propriedades dos painéis de *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis* apresentaram resultados superiores aos obtidos para os painéis produzidos de *Pinus oocarpa*.

Todas as espécies apresentam viabilidade técnica para a produção de painéis compensados.

AGRADECIMENTOS

CNPQ – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás,
NEPPFLOR – Núcleo de Pesquisa em Produtos Florestais
UFLA – Universidade Federal de Lavras

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo setorial 2009 ano base 2008 – Indústria de madeira processada mecanicamente**. Curitiba: ABIMCI, 2009. 48 p.
- ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Painéis de compensado de pinus** - Catálogo Técnico. Curitiba, 2007. 4 p.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **CB-31: projeto de normas 31.000.05.001/1: chapas de madeira compensada**. Rio de Janeiro, 2001.
- ALBINO, V. C. S.; SÁ, V. A.; BUFALINO, L.; MENDES, L. M.; ALMEIDA, N. A. Avaliação das propriedades físico mecânicas de painéis compensados de *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis*. **Cerne**, Lavras, v. 17, n. 1, p. 103-108, 2011.
- BORTOLETTO JR., G.; BELINI, U. L. Produção de lâminas e manufatura de compensados a partir da madeira de guapuruvu (*Schizolobium parayba* Blake) proveniente de um plantio misto de espécies nativas. **Cerne**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 16-28, 2002.
- EN - EUROPEAN STANDARD. 314-2: plywood, bonding quality, part 2: requirements. Brussels, 1993.
- GUIMARÃES JR., J. B.; MENDES, L. M.; MENDES, R. F.; GUIMARÃES, B. M. R.; OLIVEIRA, S. L. Seleção de clones de *Eucalyptus urophylla* para produção de compensados. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 4, p. 667-673, 2012.
- LISBOA, F. J. N.; GUIMARÃES, I. L.; GUIMARÃES JUNIOR, J. B.; MENDES, R. F.; MENDES, L. M. avaliação do processo de laminação da madeira de *Sclerolobium paniculatum*, *Myracrodruon urundeuva* e *Amburana cearensis*. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 11 n. 21; p. 324, 2015.
- IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005.
- IWAKIRI, S.; CUNHA, A. B.; TRIANOSKI, R.; BRAZ, R. L.; CASTRO, V. G.; KAZMTERCZAK, S.; PINHEIRO, E.; RANCATT, H.; SANCHES, F. L. Produção de painéis compensados fenólicos com lâminas de madeira de *Sequoia sempervirens*. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 20, n. 2, p. 264-270, 2013.
- IWAKIRI, S.; MANHIÇA, A. A.; RAMIREZ, M. G. L.; MATOS, J. L. M.; BONDUELLE, G. M.; PRATA, J. G. Avaliação da qualidade de painéis compensados de *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii* com diferentes composições estruturais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 315-321, 2012a.
- IWAKIRI, S.; MATOS, J. L. M.; FERREIRA, E. S.; PRATA, J. G.; TRIANOSKI, R. Produção de painéis compensados estruturais com diferentes composições de lâminas de *Eucalyptus saligna* E *Pinus caribaea*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 3, p. 569-576, 2012b.
- IWAKIRI, S.; KEINERT JR., S.; PRATA, J. G.; ROSSO, S. Produção de painel compensado estrutural de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus dunni*. **Floresta**, Curitiba, v. 37, n. 3, p. 363-367, 2007.

IWAKIRI, S.; VARGAS, C. A.; PARCHEN, C. F. A.; WEBER, C.; BATISTA, C. C.; GARBE, E. A.; CIT, E. J.; PRATA, J. G. Avaliação da qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de madeira de *Schizolobium amazonicum*. *Floresta*, Curitiba, v. 41, n. 3, p. 451-458, 2011.

MARRA, A. A. **Technology of wood bonding: principles in practice**. New York: V. N. Reinhold, 1992. 453 p.

PALMA, H. A. L.; ESCOBAR, J. F.; BALLARIN, A. W.; LEONELLO, E. C. Influência da qualidade das lâminas no desempenho mecânico à flexão de painéis compensados de *Hevea brasiliensis*. *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 19, n. 2, p. 133-140, 2012.

PINTO, J. A.; IWAKIRI, S. Estudo sobre a viabilidade do uso da madeira de "*Cryptomeria japonica*" para produção de painéis compensado. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 41, n. 97, p. 29-37, 2013.

Recebido em 03/03/2015

Aceito para publicação em 12/08/2015