

## ESTUDO PRELIMINAR DAS PROPRIEDADES DE COMPENSADOS DE GUAPURUVU (*SCHIZOLOBIUM PARAHYBA* (Vell.) S. F. Blake)

## PRELIMINARY STUDY OF THE PROPERTIES OF PLYWOOD OF GUAPURUVU (*SCHIZOLOBIUM PARAHYBA* (Vell.) S. F. Blake)

Hernando Alfonso Lara Palma <sup>(1)</sup> (P), Jéssica Szkura Moreno <sup>(2)</sup>, Adriano Wagner Ballarin <sup>(3)</sup>

(1) Dr. Prof., Universidade Estadual Paulista, Depto. de Ciência Florestal, Botucatu, SP, Brasil

(2) Graduanda, Universidade Estadual Paulista, Curso de Engenharia Florestal, Botucatu, SP, Brasil

(3) Dr. Prof., Universidade Estadual Paulista, Depto. Engenharia Rural, Botucatu, SP, Brasil

Endereço de contato: larapalma@fca.unesp.br; (P) Presentador

**Código de identificação: T4-02**

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo principal avaliar a viabilidade técnica da produção de painéis compensados, em escala comercial, com madeira de guapuruvu. A madeira foi proveniente de plantios de restauração de ecossistemas florestais da Mata Atlântica, na região de Botucatu-SP, com 16 anos de idade. Esta espécie vem sendo usada em plantios de regeneração natural, é uma espécie de rápido desenvolvimento, boa produtividade e densidade leve. Foram produzidos três painéis compensados, de nove lâminas cada, com dimensões nominais de 2440 mm x 1220 mm x 22,5 mm. A espessura nominal das lâminas foi de 2,5 mm com densidade média de 300 kg/m<sup>3</sup>. Na produção dos compensados foram adotados os parâmetros gerais da produção industrial destes painéis com resina fenol-formaldeído. Os ensaios físicos e mecânicos foram realizados de acordo com as especificações descritas na norma brasileira ABNT. Os compensados apresentaram densidade aparente média de 388 kg/m<sup>3</sup>, absorção de água após 24 horas de 86,36% e inchamento em espessura 6,57%. Os valores médios do módulo de elasticidade e da resistência na direção longitudinal e transversal foram (3791 MPa; 2112 MPa; 27,45 MPa e 20,88 MPa). O valor médio da resistência da linha de cola ao esforço de cisalhamento foi de 1,14 MPa, valor acima de 1,0 MPa preconizado pela norma, para utilização em condições de ambiente seco e úmido. De acordo com os valores obtidos, os compensados de guapuruvu revelaram bom desempenho, apresentando potencial para uso em movelaria, estruturas leves, paredes internas revestidas, embalagens e caixotaria.

**Palavras chave:** guapuruvu, *Schizolobium parahyba*, compensados, propriedades físicas e mecânicas

### Abstract

*The main objective of this work was to evaluate the technical feasibility of the commercial production of plywood using guapuruvu wood (*Schizolobium parahyba*). The wood was from a 16 years old plantation at an experimental area of the São Paulo State University in Botucatu - SP, Brazil. This species has been used in natural regeneration programs, has rapid development, good productivity and low density. Were manufactured three plywood panels with nine veneers and nominal dimensions of 2440 mm x 1220 mm and thickness of 22.5 mm. The nominal thickness of the veneers was 2.5 mm and average density of 272 kg/m<sup>3</sup>. The plywood production adopted the general variables used in traditional plywood industry with phenol formaldehyde resin. The physical and mechanical properties were analyzed in accordance to the specifications described in ABNT plywood standards. The plywood panels mean value of density was 388 kg/m<sup>3</sup>. Water absorption after 24 hours was 86.36%, swelling was 6.57% and the moisture content was 10.54%. The mean values of the longitudinal and perpendicular MOE and MOR were 3791 MPa and 27.45; 2112 MPa, and 20.88 MPa respectively. The average value of the bonding strength was 1.14 MPa, a value above 1.0 MPa recommended by the standard, for use in dry and humid environments. The guapuruvu plywood showed good physical and mechanical performance which indicates potential for furniture, light structures, lined inner walls, packing and box factory.*

**Keywords:** guapuruvu, *Schizolobium parahyba*, plywood, physical and mechanical properties

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2015, a produção nacional de compensados totalizou um volume de 3,04 milhões de m<sup>3</sup>, sendo 2,60 milhões fabricados de madeira de *Pinus* (86% da produção nacional) e 0,44 milhões fabricados com madeira de folhosas de origem tropical (14% da produção nacional). No último quinquênio, a produção de compensados de *Pinus* teve um crescimento médio de 9,9% a.a. No mesmo período, a produção de compensado tropical apresentou queda da ordem de 1,6% a.a. [1 e 2].

A redução apresentada na produção dos compensados de origem tropical deve-se, principalmente, pela dificuldade em se obter matéria-prima de qualidade e com origem legal, sobretudo na região norte. Já a produção de compensados de *Pinus* está concentrada na região sul do país [1 e 2].

Assim, a implantação de reflorestamentos com espécies pioneiras típicas da região Amazônica ou da Mata Atlântica, além das exóticas tradicionais visa, além de diminuir o consumo de matéria prima oriunda de florestas naturais, também diminuir as distâncias de transporte e custos de exploração e promover uma valorização econômica das propriedades com pastagens de baixo rendimento.

Neste sentido e devido à pressão mundial visando à preservação das florestas naturais e em especial a Floresta Amazônica, destaca-se a espécie *Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke (paricá) que vem se mostrando uma alternativa economicamente viável na implantação de florestas com espécies nativas de rápido crescimento na região norte do país [3]. Por este motivo o mercado de compensado tropical tem apresentado acenos positivos no sentido de buscar novas alternativas de matéria prima para a produção de compensados leves para uso na construção civil, confecção de móveis e como lâminas para revestimentos de paredes internas de casas de madeira [1].

O paricá é uma variedade do mesmo gênero que o guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) S. F. Blake), apresentando características semelhantes, tais como: rápido crescimento, tronco retilíneo, baixa densidade, boa trabalhabilidade, baixa presença de nós, etc. Características interessantes do ponto de vista tecnológico, visando à produção de laminados. Estas duas variedades se diferenciam quanto à área de dispersão, sendo que no Brasil a espécie *S. parahyba* ocorre na Mata Atlântica desde a Bahia até o norte de Rio Grande do Sul e a espécie *S. amazonicum* tem sua ocorrência restrita à Bacia Amazônica [4].

A espécie *Schizolobium parahyba* é uma árvore de grande porte, natural da Floresta Ombrófila Densa e Floresta Estacional Semidecidual, É uma espécie de baixa exigência quanto à fertilidade do solo e classificada na sucessão florestal como pioneira, secundária inicial ou clímax exigente de luz e apresenta rápido crescimento, motivo pelo qual é uma das espécies muito utilizada na recuperação de áreas degradadas [5].

O guapuruvu é reconhecido entre os pesquisadores como uma espécie de rápido desenvolvimento e boa produtividade. Em plantios experimentais, o guapuruvu impressiona pelo crescimento inicial e pela forma das plantas. Quando plantado em espaçamento adequado, permite consórcio com cultivos permanentes ou de ciclo curto, sendo recomendado para fins ornamentais, para programas de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas [6].

Estudos pioneiros sobre o potencial tecnológico da madeira de guapuruvu desenvolvidos no Brasil, ressaltam seu rápido crescimento e apontam as possibilidades de seu aproveitamento industrial [7].

Em um estudo posterior concluíram que o guapuruvu proveniente da floresta nativa não apresentou problemas de laminação e as lâminas obtidas foram de boa qualidade. Os compensados fabricados a partir desta madeira encontram aplicações tais como: formas de concreto, embalagens, caixotaria (leve e pesada) e fabricação de móveis [8].

Pesquisas mais recentes concluíram que a madeira de guapuruvu tem potencial para produção de lâminas e fabricação de compensados de uso interno e intermediário com potencial para uso em móveis, embalagens e caixotaria [9].

Em decorrência da baixa densidade que apresenta esta espécie, a utilização racional desta madeira na forma de painéis compensados oferece um leque maior de usos potenciais, especificamente para uso geral, movelaria e revestimentos.

Portanto, o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas de painéis compensados de madeira de guapuruvu, faz-se indispensável com o intuito de caracterizar novos produtos, visando principalmente um subsídio a futuros usuários, para seu emprego correto em diferentes soluções industriais, estruturais ou decorativas.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Matéria prima

Neste estudo foram utilizadas lâminas de 2,6 mm de espessura nominal, provenientes de árvores de guapuruvu (*Schizolobium parayba*) retiradas de plantios de 16 anos de idade do projeto “Restauração da Mata Atlântica em Sítios Degradados no Estado de São Paulo - Brasil”, localizados em áreas experimentais do campus da Universidade Estadual Paulista (UNESP) no município de Botucatu, SP.

De cada árvore, retiraram-se três toras de aproximadamente 2,5 metros de comprimento, tomadas desde a base da árvore de forma sequencial. As lâminas foram retiradas da segunda tora de cada árvore, como mostrado na Figura 1.



Figura 1: a) Visão geral do projeto de restauração; b) Esquema da retirada das toras para laminação ( $A_T$  – altura total da árvore até a bifurcação).

## 2.2 Produção de compensados

O processo de laminação e confecção dos compensados foi realizado na Indústria de Compensados Caribea S.A. de São Manuel, SP. Para este estudo foram produzidos três painéis compensados de nove lâminas, com dimensões nominais de 2440 mm x 1220 mm x 22,5 mm. A espessura média das laminas foi de 2,5 mm.

Na produção dos compensados, foram adotados os parâmetros gerais de produção da empresa Caribea S.A. (umidade média das lâminas de 6%, adesivo utilizado à base de fenol-formaldeído 380 g/m<sup>2</sup> por linha dupla de colagem, temperatura e tempo de prensagem de acordo com as especificações do fabricante da cola - 130°C e um minuto de prensagem por cada mm de espessura nominal do painel e pressão específica de prensagem de 12 kgf/cm<sup>2</sup>).

As lâminas utilizadas foram provenientes da laminação de cinco toras do projeto “Rendimento de laminação da madeira de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)” [10]. A densidade aparente das lâminas foi de 272 kg/m<sup>3</sup>.

## 2.3 Avaliação dos painéis compensados

A avaliação do desempenho dos painéis compensados foi conduzida com ensaios físicos e mecânicos em corpos de prova deles confeccionados, atendendo-se no geral às prescrições da norma ABNT como indicado na Tabela 1.

Tabela 1: Ensaios e normas para os painéis compensados.

Ensaio	Propriedade	Norma
Flexão estática (paralela e perpendicular)	E <sub>b</sub> - módulo de elasticidade T <sub>r</sub> - tensão de ruptura	NBR 9533:2012 [11]
Qualidade da colagem	τ - tensão de cisalhamento	NBR ISO 12466-1:2012 [12] NBR ISO 12466-2:2012 [13]
Densidade	M <sub>ca</sub> - massa específica aparente	NBR 9485:2011 [14]
Absorção de água	A - quantidade de água absorvida	NBR 9486:2011 [15]
Umidade	TU - teor de umidade	NBR 9484:2011 [16]
Inchamento	IR - inchamento em espessura	NBR 9535:2011 [17]

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Propriedades físicas

Na Tabela 2 são apresentados os resultados individuais e médios das propriedades físicas e a espessura média dos painéis compensados e as lâminas.

Tabela 2: Valores médios das propriedades físicas dos painéis.

Medida descritiva	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Espessura painéis (mm)	Espessura lâminas (mm)	Inchamento (%)	Absorção de água (%)	Teor de umidade (%)
média	388	18,90	2,60	6,56	87,67	10,55
σ	10,69	0,34	0,06	0,10	3,49	0,35
C.V.	2,76	1,79	2,23	1,53	3,99	3,32

A densidade aparente média dos painéis foi 388 kg/m<sup>3</sup>. O coeficiente de variação foi baixo, indicando uma alta homogeneidade do material. A retração média na espessura dos painéis foi de 19,2%.

Os valores mensurados nos corpos de prova para a densidade aparente são muito diferentes àqueles encontrados por mensurações diretas nas lâminas. Os valores médios dos painéis estudados apresentaram densidade aparente média superior em 43% a igual parâmetro avaliado para as lâminas originais (272 kg/m<sup>3</sup>). Esta diferença indica uma densificação dos painéis durante o processo de fabricação.

De uma forma geral, a densidade final de um painel laminado, como o compensado, depende da densidade da espécie, da predominância de lenho inicial e tardio que apresentam as lâminas, da maior porcentagem de madeira juvenil, da umidade e pressão e temperatura usadas na fabricação.

Para a faixa de pressões de 7 kgf/cm<sup>2</sup> a 21 kgf/cm<sup>2</sup> na prensagem do compensado, normalmente utilizadas na indústria, ocorre uma retração na espessura das chapas de aproximadamente 5% a 10% para um teor de umidade das lâminas de até 10%, ocasionando uma redução do volume por esmagamento [18 e 19]. Sendo assim, a densidade dos painéis foi comandada pela baixa densidade da madeira original.

O valor médio do inchamento foi de 6,56% e o coeficiente de variação de 1,56%, valor considerado baixo o que indica homogeneidade dos painéis. De modo geral, o valor encontrado de inchamento não difere dos valores médios encontrados na literatura para compensados colados com resina fenólica.

Provavelmente o valor do inchamento encontrado pode estar relacionado à baixa densidade da madeira. Existe uma relação direta entre a variação volumétrica e a densidade da madeira, sendo que essa variação dimensional é normalmente maior na madeira de maior densidade devido à maior quantidade de madeira por unidade de volume [20].

O valor médio do teor de umidade dos painéis foi de 10,55%, valor inferior a 12% nas condições de climatização recomendada pela norma.

Conforme apresentado na Tabela 4 os valores médios do teor de umidade dos compensados estudados, atingiram os limites referenciais apresentados nos diferentes códigos normativos nacionais. Também se observa nesta tabela, que os valores percentuais do teor de umidade obtidos neste estudo para os compensados foram superiores aos resultados médios reportados na literatura por vários autores em compensados da mesma espécie.

De uma forma geral, os painéis reconstituídos estabilizam-se a uma umidade inferior, quando comparados à madeira sólida. Isto se deve, provavelmente, a níveis de higroscopicidade diferentes originado pela redução da madeira em lâminas com posterior incorporação de aditivos, como resinas, parafina, entre outros. Os aditivos podem bloquear parcialmente os sítios de adsorção, contribuindo assim para redução da higroscopicidade do painel [21].

Os valores médios de absorção de água (24h) foi alto e de forma homogênea em todos os painéis. Os elevados valores de absorção podem ser atribuídos à baixa massa específica observada para os painéis. Assim como para a madeira sólida, painéis com menor massa específica tendem a absorver mais água por apresentarem menor quantidade de parede celular para um mesmo volume [22].

### **3.2 Flexão estática longitudinal**

Na Tabela 3, são apresentados os valores médios de cálculo (valores de ensaios) a 12% de umidade dos módulos de elasticidade e da tensão de ruptura longitudinal e transversal dos compensados.

De forma geral, os valores médios do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura na direção longitudinal entre os painéis tiveram pouca variação. Os valores médios dos coeficientes de variação foram baixos e considerados dentro do padrão de normalidade aceite pela prática do laboratório, indicando homogeneidade dos painéis.

Conforme apresentado na Tabela 4, os valores médios de módulo de elasticidade e de resistência na direção longitudinal dos compensados atingiram de forma parcial ou total os limites mínimos

referenciais para os compensados apresentados nos diferentes códigos normativos nacionais para painéis compensados de madeira tropical e pinus.

Os valores médios da pesquisa atingiram plenamente os valores mínimos normativos do módulo de elasticidade e 97,9% da tensão de ruptura longitudinal, referentes à Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente [23]. Em relação aos valores normativos referentes à Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente (2007a), atingiram plenamente os valores mínimos normativos do módulo de elasticidade e 85,73% da tensão de ruptura.

O valor médio do módulo de elasticidade da pesquisa atingiu 89% e o da tensão de ruptura superou plenamente os valores mínimos normativos referentes ao Catálogo Técnico de Pinus [24].

Observa-se também, que os painéis compensados de guapuruvu, atingiram em 94,8% ( $E_b$ ) e 78,4% ( $T_r$ ) os requisitos mínimos para compensados formas de concreto e atenderam plenamente aos requisitos mínimos para compensados de uso geral, industrial e decorativos, quando considerados o tipo de adesivo e as lâminas utilizadas na confecção dos painéis.

Também, se observa na Tabela 4 que os valores do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura obtidos neste estudo, foram inferiores aos resultados médios reportados na literatura, por vários autores para compensados desta mesma espécie e semelhantes aos valores de compensados de paricá, espécie do mesmo gênero que o guapuruvu.

### **3.3 Flexão estática perpendicular**

Os valores médios do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura na direção perpendicular entre os painéis, tiveram maior variação que no sentido longitudinal. Os valores médios dos coeficientes de variação foram considerados dentro do padrão de normalidade, aceite pela prática do laboratório, indicando boa homogeneidade dos painéis.

Os valores médios do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura na direção longitudinal foram em média 44,3% e 23,9%, superiores aos valores médios do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura na direção perpendicular.

Conforme apresentado na Tabela 4, os valores médios de módulo de elasticidade e da tensão de ruptura na direção perpendicular dos compensados, não atingiram plenamente os limites mínimos referenciais para os compensados, apresentados nos diferentes códigos normativos nacionais para painéis compensados de madeira tropical e pinus.

O melhor resultado desta propriedade foi em relação aos valores referentes à Associação Brasileira da Indústria da Madeira Processada Mecanicamente [24], onde os valores médios da pesquisa atingiram parcialmente os valores mínimos normativos do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura em 97,3% e 94,3%.

Também, se observa na Tabela 4, que o valor médio do módulo de elasticidade perpendicular foi superior aos resultados reportados na literatura por outros autores, para compensados desta mesma espécie e paricá. No caso da tensão de ruptura, foi superior aos de paricá e um pouco inferior para compensados da mesma espécie.

De uma forma geral, o desempenho à flexão na direção transversal é mais sensível à qualidade e propriedades mecânicas das lâminas utilizadas na capa e contracapa. A disposição de lâminas na direção transversal à direção do ensaio pode haver comprometido significativamente o desempenho à flexão, pois na direção transversal os valores de resistência e rigidez são muito inferiores em relação ao sentido longitudinal do esforço.

Por outro lado, a densidade da madeira utilizada na manufatura de compensados tem uma influência direta nas propriedades do módulo de elasticidade e da tensão de ruptura em flexão estática. Neste sentido as diferenças verificadas neste estudo, são atribuídas em grande parte à maior densidade dos painéis compensados apresentada nas normas de referência.

Portanto, os valores obtidos para os painéis de guapuruvu podem ser considerados satisfatórios, tendo em vista sua menor densidade.

Tabela 3: Valores médios de flexão estática dos painéis.

Medida descritiva	Longitudinal		Perpendicular	
	E <sub>b</sub> (MPa)	T <sub>r</sub> (MPa)	E <sub>b</sub> (MPa)	T <sub>r</sub> (MPa)
média	3791	27,45	2112	20,88
$\sigma$	264,90	2,688	275,9	3,049
C.V.	6,98	9,791	13,06	14,60

Tabela 4: Propriedades de compensados reportados em códigos normativos nacionais.

	Flexão estática longitudinal		Flexão estática perpendicular		Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Umidade (%)
	E <sub>b</sub> (MPa)	T <sub>r</sub> (MPa)	E <sub>b</sub> (MPa)	T <sub>r</sub> (MPa)		
Pesquisa <sup>1</sup>	3791	27,45	2112	20,88	387	10,54
ABIMCI <sup>2</sup>	3433	32,02	3018	28,90	610	8 - 11
	5897	54,25	5502	57,17	653	
ABIMCI <sup>3</sup>	3275	28,05	2169	22,08	496	9 - 12
	6413	54,88	4675	47,29	620	
ABIMCI <sup>4</sup>	4261	23,20	2967	21,80	491	10 - 11
	7643	41,90	5800	43,80	585	
Projeto NBR <sup>5</sup>	4204	22,89	2928	21,51	491	10 - 11
	7504	41,34	5729	43,22	585	
Projeto NBR <sup>6</sup>	4000	35	4500	40	-	10 - 11
Guapuruvu <sup>7</sup>	7000	46,70	-	-	440	6 - 8
Guapuruvu <sup>8</sup>	6555	53,10	1782	27,75	467	8,1
Paricá <sup>9</sup>	3880	24,10	1230	12,4	345	12

<sup>1</sup>Valores pesquisa; [23]<sup>2</sup>: compensado estrutural de madeira tropical uso externo; [24]<sup>3</sup>: compensado estrutural de madeira de pinus uso externo; [25]<sup>4</sup>: Compensado de pinus de 20 mm de espessura e 9 lâminas; [26]<sup>5</sup>: compensados de pinus; [26]<sup>6</sup>: compensados para forma de concreto; [7]<sup>7</sup>; [9]<sup>8</sup>; [27]<sup>9</sup>.

### 3.4 Resistência da colagem ao esforço de cisalhamento

A Tabela 5, apresenta os valores médios de resistência da colagem ao esforço de cisalhamento e a porcentagem de falha na madeira na área de ruptura, para os três pré-tratamentos realizados nos corpos de prova.

De acordo com a norma NBR ISO [13] a qualidade de colagem é classificada em três classes com base na resistência dos painéis à umidade e aos pré-tratamentos submetidos. Para todas as três classes de colagem, cada linha de cola ensaiada deve satisfazer dois critérios: a tensão média de cisalhamento e a média de falha na madeira, como mostrado na Tabela 6.

O valor da tensão média de cisalhamento nos painéis foi acima de 1,0 MPa, para os três pré-tratamentos.

Com base nos requisitos da norma (Tabela 6), os valores obtidos permitem classificar o compensado de guapuruvu na Classe 1 (ambiente seco), Classe 2 (tropical/ambiente úmido) e Classe 3 (alta umidade/ambiente externo). Apesar do enquadramento dos painéis nas três classes é importante destacar que a durabilidade do painel de madeira compensada depende não somente da qualidade de colagem, mas também de outros fatores.

Tabela 5: Resistência da colagem ao esforço de cisalhamento.

Pré-tratamento	Básico		Adicional			
	24h Imersão <sup>(1)</sup>		6h Fervura <sup>(2)</sup>		BDB <sup>(3)</sup>	
Medida descritiva	$\tau$ (MPa)	FM (%)	$\tau$ (MPa)	FM (%)	$\tau$ (MPa)	FM (%)
média	1,21	26	1,10	20	1,11	22
$\sigma$	0,32		0,29		0,37	

<sup>(1)</sup>Imersão por 24h em água fria; <sup>(2)</sup>Imersão por 6h em água em ebulição, seguida de resfriamento em água fria; <sup>(3)</sup>Imersão por 4h em água em ebulição, secagem em estufa por 20h a (60±3°C), imersão em água em ebulição por 4h seguida de resfriamento em água fria.

Tabela 6: Requisitos de colagem.

Tensão média de cisalhamento ( $\tau$ ) (MPa)	Falha na madeira (%)
$\tau < 0,2$	não aplicável
$0,2 \leq \tau < 0,4$	$\geq 80$
$0,4 \leq \tau < 0,6$	$\geq 60$
$0,6 \leq \tau < 1,0$	$\geq 40$
$\tau > 1,0$	sem requisito

#### 4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos no programa experimental e atendendo aos objetivos deste trabalho, podem-se extrair as seguintes conclusões:

- Os painéis compensados de guapuruvu revelaram bom desempenho físico e qualidade da colagem, atingindo parcialmente ou ultrapassando os limites mínimos de referência.
- As propriedades de flexão estática no sentido longitudinal, atingiram parcialmente ou ultrapassaram os limites mínimos referenciais para os compensados apresentados nos diferentes códigos normativos nacionais para painéis compensados de madeira tropical e pinus.
- Os coeficientes de variação obtidos para os valores de todas as propriedades foram baixos, revelando boa homogeneidade dos painéis.
- Os compensados de guapuruvu apresentaram a possibilidade de uso em ambientes internos normais, em aplicações externas protegidas e a exposição a intempéries por períodos curtos.
- De uma forma geral, as propriedades dos painéis compensados, de madeira de guapuruvu (*Schizolobium parayba* (Vell.) Blake.), avaliados neste estudo, indicam que esta espécie tem grande potencial para a produção de compensados classificados como de uso geral, industrial e decorativo.
- O compensado de guapuruvu, produzido no presente estudo e de acordo aos valores físicos e mecânicos, apresenta potencial para uso em móveis, estruturas leves, paredes internas revestidas, embalagens e caixotaria.
- É importante na continuidade dos trabalhos, o desenvolvimento de mais pesquisas com painéis desta espécie, para ajustar variáveis do processo e obter produtos com maior desempenho físico e mecânico.

#### REFERÊNCIAS

- [1] Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI). 'Estudo setorial 2016: ano base 2015'. Curitiba, 2016.



- [2] Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ). ‘Relatório ibá 2015’. Disponível em: [http://iba.org/images/shared/iba\\_2015.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2015.pdf). Acesso em: 24 de setembro de 2016.
- [3] Terezo, R.F. ‘Avaliação tecnológica do paricá e seu uso em estruturas de madeira laminada colada’. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.
- [4] Sousa, D.B., Rossi, L.M.B., Azevedo, C.P. e Vieira, A.H. ‘Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby’. Circular Técnica, 18. Embrapa Amazônia Ocidental, 2003.
- [5] Carvalho, P.E. ‘Guapuruvu’. Circular Técnica, 104. Embrapa Florestas, Colombo, PR, 2005.
- [6] Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). ‘Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina’. Documento, 21. Embrapa CNPF, Curitiba, 1988.
- [7] Richter, H.G., Tomaselli, I. e Moreschi, J.C. ‘Estudo tecnológico do guapuruvu (*Schizolobium parahybum*)’. *Revista Floresta*, Curitiba. **5** (1974) 26-30.
- [8] Richter, H.G.; Tomaselli, I. e MORESCHI, J. C. ‘Estudo tecnológico do guapuruvu (*Schizolobium parayba* Blake. Parte II: fabricação de compensados’. *Revista Floresta*, Curitiba. **6** (1) (1975) 14-23.
- [9] Bortoletto, G.J. e Bellini, U. ‘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*, **8** (20) (2002)16-28.
- [10] Pacheco, L. ‘Rendimento de laminação da madeira de guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake)’. Relatório de Pesquisa. FCA Unesp, Botucatu, SP, 2012.
- [11] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9533: Compensado - Determinação da resistência à flexão estática. Rio de Janeiro, 2012.
- [12] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO 12466-1: Madeira compensada – Qualidade de colagem Parte 1: Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2012.
- [13] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR ISO 12466-2: Madeira compensada – Qualidade de colagem Parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro, 2012.
- [14] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9485: Compensado - Determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2011.
- [15] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9486: Compensado - Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2011.
- [16] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9584: Compensado - Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2011.
- [17] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). NBR 9535: Compensado - Determinação do inchamento – Método de ensaio. Rio de Janeiro, 2011.
- [18] Wellons, J.D., Krahmer, R.L., Sandoe, M.D. e Jokerst, R.W. ‘Thickness loss in hot-pressed plywood’. *Forest Prod. J.* **33** (1983) 27–34.
- [19] Bier, H. ‘Radiata pine plywood: an experimental study of the bending properties of structural plywood’. FRI Bulletin, 53. New Zealand Forest Service, Rotorua, 1983.
- [20] Galvão, A.P.M. e Jankowsky, I.P. ‘Secagem racional da madeira’. São Paulo: Nobel, 111p. 1985.
- [21] Wu, Q. ‘Application of Nelson’s sorption isotherm to wood composites and overlays’. *Wood and Fiber Science*, **28** (2) (1999) 227-239.
- [22] Suchsland, O. ‘The swelling and shrinking of wood’. Madison: Forest Products Society, 194p. 2004.
- [23] Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI). ‘Painéis compensados de madeira tropical’. Catálogo Técnico 1. Curitiba, 2007a.
- [24] Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI). ‘Painéis compensados de pinus’. Catálogo Técnico 2. Curitiba, 2007b.
- [25] Associação Brasileira da Indústria de Madeira Processada Mecanicamente (ABIMCI). ‘Painéis compensados de pinus’. Catálogo Técnico 1. Programa Nacional de Qualidade da Madeira. Curitiba, 2002.
- [26] Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Projeto 31:000.05-001/2: Painéis de madeira compensada Parte 2: Requisitos. Rio de Janeiro, 2004.
- [27] Iwakiri, S., Vargas, C.A., Parchen, C.F.A., Weber, C., Batista, C.C., Garbe, E.A., Cit, E.J. e Prata, J.G. ‘Avaliação da qualidade de painéis compensados produzidos com lâminas de *Schizolobium amazonicum*’. *FLORESTA*, **41** (3) (2011) 451-458.