III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPENSADOS FENÓLICOS PRODUZIDOS COM DIFERENTES ARRANJOS DE LÂMINAS DE Pinus taeda E Anacardium giganteum

Leonardo Oliveira[1]
Érika Ferreira[1]
Felipe Ribeiro[1]
Gabriel Valim Cardoso[1]

[1] Universidade Federal de Pelotas

III CBCTEM
Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia da Madeira
Florianópolis - 2017

PROPRIEDADES FÍSICAS DE COMPENSADOS FENÓLICOS PRODUZIDOS COM DIFERENTES ARRANJOS DE LÂMINAS *DE Pinus taeda* E *Anacardium giganteum*

Érika da Silva **FERREIRA**[1]; Felipe Amaral **RIBEIRO**[1]; Leonardo da Silva **OLIVEIRA**[1]; Gabriel Valim **CARDOSO**[1]

[1] Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Brasil

Resumo: A produção industrial dos painéis compensados no Brasil começou há muitas décadas com madeira proveniente de florestas nativas. Atualmente a maior fonte de matéria-prima é originária de florestas plantadas de rápido crescimento. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar as propriedades físicas em compensados fenólicos produzidos com diferentes arranjos de lâminas de *Pinus taeda* L. (pinus), espécie tradicional, e *Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl. (caju-açu), sendo uma espécie nativa empregada para produção de compensados multilaminados. Para o desenvolvimento do estudo foram avaliados quatro tratamentos, sendo produzido um total de doze painéis homogêneos e mistos. Cada chapa foi constituída por 5 lâminas, com espessura nominal de 2mm, dimensões de 500x500mm e consolidados por meio de prensagem a quente com adesivo fenol-formaldeído. Os ensaios físicos determinados foram: teor de umidade, massa específica aparente, absorção de água, inchamento mais recuperação em espessura e recuperação em espessura, sendo realizados de acordo com as especificações da norma brasileira. Os painéis compensados produzidos exclusivamente com lâminas de caju-açu, bem como os painéis produzidos com diferentes arranjos de lâminas, apresentaram propriedades físicas satisfatórias quando comparados ao painel referência (pinus). De modo geral, pode-se afirmar que é possível produzir painéis compensados fenólicos multilaminados em escala industrial com madeira de caju-açu pura ou em combinação com madeira de pinus.

Palavras-chave: Painéis laminados, espécie exótica, espécie nativa.

PHYSICAL PROPERTIES OF PHENOLIC PLYWOOD PRODUCED WITH DIFFERENT ARRANGEMENTS OF *Pinus taeda* AND *Anacardium giganteum* VENEERS

Abstract: Industrial production of plywood in Brazil began many decades ago use timber from native forests. Currently the major source of raw materials it's originated from fast-growing forests. In this context, this study aims to assess physical properties in phenolic plywood produced with different veneer arrangements of *Pinus taeda* L. (pine), traditional specie, and *Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl. (caju-açu), it a native species plywood production. For development study were evaluated four treatments, were produced twelve homogeneous and mixed panels. Each board consisted of five veneers, with a nominal thickness of two millimeters, dimensions of 500x500mm and consolidated in hot pressing with phenol formaldehyde adhesive. The following physical tests were determined: moisture content, density, water absorption, swelling more recovery in thickness and recovery in thickness, were made of the agreement with specifications of the brazilian standard. The plywood produced exclusively with caju-açu veneer as well as the panels produced with different arrangements veneers showed physical properties satisfactory when compared by

reference panel (pine). Generally, it´s possible to produce phenolic multilaminated plywood on an industrial scale with pure caju-açu wood or in combination with pine wood.

Keywords: Laminated panels, exotic species, native species.

1. INTRODUÇÃO

A fabricação de compensado no Brasil começou na década de 40, sendo iniciado com a espécie *Araucaria angustifolia* como fonte, proveniente de florestas nativas do estado do Paraná. Em torno de 1960, a fabricação transferiu-se para a região amazônica e passou a utilizar como matéria-prima folhosas vindas de florestas nativas. A partir dos anos 90, importantes mudanças aconteceram. As plantações de pinus no sul do país se tornaram uma importante fonte para a indústria de compensado (PRATA, 2006).

No que diz respeito a matéria-prima, ocorreu uma importante mudança, que foi a substituição quase que integral de madeira oriunda de florestas nativas pela madeira de florestas plantadas de rápido crescimento (ABIMCI, 2004).

Já com relação as indústrias de painéis de madeira processada mecanicamente, estas se tornaram vastas no território nacional. De acordo com um estudo da ABIMCI (2012), o mercado brasileiro de compensado é composto de aproximadamente 140 empresas, na sua maioria concentradas na Região Sul do país.

Em 2011, no estado do Paraná, concentravam-se cerca de 43% das indústrias de painéis compensados do Brasil. O país oferece condições favoráveis para o melhor desempenho do compensado, mas nos últimos anos, verificou-se que a exportação foi diminuindo devido a fatores externos e internos (RIBASKI, 2012).

A classificação destes painéis compensados relacionados à sua utilização e tipo de resina empregada ocorre da seguinte forma: para uso interno, o painel é produzido com a resina ureia-formaldeído; uso intermediário são produzidos com a resina melamina-formaldeído; e para uso externo emprega-se resina fenol-formaldeído. Existem sete principais tipos de compensados que são: laminados, sarrafeados, industrial, naval, decorativos, resinados e plastificados (IWAKIRI, 2005).

A obtenção de lâminas e produção de compensados de boa qualidade está estreitamente relacionada às características inerentes a madeira, ao adesivo e procedimentos empregados na colagem (MARRA, 1992).

Um gênero interessante que se tornou ótima alternativa de matéria-prima para a produção de compensado é o pinus, pois apresenta características diferenciadas em relação as tradicionais com o rápido crescimento (ABIMCI, 2009). O potencial silvicultural desta espécie é um fator fundamental, onde as espécies mais plantadas e industrializadas são o *Pinus elliottii* e o *Pinus taeda*. Além disso, existem várias outras espécies tropicais que tem grande potencial e devem ser objetos de estudos (IWARIKI et. al. 2002).

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial tecnológico de uso da madeira de caju-açu (*Anarcadium giganteum*) para produção de painéis compensados multilaminados homogêneos e em combinação com madeira de pinus (*Pinus taeda*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

As lâminas de pinus (*Pinus taeda* L.) e caju-açu (*Anacardium giganteum* Hanc. ex Engl.) foram doadas por uma empresa de compensados localizada no interior de Santa Catarina apresentando dimensões nominais de (2 x 500 x 500)mm perfazendo um total de 30 lâminas para cada espécie avaliada e teor de umidade variando de 10% a 14%.

O adesivo fenol-formaldeído empregado para a fabricação dos painéis compensados foi fornecido por uma empresa localizada no distrito industrial de Curitiba e apresentou as propriedades físico-químicas demonstradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas da resina fenol-formaldeído

Propriedade	**Valor**
Teor de sólidos (%) 1g / 105°C / 5horas	47,50
Viscosidade copo Ford n° 4 (mPa.s) 25°C	538,83
pH 25°C	13,46
Densidade (g/cm³) 25°C	1,18
Tempo de formação de gel (s) 5g / 125°C	421

2.2 Manufatura dos painéis compensados

Os painéis compensados foram produzidos empregando-se cinco lâminas orientadas perpendicularmente entre si de acordo com a direção de orientação das fibras da madeira. Desta forma, as chapas foram manufaturadas com lâminas de madeira da mesma espécie (pinus e cajueiro), nos tratamentos homogêneos, sendo os demais fabricados com diferentes arranjos estruturais das lâminas. A Tabela 2 apresenta a composição estrutural dos tratamentos utilizados e a constituição das lâminas por espécie na produção dos painéis compensados.

Tabela 2 – Plano experimental empregado na produção dos painéis de madeira e composição estrutural das lâminas

	Composição do Painel					**Espécies**	
Tratamento	**Capa**		**Miolo**		**Contracapa**	**pinus**	**caju-açu**
	1° lâmina	**2° lâmina**	**3° lâmina**	**4° lâmina**	**5° lâmina**		
T1 – P	Paralelo	90°	Paralelo	90°	Paralelo	15	0
T2 – C	Paralelo	90°	Paralelo	90°	Paralelo	0	15
T3 – CPCPC	Paralelo	90°	Paralelo	90°	Paralelo	6	9
T4 – PCPCP	Paralelo	90°	Paralelo	90°	Paralelo	9	6

P: pinus; C: caju-açu; CPCPC: caju-açu x pinus x caju-açu x pinus x caju-açu; PCPCP: pinus x caju-açu x pinus x caju-açu x pinus.

As etapas necessárias para produção dos compensados multilaminados foram: climatização das lâminas ao teor de umidade adequado, produção da batida de cola (formulação do adesivo), aplicação do adesivo, montagem da chapa, pré-prensagem, prensagem a quente, climatização dos painéis e esquadrejamento.

Após a climatização das lâminas foi realizada a verificação do teor de umidade médio da madeira por meio de uma amostragem aleatória e mensuração desta variável em cinco pontos (um central e quatro nas proximidades das arestas da amostra) com auxílio de um determinador de umidade resistivo.

A próxima etapa se caracterizou pela produção do adesivo – batida de cola de acordo com a formulação selecionada proposta por Iwakiri (2005), em partes por peso, apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Formulação da batida de cola empregada para a confecção do adesivo fenol-formaldeído

Ingredientes	**Formulação (partes p/ peso)**	**Proporção (%)**	**Quantidade por tratamento (g)**
Resina (FF)	100	80,0	384,0
Material de Enchimento (FCC)	10	8,0	38,4
Extensor (FT)	5	4,0	19,2
Água	10	8,0	38,4
Total	125	100,00	480,0

FF: fenol-formaldeído; FCC: farinha de casca de coco; FT: farinha de trigo.

A gramatura de adesivo utilizada foi de 160g/m² em linha simples de aplicação, totalizando 160g por painel e 480g por tratamento.

O processo de montagem dos painéis se caracterizou inicialmente pela aplicação do adesivo (Figura 1) em apenas uma face de cada lâmina (com exceção da capa), sobreposição alternada em função da orientação das fibras e após a composição do painel ocorreu o encaminhamento à pré-prensagem com auxílio de chapas metálicas de elevada densificação dispostas na superfície da lâmina de capa para facilitar a transferência do adesivo às camadas adjacentes por um período de 10 minutos. Nesse contexto, considera-se o tempo de assemblagem como a soma do período de aplicação do adesivo (10 minutos) com o tempo de pré-prensagem (10 minutos).



Figura 1 – Aplicação homogênea do adesivo fenólico com auxílio de uma espátula com ranhuras em uma das superfícies da lâmina de madeira.

Com relação ao processo de prensagem a quente, foi realizado com auxílio de uma prensa hidráulica, marca Hidraumak, modelo PK4 – 160ton, com controle dos parâmetros (temperatura, tempo e pressão) por meio de CLP (Controle Lógico Programável), pratos horizontais, aquecimento elétrico e pressão específica de 10 kgf/cm² (Figura 2).

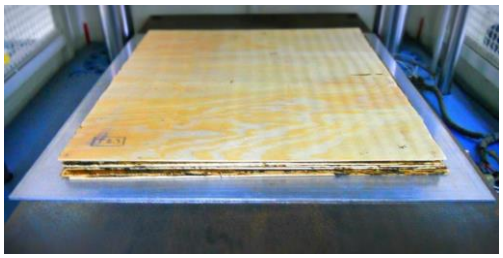


Figura 2 - Painel compensado no interior da prensa.

Os parâmetros de prensagem são apresentados abaixo e foram baseados nas informações do boletim técnico da empresa e de acordo com Iwakiri (2005):

- ✓ Tempo de assemblagem: 20 minutos;
- ✓ Temperatura da prensa: 140°C;
- ✓ Pressão específica: 10kgf/cm²;
- ✓ Tempo de fechamento da prensa: 5 segundos;
- ✓ Tempo de prensagem: 7 minutos.

2.3 Ensaios Físicos

Os painéis produzidos foram acondicionados em sala climatizada, com temperatura de 20+/-3ºC e umidade relativa de 65+/-5%, até atingirem teor de umidade próximo a 12%. Após este período, as chapas foram encaminhadas a uma serra circular simples de bancada para realização dos cortes necessários e obtenção dos corpos de prova.

O dimensionamento dos corpos de prova foi de acordo com as especificações da norma brasileira ABNT para cada ensaio realizado e são apresentados a seguir:

- ✓ Teor de Umidade: ABNT NBR 9484 (2011) – 50,0 x 100,0mm;
- ✓ Massa Específica Aparente: ABNT NBR 9485 (2011) – 50,0 x 100,0mm;
- ✓ Absorção de Água: ABNT NBR 9486 (2011) – 25,0 x 75,0mm;
- ✓ Recuperação em espessura (RE) e Inchamento mais recuperação em espessura (IR): ABNT NBR 9535 (2011) – 10 x 60mm;

A Tabela 4 apresenta o número de corpos de prova por painel ensaiado e os totais por tratamento.

Tabela 4 – Ensaios físicos realizados nos painéis compensados e a quantidade de corpos de prova amostrados

Ensaio	C.P. por painel	C.P. Total
Massa específica	5	60
Teor de umidade	5	60
Absorção de água	5	60
Inchamento e recuperação de espessura	6	72

C.P: Corpo de prova.

2.4 Análise Estatística

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualisado com três repetições por tratamento (chapas), sendo avaliado o efeito da madeira de caju-açu na composição dos painéis compensados.

Para as variáveis: teor de umidade, recuperação em espessura e inchamento mais recuperação em espessura foi empregado somente uma estatística descritiva.

Para as demais variáveis foi realizada uma análise de variância - ANOVA. Havendo rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F, foi possível aplicar o teste Tukey ao nível de 5% de significância para comparação entre as médias dos tratamentos avaliados.

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de *Shapiro-Wilks* e a verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de *Cochran*.

O programa estatístico utilizado para o processamento das variáveis foi o *Statgraphics* versão 4.1.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos T1 e T4 apresentaram uma tendência de aumento dos valores médios para o teor de umidade quando comparados aos T2 e T3, constituídos por maiores proporções da madeira de caju-açu (Tabela 5). Os quatro tratamentos apresentaram teor de umidade dentro do valor máximo de 18% estipulado pela ABIMCI (2002) por meio do Programa Nacional de Qualidade da Madeira - PNQM.

Tabela 5 – Valores médios para o teor de umidade dos painéis compensados multilaminados

Tratamento	TU (%)	C.V.(%)
T1 – P	12,16	1,20
T2 – C	11,11	6,28
T3 – CPCPC	11,67	3,01
T4 – PCPCP	13.05	4,73

TU: teor de umidade; C.V. = Coeficiente de variação; P: pinus; C: caju-açu.

Os valores encontrados por Oliveira (2013) para painéis compensados constituídos por *Pinus taeda* e adesivo fenólico foram de 8,46% para o teor de umidade. Os resultados observados para o tratamento T1, com adesivo e a espécie similar ao estudo citado, foram superiores para o teor de umidade, no valor de 12,16%. Cabe salientar que o estudo desenvolvido pelo referido autor foi produzido com sete lâminas.

Estes resultados mostram que a espécie utilizada para a produção do compensado pode influenciar no teor de umidade, pois de acordo com Tsoumis (1991) a espécie empregada para a produção do painel pode apresentar uma grande variabilidade na sua estrutura anatômica como o arranjo dos tecidos, ocorrência de elementos anatômicos em diferentes proporções, nas dimensões dos elementos celulares e na localização dos componentes ao longo do fuste.

Na Tabela 6 pode-se observar que os tratamentos T2, T3 e T4 não apresentaram diferença estatisticamente significativa para os valores médios de massa específica aparente (Tabela 7 - ANOVA). Entretanto, o tratamento T1 apresentou uma diferença significativa se destacando dos demais tratamentos constituídos com madeira de caju-açu e combinações.

Tabela 6 – Valores médios para massa específica aparente dos painéis compensados multilaminados

Tratamento	MEA (g/cm³)	C.V. (%)
T1 – P	0,59[a]	5,96
T2 – C	0,63[b]	4,08
T3 - CPCPC	0,65[b]	5,86
T4 - PCPCP	0,64[b]	3,63

MEA: massa específica aparente; C.V. = Coeficiente de variação; P: pinus; C: caju-açu; *Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 7 – Análise de variância para variável massa específica aparente

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Entre os grupos	0,0279564	3	0,0093188	9,51	0,0000
Dentro dos grupos	0,0519489	53	0,000980167		
Total	0,0799053	56			

GL = Grau de Liberdade; F = Teste F; P = Probabilidade de significância.

Com relação ao tratamento T1, que é produzido somente com lâminas de *Pinus taeda*, os valores encontrados para massa específica aparente foram superiores quando comparados aos de painéis comerciais de *Pinus taeda*, que estão na faixa de 0,51 a 0,56g/cm³ ABIMCI (2002).

Por outro lado, Iwakiri et al. (2006) observaram massa específica média de 0,60g/cm³ para compensados de *Pinus taeda*, valor que condiz com os resultados encontrados para os compensados de *Pinus taeda* do presente estudo. Os autores também observaram que a massa específica é um fator importante no que diz respeito a resistência do painel produzido, pois quanto maior a massa específica aparente, mais resistente mecanicamente será o painel.

Os resultados encontrados por Albino et al. (2010), produzindo painéis compensados multilaminados (5 camadas) homogêneos e mistos com madeira de *Pinus* sp., *Toona ciliata* M. Roem e adesivo fenólico, foram de 0,54g/cm³. Todos os tratamentos produzidos no presente estudo foram superiores a massa específica supracitada.

A massa específica encontrada por Oliveira (2013), para painéis multilaminados (7 camadas) constituídos com madeira de *Pinus taeda* e adesivo fenólico, foi de 0,62g/cm³. O resultado do tratamento T1, constituído por adesivo e espécie similar ao estudo citado, foi inferior no que diz respeito a massa específica aparente.

De acordo com Kollman et al. (1975) apud ALMEIDA (2009); POLLNOW (2010), a espécie de madeira, a umidade das lâminas, a temperatura e a pressão empregada no processo de prensagem são os principais fatores que influenciam na massa específica.

Por meio da análise da Tabela 8, pode-se observar que os valores médios para a variável resposta absorção de água apresentaram diferença significativa estatisticamente em todos os tratamentos avaliados. De modo geral, pode-se afirmar que a inclusão das lâminas de caju-açu na composição do compensado multilaminado proporcionou propriedades intermediárias com relação a absorção de água das chapas, havendo uma correlação com a massa específica aparente deste material, sendo estatisticamente significativa a diferença apresentada entre os tratamentos homogêneos (Tabela 9 - ANOVA).

Tabela 8 – Valores médios para absorção de água dos painéis compensados multilaminados

Tratamento	AA (%)	C.V. (%)
T1 – P	57,80[a]	6,19
T2 – C	62,71[b]	6,49
T3 – CPCPC	61,31[ab]	7,65
T4 – PCPCP	61,88[ab]	8,69

AA: absorção de água; C.V. = Coeficiente de variação; P: pinus; C: caju-açu; *Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 9 – Análise de variância para variável absorção de água

Fonte de variação	Soma dos quadrados	GL	Quadrado médio	F	P
Entre os grupos	195,863	3	65,2878	3,33	0,0268
Dentro dos grupos	980,83	50	19,6166		
Total	1176,69	53			

GL = Grau de Liberdade; F = Teste F; P = Probabilidade de significância.

De acordo com Marra (1992), as particularidades de cada espécie, como os fatores anatômicos, físicos e químicos podem interferir nas porcentagens de absorção de água. Isso pode explicar a diferença significativa entre os valores percentuais para absorção de água nos tratamentos produzidos com madeira de pinus (T1) e caju-açu (T2).

Em comparação com a literatura disponível, os resultados médios encontrados por Oliveira (2013) para a variável absorção de água foram de 57,05% em painéis compensados constituídos por sete lâminas de *Pinus taeda* e adesivo fenólico, sendo similar ao observado no presente estudo.

Segundo Silva et al. (2012), os painéis produzidos com madeira de *Pinus oocarpa* com diferentes aplicações de tanino e fenol-formaldeído, obtiveram valores médios de absorção de água correspondente a 63,8% para painéis colados exclusivamente com resina fenol-formaldeído. Esse fato confirma que o adesivo fenol-formaldeído influencia na diminuição da capacidade de absorção de água nos painéis de madeira, tornando-os mais resistentes. Os valores encontrados no trabalho citado foram superiores ao tratamento T1, que foi produzido com mesma espécie e adesivo do estudo utilizado para comparação, e similar aos valores encontrados para os tratamentos T2, T3 e T4. Cabe salientar que o trabalho citado foi produzido com três lâminas de *Pinus oocarpa*, sendo distinto do presente estudo.

Os resultados observados para recuperação em espessura foram superiores para os painéis de pinus (T1) que apresentaram 4,80%, em comparação aos painéis com diferentes arranjos de lâminas e predominância de pinus (T4) que apresentaram 3,12% (Tabela 10). Os resultados indicam uma tendência de influência da espécie utilizada na composição do painel na recuperação em espessura. Os valores observados para o tratamento T2, com uso exclusivo de lâminas de caju-açu, e do tratamento T4 com predominância da referida espécie, foram de 2,41% e 2,38%, respectivamente, sendo os resultados inferiores quando comparados ao tratamento testemunha – T1 (pinus), reforçando o fato da massa específica (propriedade inerente a espécie) ter influenciado nas percentagens de recuperação em espessura.

Tabela 10 – Valores médios para recuperação em espessura (RE) e inchamento mais recuperação em espessura (IR) dos painéis compensados multilaminados

Tratamento	RE (%)	C.V. (%)	IR (%)	C.V. (%)
T1 – P	4,80	80,34	10,56	42,72
T2 – C	2,41	39,00	7,14	26,78
T3 – CPCPC	2,38	34,45	8,08	6,91
T4 – PCPCP	3,11	34,96	9,72	7,92

RE: recuperação em espessura; IR: inchamento mais recuperação em espessura; C.V. = Coeficiente de variação; P: pinus; C: caju-açu.

Com relação a variável inchamento mais recuperação em espessura, foi observada a mesma tendência que ocorreu para a propriedade recuperação em espessura, onde os painéis produzidos exclusivamente com lâminas de pinus (T1), e também com predominância desta espécie (T4), apresentaram porcentagens superiores para inchamento mais recuperação em espessura, de 10,56% e 9,72%, respectivamente.

Nas duas variáveis avaliadas (recuperação em espessura e inchamento mais recuperação em espessura), a espécie utilizada apresentou influencia nos resultados e de modo geral os compensados de pinus, por possuírem menor massa específica aparente, apresentaram os valores médios superiores quando comparados aos demais tratamentos avaliados.

Oliveira (2013) avaliando compensados fenólicos constituídos por 7 lâminas e composição estrutural similar observou uma recuperação em espessura de 5,24% e inchamento mais recuperação em espessura de 13,10%, sendo resultados mais próximos aos valores da madeira de pinus avaliada.

4. CONCLUSÕES

O teor de umidade observado para os painéis compensados multilaminados produzidos estão de acordo com as especificações da norma brasileira.

Os painéis produzidos somente com lâminas de pinus (*Pinus taeda*) apresentaram massa específica aparente inferior aos compensados de caju-açu (*Anarcadium giganteum*) e nos diferentes arranjos avaliados.

Com relação à absorção de água, os painéis compensados produzidos com os diferentes arranjos de lâminas apresentaram propriedades similares aos painéis homogêneos, tendo o compensado de caju-açu apresentado absorção de água superior ao tratamento testemunha (madeira de pinus).

Houve uma tendência de aumento nas propriedades de inchamento mais recuperação em espessura e recuperação em espessura dos compensados produzidos com proporções superiores de lâminas de pinus.

De modo geral, pode-se afirmar que é possível produzir painéis compensados fenólicos multilaminados em escala industrial com madeira de caju-açu pura ou em combinação com madeira de pinus.

5. AGRADECIMENTOS

Às empresas Palmasola S/A Madeiras e Agricultura e Hexion Química do Brasil pela doação das matérias-primas e adesivo empregados na produção dos painéis, (lâminas de madeira) e resina fenol-formaldeído, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. Programa Nacional de Qualidade da Madeira. **Catálogo Técnico nº1**. Compensado de Pinus. Curitiba, 2002. 20p.

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial**, **Ano Base: 2004.** Curitiba, 2005. 50 p.

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial 2009, Ano Base: 2008.** Curitiba: 2009. 45p.

ABIMCI - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Base de dados 2012, Ano Base: 2012**. Curitiba: 2012.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9484: Compensado – Determinação do teor de umidade. Rio de Janeiro, 2011a.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9485: Compensado – Determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2011b.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9486: Compensado – Determinação da absorção de água. Rio de Janeiro, 2011c.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 9535: Compensado – Determinação do inchamento. Rio de Janeiro, 1986.

ALBINO, V. C. S.; SÁ, V. A.; BUFALINO, L.; MENDES, L. M. 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.

IWAKIRI, S.; KEINERT JÚNIOR, S.; MENDES, L. M. Painéis de madeira compensada. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, p. 87-122, 2005.

IWAKIRI, S.; NETO, A. R.; ALMEIDA, B. C de.; BIASI, C. P.; CHIES. D.; GUISANTES, F. P.; FRANZONI, J. A.; RIGATTO, P. A.; BETTEGA, W. P. Avaliação da qualidade do compensado fenolico de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 004, p.437- 443, 2006.

KOLLMANN, F.; KENZI, P.; STAMM, A**. Principles of wood science and technology II**. Wood based materials. New York, 1975. 703p.

MARRA, A. A**. Technology of Wood bonding: principles and practice**. Van Nostrand Reinhold, New York, 1992. 453p.

OLIVEIRA, B. G. **Uso de painel laminado de *Pinus taeda* na produção de shape para *Skateboard*.** 84p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

POLLNOW, R. K. **Painéis de *Pinus taeda* produzidos com resina ureia-formaldeído e diferentes proporções de resina à base de tanino compensados**. 53p. Monografia (Graduação em Engenharia Industrial Madeireira) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

PRATA, J. G. **Desempenho de um sistema de qualidade em uma fábrica de painéis compensados**. 106p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

RIBASKI, Nayara Guetten. **Aspectos mercadológicos da produção de compensados do Estado do Paraná.** 93p. Dissertação (Mestrado em ciências florestais) – Universidade Estadual do Centro-oeste, Unicentro, Irati, 2012.

SILVA, B. C., VIEIRA, M. C., OLIVEIRA, G. L., GONÇALVES, F. G., RODRIGUES, N. D., LELIS, L. C. C., IWAKIRI, S. Qualidade de Compensados Fabricados com Adesivos à Base de Tanino-formaldeído de *Pinus oocarpa* e Fenol-formaldeído. **Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 4, p. 511-519, 2012.

TSOUMIS, G**. Science and technology of wood**: structure, properties and utilization. New York, 1991. 494p.