

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PAINÉIS COMPENSADOS DE *Pinus maximinoi*,
Pinus oocarpa e *Pinus tecunumannii* COM DIFERENTES COMPOSIÇÕES ESTRUTURAIS**

EVALUATION OF QUALITY OF PLYWOOD MANUFACTURED FROM *Pinus maximinoi*,
Pinus oocarpa AND *Pinus tecunumannii* WITH DIFFERENTS BOARD COMPOSITION

Setsuo Iwakiri¹ Alberto Antônio Manhiça² Maria Guadalupe Lomeli Ramirez²
Jorge Luis Monteiro de Matos¹ Ghislaine Miranda Bonduelle¹ José Guilherme Prata²

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência de diferentes composições estruturais sobre as propriedades mecânicas de painéis compensados de *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. Foram produzidos em laboratório painéis compensados com sete lâminas de 3,0 mm de espessura, com composição padrão, reforço longitudinal e reforço transversal. Para a colagem de lâminas foi utilizada resina fenol-formaldeído com a seguinte formulação em partes por peso: resina = 100, extensor = 10 e água = 10. A gramatura empregada foi 160 g/m² (linha simples). Os painéis foram prensados à temperatura de 150°C, pressão específica de 15 kgf/cm² e tempo de prensagem de 15 minutos. Para avaliação das propriedades mecânicas foram realizados os ensaios de flexão estática paralela e perpendicular à direção das fibras das lâminas das capas. Os painéis de *Pinus maximinoi* apresentaram resultados médios superiores de MOE e MOR paralelo e perpendicular em relação aos painéis de *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. Os painéis produzidos com as três espécies estudadas apresentaram resultados satisfatórios de MOE e MOR, paralelo e perpendicular, em comparação aos painéis compensados comerciais produzidos de *Pinus taeda*. As inclusões de reforço longitudinal e transversal não influenciaram significativamente nos resultados médios de MOE e MOR paralelo. O reforço longitudinal afetou negativamente os resultados médios de MOE e MOR perpendicular.

Palavras-chave: painel compensado; resina fenol-formaldeído; lâminas de *pinus* tropicais.

ABSTRACT

This study was developed to evaluate the effects of different compositions of plywood of *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. Were manufactured in laboratory plywood composed by seven veneer with 3,0 mm thickness, with standard composition, longitudinal reinforced composition and transversal reinforced composition. Were used for veneer gluing the phenol- formaldehyde resin with the following formulation in parts of weight: resin = 100, extender = 10 and water = 10. The amount of glue spread was 160 g/m² (one side layer). The boards were pressed at temperature of 150°C, specific pressure of 15 kgf/cm² and press time of 15 minutes. Were realized static bending tests in the parallel and cross direction. The boards of *Pinus maximinoi* showed better results in MOE and MOR, parallel and cross direction in comparison to boards of *Pinus oocarpa* and *Pinus tecunumannii*. The boards made from three species showed satisfactory results of MOE and MOR, parallel and cross direction, in comparison to commercial plywood of *Pinus taeda*. The veneer reinforced in to parallel and cross direction not influenced significantly in the results of MOE and MOR parallel direction. The longitudinal veneer reinforced plywood affects poorly the results of MOE and MOR in the cross direction.

Keywords: plywood; phenol-formaldehyde resin; veneer of tropical *pinus*.

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR). setsuo@ufpr.br/ jmatos@ufpr.br/ghislaine@ufpr.br

2. Alunos do Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Av. Lothário Meissner, 632, Jardim Botânico, Campus III, CEP 80210-170, Curitiba (PR).

Recebido para publicação em 14/01/2009 e aceito em 09/05/2011

INTRODUÇÃO

As indústrias de painéis compensados no Brasil atingiram o seu auge em 2004 com a produção total de 3,8 milhões de m³, sendo 2,43 milhões de m³ de compensados de *pinus* e 1,38 milhões de m³ de compensados de madeira tropical (ABIMCI, 2007). Entretanto, devido à crise cambial que se instalou a partir de 2005 com a supervalorização do Real em relação ao dólar americano, o setor perdeu a competitividade no mercado internacional.

Os plantios florestais com espécies de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* são as principais fontes de matéria-prima para as industriais madeireiras, principalmente na região sul do país, onde estão instaladas as principais fábricas de compensados de *pinus* do Brasil. Espécies de *pinus* tropicais, tais como *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa*, *Pinus tecunumannii*, entre outras, surgem como espécies alternativas para uso industrial em função de suas características diferenciadas em relação à madeira de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. As três espécies são originárias da América Central e México e foram introduzidas experimentalmente em várias regiões do Brasil. Plantios experimentais de *Pinus maximinoi* foram introduzidos nas regiões de Poços de Caldas – MG, Campos do Jordão – SP e norte do Paraná. Os plantios comerciais de *Pinus oocarpa* estão localizados nos Estados de São Paulo e Minas Gerais. Já, o *Pinus tecunumannii* foi plantado, experimentalmente, nos cerrados da região centro-oeste e sudeste. Todas apresentaram bons índices de crescimento em comparação às regiões de origem. Entretanto, os aspectos referentes à qualidade da madeira devem ser estudados com maior profundidade.

Estudos preliminares realizados por Iwakiri et al. (2001), sobre potencial de algumas espécies de *pinus* tropicais na produção de painéis compensados, indicaram resultados iguais ou superiores de propriedades de resistência da linha de cola e flexão estática, em comparação aos painéis compensados comerciais produzidos com lâminas de *Pinus taeda* e *Pinus elliottii*. Num outro estudo realizado por Iwakiri et al. (2002), com painéis compensados de *Pinus oocarpa* produzidos com três diferentes formulações e gramaturas de resina fenol-formaldeído, os autores encontraram melhores resultados de MOE e MOR em flexão estática paralela para combinações de menor proporção de resina na formulação e maior gramatura.

O princípio de construção aplicado na

fabricação de um painel compensado é baseado na laminação cruzada e restrição da linha de cola, o qual procura balancear os diferentes comportamentos físico-mecânicos das lâminas de camadas adjacentes, dispostas nos sentidos longitudinal e perpendicular ao plano do painel (SUCHSLAND, 1972; BODIG e JAYNE, 1982). De acordo com Suchsland (1972), o balanceamento estrutural de um compensado, com número ímpar de camadas, pode ser alcançado, mesmo utilizando-se lâminas de espécies e espessuras diferentes, desde que o plano de simetria seja mantido para o equilíbrio de parâmetros elásticos entre as lâminas que constituem o painel. As diferentes composições estruturais consistem no acréscimo de lâminas, ou na disposição de lâminas em sentidos alternados, ou de mesma direção, em relação às lâminas de capa, reforçando a área de maior exigência estrutural sob flexão.

Os painéis estruturais requerem, além da durabilidade, uma resistência mecânica adequada para sua utilização. Neste sentido, a composição estrutural do painel compensado é um dos requisitos essenciais na valorização de um determinado produto. Iwakiri et al. (2000), avaliaram a resistência à flexão estática de painéis compensados produzidos com lâminas de *Pinus taeda* e de *Eucalyptus saligna* com diferentes composições estruturais. Os autores encontraram aumentos significativos na resistência à flexão estática em painéis com lâminas de madeira mais densas de eucalipto nas faces, e também para painéis compostos de cinco das sete lâminas dispostas paralelamente ao sentido de flexionamento nos ensaios.

Portanto, este trabalho teve como objetivo, avaliar a influência de diferentes composições estruturais sobre a resistência à flexão estática nas direções paralela e perpendicular de painéis compensados produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta pesquisa foram utilizadas lâminas de madeiras de *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*, obtidas de árvores com 18 anos de idade, de plantios localizados no Município de Ventania – PR. Para a colagem de lâminas foi utilizada a resina fenol-formaldeído, com teor de sólidos de 49%, pH de 12,5 e viscosidade Brookfield de 550 cP.

As lâminas, com 3,0 mm de espessura e

dimensões laterais de 50 x 50 cm, foram secas em estufa de laboratório até o teor de umidade médio de 6%. Os painéis compensados foram produzidos com sete lâminas segundo as composições estruturais padrão, com reforço longitudinal e com reforço transversal, conforme apresentado no plano experimental da Tabela 1 e ilustrado na Figura 1.

O adesivo, a base de resina fenol-formaldeído, foi preparado com a seguinte formulação, em partes, por peso: resina fenol-formaldeído = 100, extensor (trigo) = 10 e água = 10. O adesivo foi aplicado manualmente com espátula sobre a superfície das lâminas com gramatura de 160 g/m² (linha simples), e os painéis foram prensados à temperatura de 150°C, pressão específica de 15 kgf/cm² e tempo de prensagem de 15 minutos. Foram produzidos dois painéis por tratamento, sendo um painel destinado aos ensaios na direção paralela e o outro painel para ensaios na direção perpendicular à orientação das fibras das lâminas das capas.

Após a prensagem, os painéis foram pré-esquadrejados e acondicionados em câmara climática à temperatura de 20 ± 2 °C e umidade relativa de 65 ± 5%, até a sua estabilização. Para a realização dos ensaios de flexão estática para determinação de módulo de elasticidade e módulo de ruptura, foram retirados de cada painel, seis corpos de prova para ensaios na direção paralela e seis para direção perpendicular. Os ensaios foram realizados de acordo com os procedimentos descritos na Norma Europeia EN 310 – 1993.

O procedimento estatístico adotado foi o delineamento inteiramente casualizado e os resultados foram analisados através de análise de variância e teste de médias de Tukey ao nível de probabilidade de 95%. O programa estatístico utilizado foi o Statgraphics Centurio XV.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Massa específica dos painéis compensados

Os valores médios de massa específica dos painéis compensados foram de 0,640 g/cm³, 0,621 g/cm³ e 0,639 g/cm³, respectivamente para *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. Estes valores estão acima da massa específica média de painéis comerciais de *Pinus taeda* que está na faixa de 0,512 a 0,565 g/cm³ (ABIMCI, 2002). Pedrosa et al. (2003) encontraram para painéis compensados de *Pinus taeda* e *Eucalyptus dunnii*, densidades médias de 0,559 g/cm³ e 0,683 g/cm³, respectivamente.

Flexão estática paralela

Os valores médios de MOE na direção paralela apresentados na Tabela 2 indicam que para os painéis com composição padrão, houve diferenças estatísticas significativas entre as médias das três espécies de *pinus* tropicais. Os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* apresentaram maior valor médio de MOE, seguidos por painéis de *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*.

TABELA 1: Plano experimental.

TABLE 1: Experimental chart.

Espécie	Composição estrutural		
	Padrão	Reforço longitudinal	Reforço transversal
<i>Pinus maximinoi</i>	L/T/L/T/L/T/L	L/L/T/L/T/L/L	L/T/T/L/T/T/L
<i>Pinus oocarpa</i>	L/T/L/T/L/T/L	L/L/T/L/T/L/L	L/T/T/L/T/T/L
<i>Pinus tecunumannii</i>	L/T/L/T/L/T/L	L/L/T/L/T/L/L	L/T/T/L/T/T/L

Em que: L: longitudinal; T: transversal.

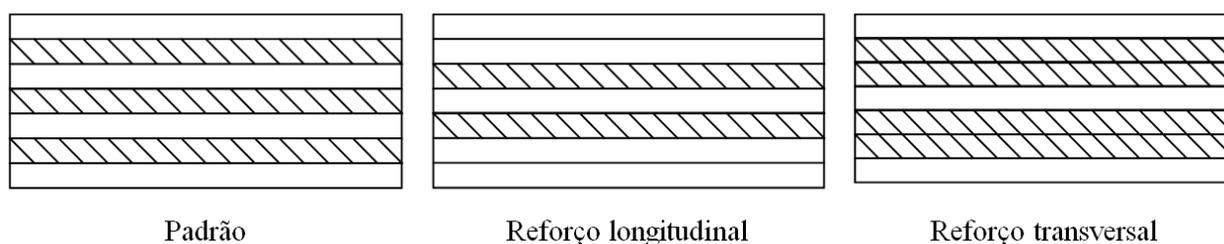


FIGURA 1: Composição estrutural dos painéis compensados.

FIGURE 1: Structural composition of plywood.

TABELA 2: Resultados de módulo de elasticidade – direção paralela.

TABLE 2: Results of modulus of elasticity – parallel direction.

Espécie	Padrão		Reforço longitudinal		Reforço transversal	
	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)
<i>Pinus maximinoi</i>	8.854 a	6,36	-	13,85	7.551 b	7,04
<i>Pinus oocarpa</i>	7.079 b	5,20	9.422 a	2,27	5.874 a	20,02
<i>Pinus tecunumannii</i>	6.165 c	5,72	11.101 b	8,23	5.125 a	8,40

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

Para a composição com reforço longitudinal, os painéis de *Pinus maximinoi* foram considerados como parcela perdida, tendo em vista baixos valores médios de MOE paralelo obtidos, os quais devem ser atribuídos aos problemas experimentais na fase de prensagem. Os painéis produzidos com lâminas de *Pinus tecunumannii* apresentaram valor médio de MOE paralelo estatisticamente superior em comparação aos painéis de *Pinus oocarpa*.

Para a composição com reforço transversal, os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* apresentaram valor médio de MOE paralelo estatisticamente superior em relação aos painéis de *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. Para estas espécies, não foi constatada diferença significativa entre as médias obtidas.

Com exceção observada para os painéis com reforço longitudinal, os melhores resultados de MOE paralelo foram obtidos para os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi*. Como parâmetro de referência, o valor médio de MOE paralelo de painéis comerciais de *Pinus taeda* com 20 mm de espessura é de 6.066 MPa (ABIMCI, 2002). Iwakiri et al. (2001) obtiveram para painéis compensados fenólicos de cinco espécies de *pinus* tropicais os seguintes valores médios de MOE paralelo: *Pinus caribaea* = 4.158 MPa, *Pinus chiapensis* = 5.127 MPa, *Pinus maximinoi* = 7.066 MPa, *Pinus oocarpa* = 6.477 MPa e *Pinus tecunumannii* = 4.634 MPa. Portanto, os valores médios de MOE paralelo obtidos para os painéis produzidos com a composição padrão para as três espécies estudadas, estão acima dos valores encontrados pelos autores

para as cinco espécies de *pinus* tropicais, e também em relação aos painéis comerciais de *Pinus taeda*.

Os valores médios de MOR na direção paralela apresentados na Tabela 3 indicam, para os painéis produzidos com composição padrão, médias estatisticamente iguais entre os painéis de *Pinus maximinoi* e *Pinus oocarpa*. Os painéis de *Pinus tecunumannii* apresentaram média estatisticamente inferior em relação às outras duas espécies.

Como já mencionado anteriormente, para a composição com reforço longitudinal, os painéis de *Pinus maximinoi* foram considerados como parcela perdida, tendo em vista os baixos valores de MOR paralelo obtidos, os quais devem ser atribuídos aos problemas experimentais na fase de prensagem. Entre as duas outras espécies estudadas, os painéis produzidos com lâminas de *Pinus tecunumannii* apresentaram média estatisticamente superior em relação aos painéis de *Pinus oocarpa*.

Para a composição com reforço transversal, os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* e *Pinus oocarpa* apresentaram valores médios de MOE paralelo estatisticamente iguais entre si e superiores em relação aos painéis de *Pinus tecunumannii*.

Com exceção observada para os painéis com reforço longitudinal, os melhores resultados de MOR paralelo foram obtidos para os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* e *Pinus oocarpa*. O valor de referência com base nos dados da ABIMCI (2002) para painéis comerciais de *Pinus taeda* com 20 mm de espessura é de 33 MPa (ABIMCI, 2002). Já, Iwakiri et al. (2001)

TABELA 3: Resultados de módulo de ruptura – direção paralela.

TABLE 3: Results of modulus of rupture – parallel direction.

Espécie	Padrão		Reforço longitudinal		Reforço transversal	
	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)
<i>Pinus maximinoi</i>	68,94 b	10,33	-	29,76	56,95 b	5,35
<i>Pinus oocarpa</i>	61,68 b	7,48	78,77 a	3,71	53,17 ab	23,54
<i>Pinus tecunumannii</i>	50,31 a	16,10	89,91 b	3,19	43,68 a	7,02

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

obtiveram para painéis compensados de cinco espécies de *pinus* tropicais os seguintes valores médios de MOR paralelo: *Pinus caribaea* = 27,5 MPa, *Pinus chiapensis* = 37,8 MPa, *Pinus maximinoi* = 50,8 MPa, *Pinus oocarpa* = 52,2 MPa e *Pinus tecunumannii* = 43,1 MPa. Portanto, Os valores médios de MOR paralelo obtidos para os painéis produzidos com a composição padrão, para as três espécies estudadas, estão acima dos valores encontrados pelos autores, e também em relação aos painéis comerciais de *Pinus taeda*.

Os resultados de MOE e MOR paralelo demonstram que as espécies de *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii* são viáveis para produção de painéis compensados estruturais. As maiores densidades dos painéis das espécies estudadas contribuíram para valores superiores das propriedades analisadas em flexão estática, quando comparadas com os painéis comerciais de *Pinus taeda*.

Flexão estática perpendicular

Os resultados de MOE na direção perpendicular apresentados na Tabela 4 indicam que para os painéis com composição padrão, os de *Pinus maximinoi* e de *Pinus oocarpa* apresentaram médias estatisticamente iguais entre si e superiores em relação aos painéis produzidos com lâminas de *Pinus tecunumannii*.

Para a composição com reforço longitudinal, os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* e de *Pinus tecunumannii*

apresentaram médias estatisticamente iguais entre si e superiores em relação aos painéis de *Pinus oocarpa*.

Para a composição com reforço transversal, não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre os painéis produzidos com as lâminas de três diferentes espécies.

De uma maneira geral, as comparações entre as médias absolutas apontaram melhores resultados de MOE perpendicular para os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* em comparação aos painéis de *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. O valor médio referencial de MOE perpendicular de painéis comerciais de *Pinus taeda* com 20 mm de espessura é de 3.645 MPa (ABIMCI, 2002). Portanto, os resultados obtidos neste estudo indicam a viabilidade de uso das três espécies de *pinus* tropicais para produção de painéis compensados estruturais.

Pode-se constatar que com o reforço longitudinal na composição do painel, houve uma redução acentuada nos valores médios de MOE perpendicular, demonstrando a influência negativa do maior número de lâminas dispostas perpendicularmente à direção de ensaios em flexão estática.

Os resultados de MOR na direção perpendicular apresentados na Tabela 5 indicam para os painéis produzidos com composição padrão, médias estatisticamente iguais entre os painéis produzidos com lâminas das três espécies de *pinus* tropicais.

TABELA 4: Resultados de módulo de elasticidade – direção perpendicular.

TABLE 4: Results of modulus of elasticity – cross direction.

Espécie	Padrão		Reforço longitudinal		Reforço transversal	
	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)
<i>Pinus maximinoi</i>	4.083 b	9,74	1.449 b	6,47	4.475 a	16,28
<i>Pinus oocarpa</i>	3.674 ab	6,02	1.185 a	7,79	3.814 a	9,83
<i>Pinus tecunumannii</i>	3.542 a	6,83	1.389 b	8,71	3.743 a	9,52

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

TABELA 5: Resultados de módulo de ruptura – direção perpendicular.

TABLE 5: Results of modulus of rupture – cross direction.

Espécie	Padrão		Reforço longitudinal		Reforço transversal	
	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)	Média-MPa	CV (%)
<i>Pinus maximinoi</i>	42,36 a	6,27	26,47 b	5,78	53,48 b	6,19
<i>Pinus oocarpa</i>	47,35 a	5,31	22,36 a	13,70	47,51 ab	12,07
<i>Pinus tecunumannii</i>	44,14 a	14,63	21,97 a	12,08	40,37 a	14,21

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

Para a composição com reforço longitudinal, os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* apresentaram média estatisticamente superior em comparação aos painéis de *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. Entre os painéis de *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii* não foram constatadas diferenças estatisticamente significativas entre as médias.

Para a composição com reforço transversal, os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* e *Pinus oocarpa* apresentaram valores médios de MOE paralelo estatisticamente iguais e superiores em relação à média de painéis de *Pinus tecunumannii*.

De uma maneira geral, os painéis produzidos com lâminas de *Pinus maximinoi* foram as que apresentaram melhores resultados em MOR perpendicular para as três composições estruturais, em comparação aos painéis de *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*. O valor de referência de MOR perpendicular com base nos dados da ABIMCI (2002) para painéis comerciais de *Pinus taeda* com 20 mm de espessura é de 27 MPa (ABIMCI, 2002). Os resultados obtidos nesta pesquisa estão acima deste valor referencial que representa a média dos painéis compensados comerciais de *Pinus* produzidos no sul do Brasil.

Influência da composição estrutural do painel em flexão estática

Na Tabela 6 estão apresentados os resultados de MOE e MOR, paralelo e perpendicular, dos painéis compensados produzidos com composição estrutural padrão, com reforço longitudinal e reforço transversal.

Os resultados indicaram igualdade estatística entre as médias obtidas tanto para o MOE, quanto para o MOR, na direção paralela de ensaios de flexão estática. Em termos de médias absolutas, os painéis com reforço longitudinal apresentaram maiores valores de MOE e MOR

em relação aos painéis com composições padrão e com reforço transversal.

Já, para a direção perpendicular de ensaios, os painéis produzidos com reforço longitudinal, ou seja, com duas lâminas das faces orientadas perpendicularmente à direção de ensaios de flexão estática, apresentaram valores médios de MOE e MOR estatisticamente inferiores, quando comparados aos painéis produzidos com a composição padrão e com reforço transversal. Sendo que, para estes, a orientação de duas lâminas na mesma direção de ensaios de flexão estática contribuiu para o aumento nos valores médios de MOE e MOR perpendicular.

CONCLUSÕES

As avaliações gerais dos resultados obtidos demonstraram que entre as três espécies estudadas, o *Pinus maximinoi* e *Pinus oocarpa* foram superiores em relação ao *Pinus tecunumannii*.

Os painéis compensados das três espécies em estudo, produzidos com composição cruzada padrão, apresentaram resultados de MOE e MOR paralelo e perpendicular, acima do valor referencial que representa a média dos painéis compensados comerciais de *Pinus* spp., produzidos no sul do Brasil.

Da mesma forma, os resultados obtidos neste estudo estão compatíveis com os valores médios destas propriedades apresentadas na literatura para cinco espécies de *pinus* tropicais: *Pinus caribaea*, *Pinus chiapensis*, *Pinus maximinoi*, *Pinus oocarpa* e *Pinus tecunumannii*.

As inclusões de reforço longitudinal e transversal no painel compensado não influenciaram de forma estatisticamente significativa nos resultados médios de MOE e MOR paralelo.

A inclusão de reforço longitudinal no painel compensado contribuiu para a redução nos resultados médios de MOE e MOR perpendicular.

TABELA 6: Resultados de reforço laminar – MOE e MOR direção paralela e perpendicular.

TABLE 6: Results of veneer reinforced – MOE and MOR parallel / cross direction.

Composição estrutural do painel	MOE – média (MPa)		MOR – média (MPa)	
	Paralelo	Perpendicular	Paralelo	Perpendicular
Padrão	7.366 a	3.766 b	60,31 a	44,61 b
Reforço Longitudinal	8.039 a	1.341 a	65,64 a	23,59 a
Reforço transversal	6.183 a	4.011 b	51,26 a	47,11 b

Em que: Médias seguidas de mesma letra na coluna são estatisticamente iguais ao nível de probabilidade de 95%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Catálogo Técnico**. Curitiba, 2002. 16p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA MADEIRA PROCESSADA MECANICAMENTE. **Estudo Setorial 2007**. Curitiba, 2007. 40p.
- BODIG, J.; JAYNE, B.A. **Mechanics of wood and wood composites**. New York: Van Nostrand, 1982. 711p.
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **Norma EN**. 1993.
- IWAKIRI, S.; NIELSEN, I.R.; ALBERTI, R.A.R. Avaliação da influência de diferentes composições de lâminas em compensados estruturais de *Pinus elliottii* e *Eucalyptus saligna*. **Cerne**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 19-24, 2000.
- IWAKIRI, S. et al. Produção de chapas de madeira compensada de cinco espécies de *pinus* tropicais. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 71-77, 2001.
- IWAKIRI, S. et al. Produção de compensados de *Pinus taeda* e *Pinus oocarpa* com resina fenol-formaldeído. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 2, p. 092-097, 2002.
- PEDROSA, A.L.; IWAKIRI, S.; MATOS, J.L.M. Produção de vigas estruturais em perfil "I" com painéis de madeira reconstituída de *Pinus taeda* L. e *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 443-449, 2005.
- SUCHSLAND, O. Warping of furniture panels. **Agric. Exp. Station**, Michigan, 1972. (Extension Bulletin E-745).