

Efeito do tratamento preservativo de painéis compensados  
sobre as suas propriedades físico-mecânicasEffect of preservative treatment on the physical  
and mechanical properties of plywoodRafael Farinassi Mendes<sup>1</sup>, Geraldo Bortoletto Júnior<sup>2</sup>, Jackson Marcelo Vidal<sup>3</sup>,  
Natalie Ferreira de Almeida<sup>3</sup> e Ivaldo Pontes Jankowsky<sup>2</sup>**Resumo**

O trabalho teve como objetivo principal verificar o efeito do tratamento preservante de painéis compensados sobre as suas propriedades físicas e mecânicas. Os painéis compensados foram produzidos com lâminas de madeira de *Pinus taeda* e colados com adesivo à base de fenol-formaldeído aplicado em linha dupla na gramatura de 420 g/m<sup>2</sup>. O tratamento dos painéis foi realizado em autoclave utilizando-se vácuo e pressão, empregando dois tipos de produtos preservantes (CCA e CCB) e duas retenções de cada um deles (4,0 e 6,5 kg/m<sup>3</sup>). Mediante os resultados pode-se concluir que o tratamento preservante dos painéis compensados resultou em tendência de melhoria da propriedade inchamento em espessura e redução das propriedades mecânicas.

**Palavras-chave:** Compensado, preservantes, propriedades físicas e mecânicas

**Abstract**

This study aimed at verifying the effect of preservative treatment on the physical and mechanical properties of plywood. The plywood panels were produced with veneers of *Pinus taeda* wood and bonded with phenol-formaldehyde adhesive applied at 320 g/m<sup>2</sup> glue content in double line. The panel treatment was carried out in an autoclave using vacuum and pressure, using two types of preservative products (CCA and CCB) and two retentions (4.0 and 6.5 kg/m<sup>3</sup>). From the results it can be concluded that the preservative treatment of the plywood resulted in improving trend thickness swelling and in the reduction of mechanical properties.

**Keywords:** Plywood, preservative, physical and mechanical properties

**INTRODUÇÃO**

Os painéis compensados apresentam uma ampla gama de utilizações, principalmente no setor de construção civil e indústria moveleira, o que se deve basicamente às suas excelentes características mecânicas associadas à boa estabilidade dimensional.

Porém, como os demais produtos de madeira, os painéis compensados podem vir a sofrer degradação prematura quando expostos em condições desfavoráveis (ineficiente ventilação e elevação de umidade), vindo a sofrer o processo de deterioração por fungos, cupins e brocas (FOJUTOWSKI; KROPACZ, 2008).

A durabilidade dos compensados frente a organismos biodeterioradores, depende funda-

mentalmente da durabilidade natural das madeiras selecionadas na preparação das lâminas. No entanto, o uso de espécies de madeira mais duráveis pode afetar vários parâmetros de fabricação, como é o caso de uma estrutura mais fechada a qual evita também a entrada do adesivo e conseqüentemente a qualidade final do painel. Assim, espécies de madeira menos duráveis são cada vez mais utilizadas na produção de compensados (VAN ACKER; STEVENS, 1993).

Por este motivo, se visa a aplicação de tratamentos preservativos nos painéis compensados, podendo ser inseridos por meio da linha de cola ou aplicados por meio de vácuo-pressão, sendo assim capazes de prolongar sua vida útil (WANG; HENNINGSSON, 1989). Isto faz com que atualmente, a preservação não possa

<sup>1</sup>Doutorando em Ciência e Tecnologia da Madeira. UFPA - Universidade Federal de Lavras. Caixa. Postal. 3037 - 37200-000 Lavras, MG. E-mail: [rafaelfarinassi@gmail.com](mailto:rafaelfarinassi@gmail.com);

<sup>2</sup>Professor Doutor - Departamento de Ciências Florestais. USP - Universidade de São Paulo / ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ / USP - Caixa Postal 9 - 13400-970 Piracicaba, SP. - E-mail: [gbortoll@esalq.usp.br](mailto:gbortoll@esalq.usp.br); [jankowsky@usp.br](mailto:jankowsky@usp.br);

<sup>3</sup>Mestre em Recursos florestais. USP - Universidade de São Paulo / ESALQ - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ / USP - Caixa Postal 9 - 13400-970 Piracicaba, SP. - E-mail: [jmvidal@usp.br](mailto:jmvidal@usp.br); [natalie\\_amd@yahoo.com.br](mailto:natalie_amd@yahoo.com.br)

ser considerada como custo adicional, mas um investimento indispensável que traz benefícios, proporcionando à madeira condições de durabilidade para competir no mercado consumidor com os demais materiais de construção e, conseqüentemente podendo gerar maior economia na utilização dos recursos florestais e incentivar o emprego do material.

Em geral, os preservativos hidrossolúveis CCA (Arseniato de cobre cromatado) e CCB (Borato de cobre cromatado) são os mais utilizados no tratamento de madeiras e de seus subprodutos, sendo que quando aplicados à madeira o produto reage com os constituintes químicos da mesma, tornando-se insolúvel e eficaz contra a ação de agentes biodegradadores (GALVÃO *et al.*, 2004).

Contudo, além de aumentar a durabilidade da madeira, alguns outros requisitos mínimos devem ser cumpridos, como apresentar baixo impacto ambiental, baixa toxicidade aos usuários e alto poder de fixação (EN 113, 1996), além ainda de não afetar de forma negativa as propriedades físicas e mecânicas dos painéis compensados, visto que na maioria dos casos eles são usados como elemento estrutural.

Entretanto, soluções ácidas ou alcalinas podem causar perda de resistência em função da alteração química ocorrida na madeira durante o processo de fixação dos ingredientes ativos (BARNES *et al.*, 1996), como foi verificado em alguns estudos com a madeira maciça (BURMESTER; BECKER, 1963; EATON *et al.*, 1978; TSOUMIS, 1991; PINHEIRO, 2001).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do tratamento preservante sobre as propriedades físicas e mecânicas de painéis compensados.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Matéria-prima

Foram utilizadas oito árvores da espécie *Pinus taeda* L., aos 35 anos de idade e densidade básica média de 0,473 g/cm<sup>3</sup>, plantadas no município de Jaguariá-PR. Depois de abatidas, de cada uma das árvores foram retirados dois discos com 3,00 cm de espessura (na base e a 7,5 m de altura) e três toras de 2,5 m de comprimento. Os discos foram utilizados para determinação da densidade básica, de acordo com a norma NBR 11941 (ABNT, 2003), e as toras destinadas à laminação. Todo o material obtido

no campo foi transportado para o Laboratório de Laminação e Painéis de Madeira – LLAPAM do Departamento de Ciências Florestais – LCF da ESALQ/USP, onde permaneceu armazenado em tanque com água até serem utilizados.

### Produção das lâminas

Antes que as toras fossem laminadas, estas foram seccionadas com o auxílio de uma motosserra, dando origem a duas novas toras com 1,25 m de comprimento. Estas toras foram então descascadas e aquecidas em água a uma temperatura de 65°C e por um período de 24 horas. Através da utilização de um torno laminador as toras foram então processadas, obtendo-se assim lâminas com espessura de 3,00 mm.

As lâminas foram guilhotinadas nas dimensões de 1,10 x 1,10 m e dispostas em suportes de madeira para secagem natural, até atingirem a umidade de equilíbrio com o ambiente (entre 10 e 12%). Posteriormente, estas lâminas tiveram suas dimensões reduzidas, com o uso de uma serra circular esquadrejadeira, sendo utilizadas as dimensões de 510 x 510 mm para a manufatura dos painéis. Estas lâminas tiveram o seu teor de umidade reduzido para valores entre 5 e 6%, por meio da secagem em estufa na temperatura de 80°C.

Anteriormente à manufatura dos compensados, as lâminas já secas foram classificadas em classes de qualidade decrescente (A, B, C, D), conforme a Norma Brasileira NBR 9531 – Chapas de Madeira Compensada: Classificação, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1986). No presente estudo, foram utilizadas apenas as lâminas com a classificação B, tanto para as capas como para o miolo dos painéis.

### Manufatura dos painéis

Os painéis foram produzidos com o adesivo fenol-formaldeído, com teor de sólidos de 51,24 %, pH igual a 11,89, gel timer de 8,41 minutos e viscosidade de 547 cP. A formulação do adesivo para a aplicação foi a seguinte (em partes por peso): adesivo FF = 100; farinha de trigo = 10; farinha de casca de coco = 5; e água = 10.

As lâminas, em número de cinco por painel, foram coladas com gramatura de 420 g/m<sup>2</sup> (linha dupla). O ciclo de prensagem para obtenção dos compensados foi de temperatura de 150°C, tempo de 15 minutos e pressão de prensagem de 11 kgf/cm<sup>2</sup>.

## Delineamento experimental e tratamento preservativo painéis

No total foram produzidos 18 painéis, sendo três painéis por tratamento, de acordo com o delineamento experimental apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Delineamento experimental.

**Table 1.** Experimental design.

Tratamento	Produto	Retenção (kg/m <sup>3</sup> )
1	CCA	4,0
2	CCA	6,5
3	CCB	4,0
4	CCB	6,5
5	Água	-
6 (Testemunha)	-	-

Neste delineamento foram avaliados dois tipos de produtos CCA (Arseniato de cobre cromatado) e CCB (Borato de cobre cromatado) e duas retenções 4,0 e 6,5 kg/m<sup>3</sup>. Além disso, foi incluído ainda, um tratamento testemunha e um tratamento apenas com água, o qual visou avaliar se uma possível modificação das propriedades físico-mecânicas dos painéis seria advinda do efeito do processo e/ou do produto e da retenção.

O tratamento dos painéis foi efetuado com a utilização de uma autoclave. Após as amostras inseridas no interior da autoclave, foram realizadas as seguintes etapas: 1) Vácuo inicial de 570 mmHg por um período de 30 minutos; 2) Aplicação do produto sobre pressão de 11,0 kgf/cm<sup>2</sup> por um período de 60 minutos; e 3) Vácuo inicial para retirada do excesso do produto de 570 mmHg por um período de 10 minutos.

## Confecção dos corpos-de-prova e avaliação das propriedades

Os corpos-de-prova foram confeccionados com o emprego de uma serra circular esquadre-

jadeira, sendo posteriormente climatizados à temperatura de 22 ± 2°C e umidade relativa de 65 ± 5%. Foram avaliadas as propriedades massa específica aparente e teor de umidade conforme a norma NBR 9485 (ABNT, 1986), a propriedade Inchamento em espessura pela norma NBR 9535 (ABNT, 1986), as propriedades MOE e MOR (paralelo e perpendicular) à flexão estática foram avaliados conforme a norma EN 310 (1993) e para a avaliação do cisalhamento na linha de cola foi empregado o procedimento descrito na norma EN 314-1 (1993).

## Análise estatística

Foi considerado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, em que os tratamentos estavam arrançados em um esquema fatorial 2 x 2 (dois produtos – CCA e CCB; duas retenções – 4,0 e 6,5 kg/m<sup>3</sup>), e ainda com um tratamento adicional (tratamento com água) e um tratamento testemunha (sem tratamento). Para a comparação entre os painéis que passaram por algum tratamento e os painéis testemunha foi realizado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. O teste Tukey, também a 5% de probabilidade, foi realizado para as propriedades que apresentaram interação significativa entre os tipos de produtos preservantes e as diferentes retenções.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Propriedades físicas

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios da Massa específica aparente (MEA), Teor de umidade (TU) e Inchamento em espessura (IE) para cada um dos tratamentos, além ainda da variação das propriedades TU e IE de cada tratamento em relação ao tratamento testemunha.

**Tabela 2.** Propriedades físicas dos painéis compensados.

**Table 2.** Physical properties of plywood panels.

Tratamento	MEA (g/cm <sup>3</sup> )	TU	Δ %	IE	Δ
CCA (4,0 kg/m <sup>3</sup> )	0,698 ns	12,42 *	23	8,37 ns	-5
CCA (6,5 kg/m <sup>3</sup> )	0,697 ns	12,44 *	23	7,96 ns	-10
CCB (4,0 kg/m <sup>3</sup> )	0,712 ns	12,44 *	23	8,28 ns	-6
CCB (6,5 kg/m <sup>3</sup> )	0,723 ns	12,50 *	24	7,84 ns	-11
Água	0,703 ns	11,83 *	17	8,12 ns	-8
Testemunha	0,716	10,1		8,82	
CV (%)	2,69	0,98		9,17	

\* Difere estatisticamente pelo Teste de Dunnett ( $\alpha=0,05$ ) do tratamento testemunha;

ns Não difere estatisticamente pelo teste de Dunnett ( $\alpha=0,05$ ) do tratamento testemunha.

MEA: Massa específica aparente; TU: Teor de umidade; IE: Inchamento em espessura; Δ: Variação em relação aos painéis testemunha.

De acordo com os resultados da análise de variância, não foi observada interação entre os tipos de produtos preservativos e as diferentes retenções para as três propriedades físicas avaliadas, assim como também, não foi verificada diferença significativa dos tratamentos em relação aos painéis testemunha (sem tratamento) para a Massa específica aparente e inchamento em espessura. Apesar de se notar, no inchamento em espessura, certa tendência de diminuição quanto se aplicou os tratamentos tanto com os produtos preservativos como apenas com água, o que pode estar relacionado a um inchamento inicial provocado com o processo de vácuo-pressão-vácuo, fazendo com que os corpos de prova apresentassem menor inchamento no momento do teste. Percebe-se ainda que as maiores retenções dos produtos preservativos resultaram em uma maior tendência de redução, o que pode estar associado ao preenchimento dos sítios higroscópicos pelos componentes do preservativo.

Iwakiri *et al.* (2001) avaliando as espécies *Pinus taeda* e *Pinus oocarpa* para a produção de painéis compensados de cinco lâminas com os adesivos uréia-formaldeído e fenol-formaldeído, obteve para os painéis de *Pinus taeda* com o adesivo fenol-formaldeído o valor médio de inchamento em espessura de 7,75%. Assim, os valores médios de inchamento em espessura, obtidos para todos os tratamentos do presente estudo, estão um pouco acima daquele encontrado em literatura para compensados de *Pinus taeda*.

De acordo com a Tabela 2, observa-se que houve diferença significativa entre os painéis testemunha e todos os outros tratamentos para a propriedade teor de umidade (TU), sendo os painéis que sofreram algum tratamento aqueles que apresentaram os maiores valores médios. Tal resultado não era o esperado, visto que os produ-

tos preservativos se ligam na estrutura química da madeira, o que provavelmente iria diminuir os valores médios de umidade. Contudo, quando se avalia os painéis com o tratamento apenas com água, observa-se também o aumento significativo do teor de umidade em relação aos painéis testemunhas, podendo-se inferir que tal aumento esteja relacionado a algum parâmetro do processo de aplicação do produto, possivelmente a aplicação de pressão a qual pode ter ocasionado alguma forma de mudança anatômica nas lâminas de madeira e conseqüentemente ter exposto maior número de sítios higroscópicos.

## Propriedades mecânicas

### Módulo de ruptura e elasticidade

Os valores médios de Módulo de ruptura (MOR) e de Módulo de elasticidade (MOE) à flexão estática no sentido paralelo e perpendicular, para cada tratamento, estão apresentados na Tabela 3, além ainda da variação do MOR e MOE paralelo e perpendicular de cada tratamento em relação ao tratamento testemunha.

De acordo com os resultados da análise de variância, não foi observada interação entre os dois tipos de produtos (CCA e CCB) e as duas retenções aplicadas (4,0 e 6,5 kg/m<sup>3</sup>) para as propriedades MOR e MOE nos sentidos paralelo e perpendicular. Apesar disto, pela comparação do teste Dunnett entre os demais tratamentos em relação ao tratamento testemunha, foram observadas algumas diferenças significativas para as propriedades MOE paralelo e para o MOR paralelo e perpendicular.

Para o MOE paralelo os painéis tratados com CCA na retenção de 6,5 kg/m<sup>3</sup> apresentaram diferença significativa em relação aos painéis testemunha, obtendo os menores valores médios.

**Tabela 3.** Módulo de ruptura e de elasticidade à flexão estática dos painéis compensados.

**Table 3.** Modulus of Rupture and elasticity at static bending of plywood panels.

Tratamento	MOR				MOE			
	Paralelo kgf/cm <sup>2</sup>	Δ %	Perp. kgf/cm <sup>2</sup>	Δ %	Paralelo kgf/cm <sup>2</sup>	Δ %	Perp. kgf/cm <sup>2</sup>	Δ %
CCA (4,0 kg/m <sup>3</sup> )	450,7 *	-9	293,1 ns	-15	72107,0 ns	-11	16955,6 ns	-26
CCA (6,5 kg/m <sup>3</sup> )	466,9 ns	-6	290,8 ns	-15	48539,8 *	-40	18746,9 ns	-18
CCB (4,0 kg/m <sup>3</sup> )	464,2 ns	-6	285,9 *	-17	54801,6 ns	-32	14678,5 ns	-36
CCB (6,5 kg/m <sup>3</sup> )	446,1 *	-10	247,2 *	-28	50934,7 ns	-37	15086,9 ns	-34
Água	470,1 ns	-5	316,6 ns	-8	79228,5 ns	-2	20867,8 ns	-9
Testemunha	494,4		343,2		80799,34		22874,3	
CV(%)	5,5		7,8		19,7		22,4	

\* Difere estatisticamente pelo Teste de Dunnett ( $\alpha=0,05$ ) do tratamento testemunha;

ns Não difere estatisticamente pelo teste de Dunnett ( $\alpha=0,05$ ) do tratamento testemunha.

MOR: Módulo de ruptura; MOE: Módulo de elasticidade; Perp: perpendicular; Δ: Variação em relação aos painéis testemunha.

Para a propriedade MOR paralelo, os painéis que tiveram a aplicação de CCA na retenção de 4,0 kg/m<sup>3</sup> e também a aplicação do produto CCB na retenção de 6,5 kg/m<sup>3</sup>, diferiram significativamente dos painéis testemunha, apresentando os menores valores médios. Já para o MOR perpendicular, os painéis que tiveram a aplicação do produto CCB nas duas retenções (4,0 e 6,5 kg/m<sup>3</sup>) diferiram significativamente dos painéis testemunha, apresentando os menores valores médios.

Observa-se ainda que os painéis com tratamento apenas com água, apesar de não demonstraram diferença significativa em relação aos painéis testemunha, apresentaram reduções para essas propriedades, o que podemos inferir que parte da redução observada para os painéis com tratamento preservativo se deve ao próprio processo de aplicação dos produtos.

A redução observada no módulo de ruptura e elasticidade pode estar associada ao aumento do teor de umidade dos painéis, conforme referenciado por Van Acker e Stevens (1993), os quais avaliando diferentes tipos de produtos preservativos sobre algumas propriedades de painéis compensado também observaram o aumento do teor de umidade dos painéis e a redução de até 23% do módulo de ruptura e de até 39% do módulo de elasticidade, como também pode ser em função do tipo das soluções preservativas aplicadas, as quais podem ter causado a perda da resistência em função da alteração química ocorrida na madeira durante o processo de fixação dos ingredientes ativos (BARNES et al. 1996).

A norma DIN 68705-3 (1981), citada por Pereyra (1994), exige valores mínimos para painéis compensados que se destinam à construção de 408 kgf/cm<sup>2</sup> para o MOR paralelo e de 153 kgf/cm<sup>2</sup> para o MOR perpendicular. A norma

DIN 68792 (1979) estabelece para painéis compensados os valores mínimos de módulo de elasticidade na flexão estática de 51000 kgf/cm<sup>2</sup> para o MOE paralelo e de 25493 kgf/cm<sup>2</sup> para o MOE perpendicular. Desta forma, todos os tratamentos apresentaram com valores médios superiores aos exigidos pela norma para o MOR paralelo e perpendicular e para o MOE paralelo. No caso do MOE perpendicular nenhum tratamento conseguiu atender a norma.

### Resistência da linha de cola ao esforço de cisalhamento

Os valores médios da resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento para o teste seco e pós-fervura estão apresentados na Tabela 4. Além destes, estão apresentados ainda à variação da resistência ao cisalhamento no estado seco e pós-fervura de cada tratamento em relação ao tratamento testemunha.

De acordo com os resultados da análise de variância, foi observada interação entre os dois tipos de produtos (CCA e CCB) e as duas retenções aplicadas (4,0 e 6,5 kg/m<sup>3</sup>) apenas para o cisalhamento pós-fervura. Os resultados apresentados para a análise de desdobramento (Tabela 5) indicam que houve efeito apenas dos dois tipos de produtos (CCA e CCB) na retenção de 4,0 kg/m<sup>3</sup>, sendo o produto CCA o que apresentou os menores valores médios para essa propriedade.

**Tabela 5.** Desdobramento da interação para cisalhamento pós fervura.

**Table 5.** Interaction deployment for shear after boiling.

Produto	Retenção (kg/m <sup>3</sup> )	
	4,0	6,5
CCA	11,25 bA	14,19 aA
CCB	16,42 aA	13,57 aA

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $\alpha = 0,05$ ).

As letras minúsculas referem aos valores das colunas e as letras maiúsculas aos valores das linhas.

**Tabela 4.** Resistência da linha cola ao cisalhamento dos painéis compensados.

**Table 4.** Glue line influence on shear strength in plywood panels.

Tratamento	Seco			Pós-fervura		
	Tensão de ruptura	$\Delta$	Falha na Madeira	Tensão de ruptura	$\Delta$	Falha na Madeira
	kgf/cm <sup>2</sup>	%	%	kgf/cm <sup>2</sup>	%	%
CCA (4,0 kg/m <sup>3</sup> )	23,67 ns	-20	47	11,25 ns	-32	28
CCA (6,5 kg/m <sup>3</sup> )	24,60 ns	-17	60	14,19 ns	-15	47
CCB (4,0 kg/m <sup>3</sup> )	23,54 ns	-20	57	16,42 ns	-1	32
CCB (6,5 kg/m <sup>3</sup> )	23,33 ns	-21	35	13,57 ns	-18	31
Água	24,22 ns	-18	45	12,33 ns	-26	46
Testemunha	29,59		51	16,63		53
CV (%)	11,14			19,93		

\* Difere estatisticamente pelo Teste de Dunnett ( $\alpha=0,05$ ) do tratamento testemunha;

ns Não difere estatisticamente pelo teste de Dunnett ( $\alpha=0,05$ ) do tratamento testemunha.

$\Delta$ : Variação em relação aos painéis testemunha.

Contudo, na comparação dos painéis com algum tipo de tratamento (preservativo ou água) com os painéis testemunha, não foi observado, pela comparação do teste Dunett, diferença significativa para as propriedades cisalhamento seco e pós-fervura, apesar de se notar, diminuições na ordem de 17 a 21% na resistência ao cisalhamento a seco e de 1 a 32% no cisalhamento pós-fervura (Tabela 4).

Confrontando os valores médios da tensão de ruptura e da porcentagem de falha na madeira, obtidos nos ensaios de cisalhamento seco e pós-fervura, com os valores especificados pela norma EN 314-2 (1993) (Tabela 6). Pode-se observar que, apesar do tratamento com preservativos diminuir a resistência ao cisalhamento dos painéis compensados, estes ainda conseguem atender aos critérios estabelecidos pela norma, inclusive com larga margem de segurança.

**Tabela 6.** Requisitos de colagem da norma EN 314-2 (1993)

**Table 6.** Bonding requirements of standard EN 314-2 (1993)

Resistência ao cisalhamento (kgf/cm <sup>2</sup> )	Falha na madeira (%)
2,0 a 4,0	≥80
4,0 a 6,0	≥60
6,0 a 8,0	≥40
>10,0	Sem exigência

## CONCLUSÃO

O tratamento preservativo de painéis compensados promoveu tendência de melhora da propriedade inchamento em espessura, mas também a diminuição das propriedades mecânicas, sendo parte desta redução devido ao processo de tratamento do tipo vácuo-pressão.

Mas apesar disso, a aplicação de preservativos não inviabiliza o uso dos painéis compensados nas suas diferentes aplicações, visto que em comparação com as normas de utilização, estes são classificados da mesma forma que os painéis sem tratamento preservativos.

## AGRADECIMENTOS

Os autores expressam seus agradecimentos a empresa Montana Química S.A.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9485: chapas de madeira compensada: determinação da massa específica aparente. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9531: chapas de madeira compensada: classificação. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9535: chapas de madeira compensada: determinação do inchamento. Rio de Janeiro, 1986.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: madeira – determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003. 6p.

BARNES, H.M.; KHOUADJA, A.; LYON, D. E. **Bending Properties of Treated Wood Western Hemlock Plywood.** Doc. N° IRG/WP 96-40064, pg 2, 1996.

BURMESTER, A.; BECKER, G. Investigations on the influence of wood preservatives on the strength of wood. *Holz als Roh-und Werkstoff*, Berlin, v. 21, n. 10, p. 393-409, 1963.

DIN – DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. DIN 68792: Large area shuttering panels of veneer plywood for concrete and reinforced concrete. Berlin: Beuth Verlag, 1979. 3p.

EATON, M. L.; DRELICHARZ, J. A.; ROE JUNIOR. T **The mechanical properties of preservative treated marine piles: results of limited full scale testing.** Port Hueneme: Civil Engineering Laboratory, 1978. 42 p. (Technical Note, 1535).

EN – EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 314-1: Plywood – bonding quality: part 1 - test methods. CEN members, 1993.

EN – EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 314-2: Plywood – bonding quality: part 2 - requirements. CEN members, 1993.

EN – EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 310: Wood based panels – Determination of modulus of elasticity and modulus of rupture in static bending. Brussels. 1993.

EN - EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. EN 113: Wood preservatives. Test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes - Determination of the toxic values. 1996.

FOJUTOWSKI, A.; KROPACZ, A. **The susceptibility of hardwood plywood to white rot.** Doc. N° IRG/WP 08-40397, p. 7, 2008.

- GALVÃO, A.P.M.; MAGALHÃES, W. L.E.; MATTOS, P. P. Processos práticos para preservar a madeira. *Documentos Embrapa Floresta*, Colombo, n. 96, p. 1-49. 2004.
- IWAKIRI, I.; OLANDOSKI, D. P.; LEONHARDT, G.; BRAND, M.A. A. Produção de chapas de madeira compensada de cinco espécies de pinus tropicais. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 71-77, 2001.
- PEREYRA, O. Avaliação da madeira de *Eucalyptus dunnii* (Maid) na manufatura de painéis compensados. 1994. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1994.
- PINHEIRO, R. V. **Influência da preservação contra a demanda biológica nas propriedades de resistência e de elasticidade da madeira.** 2001. 162 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Estruturas) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001.
- TSOUMIS, G. T. **Science and technology of wood: structure, properties and utilization.** New York: Ed. Van Nostrand Reinhold. 1991. 494 p.
- VAN ACKER, J.; STEVENS, M. **Effect of various preservative treatments on the mechanical and physical properties of plywood.** Doc. N° IRG/WP 93-40007, p. 3, 1993.
- WANG, Q.; HENNINGSSON, B. **A Field Test on Susceptibility of Wood: Based Board Materials to Moulds.** Doc. N° IRG/WP 89-3545, p. 4, 1989.

Recebido em 20/06/2013  
Aceito para publicação em 30/09/2013

