

IPEF - ESALQ
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

SCIENTIA
FORESTALIS

ISSN 1413-9324
Nº 54, Dezembro, 1998

Influência da umidade na resistência da linha de cola e estabilidade dimensional do compensado utilizando resina de alta reatividade

Influence of moisture on the glue line resistance and dimensional stability of the plywood using high reactivity resin

Dimas Agostinho da Silva
Ivan Tomaselli
Setsuo Iwakiri

RESUMO: O trabalho objetivou fornecer informações do efeito de umidade em lâminas de madeira de *Rauwolfia* sobre a resistência da linha de cola e na estabilidade de chapas compensadas, utilizando-se resina de alta reatividade. As chapas compensadas foram manufaturadas com lâminas nos teores de umidade média de aproximadamente 10%, 16%, 20% e 25%; com tempo de prensagem de 8, 10 e 12 minutos; à temperatura de 90°C e à pressão de 10kgf/cm². As chapas formadas de cinco lâminas coladas de forma cruzadas foram ensaiadas quanto à resistência à linha de cola, utilizando-se o teste a seco, em água fria e em água quente; a estabilidade dimensional, determinando fator de inchamento e recuperação de espessura e absorção de água e massa específica aparente. Os resultados de resistência da linha de cola, absorção de água e inchamento e recuperação de espessura das chapas compensadas foram expressivos, na medida em que vislumbra a possibilidade de usar lâminas com mais elevada umidade de equilíbrio na manufatura de compensados do que as utilizadas atualmente pelo setor industrial. Este fato possibilita uma diminuição no consumo de energia e conseqüentemente nos custos de secagem, redução de perdas de lâminas, ganho volumétrico e redução do empenamento das chapas.

PALAVRAS-CHAVE: Compensado, Lâminas, Linha de cola.

ABSTRACT: This paper presents the results of a study carried out to evaluate the possibility of producing plywood using high moisture content veneers. Five layers panels were produced using *Rauwolfia* veneer with a moisture content around 10%, 16%, 20% and 25%. Three pressing times were used 8, 10 and 12 minutes. Press temperature was 90°C and pressure of 10kgf/cm². The results pointed out that glue line resistance, water absorption, swelling, were not affected by pressing time. Moisture content did not affect the glue line resistance when dry samples were tested, but high moisture content veneers reduced the glue line resistance if wet samples are considered. Based on the results of this research it is recommend that que plywood industry consider the utilization of high moisture content veneer to enhance its competitiveness.

KEYWORDS: Plywood, Veneer, Glue, Moisture

INTRODUÇÃO

A madeira tende a atingir um teor de umidade em equilíbrio dinâmico com a umidade relativa da atmosfera. A redução do teor de umidade na madeira, envolve gastos de energia via processos de secagem. O custo de secagem representa uma quantia significativa nos processos industriais de madeira, no entanto, na produção de painéis de madeira certos teores de umidade são exigidos com o objetivo de assegurar uma boa colagem.

Na fabricação do compensado, atualmente, utilizam-se lâminas com teores de umidade entre 5 e 15% dependendo do tipo de resina utilizada. No entanto, produzir compensados utilizando lâminas com maiores teores de umidade representaria um avanço no processo industrial, pois possibilitaria reduzir custos e tempo de secagem.

A maioria dos adesivos para madeira não forma uma linha de cola satisfatória em teores de umidade acima de 20%. O conteúdo de umidade do substrato, quando da colagem, é um fator muito importante para se obter ligações que apresentem um comportamento adequado em serviço.

O perfeito controle do conteúdo de umidade nas lâminas é muito importante para a produção do compensado. Assim, a necessidade e a importância da secagem é vital no processo de industrialização do compensado. As exigências quanto ao teor de umidade das lâminas em tal processo variam, dependendo do tipo do compensado em questão. Altos teores de umidade geralmente resultam em colagens pobres, pela formação de bolhas de vapor durante a prensagem a quente. Teores de umidade extremamente baixos resultam também numa colagem pobre. Tomaselli (1980) menciona que na prática uma colagem em tais condições apresentará valores baixos de porcentagem de falhas na madeira.

Há uma variação da espessura das lâminas em função do conteúdo de umidade; lâminas mais secas tendem a ter menor espessura em relação àquelas com maior conteúdo de umidade (USDA, 1987; Baldwin, 1975; Hearmon e Curry, 1974).

Ainda, há de considerar que as lâminas variam de volume em função do conteúdo de umidade. Baldwin (1975) exemplifica que lâminas de *Pinus* verde com 54 polegadas de largura, reduz-se para 51,5 polegadas à umidade de 4% e para 50 polegadas quando completamente secas.

O conteúdo de umidade da madeira na ocasião da colagem influi decisivamente na resistência da junta, no desenvolvimento de rachaduras na madeira e na estabilidade dimensional do produto colado (Selbo, 1975). No geral, é impraticável a colagem de madeira ainda verde ou com alto conteúdo de umidade, principalmente em madeiras mais densas com alto coeficiente de contração (Barbosa, 1995; Marra, 1992 e Sellers et al., 1988). Para Barbosa (1995), a escolha do teor de umidade depende basicamente da temperatura do processo de prensagem. Deve-se considerar, ainda, que menos de 1% em umidade é adicionado à madeira em peças sólidas, e até 45% ou mais, quando se tratam de lâminas após aplicação do adesivo. A transferência de umidade depende da espessura e do número de lâminas, da densidade da madeira e do procedimento de colagem (Marra, 1992 e USDA, 1974).

Teores de umidade mais altos geralmente implicam em linhas de cola menos resistentes, além de envolverem riscos de formação de bolhas e de laminação (Sobral Filho, 1982; Zisman, 1972; Gray, 1965 e Gray, 1962). Mudanças no teor de umidade sempre causam alteração dimensional e estas induzem tensões na linha de cola (Marra, 1992). Para Nock e Richter (1978) o adesivo tende a perder sua umidade mais rapidamente em lâminas de madeiras com baixo teor de umidade, pois o adesivo tende a penetrar mais na lâmina e se afastar da linha de cola.

O calor é usado no processo de industrialização de compensado para reduzir o tempo de cura do adesivo (Marra, 1992), sendo que em várias situações pode ocorrer efeito positivo ou negativo como: redução da viscosidade que tende a au-

mentar a penetração do adesivo nos poros da madeira e resultam na linha de cola faminta; aumento da viscosidade devido aumento na velocidade de secagem com conseqüente endurecimento do adesivo na superfície; migração da umidade no sentido oposto ao da fonte de calor, prejudicando na distribuição de umidade e gerando gradiente. Além disso gradientes de temperatura se desenvolvem devido movimento da umidade.

Este trabalho teve o objetivo de obter informações sobre o efeito da umidade em lâminas de madeira na resistência da linha de cola e na estabilidade dimensional de chapas de madeira compensadas, utilizando-se resina de alta reatividade.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Neste trabalho foram usadas lâminas de madeira da espécie *Rauwolfia paraensis* Ducke, família Apocynaceae, com nome comercial gogó

de quariba ou gogó, que segundo Loureiro et al. (1979) é uma folhosa proveniente do Estado do Pará, mas rara nos demais Estados da Amazônia. É uma espécie moderadamente pesada com peso específico variando entre 0,60 a 0,65 g/cm³, cor creme, pardacenta, lustrosa, grã regular, textura média, cheiro indistinto, fácil de trabalhar e recebe bom acabamento.

As dimensões média das lâminas utilizadas foram de 200 mm de largura por 220 mm de comprimento e espessura de 0,96±0,04 mm para 30 unidades amostrais medidas. A massa específica aparente média foi de 0,64±0,03 g/cm³ para 32 unidades de lâminas amostras.

A resina utilizada foi a uréia-formaldeído de alta reatividade (tipo CR 888) fornecida pela Alba Química com as seguintes características: teor de sólidos = 51-53%; pH = 8,2-8,4; viscosidade = 220-260cp; tempo de gelificação = 14-20 minutos a temperatura de 21°; formaldeído livre = 3-4%.

Para a presente pesquisa foi estabelecido o seguinte delineamento experimental, mostrado na Tabela 1.

Tabela 1
Delineamento experimental.
Experimental conditions.

Tratamento	Umidade das lâminas (%)		Tempo prensagem(min)
	Meta	Obtido	
T1	10-12	10,76 ±0,51	8
T2	15-17	16,53±0,15	8
T3	15-17	16,53±0,15	10
T4	20-22	20,69±0,17	8
T5	20-22	20,69±0,17	10
T6	20-22	20,69±0,17	12
T7	24-26	25,34±0,14	10
T8	24-26	25,34 ±0,14	12

Condicionalmento das lâminas e manufatura do compensado

Para o tratamento T1 as lâminas foram climatizadas numa sala com umidade relativa de $65 \pm 2\%$ e temperatura de $20 \pm 2^\circ\text{C}$ até atingir peso constante. Para os demais tratamentos foram utilizados três dessecadores tipo cuba, hermeticamente fechados, dotados de ventiladores para movimentação do ar interno e psicrômetro para controle da temperatura e umidade relativa. Estimou-se a umidade relativa do ar nos dissecadores, utilizando-se as curvas de isoterma higrópicas que relacionam umidade relativa do ar, umidade de equilíbrio da madeira e temperatura (Valliere, 1996). Os dessecadores instalados no interior da câmara de climatização foram parcialmente saturados, através do adição de certa quantidade de água, até atingir as umidades relativas aproximadas de 75%, 88% e 95%, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro dissecador, resultando nas umidades de equilíbrio mostradas na Tabela 1.

A umidade de equilíbrio na sala de climatização e nos dessecadores foi determinada, utilizando-se oito amostras das lâminas, medindo-se os pesos climatizado e seco.

Foram produzidas 32 chapas de 5 camadas (lâminas) com dimensões de 400 x 400 mm e espessura nominal de 5 mm, sendo utilizadas 4 chapas (repetições) para cada um dos 8 tratamentos.

A formulação para o adesivo constitui-se de 100 kg de resina, 20 kg farinha de trigo, 5 kg de pó da casca de coco, 20kg de água e 0,5 kg de catalisador sulfato de alumínio. O adesivo preparado com viscosidade média de 7036cp foi aplicado manualmente sobre a superfície das lâminas com gramatura de 300 g/m² (linha dupla). As chapas foram prensadas a temperatura de 90°C, pressão específica de 10 Kg/cm² e tempo de prensagem de 20 minutos.

Ensaio físico-mecânico das chapas

Após a prensagem, as chapas foram condicionadas na câmara de até atingir a umidade de equilíbrio em torno de 12%.

Determinaram-se a massa específica, a resistência da linha de cola aos esforços de cisalhamento (seco, água fria, água quente), absorção de água, inchamento e recuperação de espessura.

Os corpos de prova foram preparados de acordo com a norma ASTM D906-64 (1976), conforme quantificadas a seguir:

resistência da linha de cola: 15 corpos de prova/chapa com as dimensões de 25 x 82,5 mm, sendo 5 para cada tipo de teste (seco, água fria, água quente), perfazendo um total de 20 corpos de prova por tratamento;

massa específica aparente: 2 corpos de prova/chapa com as dimensões de 25 x 25 mm;

absorção de água: 2 corpos de prova/chapa com as dimensões de 25 x 25 cm;

inchamento e recuperação de espessura: 4 corpos de prova com as dimensões de 25 x 25 cm.

Os ensaios de resistência da linha de cola, testes - seco, água fria e água quente - e absorção de água, inchamento e recuperação de espessura foram realizados de acordo com os procedimentos da norma ASTM D805-63 (1970).

A massa específica aparente foi determinada, medindo-se as dimensões com paquímetro, e o peso, à umidade de 15%, foi obtido com balança de precisão.

Para a análise dos resultados utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, com análise de variância para verificar a igualdade das médias e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade para comparação das médias dos tratamentos. Para verificar a homogeneidade da variância para os tratamentos, previamente à análise de variância, utilizou-se o teste de Bartlett a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Resistência da linha de cola

Os resultados médios dos ensaios de cisalhamento - resistência da linha de cola, são mostrados na Tabela 2 e Figura 1. Na Figura 2 são apresentados os valores médios de falha na madeira.

A análise de variância para resistência ao cisalhamento para as amostras secas mostrou-se não significativa, ou seja o teor de umidade no momento da prensagem não afetou a qualidade da linha de cola.

Na resistência ao cisalhamento das amostras que foram imersas em água quente, o efeito foi significativo. A resistência média das chapas compensadas tendeu a diminuir à medida em que aumentou a umidade das lâminas (Figura 2).

As chapas manufaturadas usando lâminas com umidade de equilíbrio inferior a 20,69%, caso dos tratamentos de T1 a T6, apresentaram médias iguais para a resistência ao cisalhamento. Para as chapas manufaturadas com lâminas de maiores umidade, caso dos tratamentos T7 e T8, a resistência ao cisalhamento em água quente foi cerca de 36% menor em relação aos demais tratamentos.

Para as amostras previamente imersas em água fria, a resistência ao cisalhamento teve um comportamento semelhante àquele observado após

Tabela 2

Resistência média nos ensaios de cisalhamento.

Average values of shear strength.

	Teste Seco		Água Quente		Água Fria	
T.Bartlett	$X^2 = 3,46^{ns}$		$X^2 = 13,51^{ns}$		$X^2 = 11,58^{ns}$	
Anal. Var.	$F = 2,07^{ns}$		$F = 14,73^*$		$F = 38,38^*$	
Tratamento	Resistência (kg/cm ²) ¹	s.d. ²	Resistência (kg/cm ²) ¹	s.d.	Resistência (kg/cm ²) ¹	s.d.
T1	34,56a	4,64	22,06abcd	3,43	37,21ab	3,72
T2	37,82 ^a	1,60	22,29abd	3,75	39,34ab	2,80
T3	33,08 ^a	3,79	22,29abd	3,99	34,95abc	4,71
T4	32,98 ^a	3,48	17,15acde	1,06	28,58bcd	1,47
T5	38,53 ^a	3,60	18,87abcde	0,49	30,17bcd	2,97
T6	37,20 ^a	3,66	17,80abcde	1,32	26,51cde	0,91
T7	32,09 ^a	2,56	15,04cdef	1,28	20,93de	1,78
T8	32,59 ^a	4,54	10,41ef	1,59	14,14f	1,02

^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade de erro no teste Bartlett e na análise de variância.

* = significativo a 5% de probabilidade de erro na análise de variância.

¹ = médias seguidas de mesmas letras não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

² Desvio Padrão

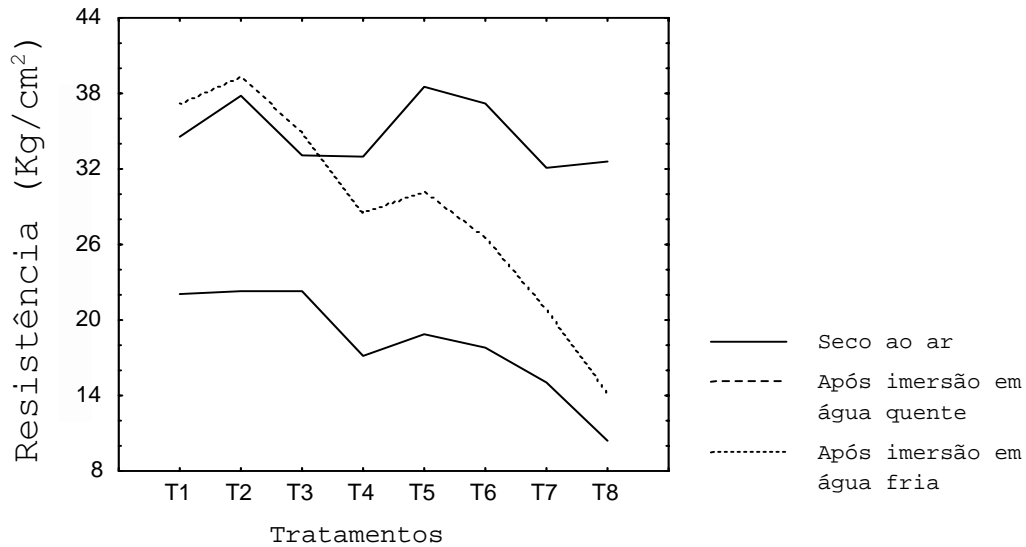


Figura 1

Resistência na linha de cola: média dos testes a seco, em água quente e em água fria.

Glue line resistance: average values of dry, hot water and wet tests.

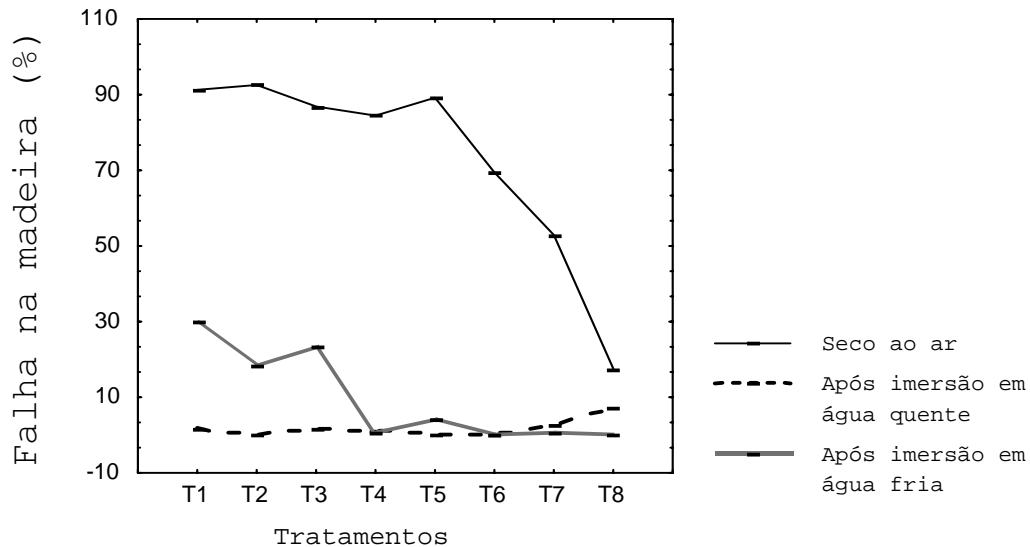


Figura 2

Médias de falha na madeira nos ensaios de resistência de linha de cola a seco, em água quente e em água fria.

Average wood failure of shear tests on the dry, hot water and wet conditions.

imersão em água quente, ou seja, ocorreu um decréscimo na resistência média à medida em que aumentou a umidade das lâminas utilizadas na manufatura das chapas compensadas. A análise de variância apresentou diferença significativa entre os tratamentos. As menores resistências médias verificaram-se nos tratamentos T7 e T8, que foram cerca de 47% inferiores aos tratamentos de T1 a T6.

A resistência de linha de cola a esforços de cisalhamento mostrou um comportamento semelhante à aqueles encontrados por Medina (1986), onde as condições dos tratamentos não influenciaram na resistência a seco, mas modificaram os resultados para os testes úmidos. Constatou-se que é possível usar lâminas com cerca de 25% de umidade e resina de alta reatividade para obter chapas com boa resistência nos ensaios de linha de cola.

O tempo de prensagem não influenciou significativamente nos resultados da resistência da linha de cola para lâminas com a mesma faixa de teor de umidade, o que possibilita a opção por tempo menores de prensagem, favorecendo a produtividade.

A porcentagem de falhas na madeira para amostras secas ao ar diminuiu com o aumento do conteúdo de umidade das lâminas, sendo que nos tratamentos T7 e T8, o percentual foi, em média, cerca de 40% menor que nos demais tratamentos. As lâminas com maior conteúdo de umidade produziram menos falha na madeira, o que significa menor resistência da linha de cola para o teste a seco. Nos testes, após imersão em água quente e água fria, a porcentagem de falha na madeira, como era esperado, foi bem inferior em comparação aos resultados do teste a seco. Mas as médias foram mais uniforme para todos os tratamentos como pode ser observado na Figura 2. Assim, os resultados de falha na madeira das chapas obtidas de lâminas com maiores conteúdos de umidade não foram muito distintos daqueles para chapas de menores umidade de equilíbrio. Mas, por outro lado, verificou-se que os valores

médios foram inferiores, àqueles preconizados pela Norma PS1-74, muito embora a resistência esteja de acordo com resultados de literatura (Hearmon e Curry, 1974; Medina, 1986). A dispersão dos dados em torno da média, para a porcentagem de falha na madeira, foi relativamente alta, com variação de desvio padrão entre 0,50 a 29,92%.

Acredita-se que ao propor manufaturar chapas compensadas usando lâminas com conteúdo de umidade mais elevado - superior a 20% -, o processo industrial seria beneficiado: primeiro, com o custo de secagem das lâminas, pois gasta menos energia e tempo no processo; em segundo lugar, as perdas com a secagem também devem ser relativamente menores; em terceiro lugar, haveria ganhos na espessura das chapas. Além disso, há a possibilidade de diminuição de empenamentos e rachaduras devido à maior elasticidade das lâminas. O aspecto negativo de lâminas com maior umidade, é a expectativa de diminuição da resistência na linha de cola. Esta expectativa, de certa forma, foi desfeita, com os resultados satisfatórios obtidos nos ensaios de cisalhamento, especialmente no teste a seco. Outro fator relevante é com relação ao tempo de prensagem, que não influenciou a resistência da linha de cola, podendo optar-se por uma redução no mesmo, o que significa maior produtividade.

Massa específica e estabilidade dimensional

Os resultados médios para massa específica, inchamento e recuperação de espessura e absorção de água para as chapas compensadas são mostrados na Tabela 3 e Figuras 3 e 4.

O resultado para a massa específica aparente nas chapas compensadas foram distintos mostrando um F significativo, mas somente a média do tratamento T1 diferiu das demais. Houve uma tendência de redução nos valores médios, a medida que aumentou o conteúdo de umidade das lâminas, conforme pode-se verificar na Figura 3.

Tabela 3

Valores médio de massa específica aparente, inchamento, recuperação de espessura e absorção de água das chapas compensadas.

Average values of density, swelling, thickness recovery and water absorption

	Massa específica		Incham. + Recuper.		Recuperação espes.		Absorção de água	
T.Bartlett	$X^2 = 3,90^{ns}$		$X^2 = 3,47^{ns}$		$X^2 = 6,01^{ns}$		$X^2 = 7,92^{ns}$	
Anal. Var.	F = 9,33*		F = 0,68 ^{ns}		F = 1,59 ^{ns}		F = 11,36*	
Tratamento	média ¹ (g/cm ³)	s.d. ²	média ¹ (%)	s.d.	Média ¹ (%)	s.d.	média ¹ (%)	s.d.
T1	0,77a	0,03	8,28a	0,84	4,64a	0,57	37,73a	3,46
T2	0,71b 0,71b	0,02	7,24a	1,74	3,83a	1,59	39,52a	2,46
T3	0,70b	0,02	7,02a	1,23	3,95a	1,03	41,47a	1,36
T4	0,70b	0,02	8,08a	1,71	4,68a	1,11	47,06b	3,71
T5	0,71b	0,01	8,47a	0,82	5,22a	0,64	47,20b	3,62
T6	0,68b	0,02	8,20a	0,94	4,02a	0,64	47,27b	1,26
T7	0,67b	0,02	8,42a	1,64	3,90a	0,61	47,69b	5,64
T8		0,02	8,12a	1,23	4,11a	0,62	45,71b	3,20

^{ns} = não significativo a 5% de probabilidade de erro no teste de Bartlett e na análise de variância.

* = significativo a 5% de probabilidade de erro na análise de variância.

¹ = médias seguidas de mesma letras não diferem entre si a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

² Desvio Padrão

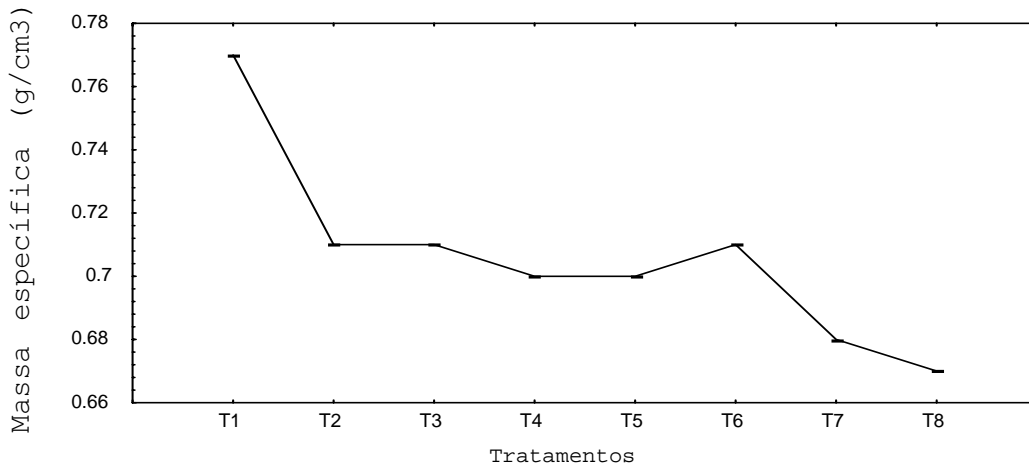


Figura 3

Valores médios de massa específica aparente das chapas compensadas.

Average density values of plywood.

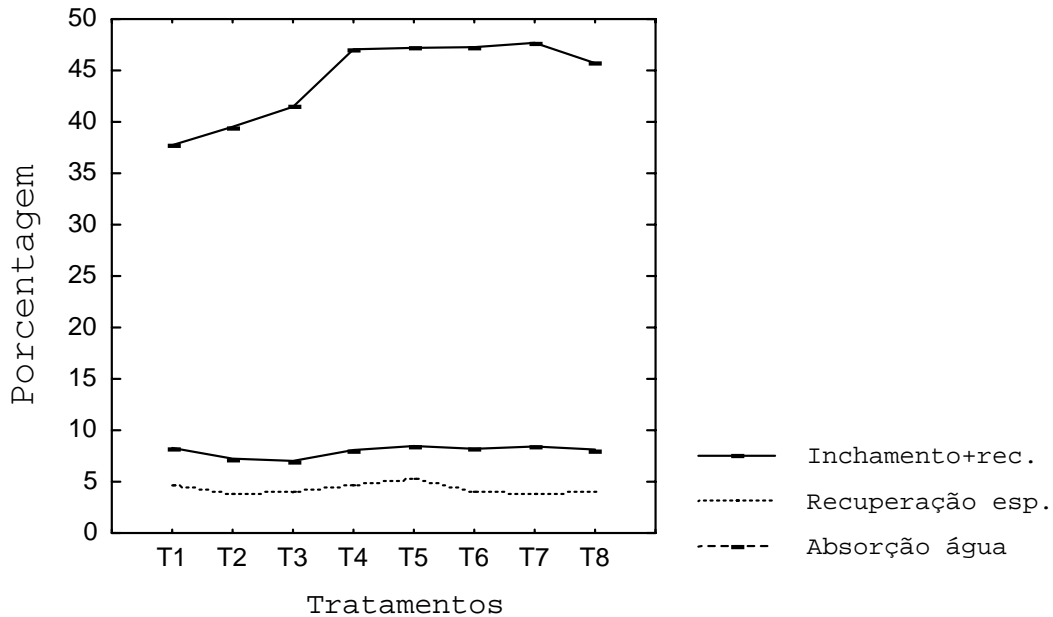


Figura 4
 Valores médios de inchamento mais recuperação, recuperação de espessura e absorção de água nas chapas compensadas.
Average of thickness swelling plus recovery, thickness recovery and water absorption of plywoods.

O maior valor para o tratamento T6 em relação ao T4 e T5, que são produtos de lâminas de mesma umidade, pode ser atribuído ao maior tempo de prensagem. Aparentemente, estes resultados mostram que os conteúdos de umidade na faixa de 15 a 26 % e tempo de prensagem não influenciaram significativamente nos resultados. É interessante ressaltar que os tratamentos que usaram lâminas de umidade de equilíbrio críticas para confecção de chapa - T7 e T8, proporcionaram uma redução pequena na massa específica. Tal redução foi inferior a 6 % em relação aos demais tratamentos.

O resultado de inchamento mais recuperação da espessura das chapas compensadas e recuperação da espessura não foi afetado significativamente pelos diferentes tratamentos testados, pois o valor de F foi não significativo ao nível de 5 % de probabilidade. O inchamento na espessura da chapa compensada é resultado de dois compo-

nentes: o inchamento por absorção de água e o causado pela liberação das tensões de prensagem. Assim, verifica-se que o acréscimo da espessura das chapas devido à imersão durante 24 horas em água não foi afetado pelo conteúdo de umidade de equilíbrio das lâminas. Estes valores não seguem o comportamento de resultados encontrados por Kollmann et al.(1975), segundo os quais, para temperatura de prensagem inferior a 140°C, o tempo de prensagem afeta significativamente o inchamento ou seja, à medida em que aumenta o tempo de prensagem tendem a diminuir os valores de inchamento. Wellons et al. citados por Medina (1986) mencionam que ao aumentar o tempo de prensagem, aumenta a compressão que resulta em maiores tensões internas. Assim sendo, tempo maior de prensagem tende a aumentar a recuperação de espessura. A igualdade estatística dos valores médios de recuperação em espessura e inchamento mais recuperação,

pode ser atribuída à espessura das lâminas que foi inferior a 1,0 mm. Isto justifica, em parte, o motivo pelo qual os valores não foram os mesmos que os encontrados pelos autores acima mencionados.

A absorção de água pela chapa compensada é outro parâmetro que corrobora para avaliar a estabilidade dimensional do produto. Houve diferença significativa entre os tratamentos com 5 % de probabilidade e F igual a 11,36. O teste de Tukey mostrou que as médias dos tratamentos T1, T2 e T3 diferiram dos demais. Ressalta-se que houve igualdade de médias para as chapas obtidas com lâminas nos conteúdos de umidade de 16,53 % (com exceção do tratamento T2), 20,69 % e 25,34 %.

Para os resultados de inchamento, recuperação de espessura e absorção de água que são parâmetros de avaliação da estabilidade dimensional da chapa compensada, as médias geram expectativas favoráveis para uso de lâminas com conteúdo de umidade acima do usual nas indústrias. Isto significa dizer, que o uso de lâminas com conteúdo de umidade crítico - superior a 20 % -, para as condições deste experimento e tipo de resina empregado, não prejudicou a estabilidade dimensional das chapas compensadas resultantes.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As conclusões com base nos resultados deste experimento, foram:

a variação do tempo de prensagem das chapas para lâminas de mesmo teor de umidade, não resultou em diferenças significativas para as médias de resistência ao cisalhamento.

a resistência da linha de cola nas chapas compensadas para o teste seco não foi influenciada pelo teor de umidade das lâminas. Para os testes realizados após imersão em água quente e em água fria, a resistência diminuiu à medida em que aumentou o teor de umidade das lâminas.

os valores médios encontrados para resistência da linha de cola para amostras secas ao ar estão em consonância com exigências da norma PS1-74. Nos testes em água quente e água fria apenas o tratamento T8 ficou ligeiramente abaixo das especificações.

a massa específica das chapas não foi afetada pelo uso de lâminas de alto conteúdo de umidade.

o conteúdo de umidade de equilíbrio das lâminas não influenciou na absorção de água, no inchamento e na recuperação da espessura das chapas compensadas.

Com base nos resultados obtidos nesta pesquisa, e considerando as vantagens no processo industrial pelo uso de lâminas com alto teor de umidade, incluindo menos consumo de energia, menor número de defeitos, ganho volumétrico e melhor estabilidade dimensional das chapas, recomenda-se a indústria para confirmar estes resultados.

AUTORES E AGRADECIMENTOS

DIMAS AGOSTINHO DA SILVA é Professor Assistente do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Rua Bom Jesus, 650 - Juvevê - 80035-010 - Curitiba, PR.

IVAN TOMASELLI é Professor Titular do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Rua Bom Jesus, 650 - Juvevê - 80035-010 - Curitiba, PR.

SETSUO IWAKIRI é Professor Titular do Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Rua Bom Jesus, 650 - Juvevê - 80035-010 - Curitiba, PR. E-mail =

Às empresas Alba Química e Karson, respectivamente, pelo fornecimento da resina e das lâminas de *Rauwolfia*.

Aos técnicos Antônio Toledo, Beatriz Fernandes da Alba Química e Ademir Cavalli da UFPR pela colaboração no decorrer do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APA - AMERICAN PLYWOOD ASSOCIATION. U.S. Product Standart PS1-74: for construction and industrial plywood with typical APA grade-trademarks, PS1-74. Washington, 1974.
- ASTM - AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *ASTM D805-63 testing veneer, plywood and other glued veneer constrution*. Easton: 1970. p.207-234.
- BARBOSA, A.P. *Técnicas de adesão e adesivos*. Curitiba: UFPR, 1995. (mimeografado).
- BALDWIN, R. *Plywood manufacturing practices*. San Francisco: Miller Freeman Publication, 1975. 260p.
- GRAY, V.R. Surface aspects of wetting and adhesion. *Chemistry and industry*, n.23, p.969-978, 1965.
- GRAY, V.R. The wettability of wood. *Forest products journal*, v.12, n.9, p.452-461, 1962.
- HEARMON, R.F.S.; CURRY, W.T. *The strenght properties of timber*. MTP Constructions, 1974. cap.6, p.177-245.
- KOLLMANN, F.P.; KUENZLE, E.W.; STAMM, J. *Principles of wood science and technology: wood based material*. New York: Springer-Verlag, 1975. 703p.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F.; ALENCAR, J.C. *Essências madeireiras da Amazônia*. Manaus,: INPA, 1979. v.1, 245p.
- MARRA, A.A. *Technology of wood bonding principles in practice*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 454p.
- MEDINA, J.C. *Efeito da temperatura de aquecimento na obtenção de lâminas por desenrolamento sobre a qualidade da colagem de compensados fenólicos de Pinus elliottii Engelm*. Curitiba, 1986. 113p. (Tese - Mestrado - UFPR)
- NOCK, H.P.; RICHTER, H.G. *Adesão e adesivos*. Curitiba: UFPR, 84p. 1978. (Apostila)
- SELBO, M.L. Adhesive bonding of wood. *Technical bulletin. USDA / Forest Service*, n.1512, p.1-122, 1975.
- SELLERS, T.; MCSWEEN, J.R.; NEARN, W.T. Gluing of eastern hardwoods: a review. *USDA. Forest Service. SO general technical report*, n.71, p.1-30, 1988.
- SOBRAL FILHO, M. Adesão e adesivos para madeira: 1-teorias de adesão e natureza das colagens com madeira. *Série Técnica. IBDF. Laboratório de Produtos Florestais*, n.5, p.1-22, 1982.
- TOMASELLI, I. Introdução de espécies pouco conhecidas da indústria de compensado da Amazônia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO DE MADEIRA TROPICAL, 1, Manaus, 1992. *Anais*. p.73-94.
- TOMASELLI, I. *Secagem de madeira*. Curitiba: FUPEF, 1980. 69p.
- USDA / FOREST SERVICE. *Wood handbook: wood as an engeneering material*. Madison: FPL, 1974.
- USDA / FOREST SERVICE. *Wood handbook: wood as an engineering material*. Washington: USDA / Forest Service, 1987. 466p.
- VALLIERE, A. *Séchage des bois*. Paris: Ed. Dunod, 1966. 408p.
- ZISMAN, W.A. Surface energetics of wetting, spreading and adhesion. *Journal of paint technology*, v.44, n.564, p.42-57, 1972.

• **TRABALHOS DE PESQUISA** • EFEITO DA CAMADA DE RESÍDUOS FLORESTAIS NA COMPACTAÇÃO DO SOLO CAUSADA PELO TRANSPORTE PRIMÁRIO DA MADEIRA. • *FERNANDO SEIXAS; EZÉR DIAS DE OLIVEIRA JÚNIOR; CÍNTIA RODRIGUES DE SOUZA* • CARACTERÍSTICAS DO SISTEMA RADICULAR EM POVOAMENTOS DE EUCALIPTOS PROPAGADOS POR SEMENTES E ESTACAS. • *SÉRGIO LUÍS DE MIRANDA MELLO; JOSÉ LEONARDO DE MORAES GONÇALVES; LUIS EUGÊNIO GONÇALVES DE OLIVEIRA* • NÍVEIS CRÍTICOS DE FÓSFORO NO SOLO E NAS FOLHAS PARA A IMPLANTAÇÃO DE *EUCALYPTUS GRANDIS* HILL EX MAIDEN, EM QUATRO TIPOS DE SOLOS. • *JOÃO JOSÉ ISMAEL; SÉRGIO VALIENGO VALERI; LENINE CORRADINI; SILVIO FERNANDES ALVARENGA; CELINA FERRAZ DO VALLE; MANOEL EVARISTO FERREIRA; DAVID ARIIVALDO BANZATTO* • ADIÇÃO DE NUTRIENTES AO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL DO TIPO “CULTIVO EM ALÉIAS” E EM CERRADO NA REGIÃO DE BOTUCATU, SP. • *ÁLVARO LUIZ MAFRA; ANDREAS ATILA DE WOLINSK MIKLÓS; HUGO LUIZ VOCURCA; ALEXANDRE HUMBERTO HARKALY; EDUARDO MENDOZA* • VARIAÇÃO GENÉTICA DE INDICADORES DE TENSÃO DE CRESCIMENTO EM CLONES DE *EUCALYPTUS UROPHYLLA*. • *LOTHAR SCHACHT; JOSÉ NIVALDO GARCIA; ROLAND VENCOVSKY* • ESTABILIDADE DIMENSIONAL DO COMPENSADO UTILIZANDO RESINA DE ALTA REATIVIDADE. • *DIMAS AGOSTINHO DA SILVA; IVAN TOMASELLI; SETSUO IWAKIRI* • DURABILIDADE NATURAL DE 46 ESPÉCIES DE MADEIRA AMAZÔNICA EM CONTATO COM O SOLO EM AMBIENTE FLORESTAL. • *MARIA APARECIDA DE JESUS; JOSÉ WELLINGTON DE MORAIS; R. LIÉGE SOUZA DE ABREU; MARIA DE FÁTIMA C. CARDIAS* • ESTIMATIVAS E TESTES DA DISTRIBUIÇÃO DE FREQUÊNCIA DIAMÉTRICA PARA *EUCALYPTUS CAMALDULENSIS*, ATRAVÉS DA DISTRIBUIÇÃO S_B , POR DIFERENTES MÉTODOS DE AJUSTE. • *JOSÉ ROBERTO S. SCOLFORO; AGUINALDO THIERSCHI* • AVALIAÇÃO DE IMAGENS-ÍNDICE E IMAGENS-PROPORÇÃO NA IDENTIFICAÇÃO DE PLANTIOS FLORESTAIS DESFOLHADOS POR GEADAS E PELO ATAQUE DE INSETOS. • *FLÁVIO JORGE PONZONI* • COMPARANDO TRÊS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM: MÉTODOS DE DISTÂNCIAS, CONTAGEM DE QUADRATS E CONGLOMERADO ADAPTATIVO. • *ILKA AFONSO REIS; RENATO MARTINS ASSUNÇÃO* • PROGRAMAS EDUCATIVOS COM FLORA E FAUNA (EXPRESSIONES DA BIODIVERSIDADE) E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL. • *JOÃO LUIZ PEGORARO; MARCOS SORRENTINO* • **COMUNICAÇÕES** • ZONEAMENTO ECOLÓGICO DAS BACIAS DO PARANÁ E ALTO PARAGUAI (MS) PARA *EUTERPE EDULIS* MART. • *OMAR DANIEL; SILVIO NOLASCO OLIVEIRA NETO*