

COMPORTAMENTO DO ANGICO-VERMELHO (*Piptadenia peregrina* Benth.) À ADESÃO COM PVA (ACETATO DE POLIVINILA) E RESORCINOL FORMALDEÍDO

CARMEN REGINA MARCATI¹, RICARDO MARIUS DELLA LUCIA²

RESUMO - O presente trabalho visou o estudo da espécie *Piptadenia peregrina* Benth. quanto às propriedades adesivas, tanto com PVA (acetato de polivinila) quanto com resorcinol. Dois trabalhos foram conduzidos no Laboratório de Propriedades Físicas e Mecânicas da Madeira da UFV. No primeiro verificou-se a diferença de adesão entre madeira de cerne e alburno com os dois adesivos e pressão de 6 kg/cm². No segundo foram utilizadas juntas somente de cerne, os mesmos adesivos, 2 pressões (6 e 10 kg/cm²) e metade das juntas coladas com superfície a colar lavada com NaOH 1%. Foram feitas 30 repetições para cada tratamento em ambos os trabalhos. A madeira apresentou boas características de adesão. Houve diferença significativa ($p < 0,05$) para porcentagem de falha na madeira com as duas colas. O que se observa é a necessidade de maiores estudos quanto ao comportamento da madeira frente aos vários tratamentos, já que esses mostraram diferença na adesão quando usados para a madeira de angico-vermelho.

Palavras-chave: madeira, *Piptadenia peregrina* Benth., adesão, angico-vermelho.

BEHAVIOR OF ANGICO-VERMELHO (*Piptadenia peregrina* Benth.) TO GLUE WITH PVA (POLIVINILE ACETAT) AND RESORCINE FORMALDEID

ABSTRACT - The purpose of this study was to verify the behavior of wood of *Piptadenia peregrina* Benth with respect to adhesion properties. Two studies were conducted in the Physical-Mechanical Properties Laboratory in UFV. One was to verify the difference between sapwood and heartwood, with two adhesives and pression of about 6 kg/cm². The second, the wood was heartwood, the same adhesives, two pressions (6 and 10 kg/cm²) and a half of the glued joints with NaOH 1% washing. The number of repetitions to each treatment in both studies was thirty. The wood of *Piptadenia peregrina* showed good characteristics to adhesion. It was significative difference ($p < 0,05$) to wood fail percentage with two adhesives. It was observed that more studies are necessary since it was significative differences ($p < 0,05$) in adhesion for all treatments and between sapwood and heartwood.

Key-words: wood, *Piptadenia peregrina* Benth., adhesion, angico-vermelho.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da madeira, freqüentemente, requer conhecimento de suas propriedades de adesão. Uma boa colagem é imprescindível, tanto para a indústria moveleira, quanto para confecção de compensados, de aglomerados e até de pequenos objetos, além de outros.

¹ Depto. de Ciências Florestais da FCA/UNESP, 18603-970 - Botucatu, SP.

² Depto. de Engenharia Florestal da UFV, 36570 Viçosa, MG.

Entretanto, a colagem deve ser feita com rigor. Se os adesivos não são usados de uma maneira correta, ou não são aplicados com o cuidado necessário, as vantagens do emprego de

¹ Depto. de Ciências Florestais da FCA/UNESP, 18603-970 - Botucatu, SP.

² Depto. de Engenharia Florestal da UFV, 36570 Viçosa, MG.

adesivos podem ser suplantadas por problemas com desempenho insatisfatório ou errôneo.

O desenvolvimento de uma boa união depende principalmente de três requisitos: um umedecimento adequado proporcionado pelo adesivo líquido, a solidificação do adesivo líquido e a capacidade de modificação da forma do adesivo já solidificado, a fim de reduzir as tensões que acompanham a formação da junta (GILLESPIE et al. 1978).

Três vantagens são oferecidas por juntas coladas no que diz respeito à construção convencional (GILLESPIE et al. 1978): uso mais eficiente do material para minimizar custos, peso e volume; oportunidade de juntar componentes de construção para minimizar o tempo e o trabalho e melhoria de desempenho, porque juntas coladas são mais rígidas e conferem maior resistência ao material.

Algumas características da madeira afetam a colagem, tais como: a densidade, que afeta a penetração do adesivo; a presença de extrativos, que podem causar decréscimo do umedecimento, levando a uma colagem de qualidade inferior, além de interferir na reação de polimerização do adesivo; pontuações areoladas entre fibras, que limitam a penetração do adesivo na madeira e o teor de umidade da madeira, que deve estar entre 6 e 20%. Teores de umidade mais baixos implicam linhas de cola menos resistentes, além de envolverem riscos em formação de bolhas e delaminação (GILLESPIE et al. 1978; IBDF, 1982; SKEIST, 1977).

Várias teorias são oferecidas para explicar a adesão da madeira. No entanto, a teoria mais aceitável admite duas forças distintas: a adesividade específica, que seria a atração molecular entre o adesivo e a superfície da madeira, e a adesividade mecânica, que se define pelo enchimento das cavidades das superfícies porosas da madeira, pelo adesivo solidificado.

O presente trabalho objetivou o estudo da resistência de juntas coladas em *Piptadenia peregrina* Benth.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O teste de adesão da madeira seguiu a norma ASTM D-905(1974), com dois adesivos, o acetato de polivinila (PVA) e o resorcinol.

Foi feito um teste preliminar com os dois adesivos (PVA e Resorcinol) com *Pinus caribaea*, madeira reputadamente de fácil adesão, para testar as duas colas. O Quadro 10 apresenta os resultados desse ensaio. As duas colas se mostraram bastante eficientes, o ensaio mostrou a alta porcentagem de falha da madeira. Segundo FOREST PRODUCTS LABORATORY (1974), o *Pinus caribaea*, a 12% de umidade, tem resistência ao cisalhamento de 129 kgf/cm²; como a madeira apresentou resistência à colagem pouco abaixo dessa média e alta porcentagem de falha na madeira, pode-se concluir que as colas mostraram bom desempenho.

Após o teste preliminar, dois trabalhos foram realizados com a madeira de angico-vermelho. No primeiro, procurou-se verificar se havia diferença na adesão entre as madeiras de cerne e alburno; empregaram-se dois adesivos (um à base de acetato de polivinila-PVA e o outro à base de resorcinol formaldeído), com uma pressão de 6 kg/cm². O segundo visava investigar melhor a adesividade da madeira do cerne. Usaram-se os mesmos adesivos, a duas pressões (6 e 10 kg/cm²), com metade das juntas com superfície a colar lavada com NaOH em solução aquosa a 1% durante 60s, seguidos por lavagem em água corrente durante outros 60s. A outra metade não foi lavada. Em ambos a madeira tinha, em média, 16% de umidade. Foram feitas 30 repetições para cada tratamento, em ambos os trabalhos.

Tomou-se o cuidado de obter juntas com tábuas de aproximadamente o mesmo peso, e livres de quaisquer defeitos.

QUADRO 10 - Resistência ao Cisalhamento (kgf/cm^2) e Porcentagem de Falha na Madeira de Juntas Coladas de *Pinus caribaea*.

Adesivos	Pressão (kg/cm^2)	
	6	10
PVA	105,32 (93,9)*	101,21 (68,0)
Resorcinol	99,04 (99,0)	103,99 (92,7)

* Valores entre parênteses correspondem à porcentagem de falha na madeira.

Para o primeiro trabalho confeccionaram-se 24 juntas (cinco corpos de prova por junta), resultando em 120 corpos de prova, metade utilizada com madeira de cerne e outra metade com madeira de alburno; para o outro foram feitas 48 juntas (cinco corpos de prova por junta), que resultaram em 240 corpos de prova. Esses corpos de prova foram testados em cisalhamento por compressão de acordo com a mesma norma.

Determinou-se o teor de sólidos da cola de resorcinol e de PVA, segundo as normas ASTM D-1582(1974) e ASTM D-1498(1974), respectivamente. A quantidade de sólidos para resorcinol e PVA foi de 52,06 e 48,56%, respectivamente. Em cada junta foram utilizadas 4,64 g de resorcinol ou 3,53 g de PVA, dependendo do tipo de colagem usada. Os adesivos foram espalhados manualmente, com pincel.

Para os dois adesivos, estabeleceu-se um tempo de prensagem de 8h à temperatura ambiente, que era de 25°C.

Procedeu-se a uma análise de variância dos dados, considerando um delineamento inteiramente casualizado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Adesão

O Quadro 11 apresenta as médias de resistência ao cisalhamento dos blocos colados e a porcentagem de falha na madeira para as duas colas (PVA-acetato de polivinila e Resorcinol), duas pressões (6 e 10 kg/cm^2) e lavagem ou não da superfície a colar com NaOH.

O Quadro 12 apresenta o resumo da análise de variância dos dados referentes à resistência ao cisalhamento de blocos colados e a porcentagem de falha na madeira.

Existe diferença significativa entre as duas colas e entre a madeira submetida ou não à lavagem; a pressão a que as juntas são submetidas durante a adesão não tem efeito na resistência ao cisalhamento. O resorcinol confere ao bloco colado maior resistência em relação ao PVA, por ser um adesivo estrutural, já o PVA não é adesivo estrutural.

A lavagem da superfície a colar com NaOH é feita para eliminar o excesso de extrativos da superfície e dar à junta uma melhor colagem. A lavagem aumentou significativamente a resistência ao cisalhamento, tanto do PVA quanto do resorcinol.

Não houve interação entre os fatores estudados, quanto à resistência.

No que diz respeito à porcentagem de falha na madeira, a análise permite concluir que houve interações duplas e tripla significativas. As duas colas se comportaram diferentemente em

QUADRO 11 - Resistência ao Cisalhamento (kgf/cm^2) e Porcentagem de Falha na Madeira de Juntas Coladas da Madeira de *Piptadenia peregrina*

Adesivos	Pressão (kg/cm^2)			
	6		10	
Tratamento de superfície*				
	L	NL	L	NL
PVA	120,1 (34,4)**	108,5 (8,6)	123,3 (9,3)	111,6 (15,9)
Resorcinol	159,1 (82,8)	143,5 (84,6)	167,8 (82,1)	144,4 (92,8)

** Valores entre parênteses correspondem à porcentagem de falha na madeira.

* L = lavada com NaOH 1%

NL = não lavada.

QUADRO 12 - Resumo da Análise de Variância dos Dados Referentes à Resistência ao Cisalhamento e à Porcentagem de Falha na Madeira, no Teste de Adesão

F.V.	G.L.	Quadrados Médios	
		Resistência	Falha
Cola (C)	1	84025,48 **	48,4094 **
Lavagem (L)	1	17181,45 **	0,0594 ns
Pressão (P)	1	957,90 ns	0,0783 ns
C x L	1	1643,27 ns	1,1537 **
C x P	1	39,02 ns	0,5137 **
L x P	1	499,85 ns	1,5081 **
C x L x P	1	495,41 ns	0,3853 *
C/La/P6	1	-	15,7442 **
C/La/P10	1	-	16,5147 **
C/Lp/P6	1	-	5,1668 **
C/Lp/P10	1	-	13,0357 **
L/Cpva/P6	1	-	2,5067 **
L/Cpva/P10	1	-	0,0705 ns
L/Cres/P6	1	-	0,0124 ns
L/Cres/P10	1	-	0,5167 **
P/Cpva/La	1	-	0,1815 ns
P/Cpva/Lp	1	-	2,0240 **
P/Cres/La	1	-	0,2725 ns
P/Cres/Lp	1	-	0,0073 ns
Resíduo	232	762,95	0,0705
Coeficiente	de	20,52	33,88

Variação (%)

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

ns Não-significativo.

relação à porcentagem de falha na madeira, tanto com as pressões de 6 ou 10 kg/cm², como lavando ou não a superfície da madeira a colar com NaOH, a 1%. Para todas as combinações, a madeira apresentou maior porcentagem de falha com a colagem com o resorcinol. A lavagem de superfície com NaOH, na madeira que recebeu PVA e pressão de 6kg/cm², aumentou a porcentagem de falha na madeira; já a lavagem quando se usou o resorcinol e a pressão de 10 kg/cm² diminuiu a porcentagem de falha na madeira. O resorcinol é um adesivo alcalino e a cura deste é realizada com o abaixamento do pH. A superfície da madeira lavada com NaOH pode ter dificultado o processo de cura desse adesivo.

Quanto à pressão, só houve diferença significativa entre as duas pressões (6 e 10 kg/cm²) com o PVA e lavagem da superfície; nesse caso houve aumento da porcentagem de falha na madeira com a pressão de 6 kg/cm².

O Quadro 13 apresenta as médias de resistência ao cisalhamento e a porcentagem de falha na madeira para a colagem de blocos de cerne e alburno de angico-vermelho.

QUADRO 13 - Resistência ao Cisalhamento (kgf/cm²) e Porcentagem de Falha na Madeira de Juntas de Cerne e Alburno

Adesivos	Cerne	Alburno
PVA	129,9 (26,7)*	139,5 (11,8)
Resorcinol	168,3 (89,9)	155,5 (91,4)

* Valores entre parênteses correspondem à porcentagem de falha na madeira.

Pode-se notar, pelo resumo da análise de variância (Quadro 14), que houve diferença entre as duas colas (PVA e resorcinol) na resistência ao cisalhamento de blocos colados, tanto na madeira de cerne quanto na de alburno; o resorcinol produz, ainda nesse caso, juntas mais fortes. A madeira de cerne produz juntas mais fortes apenas com a cola resorcinol; quando se emprega o PVA, a diferença entre os dois tipos de lenho não é significativa.

Em relação à porcentagem de falha na madeira, houve interação significativa para cola e madeira de cerne e alburno. Nos blocos colados com PVA, a madeira de cerne teve maior porcentagem de falha em relação ao alburno.

Concluindo, a madeira apresenta boas características de adesão, mas convém ressaltar a necessidade de maiores estudos, já que esta se comportou diferentemente em relação aos tratamentos utilizados.

QUADRO 14 - Resumo da Análise de Variância dos Dados Referentes à Resistência ao Cisalhamento e à Porcentagem de Falha na Madeira de Cerne e Alburno

F.V.	G.L.	Quadrados médios	
		Resistência	Falha
Cola (C)	1	22271,22 **	24,1071 **
Cerne e Alb. (CA)	1	76,81 ns	0,3235 *
C x CA	1	3737,92 *	0,4984 **
C/Alburno	1	3880,55 **	15,7692 **
C/Cerne	1	22128,83 **	8,8363 **
CA/Cpva	1	1371,56 ns	0,8125 **
CA/Cres	1	2443,19 *	0,0094 ns
Resíduo	116	542,97	0,0533
Coeficiente de Variação (%)		15,71	27,34

** Significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F.

* Significativo, a 5% de probabilidade, pelo teste F.

ns Não-significativo.

4. LITERATURA CITADA

- 1- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. *Annual book of ASTM Standards*, Part. 22. Philadelphia, ASTM, 1974. 948 p.
- 2- FOREST PRODUCTS LABORATORY. *Wood handbook: Wood as an engineering material*. Washington, Superintendent of Documents, U.S. Government Printing Office, 1974. 521p. (Agriculture Handbook, 72).
- 3- GILLESPIE, R. H.; COUNTRYMAN, D.; BLOMQUIST, R. F. *Adhesives in building construction*. Madison Wis. University of Wisconsin, 1978. 160p. (Handbook-USDA, 516).
- 4- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. *Adesão e adesivos para a madeira*. Brasília, 1982. 22 p.
- 5- SKEIST, I. *Handbook of adhesives*. 2.ed. Livingston, Van Nostrand Reinhold, 1977. 921p.