

Avaliação do adesivo ureia-formaldeído com adição de taninos para colagem de madeira

Dianessa Danielli¹; Marina Rates Pires¹; Elesandra da Silva Araujo¹; Heloíse Rodrigues Alves de Sá¹;
Paulo Junio Duarte¹; Fabio Akira Mori¹

¹ Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira / Universidade Federal de Lavras

Resumo: Objetivou-se verificar a viabilidade de substituição do adesivo uréia-formaldeído (UF) por tanino da casca de *Calyptanthes macrophylla* em diferentes proporções para colagem de madeira. Foram feitas extrações em banho-maria, empregando-se 1500 mL de água e 100g de cascas secas (licor/casca 15:1), com adição de Na₂SO₃, a uma temperatura de 70°C por três horas. As lâminas de *Pinus* foram coladas a quente com adesivos UF e sua mistura com tanino em pó. A resistência das juntas coladas foi determinada por meio de resistência ao cisalhamento e falha na madeira. Pode-se concluir que a adição do tanino no adesivo UF melhorou a resistência ao cisalhamento da madeira colada. A maior resistência ao cisalhamento na madeira ocorreu no adesivo com adição de 10% na condição seca (4,95 Mpa), e na condição úmida verificou-se que a adição de 5% do tanino aumentou a resistência ao cisalhamento na colagem de 2,46 Mpa para 4,64 Mpa.

Palavras-chave: Adesivos naturais, Cumatê preto, Taninos vegetais.

Evaluation of urea-formaldehyde adhesive with addition of tannins for wood gluing

Abstract: The objective of this study was to verify the viability of replacing the urea-formaldehyde adhesive (UF) with tannin of *Calyptanthes macrophylla* bark in different proportions for wood bonding. Extractions were carried out in a water bath using 1500 ml of water and 100g of dry husks (15: 1 liquor / bark), with Na₂SO₃ added, at a temperature of 70 ° C for three hours. *Pinus* blades were hot glued with UF adhesives and mixed with tannin powder. The strength of glued joints was determined by shear strength and wood failure. It can be concluded that the addition of tannin to the UF adhesive improved the shear strength of the glued wood. The highest shear strength in the wood occurred in the adhesive with addition of 10% in the dry condition (4.95 Mpa), and in the wet condition it was found that the addition of 5% of tannin increased the shear strength in the bonding of 2,46 Mpa to 4.64 Mpa.

Keywords: Natural stickers, Cumatê preto, Vegetable tannins.

1. INTRODUÇÃO

O uso de painéis de madeira reconstituída como alternativa a madeira sólida tem se tornado tendência nas últimas décadas diante da situação mundial, que prioriza a otimização do uso da matéria-prima e busca por desenvolvimento de novos produtos de qualidade para atender a demanda do mercado cada vez mais exigente (Pedrosa et al., 2005). Junto com o aumento da demanda por painéis de madeira reconstituída está o consumo de adesivo, sendo que o desenvolvimento da indústria de painéis sempre esteve ligado à utilização de adesivos sintéticos,

como a uréia e o fenol-formaldeído (UF – FF). Chow (1983) menciona que estas substâncias, por serem oriundas de derivados de petróleo, elevam o custo do adesivo e consequentemente o custo total dos painéis. Além disso, ocorre a emissão de substâncias tóxicas – formaldeído para a atmosfera (Margosian, 1990). Por este motivo, pesquisas estão sendo desenvolvidas visando substituir os tradicionais adesivos comerciais por outros mais eficientes, ambiental e economicamente. Dentre os materiais pesquisados destaca-se os taninos, os quais são produtos naturais resultantes do metabolismo secundário das plantas contra o ataque de animais e microrganismos, podendo ser encontrados em diversas espécies florestais e em várias partes do vegetal (Paes et al., 2010).

As espécies florestais mais utilizadas para produção comercial de taninos são a Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), Quebracho (*Schinopsis* sp.), e espécies do gênero *Eucalyptus*, como o *E. astringens* Maiden, *E. wandoo* Blakely (Haslam, 1966) e *E. grandis* (Mori, 2000). Segundo Araújo (2019), a espécie *Calyptranthes macrophylla* O. Berg da família Myrtaceae conhecido como Cumatê preto mostrou-se com potencial para extração de taninos, com 21,49 % de taninos condensados e índice de Stiasny superior a 84 %, tendo alta interação dos taninos com o formaldeído almejado na produção de adesivos. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar a viabilidade de substituição do adesivo uréia-formaldeído por tanino da casca de Cumatê preto em diferentes proporções para colagem de madeira de *Pinus* sp.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Anatomia da Madeira do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras. A madeira utilizada foi extraída de uma plantação experimental de *Pinus* sp., proveniente na região de Lavras, MG, obtida em forma de tábuas, que foram transformadas em lâminas de 32 cm de comprimento, 9,5 cm de largura e 0,5 de espessura.

A extração dos taninos da casca de Cumatê preto foi realizada de acordo com Mori et al. (2003), utilizando 3% de sulfito de sódio (Na_2SO_3) em relação a massa seca, à uma temperatura de 70°C e duração de extração de três horas, empregando-se uma relação licor/casca de 15:1 (v:m). Uma vez encerrada a extração, o material foi filtrado em peneira de malha de 1 mm^2 . Posteriormente foi filtrado utilizando-se bomba de vácuo e cadiinhos de vidro de porosidade nº2. Os extratos foram distribuídos em bandejas de vidro e levados à estufa a uma temperatura de 40°C até secagem total. Em seguida, foram moídos até uma granulometria de 200 mesh.

Para a colagem da madeira foram empregados o adesivo uréia-formaldeído (UF) e sua



mistura com tanino vegetal de Cumatê preto. Os tratamentos estudados foram: T1 = 100% UF; T2 = 95% UF + 5% tanino em pó; T3 = 90% UF + 10% tanino em pó.

Para todos os adesivo testados foram determinadas suas propriedades como viscosidade, tempo de gel, teor de sólidos e pH. A viscosidade foi determinada utilizando-se um viscosímetro do tipo Copo Ford (Universal) seguindo os parâmetros estipulados pela norma ASTM D-1200 (1994). O pH foi obtido por leituras em pHmetro. O teor de sólidos foi determinado conforme norma da ASTM-D 1582 60 (1994) e o tempo de gel foi realizado conforme apresentado por Almeida et al. (2010).

Na colagem da madeira foram aplicados 250 g/m² de adesivo em linha de cola dupla. Foi utilizado um ciclo de prensagem com temperatura de 140°C, pressão específica de 8 kgf/cm² e um tempo de prensagem de 8 minutos. Após o período de climatização, as amostras foram preparadas para o ensaio de resistência na linha de cola, seguindo as recomendações da American Society for Testing and Materials – ASTM D - 905 (ASTM, 2008a).

Foi analisado o efeito da adição de taninos na resistência da linha de cola e análise visual de falha na linha de cola. Para análise estatística foi adotado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com 3 tratamentos, totalizando 90 unidades experimentais. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e, quando estabelecidas diferenças significativas, os tratamentos foram comparados entre si, pelo teste Tukey, a 95% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados das propriedades dos adesivos preparados com diferentes porcentagens de tanino extraído da casca de *C. macrophylla*.

Tabela 1. Valores médios das propriedades dos adesivos com diferentes porcentagens de tanino de *C. macrophylla*.

% de Tanino	Teor de Sólidos (%)	pH	Tempo de gel (min)
0	65,30	7,85	12,52
5	63,96	7,28	6,41
10	64,82	6,95	1,5

A fração do adesivo que se polimeriza após a prensagem é representada pelo Teor de Sólidos (TS), os quais influenciam na viscosidade do adesivo, geralmente quanto maior a quantidade, maior é a viscosidade. A presença de compostos não tânicos e de taninos de alto peso

molecular também podem aumentar a viscosidade (Pizzi, 2003). Neste trabalho os valores de TS foram de 65,30% e 64,82% para 100% UF e 10% de tanino, respectivamente. Os valores de pH para 100% de UF foi de 7,85 e o adesivo com 10% de tanino o valor foi de 6,95. Para o tempo de gel observa-se diminuição do tempo à medida que se acrescenta tanino à resina UF. Normalmente, a cura das resinas UF é acelerada à medida que o pH é diminuído, por isso, acrescenta-se à resina um catalisador que libera ácido como, por exemplo, o sulfato de amônio. O tanino apresenta um caráter ácido (pH = 4,0 a 5,0) e consequentemente o pH das resinas modificadas diminuirá à medida que se acrescenta mais tanino à resina UF.

A viscosidade se refere a resistência ao fluxo livre entre camadas de uma matéria, indicando o comportamento de dispersão do adesivo. Para os dois adesivos com adição de taninos os valores ficaram superiores a 6000 cP. Segundo Jung (1988) a viscosidade da solução de tanino é geralmente maior que a de resinas sintéticas para uma mesma concentração. Pizzi (1994) relata que, em comparação com resinas sintéticas, os extratos de tanino são mais viscosos nas concentrações normalmente requeridas em adesivos. Além disso, valores de pH em faixas ácidas podem acelerar a cura dos adesivos, mudando o comportamento da fase gel (Dunki, 2003).

Os adesivos preparados com substituição da UF por taninos foram testados quanto à resistência ao esforço de cisalhamento na condição seca e úmida, os resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Resistência ao cisalhamento de adesivos com diferentes porcentagens de tanino de *C. macrophylla*.

Resistência (MPa)	% de Tanino		
	0	5	10
Condição seca	3,26 a	4,15 a b	4,95 b
Condição úmida	2,46 a	4,64 b	3,89 a b

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de significância.

A resistência da linha de cola em condição seca o adesivo com 5% de tanino se mostrou igual estatisticamente ao tratamento com 100% UF e com 10% de tanino, sendo o adesivo com 10% de tanino que apresentou a melhor resistência ao cisalhamento com valor de 4,95MPa. Na condição úmida o adesivo com 5% de tanino foi o que apresentou melhores resultados, já o 10% não obteve diferença estatística dos outros adesivos testados. Tanto na condição seco e úmida os resultados se mostraram superiores aos descritos por Goulart et al. (2012) para adesivos tânicos de

Stryphnodendron adstringens (2,24 MPa) e *Acacia mearnsii* (2,02 MPa).

Quanto a falha na linha de cola foi observado que 95,9% dos rompimentos se deram na madeira na condição seca, comprovando a eficiência desses adesivos na colagem, já na condição úmida 93,9% dos rompimentos se deram na linha de cola, mostrando menor resistência ao cisalhamento nesta condição.

4. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou resultados de resistência da linha de cola que comprovam a qualidade dos adesivos produzidos, sendo compatíveis com os adesivos comerciais utilizados atualmente. Onde a porcentagem de 10% de tanino na condição seca foi a que apresentou a melhor resistência na linha de cola, assim pode-se dizer que os adesivos de fonte natural possuem potencial para vir a substituir, pelo menos em parte, adesivos sintéticos, ainda que muitos estudos e aprimoramento devam ser realizados para que se produza adesivos com melhor performance.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, à Fapemig e à Capes pelo apoio prestado, e a todos que colaboraram de alguma forma para o desenvolvimento deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

Almeida, NF, Mori, FA, Goulart, SL, Mendes, LM. Estudo da reatividade de taninos de folhas e cascas de barbatimão *Stryphnodendron adstringens* (Mart.) Coville. Science Forestaly. Piracicaba. v. 38, n. 87. p. 401-408, set. 2010.

American Society for Testing and Materials. ASTM - D1582-60. Annual book of Standards. Denver, 1994.

American Society for Testing and Materials. ASTM D - 905: Standard Test Method for Strength Properties of Adhesive Bonds in Shear by Compression Loading. Philadelphia, 2008a.

American Society for Testing and Materials. ASTM D-1200: Test Method for Viscosity by Ford Viscosity, 1994.

Araujo, E. Caracterização das cascas de duas espécies florestais da Amazônia e a produção de adesivos naturais baseados em seus taninos. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia da Madeira). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

Chow, S. Adhesive developments in Forest products. *Wood Science and Technology*. v. 17, p. 1-11, 1983.

Dunki, M, "Adhesives in the Wood Industry", In: Pizzi, A., Mittal, K.L. (Org.). *Handbook of adhesive technology*, 2 ed., chapter 47, New York, Marcel Dekker, 2003.

Goulart, SL, Mori, FA, Almeida, NF, Mendes, RF, Mendes, LM. Resistência ao cisalhamento de painéis compensados produzidos com adesivo à base de taninos de *Stryphnodendron adstringens* (barbatimão). *Floresta e Ambiente*, 19,3,308-315, 2012.

Jung, B. Beiträge zur Verwendung von pflanzlichen. *Floresta e Ambiente*, v.16, n.2, p. 01 - 07, 2009 (Tese de Doutorado).

Margosian, R. Initial formaldehyde emission levels for particleboard manufactured in the United States. *Forest Products Journal*. (Technical note). v. 40, n. 6, p. 19-20, 1990.

Mori, FA. Caracterização parcial dos taninos da casca e dos adesivos de três espécies de *E. grandis*. 2000. 73f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

Mori, FA. et al. Influência do sulfito e hidróxido de sódio na quantificação em taninos da casca de barbatimão (*Stryphnodendron adstringens*). *Floresta e Ambiente*, Seropédica, v. 10, n. 1, p. 86-92, 2003.

Paes, JB. et al. Substâncias tânicas presente em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 441 - 447, 2010.

Pedrosa, AL; Iwakiri S; Matos JLM. Produção de vigas estruturais em perfil "I" com painéis de madeira reconstituída de *Pinus taeda* L. E *Eucalyptus dunnii* Maiden. *Floresta*, v. 35 p.443-449, 2005.

Pizzi, A, "Natural phenolic adhesives I: Tannin". In: Pizzi, A., Mittal, K.L. (Org.), *Handbook of adhesive technology*, 2 ed., chapter 27, New York, Marcel Dekker, pp. 347-358, 2003.

Pizzi, A, *Advanced wood adhesives technology*. New York, Marcel Dekker, 1994.