

## REATIVIDADE DOS TANINOS DA CASCA DE *Eucalyptus grandis* PARA PRODUÇÃO DE ADESIVOS

Angélica de Cássia O. Carneiro<sup>1</sup>, Benedito Rocha Vital<sup>1</sup>, Alexandre Santos Pimenta<sup>1</sup> e  
Fábio Akira Mori<sup>2</sup>

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo estudar a reatividade dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* ao paraformaldeído, em diferentes valores de pH, tempo de hidrólise e sulfitação, e produzir adesivos tânicos para madeira. Observou-se que o melhor tempo de gelificação foi obtido com taninos sulfitados em pH igual a 3, com 3% de sulfito e tempo de reação de 90 minutos. Taninos sulfitados em pH igual a 2 tiveram os piores resultados, desaconselhando-se, portanto, formulações de adesivos com pH inferiores a 3. O melhor adesivo tânico foi aquele produzido com taninos hidrolisados e sulfitados, ao qual foi acrescentado 5% de carga +5% de extensor. Os adesivos produzidos com os taninos apenas sulfitados apresentaram os piores resultados.

Palavras-chave: Taninos, adesivos, *Eucalyptus grandis*

## *Eucalyptus grandis* BARK TANNINS REACTIVITY TO PRODUCE ADHESIVES

**ABSTRACT:** The work objectived to study the reactivity of the tannins of the bark of *Eucalyptus grandis* to paraformaldehyde at different pH values, time of hydrolisis and sulphiteization and to produce tannic adhesives for wood. It was observed that the best gel-time was obtained with tannins sulphited at pH 3, with 3% of sulphite and time of reation of 90 minutes. Sulphited tannins in pH equal to 2 had the worst results, therefore, adesives with pH of formulations lower than 3 should not be used. The best tannic adhesive was that produced with tannins hydrolised and sulphited to which were added 5% of extender and 5% of filler. Adhesives produced with sulphited tannins presented the worst results.

Key words: Tannins, adhesives, *Eucalyptus grandis*

### 1. INTRODUÇÃO

Os adesivos utilizados atualmente são predominantemente sintéticos e, por causa de sua fácil manipulação e excelentes propriedades, pra-

ticamente substituíram a utilização das colas naturais. No entanto, são fabricados com derivados de petróleo, cujo preço tem crescido continuamente nos últimos anos, sendo o item que mais onera o preço dos painéis de madeira. Por outro

---

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa, 36771-000, Viçosa-MG

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, 37200-000, Lavras - MG

lado, a substituição de madeira maciça por seus derivados continua crescendo e, com isso, o consumo de adesivos sintéticos. Atualmente, mais de 70% dos produtos derivados da madeira consomem algum tipo de cola.

Uma das resinas mais importantes é a uréia-formaldeído (UF). Aproximadamente 90% das chapas produzidas no mundo são feitas tendo essa resina como base. Em termos quantitativos, seguem depois o fenol-formaldeído (FF), a melanina (MF) e o resorcinol-formaldeído (RF). A qualidade da linha de cola aumenta na seqüência UF, MF, FF, RF. Na mesma ordem, também o preço, com exceção da resina MF que é a mais cara que a FF. Uma cola de alto preço é a RF, que custa de quatro a cinco vezes mais que a FF.

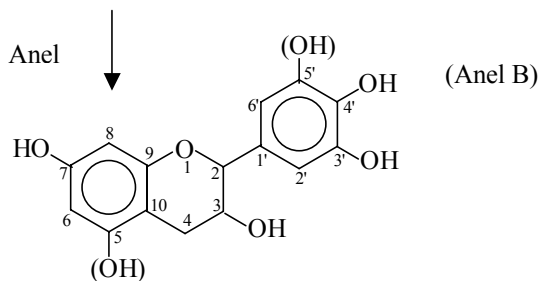
As matérias-primas dos adesivos amino-plásticos e também dos fenol-plástico são, além do petróleo, o gás natural ou o carvão mineral (Skeist, 1990). Num futuro não muito distante, espera-se que essas matérias-primas se tornem cada vez mais escassas, atingindo preços mais elevados, aumentando, assim, o interesse em sua substituição por recursos renováveis. Adicionalmente, sobre o fenol e a uréia, existe uma alta demanda para outras finalidades, principalmente para plásticos, pesticidas e adubos químicos. A maior parte da uréia produzida é utilizada para a fabricação de fertilizantes, para os quais a procura é cada vez maior. Atualmente, 9% da uréia produzida entra na manufatura de resina UF. O fenol é obtido do petróleo, por meio dos intermediários benzeno, tolueno ou cumeno (MORRISON e BOYD, 1981), que se prestam também para a síntese de defensivos agrícolas.

Portanto, pesquisas destinadas a encontrar substitutos das matérias-primas fósseis por recursos renováveis são uma necessidade econômica e estratégica da indústria de produtos de madeira. Uma alternativa é utilizar taninos.

O termo taninos é utilizado para definir duas classes distintas de compostos químicos de natureza fenólica: os taninos hidrolisáveis e os taninos condensados. O primeiro grupo está presente em extratos de cascas e madeiras das árvores de *Terminalia*, *Phyllanthus* e *Caesalpinia*, dentre outros gêneros. São constituídos de misturas de fenóis simples, tais como pirogalol e ácido

elágico, e também ésteres do ácido gálico ou digálico com açúcares, principalmente glicose (HERGERT, 1989). Os taninos hidrolisáveis podem ser utilizados como substitutos parciais do fenol na produção de resinas e adesivos fenol-formaldeído. No entanto, apresentam comportamento químico semelhante aos fenóis, substituídos com baixa reatividade com formaldeído. Este comportamento químico, associado à limitada produção mundial, impede que eles sejam efetivamente utilizados para a produção de adesivos fenólicos (Pizzi, 1983).

Por outro lado, os taninos condensados constituem mais de 90% da produção mundial de taninos comerciais, ultrapassando a marca de 350.000 t/ano (Hergert, 1989), sendo adequados para produção de adesivos fenólicos dos pontos de vista químico e econômico (Pizzi, 1994). A Figura 1 mostra a estrutura de um flavonóide, que constitui o principal monômero dos taninos condensados (Pizzi e Mittal, 1994).



**Figura 1.** Unidade flavonóide básica dos taninos condensados

**Figure 1.** Basic flavonoid unity of condensed tannins.

Os taninos condensados e os flavonóides que lhe dão origem são conhecidos por sua larga distribuição, estando presentes na casca de todas as folhosas e coníferas examinadas até hoje (HERGERT, 1989). Estão presentes, ainda, frequentemente, no cerne de várias essências florestais (Haslam, 1967; Porter, 1998). As espécies florestais mais utilizadas para produção comercial de taninos são as cascas de acácia-negra

(*Acacia mearnsii*). No gênero *Eucalyptus*, podem ser encontrados nas espécies *astringens*, *wandoo* (Haslam, 1967), *grandis*, *saligna* e *urophylla* (Mori, 2000), dentre outras.

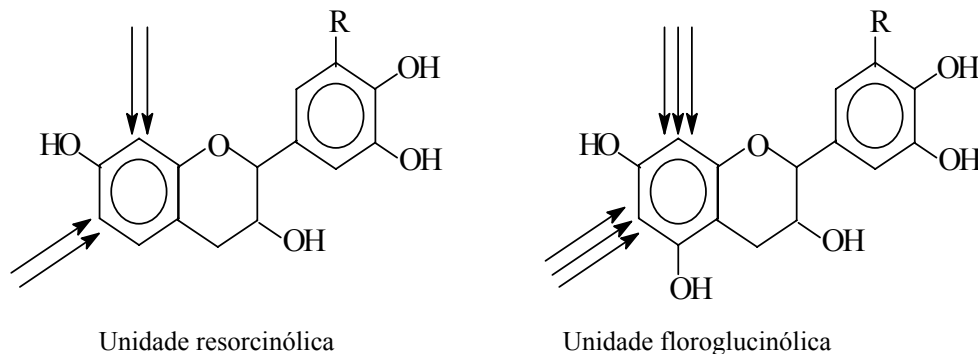
No Brasil, o *Eucalyptus grandis* possui grande potencial para extração de taninos, uma vez que é amplamente difundido nos reflorestamentos pelo Brasil, principalmente no estado de Minas Gerais. A casca de *Eucalyptus grandis* é um subproduto ou, mesmo, um resíduo para a maioria das indústrias madeireiras, trazendo problemas de descarte e de ordem ambiental e econômica. Várias toneladas de resíduo de casca são produzidas anualmente pelas indústrias que consomem madeira de eucalipto.

As pesquisas sobre resinas de tanino foram iniciadas na década de 1950 na Austrália, Indonésia, Índia, Estados Unidos e Venezuela. Mas, o crescente interesse pelo desenvolvimento das resinas partindo de fontes naturais ocorreu somente após a crise do petróleo. Os adesivos à base de taninos são denominados tanino-formaldeídos, ou TF, e são obtidos pela reação de flavonóides poliméricos naturais (taninos condensados) com formaldeído (Pizzi, 1994). A reatividade com formaldeído é semelhante à reatividade do resorcinol.

Segundo Pizzi (1994), essa alta reatividade decorre do anel A dos taninos, que pode ser resorcinólico ou floroglucinólico, podendo atingir, em condições similares, velocidade de reação de 10 a 15 vezes maior que a da reação do fenol com o formaldeído. A alta reatividade dos taninos dificulta a formação de resóis, ou seja, prepolímeros aquosos (meio alcalino) com grupos metilol reativos. Sendo assim, a tecnologia de produção de adesivos fenólicos não pode ser extrapolada para a produção de adesivos à base de taninos. Os resóis tânicos não são estáveis e, por isso, não podem ser armazenados por muito tempo (Santana, 1995).

Para obtenção de composições adesivas, os taninos condensados são normalmente misturados com paraformaldeído, formaldeído ou hexametileno-tetramina. Até o momento da colagem, os taninos são estocados sob a forma de pó ou suspensões aquosas concentradas, permanecendo não reativos até que seja feita a mistura com o agente ligante ou endurecedor. Não há necessidade, portanto, de se produzir prepolímeros semelhantes aos resóis fenólicos convencionais, ou seja, os taninos são compostos por oligômeros tridimensionais com pesos moleculares variados. O material constitui-se, por si só, em uma mistura de prepolímeros prontos para a policondensação com o agente ligante (Guangcheng et al, 1991). Por serem formados de estruturas poliméricas, os taninos condensados, quando utilizados em misturas adesivas, necessitam de baixas quantidades de formaldeído para cura e podem formar linhas de cola altamente resistentes à ação de intempéries (Pizzi, 1983 e 1994). O formaldeído reage com taninos para produzir polimerização por meio de pontes metilênicas nos carbonos C6 ou C8 do anel A (Pizzi e Mital, 1994). As posições C6 e/ou C8 livres das unidades flavonóides constituem os sítios reativos com formaldeído em função do seu forte caráter nucleofílico. Na Figura 2 são mostrados os dois tipos de unidades flavonóides componentes dos taninos utilizados na produção de adesivos para colagem de madeira e subprodutos. As setas na figura fornecem uma indicação da reatividade com o formaldeído.

Os adesivos à base de tanino-formaldeído, contudo, apresentam algumas limitações. Os extratos tânicos contêm, além de ingredientes fenólicos ativos, outras substâncias, principalmente açúcares e gomas de alto peso molecular. Pesquisas mostram que, à medida que aumenta a quantidade de açúcares e gomas, a resistência da linha de cola diminui (Pizzi e Mital, 1994). Além disso, na reação entre o tanino e o formaldeído



**Figura 2.** Reatividade das unidades flavonóides com formaldeído  
**Figure 2.** Reativity of flavonoide units with formaldehyde

ocorrem poucas ligações, porque as moléculas tânicas são grandes e têm pouca mobilidade, o que acarreta um aumento da viscosidade, produzindo linha de cola fraca e quebradiça. Isso ocorre, provavelmente, porque as pontes metilênicas são demasiadamente curtas para fazer ligações efetivas com todas as moléculas tânicas envolvidas (Keinert e Wolf, 1984).

Entretanto, existem possibilidades de melhorar este comportamento e conseguir um adesivo com melhores propriedades, a saber: a) reduzir o tamanho das moléculas tânicas com um pré-tratamento, que pode ser por meio do refluxo alcalino; b) sulfitar os taninos, tentando melhorar a viscosidade do extrato tânico; c) introduzir substâncias ligadoras para conseguir uma melhor ramificação; tais substâncias podem ser precursoras das resinas sintéticas, resinas sintéticas modificadas ou não; d) substituir o formaldeído pelo paraformaldeído (KEINERT e WOLF, 1984).

A sulfitação dos taninos é uma das técnicas mais antigas e utilizadas reações na química de flavonóides e pode ser útil na preparação dos adesivos à base de taninos. Isso porque diminui a viscosidade dos extratos tânicos e também au-

menta a sua solubilidade em água (Pizzi e Mital, 1994).

Assim, o presente trabalho teve como objetivo principal estudar a reatividade, em diferentes valores de pH, de taninos da casca de *Eucalyptus grandis* destinados à produção de adesivos. Como objetivos específicos, busca-se:

- a otimização do sistema de sulfitação dos taninos condensados;
- a produção de adesivos à base de taninos;
- a formulação de adesivos à base de taninos sulfitados e hidrolisados;
- a análise da viscosidade dos adesivos.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

Os taninos foram extraídos de cascas de *Eucalyptus grandis* provenientes da serraria da Companhia Agro-Florestal (CAF), em Bom Despacho, MG. As cascas foram moídas em moinho de martelo e, em seguida, em moinho Wiley e peneiradas, recolhendo-se a fração retida na peneira de 60 mesh. Após a moagem foi determinado o teor de umidade médio da casca.

A extração dos taninos foi feita em autoclave, à temperatura de 70°C, por um período de 3 horas para os seguintes tratamentos: água pura, água + 3% sulfito, empregando-se uma relação

licor/casca de 15:1. Todas as extrações foram feitas em duplicatas. Encerrada a extração, o material foi filtrado, empregando-se uma peneira com malha de 1,0mm<sup>2</sup>. A solução obtida foi novamente filtrada em uma flanela e, posteriormente, em cadinho de vidro sinterizado de porosidade igual a um (1). Os extratos foram distribuídos em bandejas de alumínio e levados à estufa a uma temperatura de 40°C até secagem total. Depois, foram moídos até uma granulometria de 200 mesh, para posterior produção do adesivo.

O tempo de gelificação foi obtido utilizando-se amostras de 2,5g de adesivo de tanino, colocadas em tubos de ensaio de 15 cm de altura e 2 cm de diâmetro, em cujo interior foi mergulhado um bastão de vidro de ponta curva. O conjunto tubo-bastão foi mergulhado num banho de glicerina à temperatura de 120°C, sob agitação. O tempo de gelificação para cada amostra de taninos foi aquele que ocorreu entre imersão do tubo na glicerina e o momento em que a amostra endureceu.

Para a sulfitação dos taninos, para cada 100 partes de taninos foram usadas 150 partes de água, com 3% e 5% de sulfito de sódio. Para a acidificação do meio, usou-se ácido clorídrico a 10N; o pH foi ajustado a partir de 2. O tempo de sulfitação foi de 30, 60 e 90 minutos, para cada valor de pH.

Os adesivos tânicos foram preparados misturando-se aos taninos sulfitados e hidrolisados, endurecedores, bem como os extensores e cargas imediatamente antes da aplicação da cola na madeira. A sua viscosidade foi obtida utilizando-se um viscosímetro do tipo Copo Ford com furo de 4 mm de diâmetro.

Foram produzidas 24 chapas, constituídas de duas lâminas de pinheiro brasileiro. A espessura e a umidade média foram aproximadamente iguais a 0,60mm e 8,5%, respectivamente. As chapas foram fabricadas com dimensões finais de 38 x 10 x 1,2 cm, alterando-se a quantidade de extensores e cargas, obtendo-se os diferentes tratamentos, conforme a relação seguinte:

A1- adesivo fenol-formaldeído comercial;

A2- adesivo de taninos sulfitados, extraídos com 3% sulfito de sódio;

A3- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio;

A4- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio + 5% de carga + 5% de extensor;

A5- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio + 5% de carga;

A6- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio + 5% (de extensor).

Empregaram-se taninos hidrolisados com pH igual a 3, com tempo de reação de sulfitação de 90 minutos e com 3% de sulfito de sódio, porque foram aqueles que apresentaram o maior tempo de gelificação

O extensor, quando utilizado, foi a farinha de trigo, enquanto que a carga utilizada foi a casca de *Eucalyptus grandis*, com granulometria de 200 mesh. Todos os adesivos foram preparados com a adição de 5% de paraformaldeído, controlando-se o teor de sólidos em aproximadamente 40%. As lâminas de madeira receberam 250g/m<sup>2</sup> de cola em face dupla e as chapas foram prensadas durante 8 minutos, a uma temperatura de 150°C e pressão de 12kgf/cm<sup>2</sup>. Posteriormente, as chapas foram acondicionadas até equilíbrio a uma temperatura de 25°C e 75% de umidade relativa. Após o acondicionamento, a resistência da linha de cola foi determinada segundo a norma ASTM D 2339 – 70 (2000). Foram calculadas a resistência ao cisalhamento e a percentagem de falha na madeira. Para a análise dos dados, considerou-se um delineamento inteiramente casualizado com seis tratamentos e duas repetições.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A viscosidade de todos os adesivos tânicos foi superior a 6.000 cP. O tempo de gelificação do adesivo comercial à base de fenol-formaldeído, com pH igual a 13,0 e cuja viscosidade foi igual a 308 cP, foi de 265 segundos. Para o adesivo preparado com tanino bruto, com

pH igual a 5,7, o tempo de gelificação foi igual a 24 segundos. Para os adesivos fabricados com taninos sulfitados o tempo médio de gelificação médio variou entre 30 e 98 segundos. Estes dados evidenciam a alta reatividade dos taninos em relação ao paraformaldeído, já observada em trabalhos anteriores (MORI, 1997; MORI 2000), diminuindo a vida útil dos adesivos. A análise de variância para o tempo de gelificação indicou efeito significativo do tempo de sulfitação e do pH dos adesivos. A interação entre tempo de sulfitação pH dos adesivos e teor de sulfito também foi significativa. Assim, os efeitos foram desdobrados e os resultados são apresentados na Tabela 1.

Pela Tabela 1, observa-se também que o adesivo com maior tempo de gelificação foi aquele preparado com pH igual a 3, sulfitado com 3% de sulfito e tempo de reação de 90 minutos seguido por aquele sulfitado com 5%. De um modo geral, observa-se que os adesivos com pH igual a 2 foram aqueles que reagiram mais rapidamente e, por isso, produziram os piores resultados.

Na Tabela 2 são apresentadas as médias dos valores de resistências ao cisalhamento e porcentagem de falhas na madeira das amostras de chapas, após equilíbrio a 75% de umidade relativa e 25°C de temperatura. A análise de variância destes dados indicou que houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos para resistência ao cisalhamento e porcentagem de falha na madeira, a 5% de probabilidade.

Observa-se, pela Tabela 2, que houve diferença significativa na resistência ao cisalhamento entre as chapas produzidas com adesivos à base de taninos. Os adesivos A3 a A6 foram mais resistentes do que o adesivo A2. No entanto, todos os adesivos tânicos foram menos resistentes do que o adesivo fenólico. Para os adesivos à base de taninos, aquele que apresentou a maior média foi produzido com taninos extraídos com sulfito de sódio, sulfitados, hidrolisados e contendo 5% de carga e 5% de extensor. A menor resistência do adesivo A2 provavelmente foi provocada pela sua alta viscosidade, uma vez

que as moléculas tânicas não foram hidrolisadas. Na Tabela 2, observa-se ainda que as chapas produzidas com adesivo fenólico apresentaram os melhores resultados e que a linha de cola não se rompeu, uma vez que as falhas ocorreram na madeira.

Para os adesivos à base de taninos, a porcentagem de falha na madeira, exceto para o tratamento A4, foi inferior a 70%. Isto pode ter sido provocado pela elevada viscosidade dos adesivos e teor de sólidos de apenas 40%.

Segundo Santana e Sobral Filho (1993), citados por Mori (1997), a aplicação do extensor melhora as propriedades adesivas e a capacidade de manter a viscosidade do adesivo no momento da prensagem do compensado. Já a aplicação de carga tem uma grande importância no controle das funções de mobilidade do adesivo, principalmente o espalhamento, a penetração e no aumento da capacidade do adesivo em preencher os espaços vazios e irregularidade na superfície das lâminas. Observa-se que os adesivos sem extensor e sem carga apresentaram resultados inferiores do que os adesivos com 5% de carga +5% de extensor. Nota-se, portanto, a importância do extensor e da carga nos adesivos à base de tanino de eucalipto.

De modo geral, observou-se que os adesivos de taninos sulfitados e hidrolisados, de eucalipto, ainda foram mais viscosos do que os adesivos fenólicos. Este fato é atribuído ao maior tamanho das moléculas polifenólicas do tanino e também pela presença de gomas, ceras e carboidratos residuais que ficaram.

#### 4. CONCLUSÕES

Os adesivos com o tempo de sulfitação de 90 minutos foram os que tiveram os melhores resultados.

A melhor linha de cola foi produzida com o adesivo de tanino com pH igual a 3, com 3% de sulfito na reação e tempo de reação de 90 minutos. O tempo de gelificação deste adesivo foi de 98 segundos.

O adesivo fenólico comercial, além de apresentar menor viscosidade e melhor aplicabilidade, produziu os melhores resultados de percentagem de falha na madeira e resistência ao cisalhamento.

**Tabela 1.** Comparações entre médias do tempo de gelificação em segundos, em função da sulfitação, pH e tempo de sulfitação, empregando-se o teste de Tuckey a 5% de probabilidade

*Table 1.* Comparison between gel-time means in seconds, according to sulphiteization, pH and sulphiteization time, using Tuckey test at 5% of significance

Sulfitação – 3%								
pH = 2			pH = 3			pH = 4		
Tempo	Média	Comp.	Tempo	Média	Comp.	Tempo	Média	Comp.
60	43,0	A	90	98,0	A	60	65,0	A
30	34,3	A	30	58,6	B	30	51,3	AB
90	31,0	A	60	45,0	B	90	42,3	B
Sulfitação – 5%								
pH = 2			pH = 3			pH = 4		
Tempo	Média	Comp.	Tempo	Média	Comp.	Tempo	Média	Comp.
60	48,3	A	90	61,3	A	90	69,7	A
90	37,0	A	60	46,3	AB	30	52,0	B
30	33,0	A	30	40,0	B	60	27,0	B
Sulfitação – 3%								
Tempo = 30			Tempo = 60			Tempo = 90		
pH	Média	Comp.	PH	Média	Comp.	pH	Média	Comp.
3	58,7	A	4	69,0	A	3	98,0	A
4	42,3	B	3	45,0	B	4	51,3	B
2	34,3	B	2	43,0	B	2	31,3	C
Sulfitação – 5%								
Tempo = 30			Tempo = 60			Tempo = 90		
pH	Média	Comp.	PH	Média	Comp.	pH	Média	Comp.
3	52,0	A	2	48,3	A	4	69,7	A
4	40,0	AB	3	46,3	A	3	61,3	A
2	33,6	B	4	37,0	A	2	37,0	B
Tempo = 30								
pH = 2			pH = 3			pH = 4		
Sulfitação	Média	Comp.	Sulfitação	Média	Comp.	Sulfitação	Média	Comp.
3	34,33	A	3	58,67	A	5	52,00	A
5	33,67	A	5	40,0	B	3	42,33	A
Tempo = 60								
pH = 2			pH = 3			pH = 4		
Sulfitação	Média	Comp.	Sulfitação	Média	Comp.	Sulfitação	Média	Comp.
5	48,00	A	5	46,33	A	3	65,00	A
3	43,00	B	3	45,00	A	5	37,00	B
Tempo = 90								
pH = 2			pH = 3			pH = 4		
Sulfitação	Média	Comp.	Sulfitação	Média	Comp.	Sulfitação	Média	Comp.

5	37,0	A	3	90,0	A	5	69,6	A
3	31,3	B	5	61,3	B	3	51,3	B

**Tabela 2.** Comparação das médias de resistência ao cisalhamento e porcentagem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Table 2.** Comparison between means of shear strength and percentage of wood failure, using Tukey test at 5% of significance.

Tratamentos	Resistência – kg/cm <sup>2</sup>	Tratamentos	Falha na madeira - %
A1	50,9 A*	A1	100 A*
A4	41,0 B	A4	75 B
A6	37,8 BC	A2	47 C
A5	36,8 BC	A5	40 C
A3	35,4 BC	A3	39 C
A2	33,4 C	A6	36 C

\*As médias seguidas de uma mesma letra não diferem entre si, pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade

Em que: A1- adesivo fenol-formaldeído comercial; A2- adesivo de taninos sulfitados, extraídos com 3% sulfito de sódio; A3- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio; A4- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio + 5% de carga + 5% de extensor; A5- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio + 5% de carga; A6- adesivo de taninos sulfitados e hidrolisados, extraídos com 3% sulfito de sódio + 5% de extensor).

Os adesivos produzidos com taninos apenas sulfitados apresentaram os piores resultados, uma vez que estes adesivos eram muito viscosos.

Além da sulfitação, a hidrólise ácida dos taninos é necessária para que os mesmos se tornem menos viscosos.

A sulfitação com 3% de sulfito, tempo de 90 minutos e pH igual a 3, parece ser a melhor solução para diminuir a viscosidade do adesivo de tanino.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Annual Book of ASTM Standards**, v. 15.06 – Adhesives. Philadelphia, 2000. 600 p. Standard test method for strength

properties of adhesives in two-ply wood construction in shear by tension loading (s. D 2339-98).

GUANGCHENG, Z.; YUNLU, L.; YAZAKI, Y. Extractive yields, Stiasny values and polyflavonoid contents in barks from six acacia species in Australia. **Australian Forestry**, Queen Victoria, v. 554, n. 2, p. 154-156, 1991.

HASLAM, E. **Chemistry of vegetable tannic**. New York: Academic Press, 1967. 79 p.

HERGERT, H. J. Condensed tannic in adhesives: introduction and historical perspectives. In: HEMINGWAY, R.W. et al. (Ed.). **Adhesives from renewable resources**. Washington: American Chemical Society, 1989. p. 155-171.



- KEINERT, J.; WOLF, F. **Alternativas de adesivos à base de taninos para madeira**. Curitiba: FUPEF, 1984. 27 p. (FUPEF Série Técnica)
- MORI, F. A. **Uso de taninos da casca de Eucalyptus grandis para produção de adesivos de madeira**. 1997. 47 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MORI, F. A. **Caracterização parcial dos taninos da casca e dos adesivos de três espécies de eucaliptos**. 2000. 73 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- MORRISON, R. T.; BOYD, R. N. **Química orgânica**. Fundação Calouste Gulbenkian, 1981. 1498 p.
- PIZZI, A. **Advanced wood adhesives technology**. New York: Marcell Decker, 1994. 289 p.
- PIZZI, A (Ed.) **Wood adhesives: chemistry and technology**. New York: Marcell Decker, 1983. 364p.
- PIZZI, A.; MITTAL, K.L. (Ed.). **Handbook of adhesive technology**. New York: Marcell Decker, 1994. 680 p.
- PORTER, L. J. Flavans and proanthocyanidins. IN: HARBORNE, J. B. Ed. **The flavonoides: advances in research since 1980**. New York: Chapman and Hall, 1998. 621 p.
- SANTANA, M. A. E.; BAUMANN, M. G. D.; CONNER, A. H. Resol resins prepared with tannin liquidified in phenol. **Holzforschung**, Berlin, v. 49, n. 2, p. 146-152, 1995.
- SKEIST, I. (Ed.). **Handbook of adhesives**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990. 778 p.