

PRODUÇÃO DE CHAPAS DE MADEIRA AGLOMERADA COM ADESIVO URÉIA-FORMALDEÍDO MODIFICADO COM TANINO DE *Mimosa caesalpiniaefolia* Bentham (SABIÁ)

Celso de Almeida Gonçalves¹
Roberto Carlos Costa Lelis¹
Edv Oliveira Brito¹
Alexandre Miguel do Nascimento¹

RESUMO

Chapas de madeira aglomerada foram fabricadas utilizando-se adesivo modificado obtido pela substituio parcial do adesivo Uréia-Formaldeído (UF) por extratos tannicos de *Mimosa caesalpiniaefolia*. Três formas de extrao e dois níveis de substituio da resina sinttica pelo extrato tannico da madeira foram testados. As propriedades físicas e mecânicas das chapas foram avaliadas. Os resultados para Módulo de Elasticidade (MOE), Módulo de Ruptura (MOR), Ligao Interna (LI) e Inchamento em Espessura (IE) mostraram-se de acordo com a norma comercial americana CS-236-66, utilizada para a avaliao da qualidade deste tipo de chapa.

Palavras-chaves: *Mimosa caesalpiniaefolia*, tanino, chapa de madeira aglomerada

ABSTRACT

PARTICLEBOARD MADE WITH RESIN UREA-FORMALDEHYDE MODIFIED WITH TANNIN FROM *Mimosa caesalpiniaefolia* Bentham

Particleboards were produced with modified resins made by partial substitution of Urea-Formaldehyde by tannin from *Mimosa caesalpiniaefolia*. Three ways of extraction and two levels of synthetic resins substitution were tested. Particleboards physical and mechanical properties were measured. Results for Tickness Swelling, Modulus of Rupture and Modulus of Elasticity on Static Bending and Internal Bond are according to the Wood Particleboard Commercial Standard CS-236-66.

Key words: *Mimosa caesalpiniaefolia*, tannin, particleboard

INTRODUO

Na fabricao de painéis de madeira são utilizados adesivos sintticos como Uréia-Formaldeído (UF), Fenol-Formaldeído (FF),

Melamina-Formaldeído (MF), entre outros. Devido ao alto custo desses adesivos, pesquisas que visam a introduo de alterao nas suas formulao são importantes para a reduo de custos da produo.

¹ Departamento de Produtos Florestais/Instituto de Florestas/UFRRJ; Br 465, km 07 23890-000 Seropédica – RJ; lelis@ufrj.br

Recebido para publicao em 2003

Dentre os materiais pesquisados para substituir as resinas sintéticas, destaca-se o tanino, polifenol presente em fontes renováveis, como por exemplo, na casca de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild) e na madeira do cerne do Quebracho (*Schinopsis sp.*). Os taninos podem ser classificados em hidrolisáveis e condensados, dependendo da natureza dos seus constituintes. Os taninos condensáveis são formados por unidades de flavonóides em vários graus de condensação (Pizzi, 1994). A característica típica dos tanino condensável é a sua precipitação com formaldeído em meio ácido (Reação de Stiasny), podendo assim ser quantificado (Dix & Marutzky, 1982). A reação do tanino com formaldeído é o fundamento para seu emprego como adesivo pois assim surgem policondensados de alto peso molecular (Roffael & Dix, 1994).

Desde a década de setenta, adesivos à base de tanino de Acácia Negra vêm dominando o setor industrial de adesivos tânicos (Pizzi et al. 1998). Na África do Sul, Finlândia, Nova Zelândia, Alemanha e Argentina, o tanino vem sendo empregado em colagem de produtos de madeira. (Pizzi, 1994). Com adesivos de Tanino-Formaldeído (TF) podem ser fabricadas chapas de madeira aglomerada com altas propriedades tecnológicas (Roffael & Dix, 1994).

Gonçalves & Lelis (2001) mostraram que a madeira de *Mimosa caesalpiniaefolia* apresentou altos teores de polifenóis condensáveis (Índice de Stiasny de aproximadamente 90 %), obtendo-se rendimento em taninos de 8 %. Dessa forma, a madeira apresenta potencial para ser utilizada como fonte de taninos. Assim, o objetivo desse trabalho foi estudar a viabilidade de utilização do extrato tânico da madeira de *Mimosa caesalpiniaefolia* (Sabiá), como substituto parcial em resina sintética à base de Uréia-Formaldeído (UF) utilizadas na fabricação de chapas de madeira aglomerada.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta do material e extração

Seis árvores de *Mimosa caesalpiniaefolia*, com 7 anos de idade, foram coletadas em plantios da EMBRAPA-Agrobiologia,. Cerca de 20 Kg de

madeira (base seca) foram picadas, reduzidas a cavacos e transformadas em partículas em moinho de martelos com malha de 1,0 cm. A extração foi feita em autoclave rotativo de laboratório, utilizando-se 2 kg de material e 12 litros de água destilada. A temperatura e o tempo de extração foram, respectivamente, 80° C e 2 horas. Três formas de extração foram escolhidas:

T1: Extração com água destilada.

T2: Extração com água destilada e sulfito de sódio (0,5% em relação à massa seca de madeira).

T3: Extração com água destilada e carbonato de sódio (0,5% em relação à massa seca de madeira).

Após cada extração, o material foi filtrado e parte da água foi vaporizada em painéis de alumínio colocadas em fogão a gás por aproximadamente 3 horas. O extrato concentrado foi colocado em bandejas de vidro e mantido em estufa a 70° C até a obtenção da massa seca. O material foi moído para obtenção do extrato na forma de pó. O percentual de extrativo foi determinado pela razão entre a massa de extrato obtida e a massa seca de madeira seca processada em cada extração. O resultado foi expresso em porcentagem.

Análise das propriedades do extrato tânico

O teor de polifenóis (taninos) condensados (Número de Stiasny) foi determinado pela reação de Stiasny segundo Dix & Marutzky (1982).

Soluções de extrato a 40% das três diferentes formas de extração foram preparadas para determinação da solubilidade, tempo de formação de gel, viscosidade e pH. Para cada análise foram feitas três repetições e obtida a média dos valores.

A solubilidade dos extratos foi determinada diluindo-se 5,0 g do extrato (base seca) em 1 litro de água destilada a 50° C. A solução foi homogeneizada e filtrada em cadinho de vidro sinterizado de porosidade nº 3 para reter o resíduo não solubilizado. Ao final colocou-se o cadinho em estufa a 105° C ± 3° C até completa secagem. A solubilidade foi calculada dividindo-se a massa do resíduo por 5,0 e o resultado, convertido em porcentagem, foi subtraído de 100%.

O tempo de formação de gel foi determinado segundo Tostes & Lelis (2001), adicionando-se

como endurecedor uma solução de formaldeído a 37% na proporção de 20% sobre a massa de sólidos contida na solução de tanino. A viscosidade foi determinada no aparelho Rheo Viskometer, sendo o resultado expresso em centipoises; o pH foi determinado pela utilização de pH-metro a 20° C.

Análise das propriedades do adesivo UF e de suas modificações com tanino de *Mimosa caesalpiniaefolia*

As propriedades (teor de sólidos, viscosidade

e tempo de formação de gel) do adesivo Uréia-Formaldeído (UF) (PB-2346), fornecido pela Empresa BORDEN QUÍMICA, bem como de suas modificações com extratos tânicos de *Mimosa caesalpiniaefolia* foram determinadas. Para cada análise foram feitas três repetições, sendo apresentado o valor médio. A análise de variância não foi empregada, em razão do reduzido número de repetições. A tabela 1 apresenta a constituição dos adesivos modificados com os extratos de *M. caesalpiniaefolia*.

Tabela 1. Constituição do adesivo UF modificado com solução de extrato tânico a 40 %.
Table 1. Formation of adhesive UF modified with tannin solution (40 %).

Tratamento	Forma de extração	% de solução de extrato a 40%	% de resina sintética UF (PB-2346)
T1 (Testemunha)	-	-	100%
T2	Água	10%	90%
T3	Água	20%	80%
T4	Sulfito de sódio	10%	90%
T5	Sulfito de sódio	20%	80%
T6	Carbonato de sódio	10%	90%
T7	Carbonato de sódio	20%	80%

Na determinação do teor de sólidos, foram separadas amostras dos diferentes adesivos, que foram pesadas e colocadas em estufa a 105° C ± 3° C até a completa secagem. O teor de sólidos foi calculado dividindo-se o valor da massa da matéria seca obtida em estufa pela massa inicial, e o resultado expresso em porcentagem.

O tempo de formação de gel e a viscosidade do adesivo UF e dos adesivos modificados foram determinados do mesmo modo empregado para os extratos puros, como foi apresentado anteriormente. Na determinação do tempo de formação de gel empregou-se como endurecedor 2% de uma solução de sulfato de amônia a 24% sobre a massa total de sólidos.

Fabricação de chapas de madeira aglomerada

Na confecção das chapas de madeira aglomerada foram utilizadas partículas de *Eucalyptus pellita*. Toretas foram reduzidos a cavacos e estes a partículas em moinho de martelo. A seguir, as partículas foram classificadas em peneiras vibratórias sendo utilizadas as que passaram pela peneira de 4,37 mm e que ficaram retidas na peneira de 0,61 mm. As partículas foram secas ao ar livre até atingirem teor de umidade entre 14% e 15%. Aplicou-se o adesivo por aspersão por meio de pistola automática em um tambor rotativo. Em seguida, usou-se uma caixa formadora de madeira para fazer uma pré-prensagem. O colchão foi colocado entre dois batentes de aço com 1,27 cm de altura e prensados

em uma prensa hidráulica. As condições de confecção e as características das chapas produzidas foram as seguintes: Dimensões das chapas: 40 cm x 40 cm x 1,27 cm, Densidade: 0,60 g/cm³, Conteúdo de adesivo: 10% sobre a massa de partículas (base seca), Temperatura: 170° C, Pressão: 30 kgf/cm², Tempo de fechamento: 45 s, Tempo de prensagem: 9 min, Endurecedor: 2% de uma solução de (NH₄)₂SO₄ a 24% sobre o total de sólidos.

Para cada tratamento foram fabricadas 5 chapas. Após a prensagem, as chapas foram mantidas em sala climatizada por 21 dias à temperatura de 20° C ± 1° C e umidade relativa de 65% ± 2%. A seguir, foram recortados os corpos-de-prova para o diferentes ensaios de acordo com a norma da American Society for Testing and Materials (ASTM, 1998). Os seguintes ensaios foram realizados: Inchamento em espessura (IE) e Absorção em água (AA) após 2 h e 24 h de imersão em água, Resistência à flexão estática (MOR e MOE) e Resistência à tração perpendicular – Ligação Interna (LI), (ASTM, 1998).

A densidade das chapas foi determinada pelo método estereométrico, ao teor de umidade de aproximadamente 12% (umidade de equilíbrio observada na câmara de climatização). Os ensaios das propriedades mecânicas das chapas foram realizados em máquina universal de ensaio.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, procedendo-se a análise de variância para os dados obtidos. O teste de Tukey, ao nível de 95 % de probabilidade, foi utilizado para comparação entre as médias, todas as vezes em que a hipótese da nulidade fosse rejeitada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 estão apresentados os valores médios do rendimento em extratos, do teor de polifenóis condensáveis (Número de Stiasny) e do rendimento em taninos para as diferentes formas de extração.

Tabela 2. Valores médios para rendimento em extratos (%), N° de Stiasny – NS (%) e rendimento em tanino (%) dos extratos de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Table 2. Extract yield, Stiasny Index and tannin yield of the different treatments.

Extração com	Rendimento em extrato (RE)	Número de Stiasny (NS)	Rendimento em tanino (RT)
Água	3,7 %	65,2 %	2,41 %
Sulfito	4,6 %	61,3 %	2,81 %
Carbonato	4,3 %	64,5 %	2,77 %

RT = (RE x NS) /100

O rendimento em extratos (3,7 – 4,6 %) ficou abaixo do esperado, pois Gonçalves & Lelis (2001) encontraram rendimentos de 8 % a 14 % em madeira de *M. caesalpiniaefolia* extraída sob refluxo. A qualidade e a quantidade extraída depende da temperatura de extração. Uma temperatura muito alta pode provocar uma decomposição parcial dos polifenóis e uma menor temperatura provoca menores rendimentos em extratos. Assim, para aumentar o rendimento seria necessária alteração em algumas variáveis do processo de extração como tempo de extração e temperatura.

A adição dos sais favoreceu positivamente no rendimento apesar da diferença ter sido pequena. A adição de produtos químicos como sulfito aumenta o rendimento porque os polifenóis de difícil dissolução são solubilizados. Além de influenciar no rendimento, esses produtos clareiam a cor do extrato e impedem processos de oxidação durante a extração.

O N° de Stiasny ficou em torno de 62 – 65%. Na reação de Stiasny são precipitados somente taninos do tipo flavanol através da condensação com formaldeído em meio ácido. Os produtos de condensação formados são de alto peso molecular e de difícil dissolução. Nota-se que o n° de Stiasny variou pouco para os três diferentes tratamentos. Quanto maior o n° de Stiasny, maior é a quantidade de polifenóis (taninos) presentes nos extratos.

A tabela 3 mostra os valores médios para a solubilidade em água (%), para o tempo de formação de gel (min), viscosidade (cP) e pH dos

extratos obtidos a partir dos três diferentes tratamentos.

Tabela 3. Valores médios observados para a solubilidade em água (%), para o tempo de formação de gel (min), viscosidade (cP) e pH dos extratos de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Table 3. Results of the water solubility (%), gel time (min), viscosity (cP) and pH from *M. caesalpiniaefolia* extracts.

Extração com	Solubilidade (%)	Tempo de Formação de gel (min)	Viscos. (cP)	pH
Água	89,3	> 40	310	4,86
Sulfito	87,2	> 40	336	5,02
Carbonato	99,9	≈ 15	494	7,19

O conhecimento da solubilidade dos extratos em água é importante, uma vez que os mesmos serão empregados na forma de solução. O tratamento com carbonato possibilitou uma solubilidade de praticamente 100% ao contrário dos outros dois tratamentos.

O tempo de gelatinização é um fator importante para a caracterização do comportamento de uma resina. Ele expressa uma medida da velocidade de transformação emulsão-gel. O tempo de gelatinização dos tratamentos água e sulfito não pôde ser determinado. Até 40 minutos a gelatinização não foi observada. O tempo de formação de gel depende da estrutura da molécula do tanino.

Entre os tratamentos com água e sulfito não houve grandes diferenças nos valores da viscosidade. Porém, os extratos obtidos com a adição de carbonato de sódio apresentaram maiores valores de viscosidade. Geralmente, a adição de sais favorece para diminuição da viscosidade de extratos, o que não aconteceu. Lelis & Gonçalves (1998) encontraram valores de 235 centipoises para uma solução de tanino a 50% de Acácia Negra. Segundo a literatura, a viscosidade de uma solução de tanino depende do teor de sólidos da mesma. Além do teor de sólidos, a viscosidade depende do peso molecular do extrato, bem como do teor de componentes não-fenólicos.

Os extratos apresentam, além dos polifenóis, outros componentes orgânicos e inorgânicos denominados de não-taninos. Eles englobam principalmente açúcares, carboidratos e pectinas e podem influenciar nas propriedades dos extratos, provocando por exemplo, aumento da viscosidade da solução de extrato (Pizzi, 1980).

Analisando-se o pH dos extratos, pode-se inferir que o mesmo desempenha um papel importante no tempo de gelatinização. De modo geral, menores tempos de gelatinização podem ser obtidos com extratos mais alcalinos.

Na tabela 4 são apresentados os valores médios obtidos para teor de sólidos, viscosidade e tempo de formação de gel do adesivo UF e de suas modificações com os extratos.

Quanto à viscosidade, houve diminuição dos valores com a adição dos extratos, com exceção do tratamento com carbonato, onde a adição de 20% de extrato provocou aumento da viscosidade. A viscosidade é uma grandeza importante para o adesivo; uma viscosidade alta prejudica a capacidade de esparramamento do adesivo, umectação e adesão (Maciel et al., 1996). Uma baixa viscosidade facilita em muito a pulverização de uma resina; uma viscosidade maior do que 1500 centipoises dificulta a aplicabilidade do adesivo na fabricação de chapas de partículas (Brito, 1995).

Tabela 4. Valores médios para teor de sólidos, viscosidade e tempo de formação de gel do adesivo Uréia-Formaldeído (UF) e de suas modificações com os extratos de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Table 4. Results of the solid content, viscosity and gel time of adhesive UF and UF modified with extracts from *M. caesalpiniaefolia*.

Tratamento	Teor sólidos (%)	Viscos. (centipoise)	Tempo de formação de gel
UF (PB-2346)	64,6	497	2 min
90% UF + 10% extrato (água)	59,1	336	2 min 20 s
80% UF + 20% extrato (água)	57,4	283	2 min 25 s
90% UF + 10% extrato (sulfito)	60,3	408	2 min 15 s
80% UF + 20% extrato (sulfito)	58,7	372	2 min 20 s
90% UF + 10% extrato (carbonato)	59,9	309	3 min
80% UF + 20% extrato (carbonato)	56,3	603	3min 18 s

O tempo de formação de gel aumentou com a adição do extrato de *Mimosa caesalpiniaefolia*, embora a diferença tenha sido muito pequena. O aumento da concentração de 10% para 20% de extrato, independentemente do tratamento, não acarretou grandes alterações no tempo de gelatinização da resina. O tempo de gelatinização não é dependente direto da cinética da reação. Uma resina gelatinizada não está completamente

interligada; sob determinadas condições - por exemplo através da manutenção de temperatura - ela reage continuamente até que o processo esteja completado.

A tabela 5 mostra os valores médios da densidade das chapas obtidos ao teor de umidade de 12%, do Inchamento em espessura (IE) e Absorção em Água (AA) após 2 h e 24 h de imersão em água.

Tabela 5. Valores médios para a densidade (g/cm³), medida a 12% de teor de umidade, Inchamento em espessura (IE) e Absorção em Água (AA) após 2 h e 24 h (%) das chapas fabricadas com a resina UF e suas modificações com os extratos de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Table 5. Results of the density, thickness swelling in water (2h and 24h), water absorption (2h and 24h) of the particleboards made with UF resin and UF modified with tannin from *M. caesalpiniaefolia*.

Tratamento	Dens. (g/cm ³)	IE 2h (%)	IE 24 h (%)	AA 2h (%)	AA 24h (%)	
UF (testemunha)	0,59 a	14,06 c	18,02 c	69,01 a	81,36 a	
UF + 10% extrato	Água	0,60 a	19,55 b	25,80 b	72,70 a	84,22 a
	Sulfito	0,61 a	22,50 a b	28,47 a b	73,25 a	85,47 a
	Carbonato	0,61 a	19,55 b	24,11 b	70,66 a	83,48 a
UF + 20% extrato	Água	0,60 a	24,61 a	32,75 a	73,80 a	85,24 a
	Sulfito	0,60 a	23,12 a b	28,98 a b	74,37 a	85,07 a
	Carbonato	0,60 a	20,60 a b	25,09 b	69,72 a	85,46 a

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa nos valores da densidade para as diferentes chapas. Observou-se um aumento do inchamento em espessura em todos os tratamentos após adição do extrato tânico. Houve diferença significativa nos valores do inchamento entre as chapas testemunha (resina pura) e todos os outros tratamentos. Deve-se acrescentar, entretanto, que a quase totalidade dos resultados obtidos com os adesivos modificados estão de acordo com o inchamento máximo permitido para as chapas classificadas na Classe 1 da norma CS 236-66 (até 30 %). É de se acrescentar também que nenhum produto hidrofóbico como por exemplo a parafina

foi adicionado durante a fabricação das chapas, o que poderia reduzir os valores do Inchamento em Espessura (IE).

Quanto à Absorção em Água, pode-se observar que não houve diferença significativa nos valores de AA, tanto para 2 h quanto para 24 h, para os diferentes tratamentos.

A tabela 6 mostra os valores médios obtidos para o Módulo de Elasticidade à flexão estática (MOE), para o Módulo de Ruptura à Flexão Estática (MOR) e para a Ligação Interna (LI) das chapas fabricadas com adesivo Uréia-Formaldeído e suas modificações com o extrato de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Tabela 6. Valores médios para MOE, MOR e LI (kgf/cm²) das chapas fabricadas com adesivo UF e UF modificado com extrato de *Mimosa caesalpiniaefolia*.

Table 6. Results of Modulus of Elasticity, Static Bending and Internal Bond of particleboards made with UF and UF modified with tannin from *M. caesalpiniaefolia*.

Tratamento		MOE	MOR	LI
UF (testemunha)		19611a	114,8a	6,98 c
UF + 10 % extrato	Água	16591 b	94,6a b	7,76 b c
	Sulfito	15859 b c	87,8 b	6,66 c
	Carbonato	14768 b c	90,2 b	9,80 a
UF + 20 % extrato	Água	16508 b	84,2 b	6,82 c
	Sulfito	14840 b c	79,0 b	6,90 c
	Carbonato	13010 c	72,8 b	9,24 a b

Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A adição dos extratos provocou uma redução do Módulo de Elasticidade à Flexão sendo que o pior desempenho foi com os extratos obtidos com carbonato. Houve diferença significativa entre a testemunha (resina pura) e todos os outros tratamentos. Acrescente-se, todavia, que todos os tratamentos apresentaram valores para o MOE aceitáveis pela norma CS-236-66 referente às chapas da Classe 1 (10500 Kgf/cm²).

Nota-se que houve redução no Módulo de Ruptura (MOR) para todos os tratamentos; entretanto, as chapas fabricadas com as resinas modificadas satisfazem à norma CS-236-66 (MOR

de 56 Kgf/cm²).

A ligação interna (LI) é a propriedade que mede o grau de adesão entre as partículas no interior das chapas. Para as chapas fabricadas com adesivo UF e suas modificações, os valores de Ligação Interna (LI) foram em geral superiores aos resultados obtidos para as chapas testemunha. O adesivo UF modificado com extratos obtidos por extração com carbonato apresentou os melhores valores de Ligação Interna. Todos os resultados obtidos são superiores ao mínimo recomendado para as chapas classificadas na Classe 1, da norma CS-236-66 (1,4 Kgf/cm²).

CONCLUSÕES

A adição de produtos químicos ao processo de extração possibilitou maior solubilização dos extrativos da madeira mas não contribuiu para a maior solubilidade dos componentes fenólicos. À temperatura de 80° C e tempo de extração de 2 horas o rendimento foi baixo.

A adição dos extratos ao adesivo UF contribuiu, de modo geral, favoravelmente para a qualidade do mesmo, pois houve diminuição na viscosidade e nenhuma grande alteração no tempo de formação de gel.

Há indicações que o pH desempenhou papel importante no processo de formação de gel porque o extrato obtido com carbonato apresentou maior pH e tempo de formação de gel bem inferior aos demais.

A substituição parcial da resina UF pelo extrato da madeira de *Mimosa caesalpiniaefolia* se apresenta como alternativa para a produção de adesivos e para aplicação na fabricação de chapas de madeira aglomerada pois os resultados das propriedades das chapas se mostraram de acordo com a norma comercial CS 236-66.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à BORDEN QUÍMICA pelo fornecimento do adesivo UF, à EMBRAPA-Agrobiologia pelo fornecimento da madeira de *M. caesalpiniaefolia* e ao Prof. Azarias Machado de Andrade pela cessão da autoclave para extração dos taninos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **Standard methods of evaluation of the properties of wood-base fiber and particle panel materials**. Annual book of ASTM Standards, ASTM D 1037 – 78 B. Philadelphia, 1998.

BRITO, E. O. **Produção de chapas de partículas de madeira a partir de maravalhas de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* plantado no sul do Brasil**. 1995. 123f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

DIX, B., MARUTZKY, R. Möglichkeiten der Verleimung von Holz mit Klebstoffen auf der Basis von natürlichen Polyphenolen. **Adhäsion**, v.12, p.4-10. 1982.

GONÇALVES, C. A.; LELIS, R. C. C. Teores de taninos da casca e da madeira de cinco leguminosas arbóreas. **Floresta e Ambiente**, V. 8, n.1, 167-173, 2001.

LELIS, R. C. C.; GONÇALVES, F. G. **Avaliação da qualidade de duas resinas sintéticas após a adição de tanino de Acácia Negra (*Acacia mearnsii* De Wild)**. Fifth International Congress and Exhibition on Forest. FOREST 99. CDROM Bio2048, 1998.

MACIEL, A. DA S.; ANDRADE, A. M. DE; ALBUQUERQUE, C. E. C. DE. Procedimentos para a extração e utilização de fenóis de alcatrão na produção de adesivos fenólicos. **Floresta e Ambiente**, nº 3, p. 86-95, 1996.

PIZZI, A. Natural phenolic adhesive I: Tannin. In: **Handbook of adhesive technology**. Marcel Dekker, New York, p. 347-358, 1994.

PIZZI, A. Tannin-Based Adhesives. **Journal Macromol. Science** - Ver. Macromol Chem. C. v. 18, (2), p. 247-315, 1980.

PIZZI, A.; STEPHANOU, A.; HSE, C. Y. **Mechanism of tannin rearrangements in thermosetting tannin adhesives for particleboard**. **Adhesive technology and bonded tropical wood products**. Serie 96. p. 2-14, 1998.

ROFFAEL, E.; DIX, B. Tannine als Bindemittel für Holzwerkstoffe. **Holz-Zentralblatt**, v. 120, (6), p. 90-93, 1994.

TOSTES, A. S.; LELIS, R. Extratos da casca de *Eucalyptus pellita* como fonte de adesivos para colagem de madeira. In: I SIMPÓSIO

BRASILEIRO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, Santa Maria – RS, **Anais...** CD Rom, V. 1, p. 185-196, 2001