

INFLUÊNCIA DA INCORPORAÇÃO DA CELULOSE MICROFIBRILADA - MFC NOS PARÂMETROS DE QUALIDADE EM ADESIVOS À BASE DE TANINO VEGETAL

**AMANDA DE FREITAS CORRÊA¹; BEATRIZ DE FREITAS CORRÊA²; MARIANA
FIGUEIRA MACHADO²; NATHALIA FARIAS GOMES²; ÉRIKA DA SILVA
FERREIRA³.**

¹*Universidade Federal de Pelotas – amanda.f.c-2011@hotmail.com*

²*Universidade Federal de Pelotas – beatriz55hotmail@gmail.com; m.figueira.06@gmail.com;
nathalia.univ@gmail.com.*

³*Universidade Federal de Pelotas – erika.ferreira@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com TSOUMIS (1991) *apud* IWAKIRI (2005), o uso dos adesivos teve uma grande demanda em função da chegada das máquinas especializadas no beneficiamento da madeira e posteriormente para a colagem da mesma; os primeiros adesivos sintéticos desenvolvidos para a colagem de lâminas foram o fenol-formaldeído, ureia-formaldeído e melamina-formaldeído.

Para IWAKIRI (2005), o aumento dos custos dos produtos de origem petrolífera, principalmente na década de 1970, direcionou o uso de um material de origem vegetal que substituisse o fenol nas resinas fenol-formaldeído, no caso os polifenóis derivados dos taninos de origem vegetal, provenientes da casca ou madeira de espécies florestais, sendo o mesmo empregado industrialmente para produção de compensados e painéis de madeira aglomerada em diversos países.

Segundo DA ROSA (2013), no Brasil se extrai o tanino, principalmente da casca de uma espécie florestal plantada em monocultura no estado do Rio Grande do Sul, a Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), sendo em outros países empregados os taninos de espécies de coníferas como o *Pinus radiata* (Chile) e de folhosas tais como *Schinopsis* sp - Quebracho (Argentina) e *Acacia decurrens* var. *mollissima* (África do Sul).

ROFFAEL & DIX (1994) *apud* BALABAN, (2001) e TEODORO, (2008) comprovaram que o tanino condensado reage com o formaldeído formando policondensados com alto peso molecular, sendo assim viável a utilização desse extrativo como adesivo a base de tanino-formaldeído, podendo ser empregado na colagem de painéis de madeira aglomerada e compensados com propriedades tecnológicas satisfatórias, sendo avaliados por meio das propriedades de viscosidade, pH e tempo de formação de gel.

Nesse contexto a empresa TANAC (2008) desenvolve adesivos à base de tanino vegetal oriundos da casca de Acácia-negra denominados comercialmente de Phenotan sendo classificados como resinas termofixas com elevada vida útil (quando comercializada na forma de pó), tendo como característica uma baixa emissão de formaldeído; sendo direcionados para fabricação de chapas de partículas, laminados de madeira e como agente fortificante na colagem de caixas de papelão ondulado.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo, verificar o efeito da incorporação de diferentes proporções de celulose microfibrilada (MFC) nos parâmetros de qualidade de duas formulações distintas de adesivos à base de tanino vegetal oriundos da casca de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.).

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento do presente estudo utilizou-se os seguintes materiais: adesivo à base de tanino vegetal de Acácia-negra na forma de pó com duas formulações distintas que serão denominadas A e B, cedida pela empresa Tanac S/A e celulose microfibrilada (MFC) doada por uma empresa do setor de celulose e papel.

A preparação das amostras e a avaliação das propriedades desses materiais foram realizadas no Laboratório de Painéis de Madeira - LAPAM vinculado ao curso de Engenharia Industrial Madeireira - EIM da Universidade Federal de Pelotas - UFPel.

Inicialmente os taninos (A e B) na forma de pó foram selecionados para determinação do seu teor de umidade por meio de um analisador de umidade com fonte halógena de aquecimento com aproximadamente 15g de material para realização desta análise em duplicata. Posteriormente foram produzidas soluções com os pós de taninos vegetais na concentração de sólidos de 45% por meio do uso de um agitador mecânico e dissolução do pó em água destilada a temperatura constante de 60°C, com auxílio de um Becker com capacidade de 600 ml durante um período de 15 minutos.

A incorporação da celulose microfibrilada (MFC) ocorreu por meio de proporções de 0,5%, 1% e 1,5% com base no teor de sólidos das soluções de tanino produzidas em ambas as formulações analisadas. Onde foi pesada a quantidade de MFC necessária e por meio de um agitador mecânico a amostra foi incorporada nas soluções com agitação constante por um período de 5 minutos.

Para avaliar as propriedades das formulações dos adesivos puros e com incorporação de diferentes proporções de MFC, realizou-se as seguintes análises, em duplicatas: pH por meio de um pHmetro digital de bancada, teor de sólidos, densidade pelo método do recipiente cilíndrico, viscosidade dinâmica por meio de um viscosímetro analógico tipo *Brookfield* e tempo de formação de gel, de acordo com as seguintes referências e normas apresentadas no Quadro 01.

Quadro 01 - Propriedades Analisadas, Métodos Utilizados e Normas Seguidas

Propriedade	Método	Norma / Referência
pH	pHmetro digital	PICCINI, (2010)
Densidade	Recipiente Cilíndrico	PICCINI, (2010)
Viscosidade	<i>Brookfield</i>	ABNT NBR 9277 (2014)
Sólido Resinoso	Teor de sólidos	ABNT NBR 8877(2015)
Reatividade do Adesivo	Tempo de formação de gel (<i>Gel time</i>)	PICCINI, (2010) Adaptado

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado onde foi realizada a análise de variância - ANOVA, existindo a rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F, aplicou-se o teste Tukey ao nível de 95% de significância para comparação entre as médias. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Kolmogorov-Sminov e a verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de Barlett.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 - Propriedades dos adesivos derivados do tanino da casca de Acácia-negra identificados como formulação A e B puros e modificados com a incorporação de diferentes proporções de Celulose Microfibrilada (MFC)

Formulações dos Adesivos	pH	Densidade (g/cm ³)	Viscosidade (mPa.s)	Teor de sólidos (%)	Gel time (s)
A (tratamento testemunha)	5,54 ^{**} (0,13)*	1,237 ^{cd} (0,00)	354,50 ^c (1,80)	44,68 ^a (0,36)	253 ^c (7,27)
A + 0,5% MFC	5,51 ^c (0,00)	1,214 ^{bc} (0,58)	354,50 ^c (1,00)	44,97 ^{ab} (0,49)	240 ^c (0,30)
A + 1,0% MFC	5,50 ^c (0,13)	1,217 ^{bc} (0,58)	224,75 ^a (3,62)	44,98 ^{ab} (0,61)	248 ^c (1,71)
A + 1,5% MFC	5,54 ^c (0,13)	1,247 ^d (0,00)	335,50 ^c (1,48)	45,78 ^b (0,23)	211 ^{bc} (5,24)
B (tratamento testemunha)	4,41 ^b (0,64)	1,218 ^{bc} (0,00)	336 ^b (3,22)	44,65 ^a (0,98)	202 ^c (12,29)
B + 0,5% MFC	4,40 ^{ab} (0,16)	1,199 ^{ab} (0,00)	271,50 ^b (0,78)	45,35 ^{ab} (0,02)	181 ^{ab} (2,74)
B + 1,0% MFC	4,36 ^a (0,00)	1,186 ^a (0,60)	271,50 ^b (0,78)	44,91 ^{ab} (0,11)	225 ^{bc} (2,83)
B + 1,5% MFC	4,36 ^a (0,00)	1,205 ^{ab} (1,17)	247,25 ^{ab} (4,15)	45,56 ^{ab} (0,20)	141 ^a (7,02)

*() Coeficiente de variação; **Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 95% de significância pelo teste Tukey

Na tabela 1 pode-se observar que os valores médios de pH para as resinas com formulação do tipo A, com e sem a incorporação da MFC, não apresentaram diferença estatisticamente significativa, entretanto, quando avaliada a formulação do adesivo tipo B os adesivos que não apresentaram diferença significativa foram os com incorporação de 1,0 e 1,5% de MFC, os adesivos com 0,5% de MFC apresentaram similaridade nos valores médios de pH com a resina pura e com as demais proporções de MFC avaliadas na formulação B.

Para a densidade a formulação do tipo A de tanino nas proporções de 0,5% e 1,0% de incorporação de MFC e o tanino do tipo B puro, apresentaram-se estatisticamente iguais. Com relação a formulação tipo A com 1,5% de MFC apresentou similaridade apenas com o adesivo puro referente a mesma formulação referenciada. Já as formulações de adesivos do tipo B com 0,5% e 1,5% de MFC, apresentaram semelhança tanto com a formulação B pura quanto com a incorporação de 1,0% de MFC (onde nesse tratamento ocorreu uma redução na densidade média do adesivo comparado ao adesivo puro - formulação B). De modo geral pode-se afirmar que para a variável resposta densidade as diferentes formulações apresentaram similaridade entre os adesivos puros e também entre a maioria dos tratamentos onde ocorreram incorporação de MFC.

Nota-se que ao incorporar a celulose microfibrilada ao adesivo à base de tanino puro com a formulação A e nas proporções de 0,5% e 1,5% não foi verificado diferença estatisticamente significativa para a viscosidade das resinas, apenas quando foi incorporado 1% de MFC a essa formulação ocorreu uma redução no valor médio da viscosidade. As formulações com o tanino B puro e com incorporação de MFC nas proporções 5% e 1,0% não apresentaram diferença relevante baseando-se na estatística, verificando-se similaridade da formulação B em 1,5% de MFC e as demais avaliadas, bem como com a formulação com A com 1% de MFC.

Com relação aos teores de sólidos pode-se verificar que as formulações puras não apresentaram diferenças significativas estatisticamente, entretanto, em ambas as formulações a incorporação da celulose microfibrilada tendeu a elevar seus teores de sólidos, característica que já era esperada em função do método empregado.

Para a avaliação do tempo de formação de gel (*Gel Time*), que expressa a reatividade do tanino condensado frente ao formaldeído, pode-se verificar que na formulação tipo A com incorporação de 1,5% de MFC reduziu o tempo de endurecimento do adesivo tornando-o mais reativo, mas ainda com similaridade da propriedade ao tratamento testemunha (A) e demais proporções de MFC avaliadas para essa formulação. Para a formulação B essa propriedade variou significativamente comparando-se a incorporação da MFC em diferentes proporções, onde o tratamento testemunha (B) apresentou a menor reatividade e o tratamento com maior similaridade a esse foi apenas com 1% de MFC. O aumento da reatividade e redução do tempo de formação de gel não é uma característica interessante em função da necessidade de controle da reação de polimerização durante o processo de produção das chapas de madeira particulada, pois de acordo com IWAKIRI (2005) quando a formação do polímero sucede rapidamente pode ocorrer o fenômeno denominado pré-cura do adesivo antes do processo de prensagem à quente e consolidação da chapa

4. CONCLUSÕES

Baseado nas propriedades dos adesivos oriundos do tanino da casca de Acácia-negra modificados com a incorporação de celulose microfibrilada pode-se concluir que de modo geral as diferentes formulações de adesivos avaliadas possuem viabilidade técnica para manufatura de painéis de madeira reconstituída.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8877**: adesivos: Determinação do teor de sólidos. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015, 2p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9277**: adesivos: Determinação da viscosidade: método do viscosímetro *Brookfield*. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014, 4p.
- BALABAN, M.; UCAR, G. **The correlation of wood acidity to its solubility by hot water and alkali**. Holz als Roh – und Werkstoff. V.59, p.67 – 70, 2001. Disponível em:[https://www.academia.edu/5867862/The correlation of wood acidity to its solubility by hot water and alkali](https://www.academia.edu/5867862/The_correlation_of_wood_acidity_to_its_solubility_by_hot_water_and_alkali) Acesso em: 26 de jul. de 2022.
- DA ROSA, T. S. **Utilização de adesivos alternativos na produção de painéis aglomerados**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) UNICENTRO, PR, 2013. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/utilizacao-de-adesivos-alternativos-na-producao-de-paineis-aglomerados/4893334/> Acesso em: 22 de jul. de 2022.
- IWAKIRI, S. **Painéis de madeira reconstituída**. Curitiba: FUPEF, 2005. 254p.
- Piccini, Ariane Angelita Pacheco. **Efeitos do teor de sólidos, e proporções de catalisador nas propriedades da resina à base de tanino de acácia negra**. 2010. 48f. Trabalho de conclusão de curso - Centro de Engenharias, Curso de Engenharia Industrial Madeireira. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. Disponível em <https://wp.ufpel.edu.br/lapam/trabalhos-de-conclusao-de-curso/2/> Acesso em: 22 de jul. de 2022.
- TANAC. **Phenotan AG: Adesivos para aglomerado**. Nota técnica. 2008, 6p
- TANAC. **Phenotan BS**. Nota técnica. 2008, 2p.
- TEODORO, Â. S. **Utilização de adesivos à base de taninos na produção de painéis de madeira aglomerada e OSB**. 2007. 91f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Departamento de Produtos Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2008. Disponível em: <https://tede.ufrj.br/jspui/handle/tede/450> Acesso em: 22 de jul. de 2022.