

CARACTERIZAÇÃO DA RESINA UREIA-FORMALDEÍDO MODIFICADA COM CELULOSE MICROFIBRILADA (MFC)

NATHALIA FARIAS GOMES¹; AMANDA DE FREITAS CORRÊA²; MARIANA FIGUEIRA MACHADO²; ÉRIKA DA SILVA FERREIRA³

¹Universidade Federal de Pelotas – nathalia.univ@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – amanda.f.c-2011@hotmail.com; m.figueira.06@gmail.com

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

1. INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade a madeira bruta é utilizada tanto para fins estruturais quanto para fins estéticos. Com a modernização e a alta demanda desse material, as indústrias desenvolveram técnicas de fragmentação e reconstituição dessa matéria-prima, produzindo desta forma os painéis de madeira.

Para IWAKIRI & TRIANOSKI (2020) os painéis de madeira reconstituída podem ser empregados para diferentes usos, dependendo da sua constituição (partículas, fibras ou lâminas) e do adesivo que é utilizado para sua produção, podendo ser natural ou sintético (termoplástico ou termofixo). De forma geral, os painéis que são fabricados para uso interno utilizam a resina ureia-formaldeído, um adesivo termofixo com boas propriedades de colagem e com baixo custo em relação aos demais.

Pela necessidade de melhoramento das propriedades dos adesivos, diversos pesquisadores como BOSCHETTI (2017) e FERREIRA (2017) buscam alternativas com a incorporação de outros materiais na resina, tais como lignina kraft, celulose nanocristalina, entre outros.

A celulose microfibrilada (MFC) é semelhante à nanocelulose já utilizada no mercado, diferenciando-se apenas no tamanho, no qual se apresenta um pouco maior. A microfibrila de celulose é produzida a partir da aplicação de um ácido na zona amorfa da celulose, no qual ocorre o processo de fibrilação mecânica que causa uma degradação e separação da parede celular das fibras, como descreve HENRIKSSON (2008) e POTULSKI (2012).

Portanto, a MFC pode ser empregada para a modificação em adesivos termofixos, como FERREIRA (2017) realizou em seu trabalho. A autora adicionou celulose nanocristalina no adesivo ureico sintetizado, produzindo chapas de MDP.

Desta maneira, a presente pesquisa tem por objetivo caracterizar as propriedades físico-químicas do adesivo comercial ureia-formaldeído e sua modificação com a celulose microfibrilada (MFC) nas proporções de 0,5%, 1,0% e 1,5%.

2. METODOLOGIA

Com relação ao material empregado para o estudo foi utilizado o adesivo comercial ureia-formaldeído fornecido pela empresa Hexion localizada no pólo petroquímico de Montenegro - RS. Para a modificação do mesmo utilizou-se celulose microfibrilada (MFC) doada por uma empresa do setor de celulose e papel.

Todo o processo de caracterização físico-química dos adesivos foi realizado no Laboratório de Painéis de Madeira (LAPAM) do curso de Engenharia Industrial Madeireira na Universidade Federal de Pelotas.

A modificação do adesivo ureico ocorreu por meio da incorporação da MFC nas amostras em proporções de 0,5%, 1,0% e 1,5% com base no sólido da resina termofixa. Por meio de um agitador mecânico, as amostras de MFC foram incorporadas nas resinas com agitação constante por um período de 5 minutos em um bécker com capacidade de 600 ml.

Em um primeiro momento o adesivo puro - tratamento testemunha (isento de MFC) foi caracterizado a fim de comparação, e posteriormente foram analisadas as mesmas propriedades para cada modificação realizada.

As análises foram efetuadas em duplicatas utilizando-se o método *Brookfield* para a viscosidade de acordo com a norma brasileira ABNT NBR 9277 (2007); O sólido resinoso foi analisado a partir da metodologia descrita na norma ABNT NBR 8877 (2015) - determinação do Teor de Sólidos; Entretanto, para a determinação da densidade foi empregado o método do recipiente de acordo com metodologia descrita por PICCINI (2010), bem como na análise do pH e do tempo de formação de gel (*gel time*), onde nessa propriedade foi realizada uma adaptação da metodologia empregando-se 5g de adesivo para verificação da formação da fase gel nas amostras.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado onde aplicou-se uma estatística descritiva básica. Os dados referentes a cada propriedade avaliada foram processados por meio da análise de variância - ANOVA e havendo rejeição da hipótese de nulidade pelo teste F foi empregado o teste de médias *Tukey* ao nível de 5% de significância. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de *Shapiro Wilk* e a verificação da homogeneidade das variâncias pelo teste de *Barlett*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades do adesivo comercial a base de ureia-formaldeído e suas modificações com incorporação de diferentes proporções de celulose microfibrilada (MFC) podem ser observados na Tabela 01.

Tabela 01: Propriedades da resina comercial a base de ureia-formaldeído e suas modificações com incorporação de diferentes proporções de MFC

Resina	Viscosidade (mPa.s)	Teor de Sólidos (%)	Densidade (g.m ⁻³)	pH	Tempo de Formação de Gel (s)
U ₀ (Ureia testemunha)	358,75(2,66) ^a	68,13(0,17) ^b	1,30(1,09) ^a	7,65(0,55) ^a	134,50(11,04) ^a
U _{0,5} (Ureia + 0,5%MFC)	378,50(1,31) ^a	68,43(0,30) ^b	1,29(0,55) ^a	7,67(1,84) ^a	138,00(3,07) ^a
U _{1,0} (Ureia + 1,0%MFC)	427,00(0,66) ^b	67,40(0,33) ^a	1,29(1,10) ^a	7,79(0,45) ^a	128,00(1,10) ^a
U _{1,5} (Ureia + 1,5%MFC)	476,12(1,45) ^c	68,68(0,03) ^b	1,29(0,00) ^a	7,87(0,54) ^a	142,50(1,49) ^a

Valores entre parênteses representam o coeficiente de variação. As médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si com o nível de 5% de significância pelo teste *Tukey*.

De acordo com a Tabela 01, as viscosidades das ureias U_0 e $U_{0,5}$ foram estatisticamente iguais, enquanto as resinas com 1,0% e 1,5% de MFC apresentaram-se distintas estatisticamente ocorrendo uma elevação nesta propriedade em comparação aos tratamentos testemunha e com 0,5% de MFC. De acordo com IWAKIRI & TRIANOSKI (2020) isso pode ser um ponto negativo pois quanto maior a viscosidade, mais dificultosa se torna a penetração e aplicação do adesivo na madeira reconstituída por meio de partículas e fibras.

Com relação ao teor de sólidos foi observado uma diferença estatisticamente significativa apenas para a modificação do adesivo ureico com 1% de MFC, havendo uma redução nesta propriedade, as demais incorporações de MFC avaliadas apresentaram-se iguais ao tratamento testemunha.

Já a densidade, permaneceu na média de $1,29 \text{ g.cm}^{-3}$, não apresentando diferenças significativas estatisticamente entre os tratamentos, além de estar na faixa ideal de 1,28 a $1,29 \text{ g.cm}^{-3}$ citado por IWAKIRI & TRIANOSKI (2020).

O valor pH apresentou a mesma característica observada na avaliação realizada para o densidade e tempo de formação de gel, não havendo efeito da incorporação de diferentes proporções de MFC significativos estatisticamente nessas propriedades.

IWAKIRI & TRIANOSKI (2020) indicam que o adesivo não pode exceder os limites de 2,5 a 11 de pH para não ocorrer degradação da madeira, sendo assim a incorporação de MFC apresentou bons resultados nesse parâmetro.

4. CONCLUSÕES

A partir das propriedades analisadas, pode-se concluir que a incorporação da MFC ao adesivo ureia-formaldeído apresentou resultados satisfatórios para o pH, densidade e tempo de formação de gel.

O aumento na viscosidade pode acarretar na dificuldade de mobilidade do adesivo no substrato madeira, havendo necessidade de adequação em determinados parâmetros do processo de prensagem. Entretanto, o emprego das modificações da resina base ureia-formaldeído com MFC pode apresentar viabilidade técnica para reconstituição da madeira.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 8877**: informação e documentação: adesivos: Determinação do teor de sólidos. ADAPTADA. 3. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2015, 2 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9277**: informação e documentação: adesivos: Determinação da viscosidade: método do viscosímetro Brookfield. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2014, 4 p.

BOSCHETTI, W.T. **Produção e caracterização de nanocristais e microcristais de celulose e sua aplicação em adesivos de ureia-formaldeído**. 2017. 129f. Tese (Doutorado em Ciências) - Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa.

FERREIRA, J.C. **Sínteses de adesivos de ureia-formaldeído com adição de lignina kraft e celulose nanocristalina**. 2017. 199f. Tese (Doutorado em

Ciências) - Curso de Pós-graduação em Ciência Florestal, Universidade Federal de Viçosa.

HENRIKSSON, M. Cellulose nanofibril networks and composites: preparation, structure and properties. **American Chemical Society Publications**. 2008.

IWAKIRI, S.; TRIANOSKI, R. **Painéis de Madeira Reconstituída**. Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2020. 2 ed.

PICCINI, A.A.P. **Efeito do teor de sólidos, e proporção 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.

POTULSKI, D.C. **Efeito da incorporação de microfibrilas de celulose sobre as propriedades do papel**. 2012. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.