

## PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE NANOCRISTAIS DE CELULOSE COM QUALIDADE PARA REFORÇO ESTRUTURAL EM PAPEL<sup>1</sup>

Natalia Durigon Melo<sup>2</sup>, Polliana D'Angelo Rios<sup>3</sup>, Alessandro de Oliveira Rios<sup>4</sup>, Alessandro Bayestorff da Cunha<sup>5</sup>, Luana Müller de Souza<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Vinculado ao projeto “Nanocristais de celulose com qualidade morfológica e química para reforço estrutural de papel”

<sup>2</sup> Acadêmico (a) do Curso de Engenharia Florestal – UDESC/CAV – Bolsista PIBITI/CNPq.

<sup>3</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Florestal – UDESC/CAV – polliana.rios@udesc.br

<sup>4</sup> Co-orientador. Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos – UFRGS/ICTA.

<sup>5</sup> Professor colaborador do projeto, Departamento de Engenharia Florestal – CAV

<sup>6</sup> Doutoranda – Programa de pós-graduação em Ciência do solo – UDESC/CAV.

Diante da crescente demanda da indústria do papel, busca-se novas tecnologias para agregar a esse setor e portanto o objetivo do presente estudo foi a obtenção e avaliação das condições da hidrólise ácida para produção de nanocristais de celulose (NCCS) e avaliar seu potencial de aplicação em papéis como agente de reforço estrutural.

Para obtenção dos NCCS e produção dos papéis foi utilizada polpa celulósica branqueada comercial de *Eucalyptus sp.* Os NCC foram obtidos por meio do processo de hidrólise ácida (ácido sulfúrico a 50%) com três tratamentos (T - tempo; TEMP – temperatura): T25minTEMP35 (1); T30TEMP40 (2); T35TEMP45 (3). Após sua obtenção, foram analisados o seu diâmetro, o potencial hidrogeniônico (pH), o índice de polidispersão (PDI) e o rendimento dos cristais. Para a obtenção dos papéis, a celulose foi homogeneizada por agitação mecânica e foi incorporado amido (5%) e NCC, em concentrações diferentes de 0% (controle), 6%, 12% e 18%. Essa suspensão foi filtrada a vácuo e os papéis foram formados em prensa hidráulica (Carver®). Para a avaliação do papel foram determinadas as propriedades físicas: espessura (T411 – om 88), gramatura (T410 – om 88) permeabilidade ao vapor de água - PVA (ASTM 96-05). Também foram determinadas as propriedades mecânicas: alongamento na ruptura - AR (D882-2012); resistência à tração - RT (D882-2012) e as propriedades ópticas: cor (Sistema CIELab). Imagens por microscopia eletrônica de varredura do papel foram obtidas a afim de verificar a disposição das fibras e a incorporação de NCC. Para o plano experimental instaurou-se delineamento inteiramente casualizado (DIC). As análises referentes aos NCC e propriedades do papel foram submetidas a ANOVA e teste Tukey ( $p \leq 0,005$ ) para verificar a influência dos tratamentos, empregando o programa Statistica®

Estão apresentados na tabela 1, os valores encontrados para diâmetro médio das partículas, potencial hidrogeniônico (pH), índice de polidispersão (PDI) e o rendimento dos NCC. As análises para diâmetro médio das partículas e pH constaram que o tratamento 2 e 3 foram melhores, com menores diâmetros das partículas. Em contrapartida o tratamento 1 apresentou maior rendimento dos NCC.

Referente as análises físicas (tabela 2) comprovaram-se que a incorporação dos NCCs para produção de papel, promoveu a diminuição da permeabilidade ao vapor de água, sendo que não houve diferença estatística entre as diferentes porcentagens de NCC adicionados. Diante aos testes de espessura, gramatura não houve diferenças significativa entre tratamentos sendo um ótimo resultado.

Para avaliação das propriedades mecânicas do papel, o IA variou de 1,424 MPa a 8,080 Mpa apresentando diferença estatística entre os tratamentos. A incorporação de 12% e 18% de NCC apresentaram resultados superiores em relação aos demais. Os valores médios para RT variaram de 0,676% a 1,368%, e o tratamento com 6% de NCC foi inferior aos demais. De acordo com as propriedades ópticas do papel, para o teste de cor, nenhuma alteração foi encontrada em relação ao papel testemunha.

Portanto conclui-se que, os NCCS são influenciados pelas diferentes condições de hidrólise, por sua vez o tratamento 2 comprovou-se como a melhor forma de obtenção devido suas características de diâmetro inferior, pH, PDI e rendimento mediano apresentadas nos testes. Algumas propriedades físicas como espessura, gramatura e as propriedades ópticas não foram alteradas pela incorporação de nanocristais de celulose sendo essa uma resposta desejável. Evidencia-se conforme o aumento no gradiente de adição melhorias nas propriedades mecânicas do papel. Todos os tratamentos mostraram-se eficientes para redução de passagem de ar pelo papel, portanto a adição de NNC mostra-se como uma boa opção para melhoria das propriedades físicas e mecânicas do papel.

**Tabela 1:** Diâmetro médio (nm), potencial hidrogeniônico (pH), índice de polidispersão (PDI) e rendimento (%) dos nanocristais de celulose.

Tratamento	Diâmetro médio (nm)	pH	PDI	Rendimento (%)
<b>Tratamento 1</b>	203,4 ± 19,1 b	1,95 ± 0,05 b	1,94 ± 0,22 a	57,57 ± 1,9 a
<b>Tratamento 2</b>	75,7 ± 6,0 a	2,32 ± 0,15 a	1,95 ± 0,15 a	52,31 ± 2,1 b
<b>Tratamento 3</b>	66,4 ± 3,1 a	1,99 ± 0,08 a	1,26 ± 0,45 b	30,14 ± 1,1 c

Tratamentos: Tratamento 1: 25 minutos em hidrólise ácida a 35°C. Tratamento 2: 30 minutos em hidrólise ácida a 40°C. Tratamento 3: 35 minutos em hidrólise ácida a 45°C. Letras minúsculas para diferença em cada colunas, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey  $p \leq 0,05$ . Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

**Tabela 2:** Valores encontrados para testes de propriedades do papel (físicas e mecânicas)

Tratamento	Propriedades físicas			Propriedades mecânicas	
	PVA (g mm/m <sup>2</sup> h kPa)	Gramatura (g/m <sup>2</sup> )	Espessura (mm)	IA (MPa)	Elongamento (%)
<b>Controle 0%</b>	0,460 ± 0,029 a	361,62 ± 1,56	0,4736 ± 0,05 a	1,424 ± 0,182 c	1,342 ± 0,160 a
<b>6%</b>	0,210 ± 0,001 b	362,74 ± 1,23	0,4804 ± 0,04 a	2,487 ± 0,380 b	0,676 ± 0,085 b
<b>12%</b>	0,214 ± 0,018 b	360,95 ± 3,48	0,4812 ± 0,04 a	8,080 ± 0,834 a	1,368 ± 0,195 a
<b>16%</b>	0,237 ± 0,018 b	364,84 ± 0,98	0,4814 ± 0,04 a	7,584 ± 0,002 a	1,358 ± 0,184 a

Tratamentos: Testemunha: papel sem incorporação de NCCS; 6% /: solução com 6% de NCCS; 12%: solução com 12% de nccs; 16%: solução com 16% de NCCS. Letras minúsculas para diferença em cada colunas, médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey  $p \leq 0,05$ . Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

**Palavras-chave:** Nanocelulose, Nanotecnologia, Polpa branqueada.