

PRODUÇÃO DE PAPÉIS DE FIBRAS RECICLADAS COM ADIÇÃO DE NANOFIBRILAS DE CELULOSE

GUSTAVO SPIERING ZANOL¹; FILIPE SANTOS DA SILVA²; GABRIEL VALIM CARDOSO³

¹Universidade Federal de Pelotas – gustavo-zanol@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – filiissantos.s@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – gabriel.valim.cardoso@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O setor de celulose e papel tem crescido anualmente constantemente e ocupado posições expressivas no mercado nacional e internacional (BRACELPA, 2014). As indústrias de celulose e papel demonstram um perfil sustentável, pois a matéria-prima é considerada como recurso renovável, sendo oriundo desse os produtos recicláveis.

A produção de produtos reciclados causa contestações de qualidade dentro da sociedade, as quais não deixam de ter fundo real, o papel reciclado, possui algumas limitações técnicas que comprometem a qualidade dos produtos gerados por fibras que cumpriram um ciclo de utilização e sofreram transformações físicas e químicas em sua estrutura (CASTANHO & OLIVEIRA, 2000).

Assim, surgindo como alternativa, a utilização de um dos produtos obtidos a partir da celulose por meio de processos mecânicos, químicos, físicos e/ou biológicos é a nanofibrila de celulose, que apresenta potencial para reforço e desenvolvimento de novos produtos, pois possui capacidade de formar maior quantidade de ligações de hidrogênio, além de ter baixo peso e elevada resistência e rigidez, quando comparado a celulose (POTULSKI, 2016).

Considerando que as fibras secundárias já processadas mecanicamente, apresentam menores valores das propriedades físicas do papel, para o melhoramento das propriedades do papel reciclado (MANFREDI et. al, 2012), surge na indústria papeleira a nanofibrila de celulose que vem sendo estudada como potencial aditivo para promover o melhoramento das propriedades físicas e o aumento da resistência das propriedades mecânicas dos papéis (POTULSKI, 2016).

Por tanto, o presente estudo tem como objetivo adicionar nanofibrilas de celulose (NFC) de eucalipto em diferentes porcentagens em fibras recicladas obtidas de aparas papel kraft marrom (não branqueado).

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Celulose e Papel do Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas. Os materiais utilizados para a pesquisa foram fibras de celulose branqueada de madeira de *Eucalyptus* ssp. e fibras recicladas, obtidas de aparas de papel kraft marrom (não branqueado).

A produção de nanofibrilas de celulose foi realizada em refinador de discos tipo Bauer modelo MD-3000 (Figura 1 (a)) utilizando fibras de celulose branqueada de eucalipto. O processo mecânico de nanofibrilação consistiu de refinar as fibras por um período de 3 horas com consistência de 2%. Após a produção as nanofibrilas foram mantidas sob refrigeração na consistência de

2,2% para posterior aplicação nos papéis. Uma amostra foi seca para caracterização através de microscopia eletrônica de varredura (MEV), para confirmação da dimensão nanométrica das fibras.

Foram pesadas o correspondente a 24 gramas secas de papel kraft, as quais ficaram imersas em 2 litros de água destilada por 48 horas, garantindo a hidratação total das fibras para posterior individualização.

Assim, depois de hidratadas as amostras, foi realizado o processo de desintegração das fibras utilizando um desintegrador automático (Figura 1 (b)) de acordo com as normas técnicas ABNT NBR ISO 5263-1 e 5263-2, permanecendo por 10.000 rotações para desagregação completa das fibras.

A polpa obtida foi diluída em um volume total de 8 litros de água destilada, para alcançar consistência de 0,3%.

Para a formação dos papéis foi utilizado equipamento formador de folhas de laboratório, modelo FF/C (Figura 1 (c)).



Figura 1 – (a) Refinador, (b) desintegrador e (c) formador de folhas.

Foi definido a formação de folhas com gramatura de 60 g/m², nas quais foram adicionadas concentrações de nanofibras de 0, 2, 4, 8 e 16%, conforme a Tabela 1.

O formador tem uma tela com área de 0,0198m², sendo necessária uma massa de 1,2 gramas de fibras para se obter a gramatura desejada (60 g/m²). A quantidade de nanofibras a ser adicionada em cada concentração foi obtida calculando-se a percentagem destas em relação a massa de 1,2 gramas. O volume de 400 ml de polpa com consistência de 0,3% corresponde a 1,2 gramas secas, portanto para cada concentração de nanofibras adicionadas se media o correspondente em volume de polpa para completar 400 ml, ou seja, 1,2 gramas secas de massa por folha.

Tabela 1 – Concentrações de nanofibras de celulose em papéis de 60g/m².

Nanofibras %	Papel (gramas)	Água (ml)	Água (L)
0	-	400	1,5
2	0,024	392	1,5
4	0,048	384	1,5
8	0,096	368	1,5
16	0,192	336	1,5

A mistura das nanofibras foi realizada no desintegrador, onde foram adicionados as nanofibras nas diferentes concentrações, o volume correspondente de polpa de papel kraft e 1,5 L de água, agitando-se por 10.000 rotações.

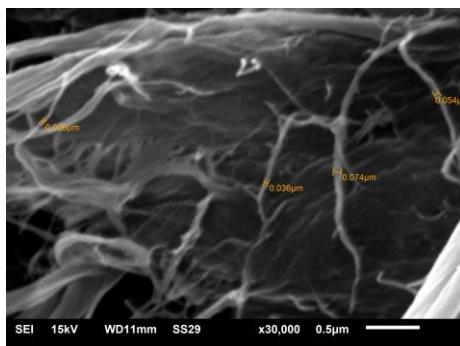
Após a formação da folha, o material foi levado para prensa pneumática para folhas de laboratório, modelo SP-21, de acordo com TAPPI T 205 e climatizadas a 20°C e 50% de umidade.

Os papéis produzidos sem adição e com 16% de nanofibrilas foram caracterizados por MEV.

As folhas de papel foram analisadas em equipamentos do Laboratório de ensaios físicos e mecânicos da Empresa Celulose Riograndense localizada na cidade de Guaíba-RS. As amostras foram caracterizadas quanto a resistência ao estouro (ISO 2758), resistência à tração (ISO 1924/2) e elongamento (ISO 1924/3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta a micrografia correspondente as nanofibrilas, comprovado pelas dimensões em escala nanometricas de 28 à 74 nanometros, caracterizado por MEV.



Fonte: os autores

As Figuras 3 e 4, apresentam um aumento significativo dos valores dos testes de elongamento e resistência ao estouro do papel com a adição de nanofibrilas.

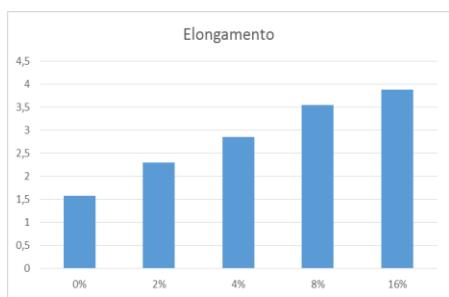


Figura 3 - Valores Elongamento

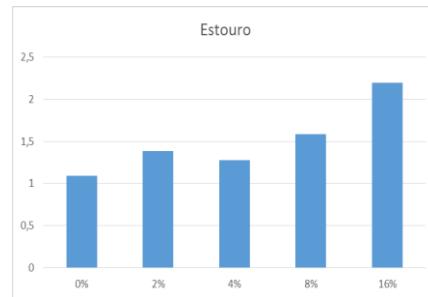


Figura 4 - Valores Estouro

O teste de elongamento resultou em valores crescentes conforme o aumento da concentração de nanofibrilas, partindo de 1,5 até 3,8 % de elongamento, igualmente acontecendo com a resistência ao estouro, inicialmente com 1,1 até 2,2 KPa.m²/g.

A Figura 5, apresenta os valores de tração do papel com diferentes concentrações de nanofibrilas.

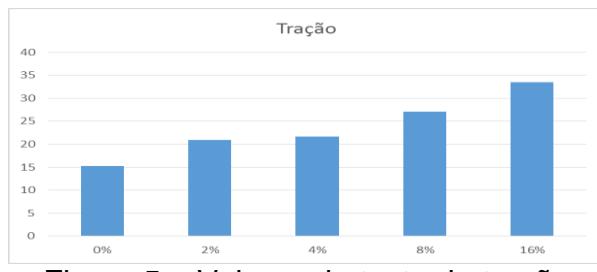


Figura 5 – Valores do teste de tração

Os resultados obtidos pelo teste de tração são crescentes, conforme o aumento da concentração de nanofibrilas, o papel reciclado partindo de fibras secundárias apresentou 16 kNm/kg, e o papel com 16% de adição de nanofibrilas apresentou 33,5 kNm/kg, apresentando assim um ganho significativo de resistência a tração.

As Figura 6 e 7, apresentam micrografias obtidas por MEV dos papéis sem e com 16% de nanofibrilas.

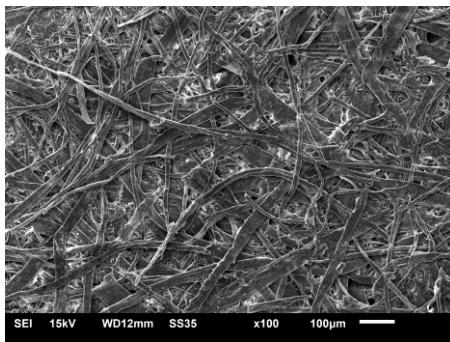


Figura 6 – Papel sem nanofibrilas

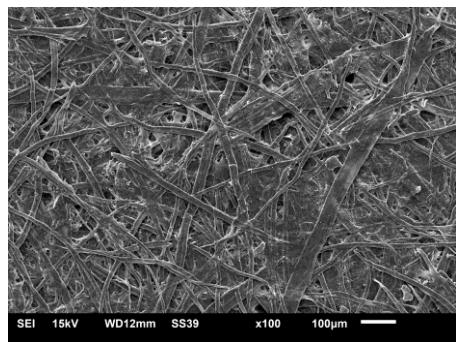


Figura 7 – Papel com 16% de nanofibrilas

É possível perceber a partir de uma comparação entre as Figuras 6 e 7, a diferença entre os espaços vazios e preenchidos entre as fibras de celulose, esses espaços foram preenchidos pelas nanofibrilas, as quais proporcionaram um aumento significativo nos valores dos testes de elongamento, estouro e tração conforme o aumento da concentração de nanofibrilas. Segundo, POTULSKI, (2016), esse aumento das propriedades mecânicas podem ocorrer devido a formação de uma grande quantidade de ligações entre fibras e nanofibras.

Viana (2013), relata que a propriedade de tração depende diretamente das ligações interfibras avaliadas por meio da área específica da fibra, sendo assim, quanto menor o tamanho das fibras, maior é o potencial de ligações interfibrilares e a área de ligação entre elas.

4. CONCLUSÕES

Foi possível concluir com o presente estudo que, conforme o aumento da concentração de nanofibrilas adicionadas nas folhas de papéis, houve o aumento dos valores das propriedades mecânicas de elongamento, estouro e tração.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL – **BRACELPA**. Dados do setor - Março 2014.
- CASTANHO, C. G.; OLIVEIRA, R. C. Estudos de aproveitamento de rejeito fibroso industrial da polpação kraft de Eucalipto na produção de papéis reciclados. In: **Congresso Internacional de celulose e papel**. 2000.
- MANFREDI, M.; CHAVES DE OLIVEIRA, R.; DA SILVA, J. C. Melhoramento das propriedades de papéis reciclados através da ultrassonificação das fibras e adição de xilanas. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, 2012.
- POTULSKI, D. C. **Influência da nanocelulose nas propriedades físicas e mecânicas de papel primário e reciclado de pinus e eucalyptus**. 100 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.
- VIANA, L. C.. **Desenvolvimento de filmes celulósicos nanoestruturados a partir da polpa kraft de Pinus sp.** 125 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.