



EFEITO DO REFINO NA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE PAPÉIS PRODUZIDOS COM FIBRAS VIRGENS E FIBRAS RECICLADAS

VINÍCIUS CENCI TABORDA¹; KELVIN TECHERA BARBOSA²; HENRIQUE RÖMER SCHULZ³; CAROLINA PINHO VIEIRA⁴; GUSTAVO SPIERING ZANOL⁵; GABRIEL VALIM CARDOSO⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – vinicius476@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – kelvintecherabarbosa@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – henriqueschulz09@hotmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – carool_vieira@hotmail.com

⁵Universidade Federal de Pelotas – gustavo-zanol@hotmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – gabriel.valim.cardoso@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o setor de celulose e papel tem uma participação importante na economia, representando 4,1% da pauta de exportações do país. Em 2016, a produção representou 9% da celulose produzida no mundo e 2,6% do papel e papelão (DEPEC, 2017). Isso se deve ao fato do Brasil possuir tecnologia e condições para produção de florestas plantadas que fornecem fibras de qualidade e empresas com processos de produção que permitem volume e qualidade.

Entre as fontes de fibras para a produção de papel, as empresas utilizam fibras de madeira (fibras virgens) ou fibras de aparas de papéis (fibras recicladas). As características e propriedades destas fibras diferem em função da matéria-prima, pois variam em comprimento, largura ou mesmo espessura da parede celular. Portanto, umas das principais fontes de matéria-prima para a produção de polpa celulósica de fibra curta, são as florestas plantadas do gênero *Eucalyptus*, sendo utilizada no segmento de papel para escrita, impressão e fins sanitários (ANDRADE, 2010).

Para aumentar a qualidade das propriedades do papel, se faz necessário acrescentar o processo de refino das fibras, durante a produção, pois as fibras não refinadas não apresentam características necessárias para produção de papéis com elevada qualidade, antes do refino estas apresentam pouca resistência a tração, volume específico alto e irregularidades na formação (CASTRO, 2000). Assim sendo, o refino torna-se uma ferramenta importante na melhoria da qualidade das fibras celulósicas, atingindo condições ideais para sua aplicação, no qual as fibras são tratadas mecanicamente, tendo como objetivo final ganho em propriedades de resistência mecânica do papel (ANDRADE, 2010).

Conforme REDKO (1984), a refinação do papel é mais interessante do que as propriedades individuais das fibras, para se obter um papel resistente. Segundo o mesmo autor, uma fibra com boa resistência intrínseca, produzirá papéis fortes, independente das dimensões de suas fibras, somente se, a refinação for realizada do modo certo. O grau de refino de fibras para produção de papel é determinado pela medida de resistência a drenabilidade de água pela polpa, medida no aparelho Schopper Riegler, chamando-se neste caso o grau medido de grau Schopper Riegler, ou abreviadamente °SR.

O estudo teve como objetivo avaliar os efeitos de diferentes graus de refino sobre as propriedades tecnológicas de papéis produzidos com fibras de celulose branqueada de eucalipto e fibras de aparas brancas de papel de impressão.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Celulose e Papel do Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas. O material utilizado para a pesquisa foram fibras virgens (FV), obtidas de celulose branqueada de *Eucalyptus* ssp. e fibras recicladas (FR), obtidas de aparas brancas de folhas de papel de impressão.

Para cada amostra pesou-se 400 gramas secas de material. As amostras ficaram imersas em 2 litros de água destilada durante 4 horas para hidratação das fibras e individualização destas. A solução foi transferida para um desintegrador automático (Figura 1a) de acordo com a norma técnica ISO 5263-2, utilizando-se 10.000 rotações para desagregação completa das fibras. A polpa obtida foi diluída em 20 litros de água destilada para alcançar 2% de consistência.

Para cada passe das fibras pelo processo mecânico de refinação foram formadas folhas de papel com gramatura de 60 g/m² e também determinados os respectivos graus de refino. O refino das fibras foi realizado em um refinador de discos tipo Bauer, modelo MD-3000 (Figura 1c), utilizando-se os parâmetros contidos na Tabela 1.

TABELA 1 - Condições de refino das fibras.

Passes	Tempo (min)	Condições do refinador (abertura dos discos)	Amperagem (kWh) FV	Amperagem (kWh) FR
0	0	Sem refino	-	-
1	1	Totalmente abertos	2300	2000
2	1	1 volta fechada	2400	2100
3	1	2 voltas fechadas	2500	2500
4	1	3 voltas fechadas	3200	2600
5	2	3 voltas fechadas	3400	2700

Onde: FV = fibras virgens e FR = fibras recicladas

Para formação das folhas de papel, foram medidos 100 ml da solução de fibras a 2% de consistência e levado até o equipamento formador de folhas de laboratório, modelo FF/C (Figura 1b) para fabricação de folhas de acordo com a norma TAPPI T 205.



Figura 1 - Equipamentos utilizados. a) desintegrador; b) formador de folha; c) refinador; d) Schopper Riegler.

As folhas de papel foram retiradas do equipamento de formação e levadas para prensagem em prensa pneumática, de acordo com TAPPI T 205 e climatizadas a 20°C e 50% de umidade. Para a determinação do grau de refino em cada passe, foram retiradas amostras de 100 ml do refinador, completando o

volume em 1000 ml com água destilada. Utilizou-se o equipamento medidor de Grau de Refino Schopper Riegler, modelo SR/P (Figura 1d) de acordo com as normas ISO 5267-1.

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 alongamento (ISO 1924/3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 apresenta o efeito dos passes das fibras no refinador no grau de refino medido em $^{\circ}\text{SR}$. O grau de refino das fibras recicladas é maior mesmo na polpa sem refino, pois essas fibras já foram refinadas no processo industrial de produção destes papéis. Esta diferença se manteve nos diferentes passes da polpa no refinador e afetou positivamente a resistência mecânica das folhas de papéis produzidos, como apresentado nas Figuras 3 e 4 referentes aos resultados de estouro, alongamento e resistência à tração, respectivamente, em função do grau de refino das fibras virgens e recicladas.

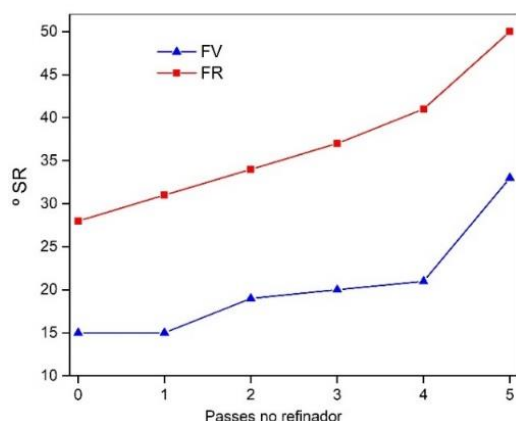


Figura 2 - Efeito do refino

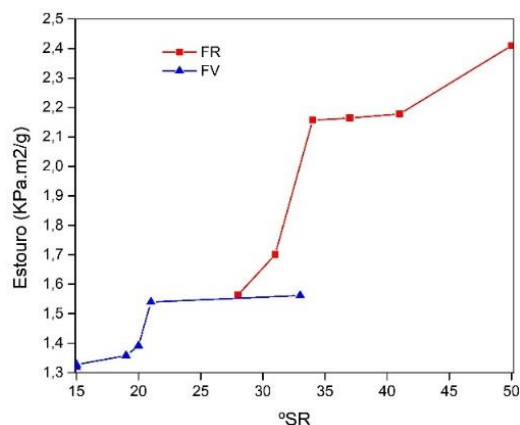


Figura 3 - Estouro em função do $^{\circ}\text{SR}$

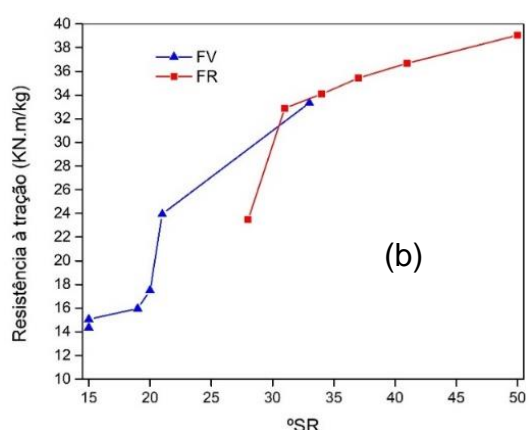
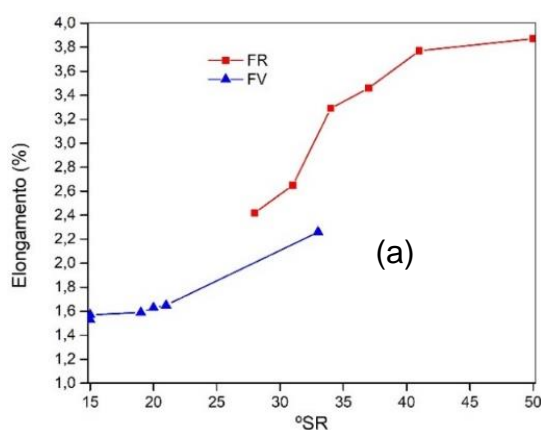


Figura 4 – a) alongamento em função do $^{\circ}\text{SR}$; b) resistência à tração em função do $^{\circ}\text{SR}$

A resistência ao estouro o alongamento e a resistência à tração aumentaram com o aumento do grau de refino para ambas as fibras, sendo que os papéis produzidos com fibras recicladas demonstraram maiores valores destas propriedades, devido ao maior grau de refino obtido para estas fibras, explicado

pelo fato de fibras recicladas já terem passado por processamento mecânico durante a produção na fábrica de papel, diferentemente das fibras virgens.

O processo de refino proporciona fibrilação e acréscimo de área superficial que aumenta o número de ligações entre as fibras o que contribui para o contato entre estas na formação do papel, resultando em ganho de resistência das folhas produzidas (SCOTT; ABBOT, 1995).

4. CONCLUSÕES

O processo de refino foi eficiente para modificar as fibras virgens e as fibras recicladas, confirmado pelos resultados de aumento do grau Shopper Riegler. O refino das fibras influenciou positivamente a resistência mecânica dos papéis. As fibras recicladas apresentaram maior grau e refino o que proporcionou maiores resistências dos papeis produzidos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. S. **Utilização de micropartículas de lignina kraft combinadas com amido anfótero visando o aumento das propriedades do papel embalagem**. 196f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

CASTRO, C. E. Refinação de pasta em baixa consistência em sistema tricônico. In: **CONGRESSO IBEROAMERICANO DE INVESTIGACIÓN EM CELULOSA Y PAPEL**. Puerto Iguazú, Argentina, 2000. v.53 p.662

DEPEC. **Departamento de Pesquisa e Estudos Econômicos**. PAPEL CELULOSE, 25 jun. 2017. Online. Disponível em: http://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_papel_e_celulose.pdf. Acesso em: 25 de setembro de 2017.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 187: Standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples**. 2013.

_ **ISO 1924-2 e 3: Paper and board - Determination of tensile properties**. 2008.

_ **ISO 2758: Paper - Determination of bursting strength**. 2014.

_ **ISO 5263-2: Pulps - Laboratory wet disintegration**, 2004.

_ **ISO 5267: Pulps - Determination of drainability: Schopper-Riegler method**. 1993.

REDKO, B.V.P., Sobre o mecanismo de refinação, In: **17º congresso anual da ABCP**, São Paulo, 1984, v.1 p. 579-597.

SCOTT, W.; ABBOT, J.C. **Properties of paper: an introduction**. Atlanta: Tappi Press, 1995. p.15-39.

TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. **TAPPI T 205: Forming handsheets for physical tests of pulp**. 2006