

Tratamento mecânico de fibra curta de eucalipto com utilização de discos de refino com maior comprimento efetivo de corte

Mechanical treatment of eucalyptus fiber using refiner plates with higher bar edge crossing length

Autores: Dorival Martins de Almeida¹, Guillermo I. Sevrini¹, Larissa Martin Leodoro¹
Manoel Silvestre Faez², Manuel Reguera Soto¹, Suzana Yuri Kaneco¹

Palavras-chave: refino, disco de refino, comprimento específico de corte, fibra curta de eucalipto, estabilidade dimensional.

RESUMO

Ao longo da história da fabricação de papel no Brasil, nossas empresas, diferentemente da prática mundial, especializaram-se em trabalhar com furnish composto de 100% de fibra curta de eucalipto. Na ausência da fibra longa para proporcionar propriedades inerentes de resistência física, o produtor brasileiro está sempre em busca de alternativas para trabalhar a fibra de eucalipto de maneira a atingir o equilíbrio ótimo entre desenvolver resistência física e minimizar a perda de propriedades estruturais, principalmente bulk.

É na operação de refino que as mudanças estruturais e físicas da fibra de eucalipto acontecem. Resistência física, opacidade, porosida-

Abstract

Paper manufacturing companies in Brazil have throughout their history acquired the expertise to work with furnish 100% hardwood of eucalyptus pulp, an unique feature compared to worldwide common practice. In absence of softwood to enhance physical properties inherent to long fibers, Brazilian manufacturers are always in search of alternatives to handle eucalyptus fiber in such a way to achieve the best balance between physical strength development and minimum loss of structural properties, such as bulk.

Physical and structural changes in eucalyptus fibers happen during refining operation. Physical strength, opacity, porosity, bulk, water retention and drainability are operating parameters essential for manufacturing of printing and writing papers. They are directly responsible for paper machine runnability, paper quality and its performance at the end-user.

For reprographic use, dimensional stability is extremely important for its contribution to visual aspect of the virgin and the printed material. Dimensional stability is strongly affected by the quality of the refined fiber and is inversely proportional to the amount of refining.

Recent advances in the technology of new materials and production of refiner plates made it possible to build plates with higher bar edge crossing length. Hence low intensity refining turned into reality and created opportunities to achieve a new referential for the quality of refined eucalyptus pulp.

Keywords: refining, refiner plate, bar edge crossing length, eucalyptus pulp, dimensional stability.

Referências dos autores:

- 1 - Votorantim Celulose e Papel S.A. – Luiz Antônio (SP) – Brasil
- 2 - Votorantim Celulose e Papel S.A. – Jacareí (SP) – Brasil

de, bulk, índice de retenção de água e drenabilidade são variáveis de trabalho consideradas essenciais na fabricação de papel para impressão e escrita, que afetam diretamente tanto o andamento da máquina de papel quanto o produto e o desempenho no usuário final.

Para a operação de reprografia, estabilidade dimensional é uma propriedade extremamente importante porque se traduz no aspecto visual do produto, tanto no papel virgem como após a cópia. A estabilidade dimensional, fortemente afetada pela qualidade da fibra refinada, é inversamente proporcional à quantidade de refino.

Muito recentemente, o avanço na tecnologia de materiais e de produção de discos de refino possibilitou a

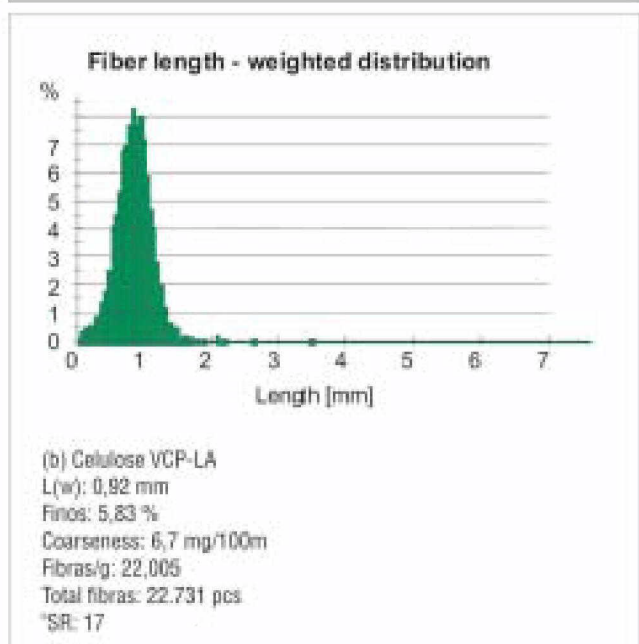
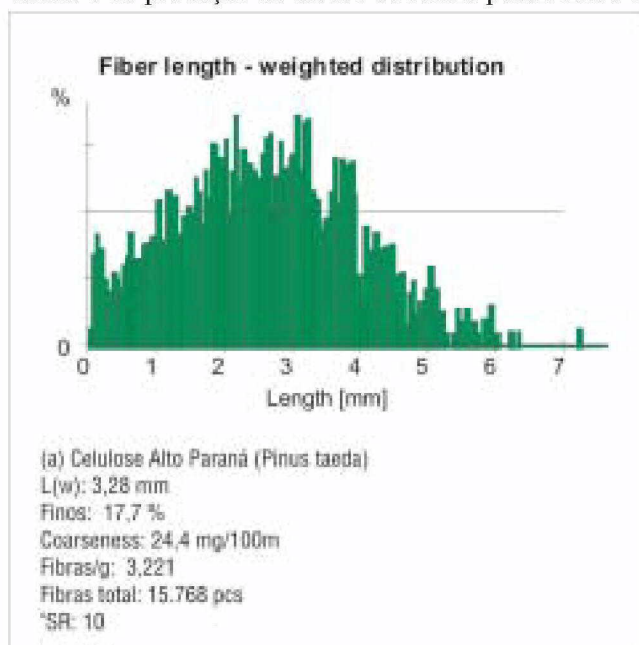


Figura 1 – Análise morfológica (Kajaani) das polpas sem refino: (a) Alto Paraná e (b) VCP-LA

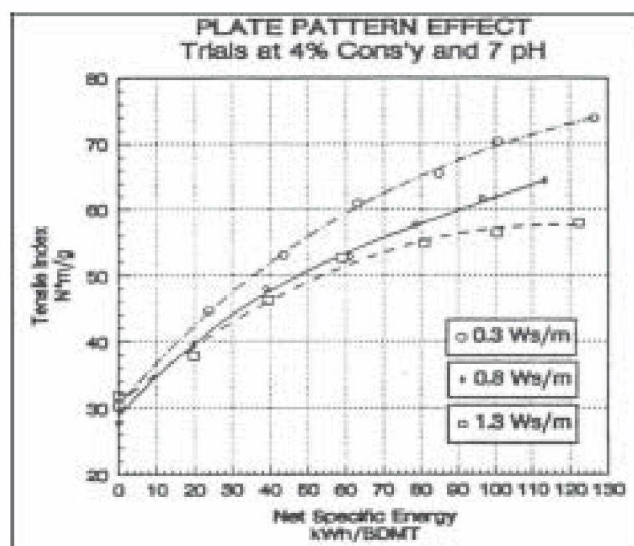
construção de discos com maior comprimento específico de corte. Esse desenvolvimento teve como consequência direta a possibilidade de trabalhar com baixa intensidade de refino e buscar um novo referencial na qualidade da fibra de eucalipto refinada.

INTRODUÇÃO

A Votorantim Celulose e Papel – Unidade Luiz Antônio, localizada a 300 quilômetros da cidade de São Paulo, dedica-se à fabricação de papel para impressão/escrita e reprografia a partir de celulose de eucalipto, obtida na própria planta. Nossos produtos são exportados principalmente para os mercados norte-americano e europeu, sendo a fibra curta de eucalipto o diferencial para se obterem produtos com formação superior, boa opacidade, bulk e – não menos importante – custo conveniente. Essa condição de utilizarmos 100% de fibra de eucalipto nos motiva a fazer estudos contínuos para desenvolver processos que melhor se adaptem à nossa necessidade de alcançar valores ótimos de resistência física da folha úmida, alta drenabilidade da polpa e um produto final com baixa resistência à passagem de ar e boa estabilidade dimensional. Este trabalho relata um recente desenvolvimento realizado com discos de refinadores com maior comprimento específico de corte.

1.1. Princípio básico de refino

O processo de refino é a operação-chave na fabricação de papel no que se refere ao tratamento das fibras.



O padrão do disco do refinador influencia diretamente na intensidade de refino (CEL) e o resultado de trabalhos (Figura 2) indica que menor a intensidade, maior o ganho em eficiência de energia líquida. Por outro lado, maior resistência física é obtida para uma mesma energia (Demier e Ratnieks, 1991).

Figura 2 – Influência da CEL sobre a energia líquida de refino.

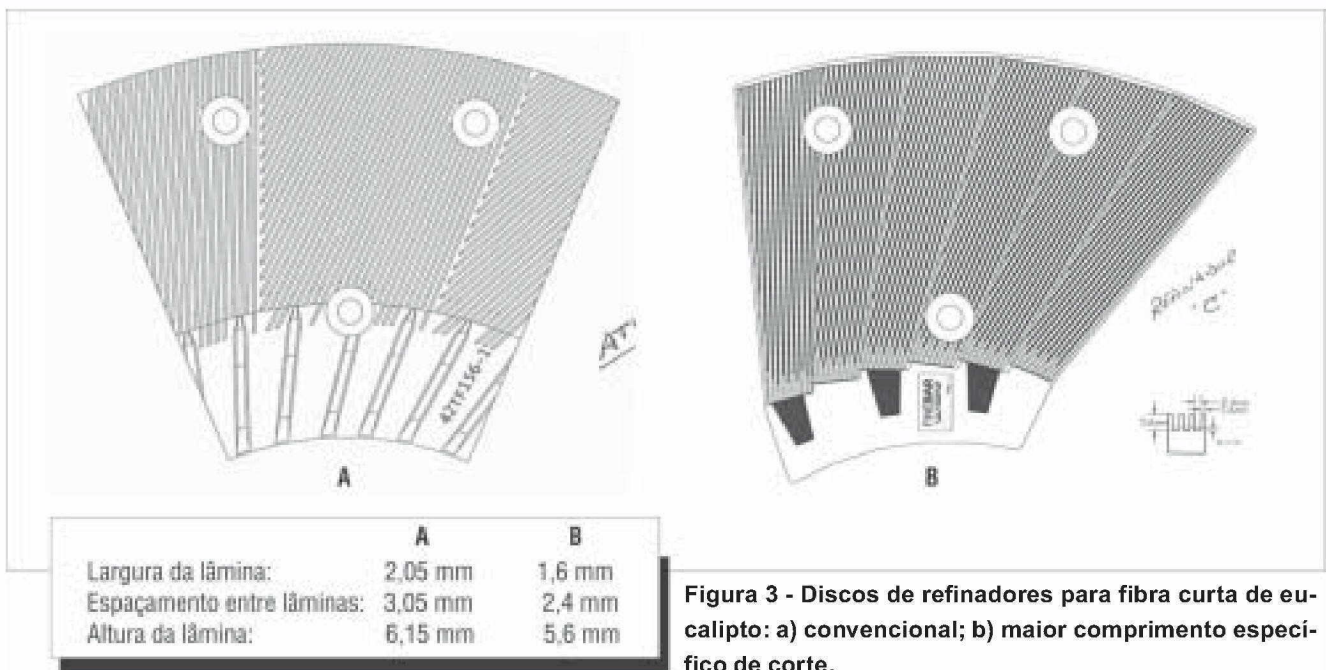
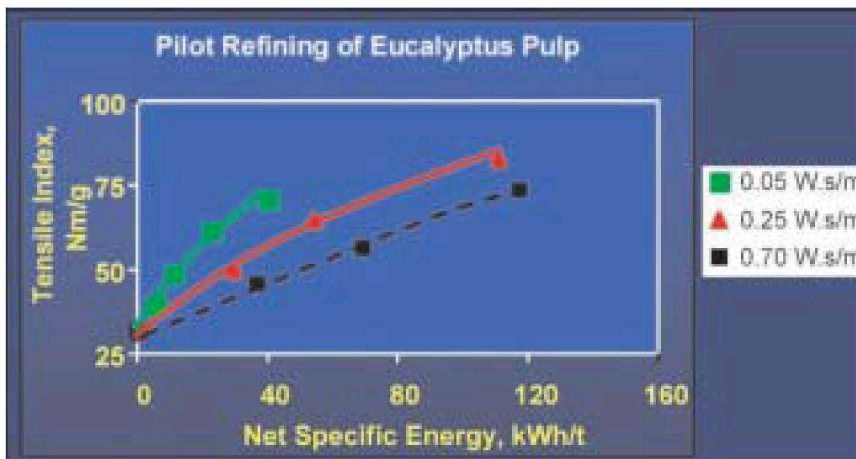


Figura 3 - Discos de refinadores para fibra curta de eucalipto: a) convencional; b) maior comprimento específico de corte.



Num trabalho recente, Demuner et al. (2005) apresentou resultado obtido com CEL em faixa bastante menor que o convencional, onde mais uma vez evidenciou-se a extensão dos benefícios para a qualidade da polpa refinada (Figura 4).

Figura 4 – Baixa intensidade de refino para polpa de eucalipto (Demuner *et al.*, 2005)

Com o refino, consegue-se conferir à fibra a resistência necessária para que a folha suporte as tensões a que é submetida durante sua passagem na máquina de papel. Na prática, porém, o refino é possível até certo limite, para que não interfira negativamente na drenabilidade da folha, no corpo do papel e em sua estabilidade dimensional. A qualidade da fibra refinada depende das condições a que é submetida durante o tratamento nos refinadores.

A extensão do refino pode ser medida por parâmetros, a saber:

- energia de refino (kWh/t);
- intensidade de refino (Ws/m).

Para medir a intensidade de refino, a teoria empírica da Carga Específica de Lâmina (CEL) tem boa aceitação e expressa de maneira simplificada a intensidade dos impactos sobre as fibras no refinador (ABTCP). É definida pela razão entre a potência líquida aplicada e o comprimento de

cruzamentos de lâminas na unidade de tempo:

$CEL = P_{net} / CEC$, em Ws/m, onde:
 P_{net} : potência líquida (kW)
 CEC : comprimento específico de corte (km/s)

Para aplicação em fibra curta, recomenda-se trabalhar com intensidade de refino menor que 1,0 Ws/m.

1.2. Discos de refinadores com maior comprimento específico de corte

A fibra curta de eucalipto tem dimensões bastante distintas da fibra longa (Figura 1), e seu uso extensivo em diversos segmentos de fabricação de papel acabou por demandar o desenvolvimento de discos de refinadores específicos para seu tratamento.

Uma nova tecnologia patenteada que consiste no corte a laser, montagem e ligação das partes por difusão possibilitou a construção de discos de refinadores com desenho único, padrões de lâminas finas e alta capacidade volumétrica.

A Figura 3 ilustra a diferença de desenho entre um disco de refinador convencional utilizado no refino de fibra curta de eucalipto e

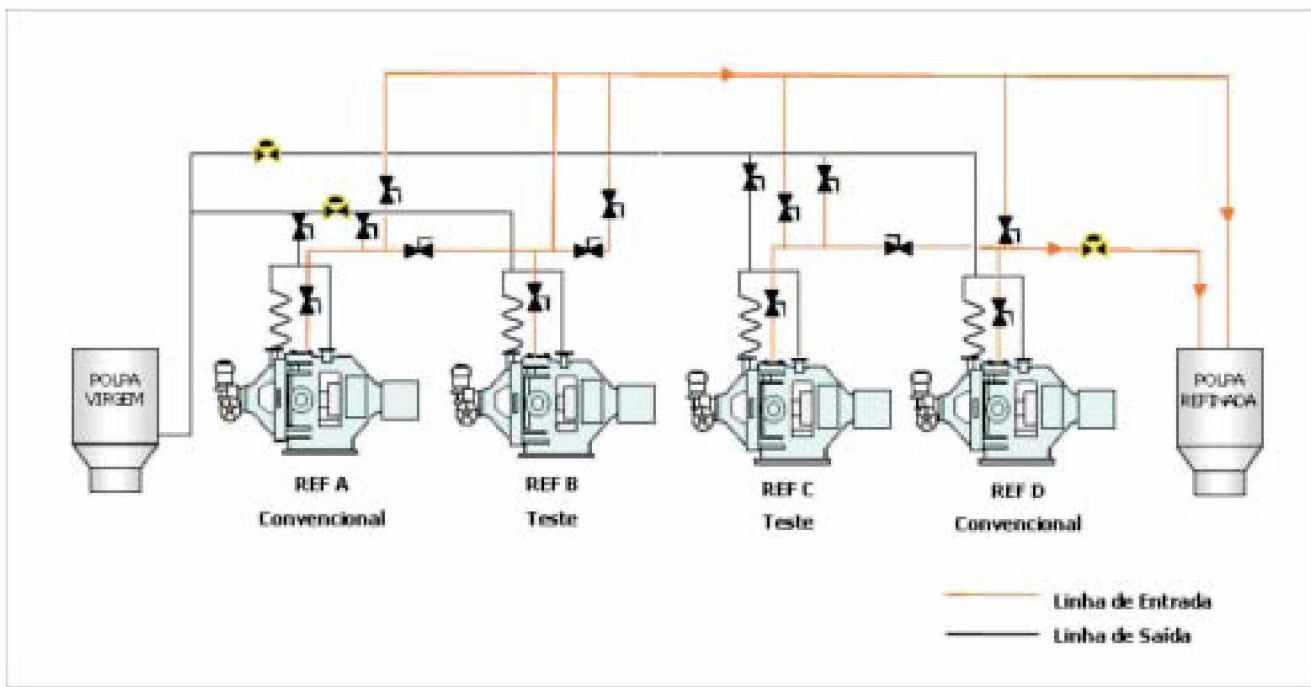
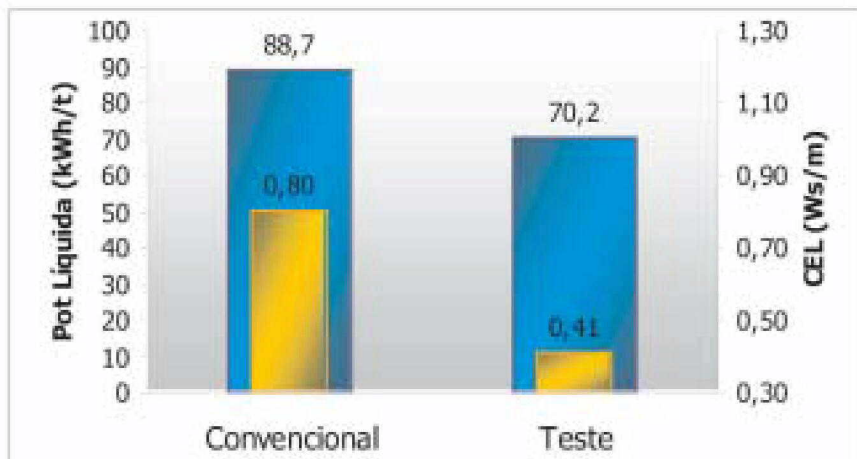


Fig. 5 - Esquema da instalação dos refinadores



Desta forma, o CEL teve impacto não apenas pelo CEC do disco, mas também da energia consumida para atingir o mesmo "SR". O CEL obtido com discos convencionais foi de 0,80 e com "Teste" de 0,41 Ws/m. A Figura 5 ilustra a diferença entre as duas condições de trabalho.

Figura 6 – Potência líquida e CEL para discos com diferente CEC.

aquele construído conforme o novo conceito, ao qual nos referiremos a partir de agora como Teste.

O resultado é a possibilidade única de se trabalhar com intensidade de refino extremamente baixa, que, somada ao material empregado na confecção dos discos, cria oportunidades para:

- aumento do tempo de vida dos discos: pela combinação de intensidade reduzida, desenho das ranhuras

e material de confecção dos discos;

- redução no consumo de energia: pelo efeito do comprimento maior das lâminas;
- melhoria da qualidade da polpa refinada: pela menor intensidade de refino aplicada, reduzindo o efeito negativo sobre a estrutura da fibra;
- melhoria da qualidade do produto: pelo aumento de resistência física e bulk para um mesmo grau de refino.

A principal diferença entre os discos convencionalmente utilizados para refino de polpa de eucalipto e a nova geração de discos está no comprimento efetivo de corte:

- convencional: 96,72 km/rev.
- nova tecnologia: 152 km/rev.

Com este novo disco, temos a oportunidade para, em uma mesma energia líquida, trabalhar com intensidade de refino 36% menor.

RESULTADOS DE UMA APLICAÇÃO PRÁTICA

Os resultados apresentados neste trabalho foram obtidos durante o período de vida útil dos discos de refino com maior comprimento efetivo de corte quando seu desempenho foi comparado ao dos convencionais.

Em nossa fábrica, a máquina de papel tem instalados refinadores Voith com discos de 42" de diâmetro e configurados para trabalhar tanto em série como em paralelo. Para este estudo, dois refinadores trabalharam em paralelo com discos convencionais, enquanto outros dois, com maior comprimento específico de corte, foram instalados em dois outros refinadores, também em paralelo.

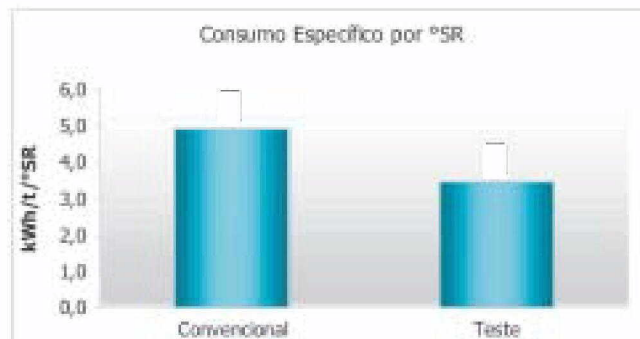
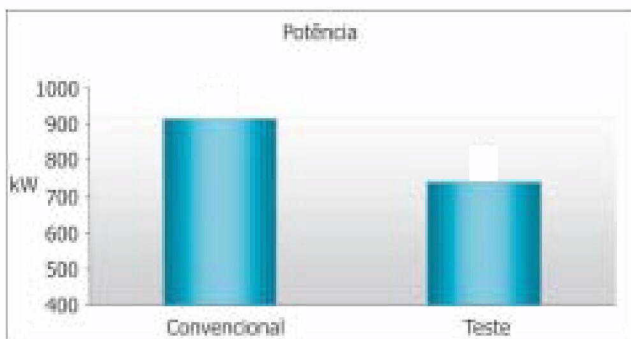
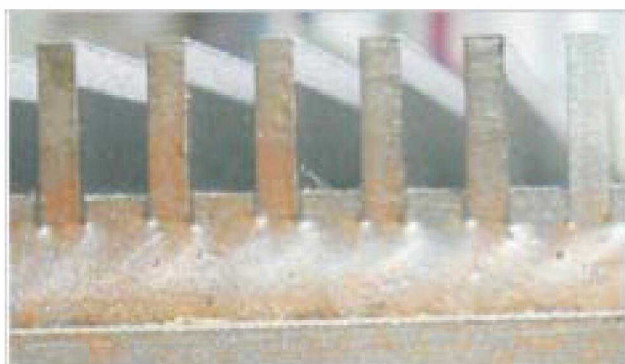


Figura 7 – Redução na potência total e no consumo específico por grau Schopper-Riegler.



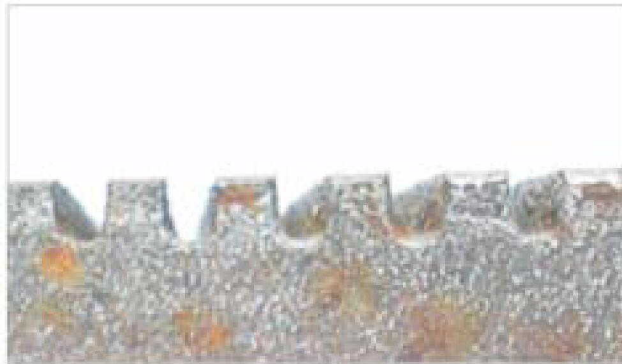
Disco "Teste" sem uso



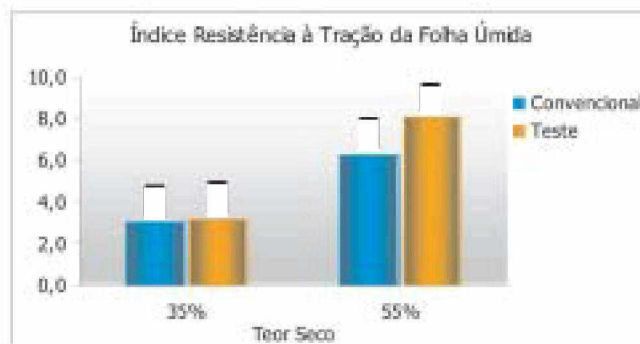
Disco "Teste" após uso



Disco Convencional sem uso



Disco Convencional após uso



IRA menor possibilita uma melhor drenabilidade da polpa, o que favorece o andamento da máquina, permitindo aumentar as alternativas de operação na máquina de papel, por exemplo, trabalhar com um valor de °SR maior e, conseqüentemente, aumentar a resistência da folha de papel sem prejudicar drenagem.

No teste de Resistência à Tração da Folha Úmida (WWS) foi observado ganho significativo a um teor seco de 55%, resultado favorável para andamento de máquina.

	Fibra Virgem	Convencional	Teste
Largura da Fibra, μm	17,2	17,3	17,3
Espessura da Parede, μm	2,75	2,62	2,71
Fração Parede, %	32,0	30,3	31,4
Diâmetro do Lúmen, μm	11,7	12,1	11,8
Índice de Flexibilidade, %	68,0	70,0	68,6
Índice de Enfeltramento	47,3	45,9	47,6
Índice de Runkel	0,47	0,43	0,44
Coarseness, mg/100m	6,4	5,8	6,0
Número de Fibras/grama, $n^\circ \times 10$	23,3	27,3	25,1
Comp. Médio Ponderado, mm	0,81	0,79	0,82
Finos (n) < 0,2mm Lc, %	9,9	11,6	10,8

Tabela 1 – Resultados da análise morfológica das fibras.

	Convencional	Teste
Bulk - Lab, cm^3/g	1,32	1,35
Bulk - Papel, cm^3/g	1,31	1,32
Porosidade, s/100 mL ar	17,6	16,8
Resistência ao Rasgo Transversal, mN	489	535
Resistência à Tração - Longitudinal, kN/m	5,43	5,47
Alongamento Transversal, %	5,7	5,0
Rigidez Transversal, gf.cm	0,90	0,90

Tabela 2 – Propriedades da folha formada em laboratório e do papel.

2.1. Consumo específico de energia

Em uma primeira situação experimental, a energia aplicada foi mantida constante para cada condição de disco utilizado. O resultado foi a queda de CEL de 0,96 para 0,61 Ws/m, porém o grau Schopper-Riegler da polpa refinada aumentou de 36 °SR para 45 °SR.

Para equalizar a qualidade da polpa refinada, em uma segunda etapa, ajustamos a energia aplicada em 88,7 kWh/t no refinador com discos con-

vencionais e em 70,2 kWh/t no refinador com o novo disco, para se atingir um mesmo grau de refino de 37°SR.

O novo disco possibilitou a redução de 19% na potência total aplicada, o que se traduz diretamente em economia de energia (Figura 7). Houve também redução de 43% no consumo específico por grau Schopper-Riegler, de 4,9 para 3,4 kWh/t/°SR.

A facilidade de ganho de refino com o disco em teste permitiu operar

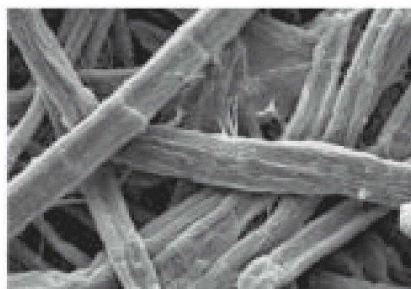
o refinador com vazões mais elevadas para a mesma configuração de refinador. Após otimização do processo, o uso desse disco possibilitou operar com um refinador a menos, diminuindo, portanto, o consumo de energia e os custos com manutenção.

2.2. Vida útil dos discos

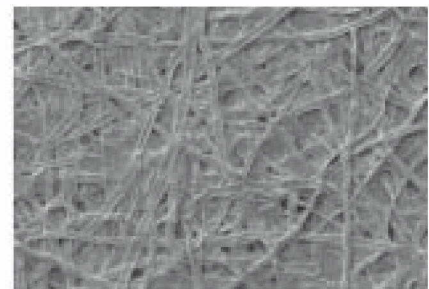
A vida útil do disco foi calculada de maneira comparativa, tomando-se como base a quantidade de massa



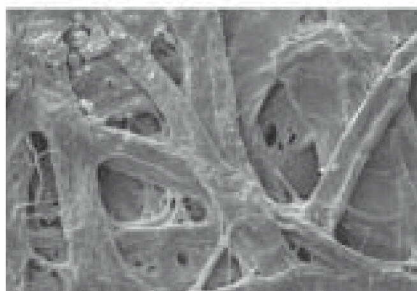
Fibra Virgem 500x



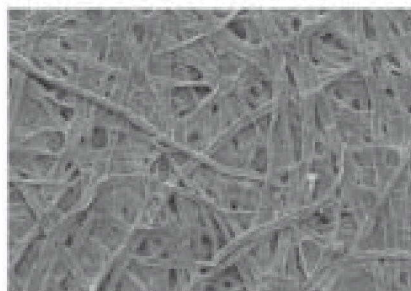
Fibra Virgem 2.500x



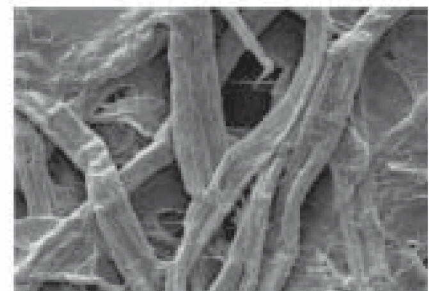
Disco Convencional 500x



Disco Convencional 2.500x



Disco Teste 500x



Disco Teste 2.500x

Anexo 1 - Microscopia eletrônica das polpas

refinada durante o período de funcionamento do disco convencional.

Figuras mostram as fotos de um disco convencional e de um Teste – novos e após o término da vida útil. Podemos observar que, devido ao desenho geométrico do disco Teste, a largura da lâmina não se altera com o desgaste, mas o

mesmo não ocorre no disco convencional. Tal ganho tem como explicação o desenho e o material do disco, bem como a CEL aplicada durante o teste. A obtenção dessa CEL menor só foi possível pelo maior comprimento efetivo de corte dos discos em teste (96,72 km/rev vs. 152 km/rev) e pela menor

potência aplicada para se atingir o mesmo grau de refino.

2.3. Qualidade da polpa refinada

A polpa refinada com o disco em teste apresenta tendência de influenciar menos o Índice de Retenção de Água (IRA), chegando a uma diferença de 20 pontos se compararmos

mos as polpas com mesmo grau Schopper-Riegler.

2.3.1. Propriedades morfológicas

As diferenças encontradas nas propriedades morfológicas das fibras refinadas com os dois discos não podem ser consideradas significativas, conforme resultados na Tabela 1.

2.3.2. Microscopia

A microscopia (Anexo 1) mostra que existe diferença entre as polpas refinadas com o disco convencional e o Teste. Pelo aspecto visual, o refino com o disco convencional forma uma malha de fibra mais fechada e resulta em maior degradação da fibra. No caso da polpa refinada com o novo disco, observamos fibras mais preservadas.

2.4. Qualidade do produto final

Foram realizados testes físicos nas folhas formadas em laboratório e também em amostras de papel produzidos durante o teste com polpa refinada com os discos convencionais e, posteriormente, com os discos em teste (Tabela 2).

Para os discos Teste, houve ganho em bulk de 1,32 para 1,35 cm³/g na folha de laboratório, algo não reproduzido totalmente na máquina de papel, possivelmente devido à ação me-

cânica sofrida pela fibra durante a passagem pela prensa de nip estendido. Houve ainda ganho significativo em resistência ao rasgo (em torno de 10% para papel cortado) e queda no alongamento, o que favorece a estabilidade dimensional e o desempenho em máquina do produto. Não houve alteração relevante em resistência à passagem do ar, resistência à tração e rigidez.

2.4.1 Ondulação

Para monitoramento da estabilidade dimensional do papel antes da impressão, realizamos na fábrica o que chamamos “teste de ondulação” (temperatura de 24°C e umidade de 65%) nas resmas produzidas com polpa refinada com os dois discos. São exibidas as fotos em 0 e 30 min, assim como o índice de ondulação calculado para cada condição. O índice de ondulação vem comprovar quantitativamente que o novo disco produz um papel mais estável.

CONCLUSÃO

A utilização de discos com maior comprimento efetivo de corte permitiu descobrir novos parâmetros operacionais na operação de refino de fibra curta de eucalipto, o que se traduz em vantagens significativas para

o nosso processo de fabricação de papel e o produto final.

Com a redução no consumo de energia, conseguimos reduzir o número de refinadores em operação e trabalhar com CEL de 0,41 Ws/m. O resultado foi uma polpa muito bem refinada, com maior resistência ao rasgo e fibra mais preservada, com consequência positiva nos resultados de bulk e ondulação.

BIBLIOGRAFIA

AFT Finebar Refiner Plates, A breakthrough in refiner plate technology.

DEMLER, C. L.; RATNIEKS, E. Refining of eucalyptus paper for the papermaker. In: PIRA - CURRENT AND FUTURE TECHNOLOGIES OF REFINING, Birmingham, 1991.

RATNIEKS, E. Refinação da pasta celulósica. In: ABTCP, Riocell S.A.

DEMUNER, B.; RATNIEKS, E.; ROBINSON, D. Ultra low intensity refining of eucalyptus pulp. In: PIRA INTERNATIONAL REFINING CONFERENCE, 8., Barcelona, 2005. ▲

ABTCP / Uniscepa

Participe dos cursos, congressos e demais eventos promovidos pela Universidade Setorial de Celulose e Papel – Uniscepa – da ABTCP.

Confira a programação no site www.uniscepa.org.br.

Informações pelo e-mail relacionamento@abtcp.org.br ou telefones (11) 3874-2720 / 2738 / 2728.

