



*Engº Antonio Carlos de Macedo Coelho

Engº Alberto de Souza

This article is referred to use of technics development to kraft paper used in sacks, concentrating in the importance of values of tensile strenght, stretch and air resistance and also focus in the use of technics to improve better stretch and tensile strenght in machine direction and cross direction.

Key-words: extensível, physical properties, kraft for sacks, TEA, high consistency refining.

Papéis para Sacaria

Kraft paper for sacks/ Papeles para sacaria

Resumo

Este artigo aborda o uso de técnicas desenvolvidas para a melhoria do papel *kraft* usado na sacaria, com enfoque na importância dos valores de tração, alongação e porosidade e no uso das técnicas para melhoria de tração e alongação nos sentidos longitudinal e transversal.

Palavras-chave: extensível, propriedades físicas, *kraft* para sacaria, TEA, refino de alta consistência.

Introdução

Os papéis de uso industrial, a exemplo de outros segmentos, vêm sofrendo nos últimos anos uma crescente busca por parâmetros de qualidade e redução de custos, fator natural perante ao mercado cada vez mais exigente e competitivo. Estes requisitos são perseguidos, tanto em relação à matéria-prima quanto ao processo.

Um dos segmentos mais afetados foi o do *kraft* natural que, mesmo com o desenvolvimento do extensível, tornou tal caminho irrevogável, com desenvolvimentos adicionais. Entre estes se destacam como os mais importantes o refino de alta consistência e a secagem a ar.

O mercado brasileiro, assim como o mundial, no segmento de papéis para sacaria, tem seu principal mercado na indústria cimenteira que, dentro de suas necessidades, baliza as características necessárias a este tipo de papel. Portanto, este artigo se concentra mais no âmbito destas necessidades, po-

rém, sem desprezar as demais utilizações do papel para sacaria.

Sacaria

Os critérios mais importantes para o saco de papel são:

- TEA (*Tensile Energy Absorption*/Absorção da Energia de Tensão);
- Printabilidade;
- "Maquinabilidade";
- Porosidade;
- Fricção.

Observamos que estes parâmetros são válidos para o mercado brasileiro, em vista de não se ter o uso de sacaria branca.

TEA

É o mais importante parâmetro para a sacaria, pois fornece um bom panorama da resistência e qualidade do saco de papel. Altos valores de TEA possibilitam reduzir o número de folhas e suas respectivas gramaturas no saco de papel. Ele se relaciona diretamente com os resultados de *Drop Teste*. O TEA balanceado é o critério básico para a fabricação de um saco de qualidade. Com a obtenção de altos TEAs,

*ASSESSOR TÉCNICO DE CELULOSE E PAPEL DA MEYER & COELHO LTDA.

tem-se sensível redução nos custos de papel na sacaria.

TEA representa a combinação do total de rigidez, conseguida através da microcrepagem e da força de tensão, a qual demonstra a máxima força que o papel suporta sem quebras. É o trabalho total dado por unidade de área do papel, quando forçado até a ruptura em J/m^2 . O índice de TEA é dado pela absorção de tensão dividida pela gramatura, J/g . (ISO 1924/2)

Os benefícios de altos TEA são gerados para o conversor de saco e para o usuário. Ao primeiro, porque permite menores gramaturas e redução de número de folhas com o conseqüente uso de menos papel para a mesma quantidade de sacos. Tanto conversor quanto usuário ganham com a vantagem de ocupar menor área de estocagem e ao maior número de sacos por *pallets*, o que será traduzido em redução de custos de transporte. Além disso, o usuário ganha com a menor gramatura, ao mesmo tempo que a resistência do saco é mantida, e ainda com menos quebras e redução de custos com sobras.

Printabilidade

É a capacidade de impressão dos parâmetros de:

- Melhoria da maciez da superfície;
- Impressão livre de sujeira com a melhor ligação entre fibras; e
- Boa formação (boa distribuição de fibras = balanceada).

Maquinabilidade

São as condições de melhoria operacional, com a busca de melhor rigidez, gerando ainda ganhos em termos de perfis de umidade e de gramatura. A rigidez fornece ao conversor um aumento de velocidade na produção e, para o usuário, maior eficiência no enchimento do saco e no manuseio destes com "boca aberta". Além disso, proporciona um manuseio mais eficiente com sacos de

válvulas em equipamentos de enchimento automático. E para os usuários, os ganhos referem-se a uma menor quebra, com menos rejeitos e perdas.

A melhoria nos perfis de umidade e gramatura trazem como benefício ao conversor:

- Aumento na velocidade de produção;
- Qualidade mais balanceada, com menos rejeitos; e
- Melhor maquinabilidade na impressão.

Porosidade

É um parâmetro que permite ao conversor condição de menor ou nenhuma perfuração no saco e uma quantidade menor de papel em cada saco (mais ar escapa durante o enchimento). Para o usuário do saco, este item proporciona um enchimento mais rápido; as dimensões do saco são reduzidas; menos sujeira no processo de enchimento; sacos mais cheios com mais facilidade de manusear e *palletizar*; e sacos mais limpos e estáveis nos *pallets*.

Fricção

É importante para a estabilidade dos sacos nos *pallets*.

Produção

Ao longo dos anos, as empresas produtoras de papel *kraft* para sacaria vêm, em razão dos critérios acima mencionados, produzindo e desenvolvendo papéis com especial atenção à qualidade e custos. Para o cimento, tem-se a necessidade de um papel excepcionalmente forte, de preferência, com alta porosidade. Entretanto, até agora, produzir papel com ambas as características não tem sido tarefa fácil. A contínua procura por estes critérios assegurou o conhecimento das tecnologias necessárias, tanto no setor de fibras com o controle de campo como nos desenvolvimentos de processo.

A fibra clássica para este tipo de papel tem sido o *pinus*, que com seus diferentes tipos, foi desenvolvido a partir de intensa

pesquisa, tanto no hemisfério norte como no Brasil. Observa-se que já temos hoje no Brasil papéis de boa qualidade produzidos através do bambu, que competem em igualdade com os papéis de *pinus*. Tal desenvolvimento, feito através de intensa pesquisa e altos investimentos, já asseguraram o uso desta matéria-prima em condições normais.

Fibras - Bambu

O bambu teve seu desenvolvimento para papéis, com destaque para a sua morfologia, fibra considerada longa, não tanto como a de *pinus*, mas que tem como vantagem uma parede mais grossa. Isto gera características de resistência próprias, dando condições para a confecção de papéis de diferentes tipos, com excelentes resultados. Com seu desenvolvimento, passou-se à condição de uso em grande escala, tendo na formação seu principal desafio, pois com um *zeta* potencial alto, sua condição de aglomeração necessita cuidados especiais no cozimento, no *approach flow* e na mesa plana.

As características de fibra do bambu o fazem de alto uso para cartão, porém, com um TEA elevado, presta-se ao uso de sacaria, de forma competitiva.

Apesar desta fibra não ter hoje todo seu potencial explorado, é clara sua competitividade com o *pinus*, em vários aspectos e com vantagens.

TEA

A busca pelos parâmetros mais importantes levou ao desenvolvimento de tecnologia em diferentes pontos do processo, desde o cozimento com a preservação das características físicas da fibra, bem como da preservação e uso acentuado destas características em todas as etapas.

O mais importante parâmetro usado no saco de papel é o TEA, no qual estão concentrados os esforços e investimentos para a melhoria da qualidade e redução de custos. O principal para isto foi a microcre-

pagem com o papel extensível. Com o desenvolvimento desta tecnologia, já utilizada em praticamente todas as produtoras de papel para sacaria, foram desenvolvidos o refino em alta consistência, novas seções de prensagem e túneis de secagem. Com o extensível, buscou-se um papel de maior resistência com valorização dos testes em sentido à máquina.

No refino em alta consistência, otimizou-se o tratamento da fibra, preservando-a e obtendo altos valores nos testes também em sentido transversal à máquina. O foco das discussões estará mais voltado a esta tecnologia, em função de ser nova no Brasil e já largamente usada no hemisfério norte.

Papéis kraft extensíveis

Com o desenvolvimento e o domínio da técnica de microcrepagem, a sacaria multifolhada estabeleceu-se com o extensível, atingindo parâmetros bem superiores aos do kraft natural. O desenvolvimento do extensível, que remonta à segunda guerra, trouxe valores de alongação e tração superiores, na faixa de 10% no sentido longitudinal da folha, ou seja, no sentido do papel na máquina. O processo hoje utilizado nada mais é do que a alteração da superfície do papel, que, de lisa, passa à microcorrugada, sofrendo a ação de uma manta de borracha sobre um nip. Desde o início se entendeu o conceito da energia de trabalho no papel de embalagem, com os papéis que se podem fabricar com esta técnica, com grande energia e pequena queda no rasgo, já mostrando valores de tração e alongação bastante elevados. Os papéis extensíveis mostram importantes aumentos de energia no sentido da máquina e menos no sentido transversal.

Com a estabilidade do uso do extensível, passou-se a trabalhar com valores fixos no sentido de máquina em aproximadamente 8%. Ou seja, com valores de absorção de energia no sentido de máquina de três a cinco vezes à do papel normal.

Obviamente só o extensível não corres-

ponde à necessidade de qualidade. Até mesmo seus valores são balizados dentro de parâmetros aceitos sem prejuízo de outras características do papel. Os níveis de alongação e tração devem manter a rigidez e não sobrecarregar a capacidade do transformador em manter seus níveis de produção.

Com a qualidade obtida com o extensível, passou-se a fabricar sacos multifolhados em gramaturas menores ou em quantidade de folha menor por saco, sem perder qualidade. Isto trouxe o uso do extensível, ou semi-extensível como substituto do kraft, hoje já atingindo percentuais elevados na sua substituição.

Com a entrada do papel extensível, verificou-se que a tendência era aumentar a gramatura e reduzir o número de folhas no saco, o que trouxe bons resultados. São óbvias as vantagens com esta política. Em alguns casos, com a reclamação do usuário perante a diminuição do número de folhas, mantinha-se o número de folhas e diminuía-se a gramatura. Mas mostrou-se errôneo para o uso do extensível.

Com o extensível houve uma mudança, já que anteriormente os valores transversais à máquina eram maiores, para valores muito maiores. As propriedades no sentido de máquina, com o extensível, modificavam-se razoavelmente, tendo assim propriedades transversais frágeis. Em vista de que um saco multifolhado com papel normal, quando em teste de queda, submetia o papel a tensões em sentido transversal, obteve-se, portanto, resultados insatisfatórios nestes testes. As quedas em superfície plana submetem o papel a tensões biaxiais no saco.

Portanto, ambos os sentidos são críticos.

Com o desenvolvimento, priorizou-se avanços nas propriedades transversais, o que culminou, no início dos anos 70, na utilização do refino em alta consistência, dando às fibras características especiais. Já nesta época mostrou-se que, quando o papel passa pela unidade extensível, o seu módulo de Young modifica-se, e sua resistência de dobra reduz. Durante a fase seguinte, no final da secagem, se o papel não tiver forças tensoras, encolherá mais facilmente. Tal fato resultou na técnica dos túneis de secagem. Com estas duas técnicas conseguiu-se um papel quase "quadrado", com altos níveis de energia, obtendo-se valores de 8% em ambos os sentidos.

Todos estes avanços, até o início dos anos 80, tiveram um impacto forte no desenvolvimento dos sacos multifolhados. Pode-se ver a origem com a concepção para os anos 60 de três folhas de 200g/m². À medida que a qualidade aumenta, a gramatura diminui paulatinamente.

O saco de cimento foi o que mais sentiu o processo. Este tem de ser competitivo para embalar um produto relativamente barato. Conseguiu-se baixar para folhas de 100g/m², o que teve efeitos muito bons. Finalmente, chegou-se a 85g/m². Atualmente, a tendência imediata aponta para o uso de duas folhas de 70 g/m², com o uso das novas técnicas.

Refino em alta consistência

Mudanças tecnológicas não são comuns na indústria de papel e celulose. Os métodos e equipamentos são aproximadamente

Cálculo para Sacos de Papel

Qualidade do papel	TEA total p/saco	TEA balanc. índice do papel	Gram. Total p/saco	Gramat. Teórica de cada folha				Peso de cada saco a 1m ²	Redução de mate.	Quantidade de papel p/ 1 milhão sacos
	J/m ²	J/g	g/m ²	2fl	3fl	4fl	5fl			
								g	%	ton.
Fomec.1	438	1,1	398			100	80	398	0	398
Fomec.2	438	2,1	209	104	70			209	48	209
Fomec.3	437	3,1	141	70				141	65	141

os mesmos de gerações anteriores. Por conveniência, utiliza-se no preparo de massa a fibra de uma forma a ser facilmente transportada. Com isto, o transporte da polpa se faz a baixas consistências.

O refino em alta consistência é uma técnica de preparo de massa, na qual a massa é refinada em uma consistência até dez vezes maior do que a usada no refino convencional.

A ausência da "água de lubrificação" durante o refino causa mudanças essenciais neste processo. No refino de baixa consistência as fibras são tratadas fundamentalmente pelo uso do contato entre discos e fibras, no caso em que a abertura deve ser mínima. No refino em alta consistência, por sua vez, a massa é refinada pelo contato e fricção entre as próprias fibras.

O uso do papel extensível com preparo de massa em alta consistência reforça o conceito de "capacidade de trabalho", determinante para seu uso. Este conceito, também chamado de resistência à tração, é uma medida da capacidade do papel de receber energia. Aqui se mede a carga de ruptura e a dilatação da lâmina de papel. Tal medida avalia a capacidade de deformação de resistência à carga (grande dilatação da folha até à ruptura e o valor absoluto de carga para ruptura).

O papel, nestas condições, tem por natureza a tendência de aumentar características fundamentais, como a extensibilidade, dando resistência à ruptura e "capacidade de trabalho".

O refino em alta consistência apresenta também um balanço favorável no consumo de energia, baseado na minimização das perdas de potência nos refinadores.

No refino de baixa consistência com alta velocidade, as perdas de potência (principalmente compostas por perdas hidráulicas do refinador) podem somar mais do que a metade da carga nominal do refinador. Em contraste, com o refino de alta consistência, aonde não há praticamente perdas hidráulicas, a perda de potência fica entre 5% e 10% da nominal do refinador.

O esquema do refino em alta consistência demanda o recebimento em consistência a 30% com sistema apropriado para a retirada e circulação de água. O sistema é baseado no fato de que, na refinação em alta consistência, uma grande quantidade de energia de refino pode ser transferida para a massa, em um ciclo de refino e.g. 250 kWh/t. Se esta quantidade de energia for transferida para a massa em baixa consistência, muitos ciclos de refino são necessários, sendo obrigatório muitos refinadores acoplados em série.

Outra vantagem do refino em alta consistência pode ser citado. Se a refinação é feita em um grande refinador em alta velocidade, a consistência de refino não é crítica. Uma refinação satisfatória pode ser alcançada em uma faixa de consistência de aproximadamente 20%. Porém, a consistência mais favorável está na faixa de 30%.

As vantagens obtidas com a aplicação do refino em alta consistência podem ser utilizadas na fabricação de papéis mais fortes, com ênfase no ganho transversal, ou ainda no uso de matérias-primas inferiores com a manutenção de altos valores.

O Relatório n° 1071, do Instituto de Papel e Celulose da Finlândia, mostra que, no mínimo, 20% de aparas podem ser mixadas com celulose comum de *pinus* (sulfato), sem perda das qualidades essenciais para papel de sacaria, somente quando é usado o refino de alta consistência.

Propriedades do papel e métodos de testes

Veremos a seguir alguns dos principais métodos de testes, considerando (MD) como propriedades do papel no sentido de direção da máquina e (CD) na direção transversal.

• GRAMATURA - g/m² (ISO 536)

É o peso-base do papel, a relação entre o peso e a área de face.

• TRAÇÃO - kN/m (ISO 1924/2)

É a força máxima que o papel agüentará antes de quebrar. Sendo um dos parâmetros do TEA.

• ELONGAÇÃO - % (ISO 1924/2)

É a medida da distensão do papel, quando estendido até a ruptura em percentuais.

Os valores de Tração e Elongação fornecem o TEA

• TENSILE ENERGY ABSORPTION (TEA) - J/m² (ISO 1924/2)

O TEA é a mais importante propriedade para cálculo da resistência da parede do saco, verificada pela relação entre TEA e Drop teste.

O saco solto em uma superfície plana terá seu conteúdo em movimento sobre as paredes do saco, provocando movimentos com forças de distensão sobre estas paredes. Para resistir a estas forças, o papel deverá ter valores de tração e alongação, de modo a absorver esta energia sem ruptura, ou seja, deverá ter TEA compatível. O TEA é calculado para ambos os sentidos do papel, MD e CD.

Cumprir ressaltar a importância do TEA balanceado, o que será melhor visto posteriormente.

• RASGO - mN (ISO 1974)

O rasgo é a força requerida para continuar a rasgar o papel a partir de um corte inicial na folha de papel. O rasgo é importante para sacos costurados, em que o buraco da agulha pode ser uma fonte do corte inicial.

• COBB 60s. - g/m² (ISO 535)

É a quantidade de água absorvida pela face do papel em um dado tempo. O mais comum é o Cobb 60Seg., em que o tempo é de 60 segundos. O Cobb influencia a printabilidade e a colagem do papel.

• BURSTING STRENGTH - ESTOURO - kPa (ISO 2758)

O estouro é a medida da máxima pressão que se pode aplicar ao papel a um certo ângulo da face. A pressão é aplicada pelo disparo de um diafragma elástico-circular.

• GURLEY NUMBER - RESISTÊNCIA DO AR -s (ISO 5636/5)

A resistência ao ar é a medida do tempo dado para 100 ml de ar passar através de uma determinada superfície da folha