

# IMPORTANTES PROPRIEDADES DOS PAPÉIS USADOS PARA A IMPRESSÃO GRÁFICA - PARTE IV

DANDO PROSSEGUIMENTO AO TEMA “IMPRESSÃO”, CONTINUAMOS APRESENTANDO A ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DO PAPEL, ESPECIALMENTE RELEVANTES QUANDO O PRODUTO FOR IMPRESSO OU UTILIZADO PARA A CONFECÇÃO DE EMBALAGENS.

Por: Edison da Silva Campos  
Tecnologia e Ambiente da Riocell S/A

## **R**esistência a úmido (wet strength)

A resistência à tração adquire característica distinta quando o papel se apresenta úmido. Na verdade, mede-se a propriedade da mesma forma, porém, quando o papel está saturado de água expressa-se uma relação percentual entre a resistência à tração a úmido e a resistência à tração a seco, tal como vimos anteriormente. A resistência a úmido tem especial importância em alguns tipos de papéis tais como papel fotográfico, toalhas de papel, sacolas de papel, envólucros de alimentos úmidos, etiquetas, mapas, papéis para filtro, etc. Para se medir a resistência a úmido, utiliza-se o mesmo equipamento usado para medir a resistência à tração, utilizando-se, porém, amostras saturadas com água (o excesso de umidade é retirado com a utilização de papéis secantes).

## **Resistência ao rasgo interno e inicial (internal and edge tearing resistance)**

A resistência ao rasgo interno é dimensionada pela força de trabalho necessária para rasgar uma amostra de papel através de uma distância determinada, depois de ter sido iniciado o rasgo na borda. Obviamente, esta propriedade é distinta se levarmos em consideração a direção da fibra ou contra a fibra. A resistência ao rasgo inicial, também conhecida como resistência ao rasgo nas bordas, difere essencialmente da

resistência ao rasgo interno. Neste caso, o esforço que pode produzir a ruptura não é somente do tipo torção, mas também de tração e corte. O agente principal que provoca o rasgo inicial é a aplicação de uma força momentânea do tipo externo, cujo efeito depende das tensões de cisalhamento, da espessura e da elasticidade do papel.

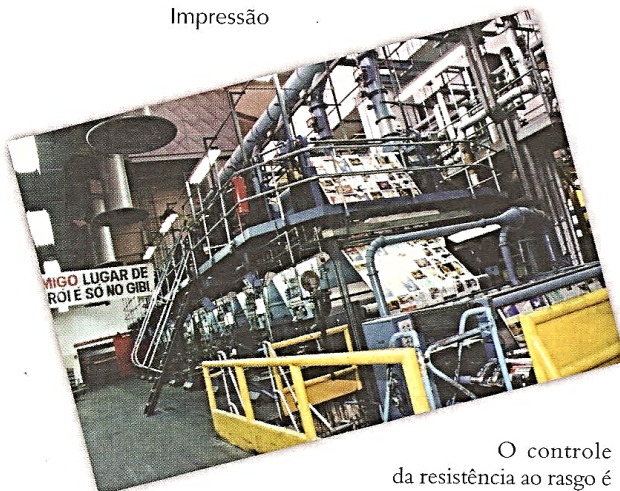
Mesmo sendo uma característica muito importante, especialmente no que se refere à utilização de papéis em bobina, a resistência ao rasgo inicial, na prática, tem uma incidência relativamente pequena, principalmente pela dificuldade de sua medição.

Podem existir consideráveis diferenças entre a resistência ao rasgo interno e a resistência ao rasgo inicial de um papel. O papel celofane, por exemplo, tem uma alta resistência ao rasgo inicial e muito baixa resistência interna ao rasgo. A adição de polímeros elastoméricos aumenta a resistência ao rasgo inicial.

Para facilitar o entendimento, na continuidade deste texto se fará referência à resistência ao rasgo como referente ao rasgo interno, por ser esta a propriedade mais usada pelos papeleiros.

A unidade de resistência ao rasgo é representada por gramas-força (gf). Pode-se determinar também o índice de rasgo em milinewton.metro quadrado por grama ( $mN.m^2/g$ ).

## Impressão



O controle da resistência ao rasgo é particularmente necessário nos papéis em bobinas (que sofrem tensões diferentes), papéis *tissue*, papéis para embalagem, papel moeda e todos aqueles que serão submetidos a severo "manuseio" como os utilizados na confecção de livros e revistas.

Convertedores de papéis, ao obter estes produtos, muitas vezes valorizam mais a resistência ao rasgo do que qualquer outra propriedade do papel.

A resistência ao rasgo é geralmente maior quando medida em direção contrária à fibra do que a favor da mesma, pois as fibras são mais comumente alinhadas na direção da máquina do que no sentido transversal. O aumento do conteúdo de umidade (até um determinado valor), do comprimento de fibra usada e da gramatura aumentam a resistência ao rasgo. Quando o refino da prensagem, o conteúdo de carga mineral e a colagem superficial estão acima de um determinado valor, também há diminuição da resistência ao rasgo.

O principal método usado para avaliar a resistência ao rasgo mede a resistência interna ao rasgo do papel e é comumente conhecido como o teste de rasgo ou teste Elmendorf, nome do inventor deste instrumento padrão.

### Dupla face (two sidedness)

Durante a fabricação do papel em máquinas de papel *fourdrinier*, a suspensão de fibras desagua sobre a tela formadora que está em movimento. A folha do papel já praticamente formada passa pelos setores de prensagem e secagem, onde entra em contato com os feltros. Este contato produz marcas distintas, levando comumente ao fenômeno da dupla face. O lado da tela é a face do papel que esteve em contato com a tela da máquina de papel e o lado do feltro é o lado do papel oposto à tela. A dupla face, portanto, é causada pela não uniformidade da distribuição de componentes através da espessura da

folha, quando o papel é formado na máquina de papel, e se refere a diferenças na textura da superfície entre os dois lados da folha, sendo o lado tela geralmente mais áspero que o lado feltro. No caso de papéis produzidos em máquinas *fourdrinier*, a identificação entre os dois lados é em geral relativamente fácil; já em se tratando de telas duplas, não há diferenças significativas entre um lado e outro e essa facilidade é crescente em papéis de gramatura maior, ao passo que muito mais difícil em papéis calandrados e revestidos.

Em virtude da diferença da composição e textura fibrosa dos dois lados e da diferença das marcas deixadas pela tela e pelo feltro, o papel geralmente é mais aberto ou poroso do lado tela e apresenta textura mais fechada do lado do feltro; além disso, o lado da tela tem marcas finas e regulares, enquanto o lado feltro apresenta marcas maiores e menos regulares. O lado da tela possui menor concentração de carga mineral e fibras de mais baixo comprimento (finos) e também apresenta maior resistência superficial. A lisura e o brilho dos dois lados também deverão ser diferentes.

Como os dois lados do papel diferem em algumas características físicas, especialmente ópticas, e têm comportamento diferenciado na impressão, é importante saber distingui-los da impressão. Assim, recomendam-se os seguintes testes práticos:

- a) Observação Direta: Dobrar o papel de modo que ambos os lados sejam opostos ao mesmo tempo. Verificar comparativamente os dois lados e observar as marcas regulares e finas da tela. Usar lente de aumento se for necessário.
- b) Observação com Auxílio de Carbono: Dobrar uma folha de papel carbono, colocar o papel entre as faces do mesmo, deslocar o carbono pressionando-o entre o polegar e o indicador, de modo a deixar marca no papel; verificar, como acima, a marca característica da tela. Efetuar este procedimento nas duas direções do papel.
- c) Rasgamento: Colocar o papel sobre uma mesa com a direção longitudinal paralela à linha de visão, segurar o papel com uma das mãos, puxá-lo para cima efetuando um rasgo a princípio na direção longitudinal e depois orientando-o gradualmente para a direção transversal; virar o papel e repetir a operação. Um desses cortes mostrará um serrilhado mais acentuado do que o outro, principalmente na curva do rasgo. O corte mais serrilhado é produzido quando o lado da tela estiver para cima.
- d) Diferença de Cor: Os papéis que usam branqueamento óptico apresentam o lado da tela mais branco. A diferença é maior quanto maior for a incidência de

luz ultravioleta, ou seja, observa-se melhor com luz do sol do que com iluminação de lâmpada comum. Nos papéis de cores que usam pigmento como agente de tingimento, o lado mais tingido é o lado oposto à tela.

#### **Resistência ao arrancamento superficial (picking resistance)**

É a capacidade do papel de se opor ao rompimento e à remoção de fragmentos na sua superfície, quando em contato com algum material. As tintas têm certo grau de pegajosidade (*tack*); logo, é de se esperar que elas exerçam uma força sobre a superfície do papel à medida que a película da tinta se separa da placa.

Muitos processos de impressão e conversão requerem que a superfície do papel apresente suficiente resistência superficial ao arrancamento, principalmente aqueles de velocidade alta, de maior contato com o papel e de tinta com alta pegajosidade. No processo *offset*, a tinta é mais espessa e com mais pegajosidade do que no processo tipográfico; por isso, o problema do arrancamento aparece mais frequentemente neste sistema.

Comumente são usados dois tipos de testes para se medir a resistência ao arrancamento superficial:

**a) Aparelho IGT:** Este é particularmente usado em papéis para impressão tipográfica ou *offset*, e principalmente em papéis *couché*. O princípio de funcionamento do aparelho IGT é imprimir o papel com tinta padrão e com velocidade uniformemente acelerada. Depois se verifica em que ponto o arrancamento se iniciará.

**b) Teste de Dennison:** Neste teste são usados vários bastões de cera cujas forças adesivas são diferentes. Os bastões têm numeração crescente à medida que aumenta o poder de adesão. Estes bastões são derretidos e colocados sobre a superfície do papel. Na série de ceras, a de número mais alto, que não altera a superfície do papel, corresponde ao resultado numérico do teste. O teste de Dennison não é aconselhado para papéis revestidos, porque a cera aquecida derrete os componentes do revestimento, fornecendo uma falsa leitura.

#### **PROPRIEDADES QUE INFLUEM NO PRODUTO IMPRESSO**

##### **Resistência às dobras duplas (folding endurance)**

Resistência a duplas dobras corresponde ao número de duplas dobras (dobras de uma face para outra face) a que o papel resiste sem sofrer uma quebra. Os exemplos típicos de papéis que devem ter alta resistência a duplas dobras são aqueles usados para confecção de dinheiro, mapas e cartas náuticas.

Quando um papel, devido ao seu uso final, solicita repetidas dobras, como no caso de papéis apergaminhados e papéis moeda, um teste de dobras duplas é aplicável. Este teste mede uma combinação de resistência à tração, alongação, flexibilidade, resistência à compressão e outros esforços e tensões de corte.

O aumento do conteúdo de umidade (até um certo valor), da refinação, da prensagem, da colagem superficial, do comprimento de fibra usada e da gramatura, resultará em aumento no valor de dobras duplas. O aumento do conteúdo de carga mineral reduzirá este valor.

Muitos instrumentos estão disponíveis para medição de dobras duplas. Em cada teste, se medirá como resultado o



número de duplas dobras que a amostra suportará antes da ruptura.

##### **Alongamento (stretch at break)**

Esta característica do papel está muito relacionada com a resistência à tração vista anteriormente e também com a resistência ao arrebentamento que será vista no próximo item. Na realidade, é uma característica apresentada pelo papel antes que se inicie seu rasgo ou seu arrebentamento, quando submetido a um esforço. Nem sempre uma maior resistência ao arrebentamento ou à tração supõe um maior alongamento.

O conceito prático de alongamento pode definir-se como a porcentagem de extensão que sofre um determinado papel ao estar submetido a uma tensão gradualmente crescente no momento em que produz sua ruptura.

Para avaliar a resistência ao alongamento se realiza exatamente o mesmo ensaio descrito ao explicar como se mede a resistência à tração. Trata-se, portanto, de medir

o alongamento que se produz na amostra de papel ensaiada no momento da ruptura.

#### **Resistência ao arrebentamento (bursting strength)**

A resistência ao arrebentamento é definida como a pressão necessária para produzir o arrebentamento do material ao se aplicar uma pressão uniformemente crescente, transmitida por um diafragma elástico de área circular. Esta propriedade é geralmente um bom indicador da resistência ou da tenacidade do papel, sendo comumente chamado de Mullen ou estouro.

A resistência ao arrebentamento aumenta com a crescente refinação, para decrescer com o excesso desta, por causa do maior número de fibras cortadas neste último caso. As variações na gramatura e espessura causam geralmente variação na resistência ao arrebentamento, assim como o uso de aditivos e colas afeta consideravelmente o comportamento do papel e o resultado do ensaio. A resistência ao arrebentamento aumenta com o aumento da compactação da folha (calandragem), da prensagem, da colagem superficial, do comprimento de fibra usado. Já o aumento do conteúdo de umidade e de carga mineral reduzirá a resistência ao arrebentamento.

O teste mais comumente empregado é feito no equipamento Mullen que aplica ao papel uma pressão hidráulica uniformemente crescente, mediante um diafragma elástico de área padronizada. A resistência ao arrebentamento é medida pela fixação da amostra, submetendo-a a uma pressão de um dos lados. Isto causa uma deformação em um hemisfério até a falha ocorrer por ruptura. Usualmente, o resultado é expresso em lb/pol<sup>2</sup> ou kg/cm<sup>2</sup>.

#### **Resistência à abrasão (abrasion loss)**

Durante sua utilização, muitos dos papéis e impressos são submetidos a fricções e a esforços de abrasão. Tanto o papel para embalagem como o papel moeda são dois clássicos exemplos. Não devemos esquecer tampouco a importância da resistência a abrasão no que se refere à deteriorização da imagem impressa no papel.

Como não é possível obter de forma exata a resistência à abrasão, não haverá outra solução senão tentar reproduzir a nível de laboratório o efeito prático a que

**Quando um papel, devido ao seu uso final, solicita repetidas dobras, como no caso de papéis apergaminhados e papéis moeda, um teste de dobras duplas é aplicável.**

se vê submetido o papel. Logicamente, é difícil reproduzir fielmente o tipo de friccionador, a velocidade do movimento, a pressão das superfícies de contato etc. Entretanto, tem-se desenvolvido uma série de aparelhos para medir essa característica do papel diferenciando-se não só no método empregado senão também nos parâmetros que se utilizam para avaliar essa resistência.

#### **Resistência ao deslizamento (erasure-scuff resistance)**

A resistência ao deslizamento é um conceito que se pode identificar ao da fricção da superfície do papel ou cartolina. Daqui, fisicamente, se podem distinguir dois parâmetros distintos: o coeficiente de fricção estática, que se pode identificar com a força necessária para iniciar um movimento de deslizamento, e o coeficiente de fricção cinética, que faz referência à força necessária para manter o movimento inicial. A resistência ao deslizamento em valor absoluto depende, logicamente, do componente do peso ou força que atua na direção perpendicular às das superfícies que se deslocam relativamente. É, portanto, necessário falar de coeficiente de fricção por ser este independente do peso.

De fato a resistência ao deslizamento, expressa pelo coeficiente de fricção, não tem excessiva importância no processo de impressão, a não ser no desenrolamento de bobinas no caso de papéis com menor aspereza como ocorre com o papel alcalino, por exemplo. É no processo de acabamento que surge toda a sua relevância, quando as superfícies impressas devem deslizar entre si ou com respeito a outros materiais. No caso de existência de uma grande resistência ao deslizamento ou fricção durante a impressão, devemos ter em conta que se podem criar cargas eletrostáticas que afetariam o processo.

A maioria dos dispositivos para avaliar a resistência ao deslizamento se baseiam no princípio do plano inclinado. À medida que o ângulo de inclinação aumenta, diminui o componente perpendicular ao plano inclinado correspondente ao peso do objeto que se deve deslizar, enquanto que aumenta o componente paralelo a dito plano e, no momento em que a resistência ao deslizamento é inferior a este componente paralelo ao plano, o movimento se inicia.