



ZÉ PACEL EXPLICA POR QUE O CLIMA NÃO PODE ESQUENTAR DURANTE UM ENSAIO DE PAPEL...

Pergunta enviada pelo leitor: “Por que os ensaios em papel devem ser feitos em ambiente climatizado? Por que foram fixados os valores de 23°C e 50% de umidade relativa do ar para o ambiente climatizado?”

Por **Patrícia Kaji Yasumura**

(pkaji@ipt.br), do Laboratório de Papel e Celulose (LPC), do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT)

O ar do meio ambiente contém certa quantidade de água na forma de vapor. A quantidade de vapor de água em determinado volume de ar em um dado momento é denominada de *umidade absoluta do ar*, expressa em g/m^3 . A *Umidade Relativa do ar* (UR) é a relação entre a quantidade de água existente no ar (*umidade absoluta do ar*) e a quantidade máxima de água que poderia haver na mesma temperatura (*ponto de saturação*), sendo expressa em porcentagem.

A *umidade relativa do ar* é uma grandeza que permite entender mais facilmente o quanto determinada umidade significa, portanto, é mais empregada do que a *umidade absoluta do ar*. Por exemplo, o ponto de saturação a 20°C é de 17,3 g/m^3 , e a 25°C é de 23,1 g/m^3 . No caso de 7 g/m^3 de umidade absoluta do ar para ambas as situações, então a umidade relativa do ar a 15°C será de 40,5%, e a 25°C será de 30,3%.

As fibras celulósicas, quando expostas ao meio ambiente, podem absorver ou perder água, até chegar a um equilíbrio.

A quantidade de água absorvida pelas fibras é afetada pela disponibilidade de seus grupos hidroxilas. As hemiceluloses são amorfas e têm grupos hidroxilas disponíveis. A celulose possui regiões amorfas e cristalinas – nesta última, há ligações mais fortes e menor disponibilidade de grupos hidroxilas. A lignina tem menor quantidade de grupos hidroxilas livres (em média um para dez carbonos) em relação às hemiceluloses e à celulose (em média três para cada seis carbonos). As hemiceluloses têm maior capacidade de absorção de água do que a celulose, que, por sua vez, tem mais do que a lignina.

A absorção de água pelas fibras influi em sua flexibilidade e nas ligações entre elas e, conseqüentemente, em várias propriedades do papel, como rigidez, resistência à tração e espessura. Desse modo, é essencial que o papel seja condicionado e ensaiado em condições definidas de temperatura e umidade relativa do ar.

Também deve ser considerado o fato de as fibras celulósicas apresentarem o fenômeno de *histerese*, ou seja, em uma condição de equilíbrio com o meio ambiente, o conteúdo de água nelas contido depende de terem vindo de uma condição de umidade relativa do ar menor ou maior. Em outras palavras, a curva de absorção é diferente da de perda de água. A **Figura 1** exemplifica tal fato.

Há muito se estuda a influência da umidade no papel. As discussões sobre a fixação do valor de umidade relativa em 65% ou 50% datam da década de 1920 (REED, 1924). Em 1926 a Technical Association of the Pulp and Paper Industry (Tappi) publicou a primeira versão da norma de condicionamento em atmosfera padrão a 65% de umidade relativa do ar e 70°F (21°C) de temperatura.

Em 1937 o então Institute of Paper Chemistry, localizado em Appleton, em Wisconsin (Estados Unidos), realizou estudo de histerese com 18 tipos de papéis considerando-se condicionamentos feitos a 65% de umidade relativa do ar e depois levados a 50% e condicionamentos feitos a 30% de umidade relativa do ar e depois levados a 50%. As conclusões gerais foram as seguintes:

- a histerese afeta o conteúdo de umidade do papel;
- a magnitude do efeito varia de acordo com o tipo de papel;
- a magnitude do efeito varia em amostras diferentes do mesmo tipo de papel;
- a propriedade de certos papéis pode ser modificada permanentemente quando estes são submetidos a altas umidades (superiores a 80%);
- para ensaios em que a histerese da umidade de equilíbrio possa conduzir a erros significativos, a amostra deve ser pré-condicionada pelo menos por duas horas a uma umidade mais baixa, por exemplo, de 30%-35%, antes de ser submetida às condições padrões de condicionamento (50%-65%).

Coordenadoras da coluna: Maria Luiza Otero D’Almeida (malu@ipt.br), pesquisadora do Laboratório de Papel e Celulose do IPT, superintendente do ABNT/CB29 – Comitê Brasileiro de Celulose e Papel e coordenadora das Comissões de Estudo de Normalização de Papéis e Cartões Dielétricos e de Papéis e Cartões de Segurança, e Viviane Nunes (viviane@abtcp.org.br), coordenadora técnica da ABTCP.

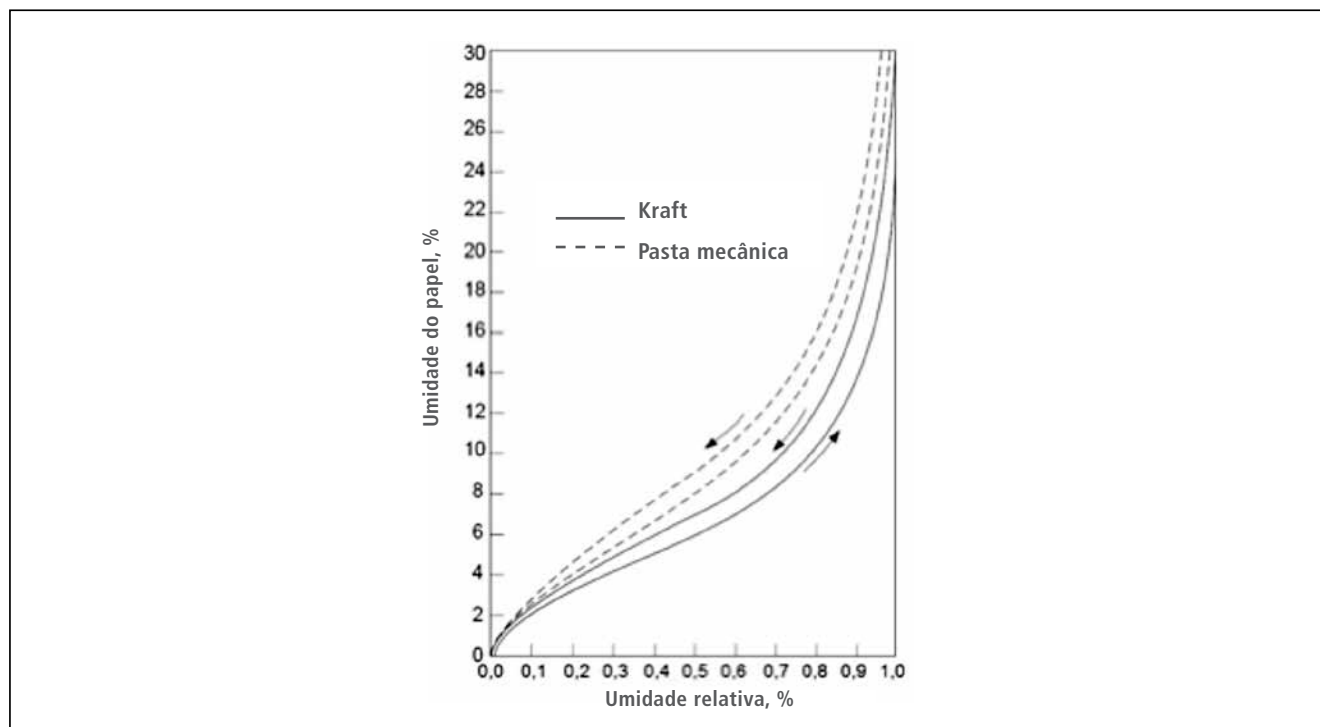


Figura 1 - Curvas de absorção e dessorção de papéis formados a partir de pasta celulósica obtida pelo processo kraft e de pasta mecânica à temperatura de 50°C (KAJANTO e NISKANEN, 1998)

Hoje, a atmosfera normalizada de ensaio é de $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$ e $(50 \pm 2)\%$, tanto para a norma ABNT NBR NM-ISO 187 como para a Tappi T 402. Somente a norma ABNT NBR ISO 187 permite, além dessa condição, a de $(27 \pm 1)^\circ\text{C}$ e $(65 \pm 2)\%$ para países de clima tropical. Previamente ao ensaio, as amostras devem ser mantidas na condição climatizada até que seu equilíbrio com o vapor d'água na atmosfera seja atingido, ou seja, até que o resultado de duas pesagens consecutivas em intervalos menores que uma hora não difiram em mais de 0,25% da massa total. ■

Referências:

- 1) Kajanto, I., Niskanen, K., Dimensional stability. In: Paper Physics. Papermaking Science and Technology. Vol. 16. Ed. Niskanen, K. Fapet Oy & Tappi Press, Helsinki, Finlândia, 1998, p. 223–259.
- 2) Reed, E. O., Standard Atmospheric Conditions for Paper Testing, Industrial and Engineering Chemistry, vol. 16, n.º 3, p. 262-263. Disponível online: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ie50171a016>. Acesso em 10/08/2015.
- 2) Staff of the Institute of Paper Chemistry. Instrumentation studies. XII: Effect of relative Humidity on Physical properties with Respect to the Hysteresis Effect in Changes from One Humidity to Another. Paper Trade Journal, vol. 104, nº 15, 1937, p. 45a 49.
- 3) ABNT NBR NM-ISO 187 – Papel, cartão e pastas celulósicas – Atmosfera normalizada para condicionamento e ensaio e procedimento de controle da atmosfera e condicionamento das amostras, Rio de Janeiro, 2000.

Mande a sua pergunta para o Zé Pacel!

A revista *O Papel* lançou a coluna Pergunte ao Zé Pacel para que você possa enviar suas dúvidas técnicas sobre procedimentos de ensaios relacionados ao setor de celulose e papel, normalizados ou não; procedimentos elaborados pelas Comissões Técnicas da ABTCP, que se tornaram normas ABNT; normas correlatas da ABNT; aplicação de determinadas normas ou metodologias; expressão de resultados de parâmetros; transformação de unidades e definição de termos da área de celulose e papel. Mesmo que suas dúvidas sejam sobre outros assuntos, é importante lembrar que este espaço não presta consultoria técnica, mas destina-se apenas a esclarecer dúvidas relativas ao setor de base florestal. Participe! O Zé Pacel está aguardando sua pergunta! **Escreva-nos pelo email tecnica@abtcp.org.br.**