

- O sistema Vercon Inc. oferece desde um simples

Efeito das Condições Atmosféricas nas Propriedades Físico-Mecânicas de Embalagens Celulósicas

Os materiais à base de celulose como o papel e o papelão ondulado são sensíveis a condições atmosféricas. As fibras de celulose em ambientes com alta umidade relativa absorvem água, enfraquecendo suas ligações e, conseqüentemente, alterando seu comportamento mecânico e sua estabilidade estrutural. Por outro lado, em ambientes de umidade relativa muito baixa, perdem água tornando-se rígidas. Como outros materiais poliméricos, as propriedades mecânicas da celulose também são afetadas pela temperatura.

Quando exposta às condições atmosféricas, a celulose ganha ou perde água, dependendo da umidade relativa do ambiente, até atingir o equilíbrio. Entretanto, o teor de umidade de equilíbrio para os dois casos não é igual, ou seja, se a celulose perdeu água para chegar ao equilíbrio com uma determinada umidade relativa (dessorção), terá teor de umidade maior do que se tivesse absorvido água para chegar ao mesmo ponto de equilíbrio (absorção). Este fenômeno, conhecido como histerese, é apresentado na Figura 1.

Desta forma, as propriedades de resistência do papel, cartão e papelão ondulado irão depender das condições de temperatura e umidade relativa a que ficarem expostos, bem como do sentido de chegada à umidade de equilíbrio (absorção ou dessorção).

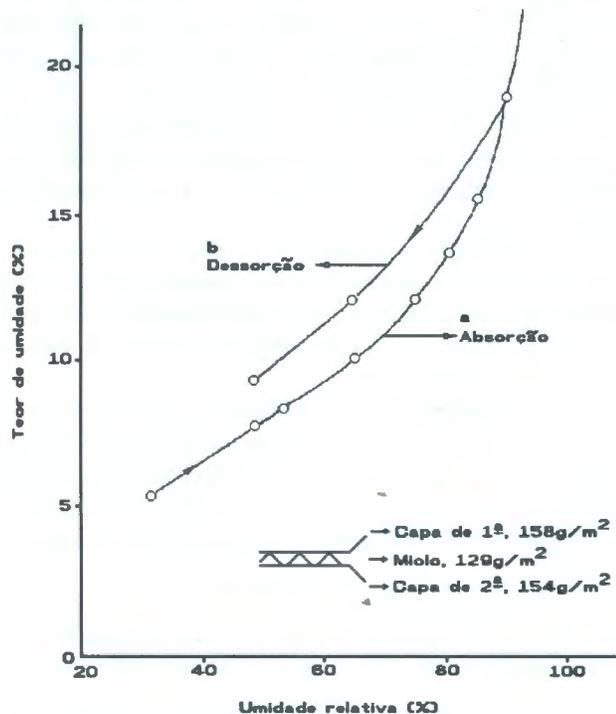


FIGURA 1. Curva de sorção de umidade da estrutura de papelão ondulado.

A ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) - NBR 6740, especifica a condição atmosférica de $20 \pm 1^\circ\text{C}$ e $65 \pm 2\% \text{UR}$ para o condicionamento e ensaio de materiais celulósicos. A norma norte-americana - ASTM - especifica a condição de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e $50 \pm 2\% \text{UR}$. A partir de janeiro de 1993, a ISO adotará como condição padrão $23^\circ\text{C}/50 \pm 2\% \text{UR}$, sendo que para países tropicais será permitida a condição de $27^\circ\text{C}/65\% \text{UR}$. A FEFCO também estabelece a condição de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e $50 \pm 2\% \text{UR}$.

Para evitar o efeito de histerese é necessário o pré-condicionamento dos materiais celulósicos, antes do condicionamento, uma vez que não existe controle das condições de estocagem do material após sua fabricação.

A condição de pré-condicionamento padronizada pela ABNT é de 20 a 35% de UR e

temperatura não superior a 40°C . A FEFCO estabelece $20 \pm 3^\circ\text{C}$ e $35 \pm 5\% \text{UR}$ e a ASTM especifica uma faixa de 20 a 40°C para temperatura e 10 a $35\% \text{UR}$ para a umidade relativa. A ISO padroniza para o pré-condicionamento a condição de 10 a $35\% \text{UR}$ e temperatura não superior a 40°C .

De acordo com alguns dados da literatura, o pré-condicionamento não deve ser efetuado em ambiente com umidade relativa abaixo de 20%, pois condições muito baixas de umidade relativa danificam o material.

Embora o condicionamento dos materiais à base de celulose seja de grande importância, os ensaios efetuados pela maioria das indústrias, no Brasil, não são sob condições padronizadas, pelo custo envolvido na fabricação e manutenção de câmaras com temperatura e umidade relativa dentro dos limites estabelecidos. Para manter a variação da umidade relativa dentro do limite de $\pm 2\% \text{UR}$, a temperatura não pode variar mais do que $0,5^\circ\text{C}$, o que exige equipamentos de boa precisão e geralmente envolve alto custo.

Em adição, as embalagens de materiais celulósicos são expostos a diferentes condições atmosféricas durante o sistema de distribuição dos produtos que acondicionam.

Com base no exposto, o CETEA desenvolveu um trabalho sobre o efeito das condições atmosféricas nas propriedades físico-mecânicas do papelão ondulado, com o objetivo de avaliar seu desempenho em diferentes condições de umidade relativa. Para este trabalho foi utilizada uma estrutura de papelão ondulado, de parede simples, onda C, com capa kraft e miolo reciclado de gramatura nominal igual a 280/130/280g/m.

As condições climáticas estudadas foram: temperatura de 23°C e 30°C e umidade relativa de 43%, 53%, 65%, 75%, 80% e 90%.

Estudou-se, ainda, o efeito da circulação de ar, no tempo necessário para o papelão ondulado atingir a umidade de equilíbrio e seu efeito na quantidade de água

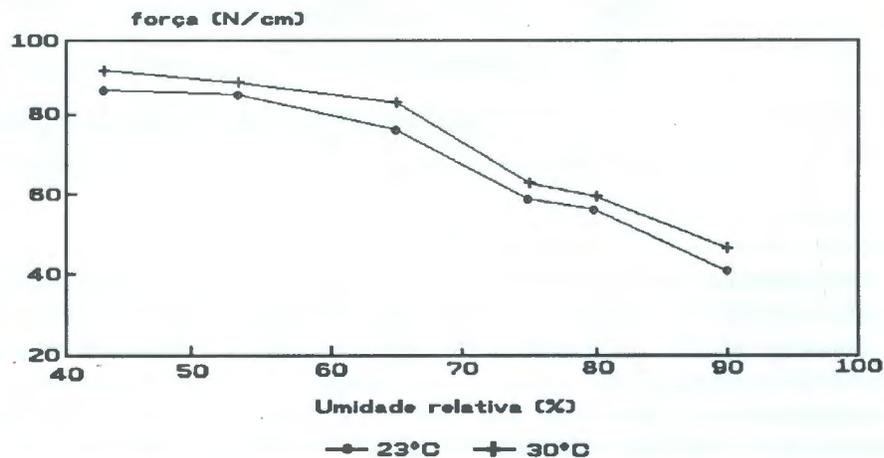


FIGURA 2. Resistência à compressão de coluna do papelão ondulado, para as temperaturas de 23°C e 30°C .

absorvida. Com essa finalidade foram utilizadas, para condicionamento das amostras, câmaras climáticas com circulação forçada de ar e dessecadores, sendo que, nos dois casos, a umidade relativa foi controlada por meio de soluções saturadas de sais.

As principais conclusões deste trabalho são resumidas a seguir:

1 - O regime de condicionamento (com e sem circulação de ar) influenciou o tempo necessário para o papelão ondulado atingir a umidade de equilíbrio, sendo mais rápido no regime com circulação de ar. O tempo mínimo de condicionamento necessário para regimes com circulação de ar foi de 24 horas e sem circulação de ar de 50 horas.

Este fato deve ser considerado no condicionamento de materiais celulósicos para ensaio, uma vez que as propriedades físico-mecânicas dos materiais dependem do seu teor de umidade.

2 - Nos regimes sem circulação de ar, a absorção de água foi maior que a esperada devido à presença de "regiões" de não homogeneização da umidade relativa.

3 - A temperatura influenciou a quantidade de água absorvida pelo papelão ondulado, que aumentou com a diminuição da temperatura. Para as temperaturas utilizadas neste estudo, 23°C e 30°C, a diferença foi pequena.

4 - Houve um decréscimo constante e considerável das resistências à compressão de coluna e ao esmagamento

de onda do papelão ondulado com o aumento da umidade relativa, sendo próximo de 50% quando a umidade relativa aumentou de 43% para 90%. Na Figura 2 é apresentada a resistência à compressão de coluna do papelão ondulado em diferentes condições de umidade relativa, para as temperaturas de 23°C e 30°C.

5 - A resistência ao arrebentamento do papelão ondulado atingiu valores máximos para umidade relativa entre 65 e 75%. Este comportamento do papelão ondulado deve-se ao fato da resistência ao arrebentamento da estrutura depender da resistência à tração (τ) e da alongação (ϵ) de seus elementos, sendo que (τ) diminui com o aumento da umidade relativa e (ϵ) aumenta, até um determinado limite.

Dessa forma, o ensaio de resistência ao arrebentamento não pode ser considerado isoladamente como um parâmetro satisfatório para avaliação do desempenho do papelão ondulado.

O desenvolvimento do projeto permitiu a obtenção de fatores que podem ser utilizados em projetos de embalagem, de modo a prever seu desempenho nas condições de comercialização partindo de dados obtidos em laboratório.

Informações complementares sobre o trabalho poderão ser obtidas junto à Área de Documentação e Informação - ADI - do CETEA.

ARDITO, E.