

Efeito de Diferentes Mata Borrões no Ensaio de Cobb de Papelões Ondulado

Anna Lúcia Mourad, Juliana Zanini, Daisy Moitinho

Tradução do artigo "Effect of different blotters on water absorptiveness of corrugated paperboards by the Cobb method" apresentado no 20th IAPRI World Conference on Packaging

1 Introdução

A indústria brasileira de embalagens alcançou US\$ 35 bilhões (10,8 milhões de toneladas) em 2014, o que equivalente a 1,5% do PIB. Caixas de papelão ondulado representaram 12,7% das vendas totais (3.445 milhões de toneladas) de todos os materiais de embalagem [1].

Uma proporção significativa (46,1%) é destinada a produtos alimentícios, dos quais 15,6% são para embalagens de carnes e cortes de carne. Caixas para frutas e flores também têm uma participação expressiva (5,1%) deste mercado [2]. Há muitos usos de papelão ondulado que exigem boa resistência ao contato com água e umidade.

A natureza hidrofílica da celulose, um polissacarídeo constituído por unidades β -D-glucose, promove a formação de muitas ligações de hidrogênio, as quais são estabelecidas entre diferentes moléculas (intermoleculares) ou no interior da molécula (intramolecular). Devido a estas ligações de hidrogênio, materiais celulósicos apresentam forte interação com a água, em contato direto ou mesmo presente na forma de vapor na atmosfera [3].

Absorção elevada é importante para produtos tais como papéis sanitário e toalha. No entanto, as fibras de celulose ao absorverem água, tornam-se inchadas, mais flexíveis, e tem a maior parte de suas propriedades físicas e mecânicas alteradas.

Quando a resistência de tais materiais é necessária, como para a maioria das aplicações de embalagem, são necessários tratamentos para minimizar tais absorções. As polpas são tratadas com agentes adesivos que reduzem esta interação com água, tornando a estrutura mais hidrofóbica. Agentes de colagem previnem o espalhamento e a penetração de líquidos e podem ser adicionados na preparação da massa ou através de aplicação nas superfícies já formadas[4]. O conhecimento do grau de resistência destes materiais em relação a água é de grande importância para as diferentes finalidades de utilização, em especial para materiais de embalagem.

O método de Cobb, descrito na norma ISO 535, é o mais amplamente utilizado por fabricantes e usuários de embalagens para medir a interação de cartões e papelões em contato com água [5].

Por causa das diferenças encontradas geralmente nos resultados do ensaio de Cobb, este estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes tipos de papel mata-borrão sobre os resultados do teste de absorção de água Cobb.

2 Método

Com a finalidade de comparar os efeitos de diferentes mata-borrões, duas amostras comerciais foram selecionadas, com propriedades contrastantes de absorção de água: uma com revestimento para reduzir a absorção de água e outra sem revestimento.

Os ensaios foram realizados nas amostras de mercado após prévio condicionamento nas condições padronizadas de: $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e $50 \pm 2\%$ UR, como determinado pela norma ISO 187 [6].

Gramatura foi determinada para corpos de prova cortados manualmente de 100 x 100mm e então pesados em balança analítica Mettler modelo AE 163. Os resultados foram expressos em g/m^2 [7].

Espessura das amostras foi medida em equipamento Lorentzen & Wettre com área de contato igual a $200 \pm 10\text{mm}^2$ e pressão sobre a amostra de 100 ± 10 kPa. Os resultados foram expressos em mm [8].

Absorção de água Cobb foi medida de acordo com a ISO 535 [5] usando tempo de contato de 120 segundos. A remoção do excesso de água foi realizada com os mata-borrões avaliados neste estudo: inicialmente o excesso de água foi drenado e duas passagens de cilindro foram aplicadas. A remoção manual do excesso de água nos casos de visualização de brilho não foi usada, uma vez que os autores entendem que a remoção manual pode ser uma das causas das variações usualmente encontradas neste ensaio e também pela intensidade da remoção ser dependente do técnico que executa o ensaio. Na primeira parte do experimento, três mata-borrões foram selecionados para comparação: convencional, papel toalha e papel higiênico. Na segunda parte do experimento, três marcas de papel higiênico foram adquiridas no mercado local para serem usados como “mata-borrões”.

Análise estatística Welch ANOVA (média) e Games-Howell (comparações múltiplas pareadas) foram os métodos estatísticos utilizados para análise dos resultados obtidos neste estudo [9, 10].

3 Resultados

3.1 Pré-caracterização físico-mecânica

A caracterização físico-mecânica dos papelões utilizados é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados de gramatura e espessura das amostras estudadas.

Parâmetro	Gramatura (g/m^2)		Espessura (mm)	
	não revestida	revestida	não revestida	revestida
Média (*)	501	524	3,99	4,01
Desvio padrão (DP)	3,2	4,3	0,02	0,01
CV%	0,6	0,8	0,5	0,1
Mínimo	496	519	3,95	4,01
Máximo	504	531	4,01	4,02

(*)=média de 5 determinações CV= coeficiente de variação $CV(\%) = \text{desvio padrão} / \text{média} \times 100$

3.2 Absorção de água Cobb

Os resultados da absorção de água Cobb utilizando-se os diferentes mata-borrões são mostrados nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Resultados da absorção de água Cobb utilizando-se diferentes tipos de “mata-borrões”.

Parâmetro	Mata-borrão convencional		Papel toalha		Papel higiênico A	
	não revestida	revestida	não revestida	revestida	não revestida	revestida
Média (*)	39,3	13,1	30,7	13,9	29,2	13,5
Desvio padrão (DP)	3,9	0,4	1,5	0,5	0,4	0,6
CV%	10,0	2,7	4,8	3,7	1,3	4,5
Mínimo	34,8	12,7	29,4	13,5	28,8	12,6
Máximo	44,8	13,5	33,1	14,6	29,8	14,2

(*)=média de 5 determinações CV= coeficiente de variação CV(%)=desvio padrão/média x 100

Tabela 3. Resultados da absorção de água Cobb utilizando-se diferentes marcas de papel higiênico.

Parâmetro	Papel higiênico (marcas)			
	A (liso)	B (liso)	C (liso)	D (gofrado)
Média (*)	29,3	29,3	30,0	28,9
Desvio padrão (DP)	0,4	0,3	0,1	0,5
CV%	1,5	1,1	0,3	1,6
Mínimo	28,6	28,9	29,9	28,4
Máximo	29,7	29,8	30,1	29,5

(*)=média de 5 determinações CV= coeficiente de variação CV(%)=desvio padrão/média x 100

3.3 Análise estatística

Análise estatística foi realizada para cada tipo de papelão separadamente, uma vez que os mesmos possuem diferentes capacidades de absorção de água. Todos os tratamentos estatísticos foram realizados com 95% de confiança.

3.3.1. Análise estatística de diferentes mata-borrões nas amostras não revestidas.

O resumo dos resultados obtidos está mostrado na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados da análise estatística das amostras não revestidas.

Parâmetro	valor-P	F-estatística
Teste de variância Bartlett	0,0011	-
Análise da média Welch ANOVA	0,0041	16,4106
Comparação pareada múltipla Games-howell		
Higiênico vs toalha	0,1930	
Higiênico vs convencional	0,0100	
Toalha vs convencional	0,0130	

Teste de variância: Como as absorções das amostras não revestidas seguem uma distribuição normal com 95% de confiança, o teste Bartlett foi usado para avaliar se há diferenças entre as variâncias dos três tipos de mata-borrão. O teste resultou num valor-P < 0,05, mostrando que há diferença significativa entre os três mata-borrões.

Análise da média:

Como os resultados dos três mata-borrões seguem uma distribuição de probabilidade normal e são heterodásticos (diferentes variâncias entre amostras) no caso da amostra não revestida, o teste Welch ANOVA foi usado para verificar diferenças entre as três amostras. O teste mostrou que existe diferença entre os valores de Cobb médios com os três mata-borrões.

Comparações múltiplas pareadas foram realizadas para saber quais amostras diferem uma da outra usando o teste Games-Howell equivalente ao teste Tukey, porque as variâncias são diferentes. O teste mostrou que o mata-borrão convencional difere de todas as demais para as amostras não revestidas.

3.3.2. Análise estatística dos mata-borrões na amostra revestida.

O resumo dos resultados é mostrado na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados da análise estatística das amostras revestidas.

Parâmetro	P-valor	F-estatística
Teste de variância Bartlett	0,5998	-
Análise da média ANOVA	0,0596	3,6009

Teste de variância: As absorções dos papelões não revestidos seguem uma distribuição de probabilidade normal, o teste Bartlett foi usado para avaliar se há diferenças entre as variâncias dos três tipos de mata-borrões. O teste resultou num p-valor > 0,05, mostrando que não há diferença significativa entre as variâncias dos mata-borrões.

Análise da média: Como os três mata-borrões seguem uma distribuição de probabilidade normal e são homocedásticos (variâncias iguais entre as amostras), a ANOVA foi usada para avaliar se há diferenças entre as amostras. O teste concluiu que não há diferenças no valor de Cobb para as amostras revestidas.

3.3.3. Análise estatística do efeito de diferentes marcas de papel higiênico nos valores de Cobb de amostras não revestidas

O resumo dos resultados é mostrado na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados da análise estatística de diferentes marcas de papel higiênico no valor de Cobb de amostras não revestidas.

Parâmetro	valor-P	F-estatística
Teste de variância Bartlett	0,0508	-
Análise da média ANOVA	0,0007	9,7283
Teste de Tukey		
A (liso) vs B (liso)	0,4231	
B (liso) vs D gofrado)	0,0308	
B (liso) vs C (liso)	0,4231	
A (liso) vs D gofrado)	0,0013	
A (liso) vs C (liso)	1	
C (liso) vs D gofrado)	0,0013	

Teste de variância mostrou que não existe diferença entre as variâncias de diferentes marcas de papel higiênico no ensaio de Cobb.

Análise da média: Como as quatro marcas de papel higiênico seguem uma distribuição normal e são homocedásticas (mesma variância entre as amostras), ANOVA foi usada para verificar diferenças entre as quatro amostras. O valor-P <0,05 demonstrou que o valor médio do ensaio de Cobb é diferente entre as amostras avaliadas.

O teste de Tukey foi usado para encontrar quais conjuntos de amostras diferem de outros. O teste mostrou que o papel gofrado difere dos demais para as amostras não revestidas.

4 Conclusões

Baseando-se nos resultados obtidos pode-se afirmar que:

A utilização do mata-borrão convencional para amostras não revestidas, na faixa de Cobb entre 35-45 g/m², deu origem a uma variabilidade de resultados de até 10 g/m² entre diferentes corpos de prova da mesma amostra. Esta pode ser uma das razões das diferenças encontradas entre diferentes laboratórios. A maioria dos papelões ondulados produzidos no país é comercializada dentro desta faixa de absorção e estas diferenças podem ter implicações na rejeição de lotes.

O uso de papel higiênico minimiza a variabilidade dos resultados, provavelmente devido à maior rapidez de absorção do excesso de água, atestado pelo baixo valor de Cobb obtido. Os coeficientes de variação são reduzidos de 10% (mata-borrão convencional) para 3-4% (papel higiênico).

As três marcas de papel higiênico liso, adquiridas no mercado, produziram resultados estatisticamente semelhantes para amostras não revestidas.

A utilização de papel higiênico reduz o custo do ensaio, uma vez que o mesmo é normalmente mais barato do que mata-borrões convencionais.

5 Referências bibliográficas

- [1] Datamark Market Intelligence Brazil, 2014, *Packaging Market*. Available at: <<http://www.datamark.com.br>>. Accessed on: May 5th, 2016.
- [2] Associação Brasileira de Papelão Ondulado – ABPO, 2014, *Anuário estatístico*. 23p.
- [3] A.L. Mourad, 2013, “Absorção de água por materiais celulósicos”, *Informativo CETEA*, vol. 25, no. 2, 5 p. Available at: <http://www.cetea.ital.sp.gov.br/informativo/v25n2/artigos/v25n2_artigo4.pdf>. Accessed on May 5th, 2016.
- [4] W.J. Auhorn 2006, “Chemical Additives”. In: Herbert Holik (ed.), *Handbook of paper and board*, John Wiley & Sons, New York. 524p. ISBN: 3-527-30997-7.
- [5] International Organization for Standardization, 2014, ISO 535, *Paper and board - determination of water absorptiveness - Cobb method*. 8p.
- [6] International Organization for Standardization, 1990, ISO 187, *Paper, board and pulps - standard atmosphere for conditioning and testing and procedure for monitoring the atmosphere and conditioning of samples*. 8p.
- [7] International Organization for Standardization, 2012, ISO 536, *Paper and board - determination of grammage*. 6p.
- [8] International Organization for Standardization, 2011, ISO 3034, *Corrugated fibreboard - determination of single sheet thickness*. 9p.
- [9] Addinsoft - XLSTAT - Version 2015.6.01.24494
- [10] Portal Action - Action - Version 2.9.29.368.534 - June/2015

Version of R: 3.0.2