



# **Desenvolvimento de embalagem e estimativa de estabilidade de café solúvel em embalagens de polietileno tereftalato (PET) baseado nas isotermas de sorção do café e na taxa de permeabilidade ao vapor de água da embalagem**

**Palavras-Chave:** Café solúvel, PET, Isotermas de sorção

**Autores(as):**

**Gabriel Lorentz Rosa, FEA – UNICAMP**

**Prof. Dr. Carlos Alberto Rodrigues Anjos, FEA - UNICAMP**

---

## **INTRODUÇÃO:**

O café é uma importante commodity e uma das bebidas mais consumidas no mundo, com uma produção de cerca de 9,2 milhões de toneladas de grãos em 2016 (FAOSTAT, 2018) e um consumo de 7 milhões de toneladas da bebida no mesmo ano (EUROMONITOR, 2018). Deste valor cerca de 1,3 milhões de toneladas foram consumidas em forma de café solúvel (RESEARCHANDMARKET, 2018). Com tanto dinheiro envolvido neste mercado é imprescindível que melhorias no quesito econômico e de qualidade do produto sejam bem vindas, sabendo disso, este projeto foi desenvolvido objetivando viabilizar o transporte deste produto com o desenvolvimento de embalagens PET, de forma que propicie as características desejáveis para uma embalagem como, manutenção das características físico-químicas do produto e vida de prateleira ideal, tornando-se uma alternativa viável para o vidro, material que apresenta maior preço, peso e fragilidade.

## **METODOLOGIA E RESULTADOS:**

Entretanto, ao se desenvolver uma embalagem é necessário entender a interação embalagem-alimento e a interação embalagem-meio, a fim de propiciar maior vida de prateleira para o produto e a manutenção das suas características físico-químicas durante esse período.

Para isso foram realizados diversos testes com a embalagem e com o café solúvel, objetivando analisar sua qualidade e inferir se essa substituição de material é aplicável na indústria.

Primeiramente para a embalagem, é necessário determinar características físicas da mesma, como peso e espessura. Para a pesagem foi utilizada uma balança analítica possuindo precisão de 4 casas decimais, realizada em 5 amostras diferentes e calculando a média entre elas.

Já para a medição da espessura foi utilizado um medidor eletrônico da marca Panametrics® modelo Magna Mike. As medições também foram realizadas em 5 diferentes amostras e em diversas regiões da embalagem, sendo mais espessas no fundo e no topo normalmente.

Os resultados obtidos foram dispostos vide tabela abaixo:

**Imagem 1** - Resultados da medição da espessura de 5 diferentes amostras

Espessura (mm)						
		A	B	C	D	Média
		Ombro	Corpo superior	Corpo inferior	Fundo	
Topo ↑	1	1,818	1,732	1,762	1,768	1,770
Fundo ↓						
	2	1,440	1,347	1,281	1,396	1,366
	3	1,167	0,971	0,949	1,082	1,042
	4	1,029	0,837	0,955	0,929	0,938
	5	0,925	0,804	0,716	0,807	0,813
	<b>Média</b>	1,276	1,138	1,133	1,196	1,186

**Fonte:** Autores, 2023

Partindo para os testes envolvendo o café, tem-se conhecimento o quanto características físico-químicas do alimento como, umidade, atividade de água, influenciam na sua qualidade com o tempo e na sua vida de prateleira. Para o estudo ser feito de maneira semelhante ao condicionamento real do café simulou-se condições ambientais ajustadas para as típicas das regiões do Sul e Sudeste do Brasil, possuindo temperatura média de  $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $65 \pm 2\%$  de UR.

Primeiramente é necessário determinar a umidade da amostra analisada, para isso utilizou-se uma estufa à vácuo (81,3 kPa), a  $70 \pm 1^{\circ}\text{C}$  até peso constante, segundo metodologia ISO-3726 (8). Inicialmente foi feito o preparo do prato onde os testes serão aplicados, após isso a amostra foi disposta neste recipiente, sendo utilizada amostra de aproximadamente 3,0 gramas e espalhada uniformemente sob o prato, Após isso a amostra foi submetida ao tratamento de determinação de umidade, este que consiste a uma temperatura de  $70^{\circ}\text{C}$  e pressão de 5 kPa com a utilização de uma bomba de vácuo, em deixou-se secando por 16 horas com corrente de ar seco. Por fim, foi colocado a tampa no prato e a amostra foi deixada esfriando a temperatura ambiente por 25 minutos (INTERNATIONAL STANDARD, 1983). Após isso, obtém-se os valores necessários de massa de café inicial e final, umidade em base úmida e em base seca, com esses valores é possível calcular a umidade final, vide equação abaixo:

$$Ubu_{final} = \frac{W_i Ubu_i + (W_f - W_i)}{W_i(1 - Ubs_i)}$$

Sendo:

$Ubu_{final}$  = Umidade em base úmida final;

$W_f$  = Massa de café instantâneo (mais água adsorvida) final;

$W_i$  = Massa de café instantâneo (mais a umidade inicial) inicial;

$Ubu_i$  = Umidade em base úmida inicial;

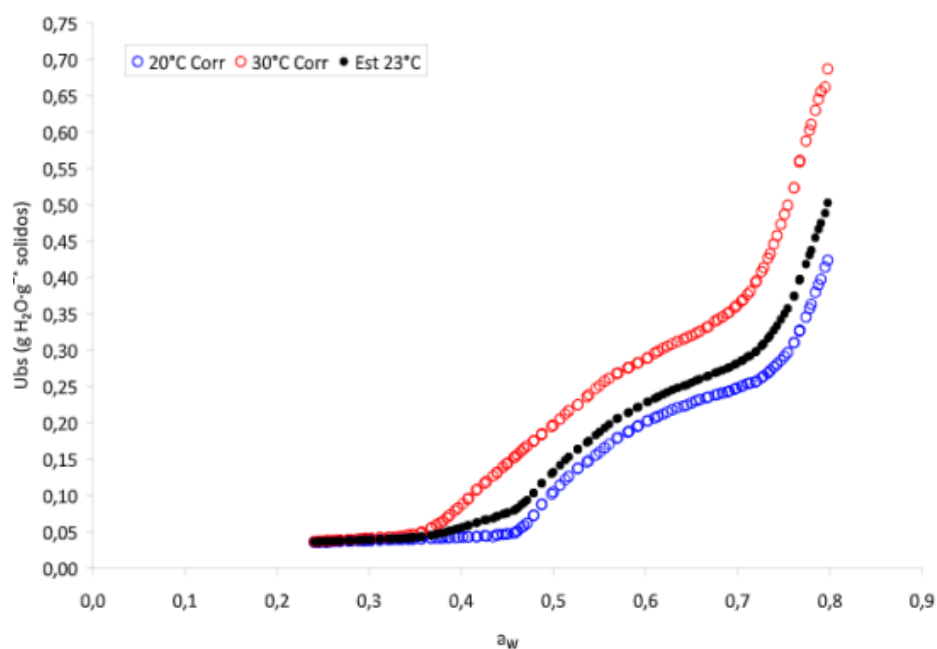
$Ubs_i$  = Umidade em base seca inicial.

Após a realização do teste e cálculo da umidade inicial obteve-se valores de 3,5%, podendo variar de 3,08 até 3,92%.

Como foi descrito por ALVES (2000), a principal perda de qualidade do café durante seu período de estocagem decorre do aumento da sua umidade, atingindo valores na faixa de 7 a 8%, portanto, o desenvolvimento de embalagens é feito objetivando manter esse valor em um intervalo de 3 a 4% para cafés solúveis, a fim de aumentar sua vida de prateleira.

Após isso partiu-se para a construção da isoterma de sorção do café utilizado, isotermas apresentam a relação entre a umidade em base seca do produto e sua respectiva atividade de água, essa foi determinada utilizando o equipamento AquaLab Vapor Sorption Analyser (VSA) que é um gerador isotérmico automático de medição da atividade da água. Foram geradas 3 curvas, uma para 20°C, outra para 30°C e uma de 23°C, plotada baseada nos dados obtidos.

**Imagem 2** - Isotermas de adsorção de água em café solúvel nas temperaturas de 20°C, 23°C e 30°C.



Outro fator importante em relação ao produto ao decidir a embalagem é a transmissão do vapor de água. Para determiná-la foram realizados testes durante dois meses consistindo em analisar o ganho de água pela embalagem em função do tempo de exposição nas condições pré-estabelecidas (condições que simulam a realidade de condicionamento do produto), os resultados para embalagens PET de massa diferentes e de vidro foram anotados e dispostos na imagem 3 abaixo.

**Imagem 3** - Resultados das taxas de transmissão de vapor de água nas embalagens a 23°C/65% de UR.

Embalagem	TPVA (g H <sub>2</sub> O·dia <sup>-1</sup> )			
	Média	Desvio padrão	C.V.	n
PET 34g	0,01734	±0,00274	±15,8%	13
PET 53g	0,01113	±0,00274	±24,6%	–
Vidro	0,00154	±0,00019	±12,2%	12

Após os resultados obtidos durante o período de pesquisa, foi possível utilizar um modelo matemático desenvolvido por LABUZA, MIZRAHI e KAREL (1972) e BELL e LABUZA (2000) que possibilita prever a vida de prateleira do produto. Dentro das condições pré-estabelecidas obteve-se o resultado para duas amostras de massa diferente de PET, sendo os resultados para a amostra de 53g uma estimativa feita a partir dos dados obtidos da embalagem de 34g.

**Imagem 4** - Estimativa de vida de prateleira dos cafés solúveis aglomerado adicionados de açúcar em duas embalagens, considerando ganho de água de até 5% e até 7%

Vida de prateleira (dias) 23°C/65% de UR		
Umidade do café solúvel	Embalagens de PET	
	34 gramas	53 gramas
5%	169	264*
7%	498	776*

## CONCLUSÕES:

Após a pesquisa realizada, nota-se a importância do controle da umidade para a manutenção da qualidade do produto, uma vez que, no caso do café solúvel, por se tratar de um produto desidratado, seu respectivo valor inicial de umidade, antes do condicionamento exerce significativa influência na sua estabilidade relacionado ao ganho de umidade.

Outra conclusão inferida refere-se a como as inconstâncias nas condições de temperatura e umidade durante as operações de transporte, estocagem, movimentação e comercialização de produtos secos, podem influenciar no tempo de vida desses produtos. Face às mudanças climáticas ocorridas nas últimas décadas, muitas publicações de estudos científicos de estabilidade de produtos secos já indicam que o uso de condições cíclicas – variar as condições ao longo dos estudos, utilizadas na vida de prateleira, podem retratar com maior propriedade a estabilidade desses produtos.

Por fim, nota-se o quão crucial é o monitoramento do produto, desde a produção até o seu condicionamento, dando importância para etapas de fechamento durante o embalo, por conta do fato de incluírem o selo, a tampa e a rosca.

## BIBLIOGRAFIA

- BRIANDET, R.; KEMSLEY, E. K.; WILSON, R. H. **Approaches to Adulteration Detection in Instant Coffees using Infrared Spectroscopy and Chemometrics**. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 71, n. 3, p. 359–366, 2002.
- DITTMAN, F.W.; COOK, E. M. **Establishing the parameters for a spray dryer**. *Chemical Engineering*, v. 84, n. 2, p. 108–112, 1977.
- EUROMONITOR. **Ranked: Top 25 Coffee-Drinking Countries – Fresh vs Instant**. Disponível em: . Acesso em: 3 maio. 2018.
- FAOSTAT, F. AND A. O. OF U. S.-. **World Coffe Production**. Disponível em: . Acesso em: 20 ago. 2002.
- GONZALEZ-RIOS, O. et al. **Impact of “ecological” post-harvest processing on the volatile fraction of coffee beans: I. Green coffee**. *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 20, n. 3–4, p. 289–296, 2007a
- HARRIS, N. E. et al. **Soluble Coffee: Shelf Life Studies**. *Journal of Food Science*, v. 39, n. 1, p. 192–195, 1974.
- ISHWARYA, S. P.; ANANDHARAMAKRISHNAN, C. **Spray-Freeze-Drying approach for soluble coffee processing and its effect on quality characteristics**. *Journal of Food Engineering*, v. 149, p. 171–180, 2015.
- LABUZA, T. P., MIZRAHI, S. and KAREL, M. 1972. **Mathematical models for the optimization of flexible film packaging of foods for storage**. *Trans. ASAE* 15.
- LABUZA, T. P. **Shelf-life of coffee and tea**. In: *Shelf-life dating of foods*. Westport: Food & Nutrition Press Inc, 1982. p. 359–372.
- LEE, S. **Stabilization of coffee flavor by microencapsulation**. *Second International Colloquium on the Chemistry of Coffee*. Anais...Paris: 1965.
- MUSSATTO, S. I. et al. **Production, Composition, and Application of Coffee and Its Industrial Residues**. *Food and Bioprocess Technology*, v. 4, n. 5, p. 661–672, 2011.
- RESEARCHANDMARKET. **Instant Coffee Market: Global Industry Trends, Share, Size, Growth, Opportunity and Forecast 2017 - 2022**. Disponível em: . Acesso em: 3 maio. 2018.
- TAYLOR, A. . **Encapsulation system and their applications in the flavor industry**. *Food Flavour Ind.*, p. 768– 772., 1983.