

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A aderência do produto a embalagem caracteriza o final da vida de prateleira de balas duras (NETRAMAI et. al, 2018). Este tipo de problema quando acontece antes do final do prazo de validade é responsável por reclamações de consumidores, desperdício de produtos e impacto ambiental. Segundo Spanemberg et al. 2019, o tempo de vida útil de balas duras é influenciado pela absorção de água durante o período de armazenamento. Para alimentos higroscópicos como balas duras, o tempo de vida de prateleira pode ser obtida pela primeira lei de Fick (BELL; LABUZA, 2000):

$$t = \frac{m_s \cdot URE}{TPVA \cdot A} \cdot \int_{u_0}^{u_c} \frac{dU}{URE - a_w(U)}$$

Onde: **t** = Vida de prateleira (dias); **m_s** = massa seca do produto (g); **URE** = umidade relativa do ambiente de estocagem; **TPVA** = taxa de permeabilidade ao vapor d'água (g/m².dia); **U₀** = Teor de umidade inicial; **U_c** = Teor de umidade crítica; **a_w(U)** = Atividade de água do produto em função do teor de umidade (isoterma de sorção); **A**=área de absorção de água (m²).

Testes de U_c: 120 amostras foram numeradas, pesadas e acondicionadas em dessecador com umidade relativa constante de 75% definida por solução saturada de cloreto de sódio (Figura 2). O dessecador foi colocado em uma câmara BOD para manter temperatura constante de 25°C. Amostras foram pesadas e fotografadas diariamente para avaliar a quantidade de água absorvida e fazer-se a avaliação da vida de prateleira conforme critério da Figura 3.

Isotermas de sorção: Amostras em triplicata foram adicionadas em seis potes de vidro herméticos com diferentes umidades relativas (16,25%, 25,02%, 29,99%, 35,09%, 40,51% e 45,89%) proporcionadas por soluções insaturadas de ácido sulfúrico (Figura 4). As amostras foram mantidas em temperatura constante de 25°C em câmara BOD. Foi feito acompanhamento de peso até o equilíbrio.

Testes de embalagem: a TPVA foi feito em triplicata utilizando o método do copo (ASTM E96-80 1989).

Testes e validação do modelo: para os cálculos do modelo foi utilizado o software Scilab versão 6.0.2.

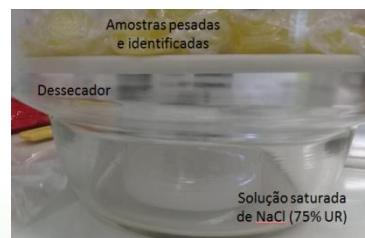


Figura 2: Esquema para determinação da U_c



Figura 3: Critério de final de vida de prateleira



Figura 4: Esquema para determinação da isoterma de sorção

RESULTADOS

A isoterma de sorção é mostrada na Figura 5 e os demais resultados estão resumidos no quadro 1

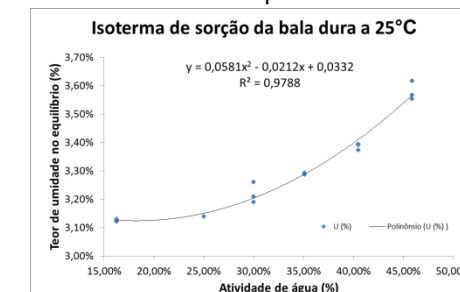


Figura 5: Isoterma de sorção de balas duras a 25°C

U ₀ (%)	3,01 ± 0,35
m _s (g)	5,93
U _c (%)	4,92 ± 0,27
TPVA (g/m ² .dia)	3,7 ± 0,33
A (m ²)	0,00156987
t (dias)	22,95
t modelo (dias)	20,39

Quadro 1: Resumo dos resultados

Os resultados obtidos para o teste real a 25°C e 75 % UR apontam uma vida de prateleira de 22,95 dias enquanto que no modelo proposto o tempo é estimado em 20,39 dias (Tabela 1).

CONCLUSÃO

Os resultados apontam que é possível modelar a vida de prateleira de balas duras em função de condições ambientes e do produto. A diferença entre os resultados reais e do modelo pode ser justificada pela variabilidade normal do produto e da embalagem. Como trabalho futuro sugere-se a criação de um modelo geral envolvendo diversas temperaturas e umidades relativas.

REFERÊNCIAS

- BELL, L.N.; LABUZA, T.P. Moisture Sorption: Practical Aspects of Isotherm Measurement and Use, 2nd Ed. American Association Cereal Chemistry, St. Paul, MN., 2000.
- NETRAMAI, S.; KIJCHAVENGKUL, T.; SOMPOO, P.; KUNGNIMIT, W. The effect of intrinsic and extrinsic factors on moisture sorption characteristics of hard candy. J Food Process Preserv, v.42, 2018.
- SPANEMBERG, F.E.M.; KORZENOWSKI A.L.; SELBITO M.A. Effects of sugar composition on shelf life of hard candy: Optimization study using D-optimal mixture design of experiments. J Food Process Eng, v.42, n.6, 2019.

REALIZAÇÃO:



Desta forma o objetivo do estudo é avaliar o tempo de vida de prateleira de balas duras em função de condições ambientais, características do produto e do tipo de embalagem. Para testar o modelo as principais variáveis foram definidas experimentalmente nas condições de 25°C e 75% UR.

METODOLOGIA

As etapas para modelagem da vida de prateleira foram feitas de acordo com o fluxograma da Figura 1.

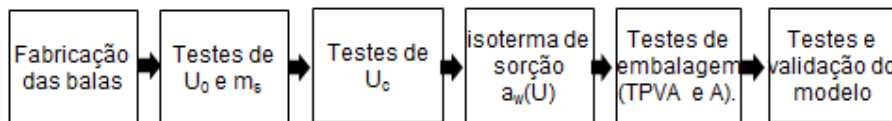


Figura 1: Fluxograma para modelagem da vida de prateleira de balas duras

Fabricação das amostras: as amostras foram produzidas em uma grande indústria do Rio Grande do Sul por cozimento contínuo e processo padrão de estampagem. A empresa optou por não se identificar.

Testes de U₀ e m_s: Foi utilizado titulador automático DL 31 – Mettler Toledo. Utilizando o método de Karl Fischer (A.O.A.C, 2000).