

# MODELAGEM MATEMÁTICA DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA E INFLUÊNCIA DO TIPO DE VEGETAL EM SOLUÇÃO TERNÁRIA

José Lucena Barbosa Jr.<sup>1\*</sup>; Patrícia Moreira Azoubel<sup>2</sup>; Fernanda Elizabeth Xidieh Murr<sup>3</sup>

## RESUMO

Abóbora (*Cucurbita maxima*) e cenoura (*Daucus carota L.*) foram utilizadas para se avaliar o efeito do tipo de vegetal na cinética de desidratação osmótica em solução ternária com concentração total 61,5% (46,5% sacarose e 15% NaCl) na temperatura de 30°C e tempo de imersão variando de 0 a 90 min. Foi utilizado o modelo de Azuara para ajustar os dados experimentais da cinética. Observou-se que o tipo do vegetal influenciou o processo de transferência de massa na desidratação, onde a abóbora perdeu mais água e ganhou mais sólidos do que a cenoura. Os valores da difusividade efetiva para a água foram da ordem de  $10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s para ambos os produtos.

**Palavras-chave:** abóbora, cenoura, desidratação osmótica, cinética

## SUMMARY

### INFLUENCE OF VEGETABLE KIND AND MATHEMATIC MODELING OF OSMOTIC DEHYDRATION KINETICS IN TERNARY SOLUTION

Pumpkin and carrot were utilized to evaluate the effect of vegetable kind in osmotic dehydration kinetics on ternary solution with concentration of 61,5% (46,5% sucrose and 15% NaCl) at temperature of 30°C and immersion time range from 0 to 90 min. Azuara's model was utilized to fit experimental data of kinetic. It was observed that vegetable kind influenced mass transfer process on dehydration and pumpkin lost more water and gain more solids than carrot. Effective diffusivities values to water were in order to  $10^{-10}$  m<sup>2</sup>/s for both products.

**Keywords:** pumpkin, carrot, osmotic dehydration, kinetics

## 1. INTRODUÇÃO

Apesar da fome ainda hoje fazer vítimas em todo o mundo, o desperdício de alimentos "in natura" é um grave e endêmico problema em países em desenvolvimento, como o Brasil. Daí a importância de métodos de preservação capazes de conservar os excedentes produzidos por períodos mais longos. Destaca-se a desidratação osmótica, que isoladamente não é capaz de reduzir a atividade de água satisfatoriamente, mas

<sup>1</sup>DEA-FEA-UNICAMP-Caixa Postal 6121-Campinas, SP- 13083-970 mail:[lucena@fea.unicamp.br](mailto:lucena@fea.unicamp.br)

<sup>2</sup>EMBRAPA Semi-Árido-BR 428, km 152- Z. Rural Caixa Postal 23-CEP 56300-970 Petrolina-PE

<sup>3</sup>DEA-FEA-UNICAMP- Caixa Postal 6121-Campinas, SP- 13083-970

diminui as perdas de nutrientes, cor, entre outras características importantes dos alimentos, sendo por isso bastante utilizada como pré-tratamento para diversos outros métodos de preservação. O processo consiste na imersão do alimento inteiro ou fatiado em uma solução hipertônica estabelecendo-se assim dois fluxos simultâneos principais: migração de água do alimento em direção à solução e migração de soluto da solução para o alimento. Além destes há um outro, que embora quantitativamente secundário é qualitativamente importante, que é o fluxo de componentes naturais do alimento para a solução. Estes fluxos estão intimamente relacionados com a parede celular, que age como meio semipermeável à passagem de nutrientes e água pela membrana da célula [3].

Neste estudo buscou-se avaliar a influência do tipo de vegetal na cinética de desidratação osmótica em solução ternária contendo 46,5% de sacarose, 15% de NaCl em água. Determinaram-se também os valores de difusividade efetiva da água em ambos os produtos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

A matéria-prima, obtida no mercado local (CEASA-Campinas/SP), foi lavada com água corrente e cortada em rodela de 2 a 3cm de diâmetro (cenoura) e placas de 3,5 x 2,5 (abóbora), ambas com 0,5cm de espessura e imediatamente pesadas. Os ensaios foram realizados em incubadora com agitação constante de 80rpm e controle de temperatura. As amostras, após pesadas, foram imersas na solução desidratante na razão 1:10. Em intervalos de 10 min. até os 30 primeiros minutos, de 15 em 15 min até a primeira hora e um último aos 90 minutos, as amostras foram retiradas da solução, lavadas em água destilada, colocadas em papel absorvente e pesadas. O ganho de sólidos e a perda de água foram calculados de acordo com as equações descritas por Hawkes e Flink [3]. A determinação da umidade realizada em estufa a vácuo a 70°C por 24h. O ajuste do modelo de Azuara [2] aos dados experimentais da cinética foi feito através de regressão linear e não-linear utilizando o programa STATISTICA 5.0 e este ajuste foi avaliado através do coeficiente de determinação e do erro relativo médio, de acordo com Lomauro, Bakshi, Labuza [6].

## 3. RESULTADOS

Na Figura 1 são mostradas as cinéticas de desidratação para os dois materiais. Que evidencia que tanto a perda de água, quanto o ganho de sólidos foram maiores na abóbora. Isto pode ser atribuído, segundo Kowalska & Lenart [4], à estrutura celular

destes produtos, que é mais compacta na cenoura, o que dificulta a remoção de água e a penetração de soluto nas células.

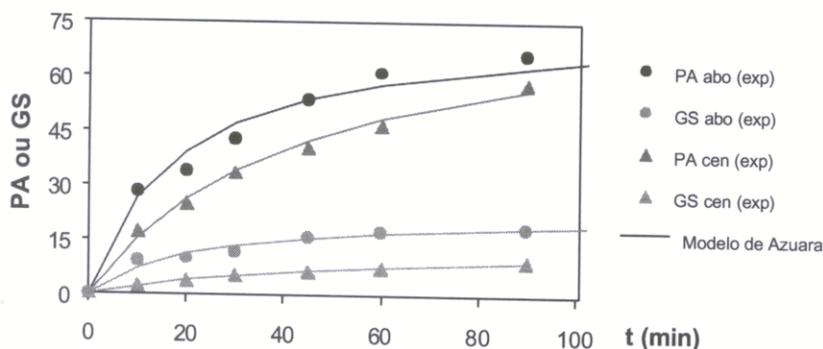


Figura 1: Cinética de perda de água e ganho de sólidos de abóbora e cenoura

De maneira geral, o processo de desidratação objetiva uma alta taxa de remoção de água e uma baixa incorporação de soluto. Assim, o alimento não sofreria grandes alterações em sua composição e características sensoriais. Estes dois fluxos são quantificados através da perda de água (PA) e do ganho de sólidos (GS), respectivamente. Entretanto, em muitos casos, observa-se que a região de máxima PA e mínimo GS encontram-se em condições distintas. A utilização da razão entre eles (GS/PA) é um parâmetro alternativo para a escolha da melhor condição do processo, pois engloba, em uma mesma resposta, as variações sofridas isoladamente por essas variáveis quando ocorrem alterações nas condições do processo [5]. Os resultados de GS/PA de 0,28 para a abóbora e 0,16 para a cenoura indicam que, além de outros fatores, o tipo de vegetal influencia na resposta GS/PA e que o tecido da cenoura em relação a abóbora favoreceu mais a perda de água do que o ganho de sólidos. Isto também foi verificado por Kowalka & Lenart [4] estudando a desidratação osmótica de abóbora, cenoura e maçã em solução de sacarose 61,5% em água a 30°C.

O resultado do ajuste do modelo aos pontos experimentais de PA e GS para ambos os vegetais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores do erro relativo médio (E) e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) para GS e PA e difusividade efetiva da água ( $D_{ef}$ ), obtidos pelo modelo de Azuara

Vegetal	GS		PA		
	E(%)	$R^2$	E(%)	$R^2$	$D_{ef} \times 10^{10}$
Abóbora	8,45	0,97	6,0	0,98	9,22
Cenoura	2,10	0,99	4,5	0,98	4,06

Os valores de E abaixo de 10% e um  $R^2$  próximo a 1, possibilita afirmar que o modelo de Azuara se ajustou bem aos dados experimentais de perda de água (PA) e ganho de sólidos (GS), tanto da abóbora quanto da cenoura e pode ser usado para prever o comportamento destas propriedades.

O ajuste do modelo também permitiu o cálculo da difusividade efetiva da água ( $D_{ef}$ ) e apresentou valores que estão dentro da faixa encontrada na literatura. Ade-Omowaye et al. [1] trabalhando com páprica vermelha, também em solução ternária de NaCl, sacarose e água em várias concentrações a 25°C, obtiveram valores que foram de  $6,7 \times 10^{-10}$  a  $20,1 \times 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ .

#### 4. CONCLUSÃO

O tipo de vegetal influenciou na transferência de massa na desidratação osmótica em solução ternária a 30°C. Sob estas condições, a cenoura apresentou o menor de GS/PA e, para ambos os produtos, a desidratação foi mais intensa no início do processo. O modelo de Azuara ajustou-se bem aos dados experimentais, indicando ser apropriado na predição da cinética de desidratação osmótica de abóbora e cenoura nas condições deste estudo.

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] ADE-OMOWAYE, B.I.O.; RASTOGI, N.K.; ANGERSBACH, A.; KNORR, D. Osmotic dehydration behavior of red paprika (*Capsicum Annuum* L.). **Journal of Food Science**, v.67(5), p.1790-1796, 2002.
- [2] AZUARA, E.; BERINSTAIN, C.I.; GARCIA, H.S. Development of a mathematical model to predict kinetics of osmotic dehydration. **J. Food Science Technol.**, v.29(4), p.239-242, 1992.
- [3] HAWKES, J.; FLINK, J. Osmotic concentration of papaya: influence of process variables on the quality. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.2, p. 265-284, 1978.
- [4] KOWALSKA, H.; LENART, A. Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. **Journal of Food Engineering**, v.49, p.137-140, 2001.
- [5] LAZARIDES, H. N.; KATSANIDIS, E.; NICKOLAIDIS, A. Mass Transfer Kinetics during Osmotic Preconcentration Aiming at Minimal Solid Uptake. **Trends in Food Science and Technology**, v.5, p. 255-260, 1994.
- [6] LOMAURO, C.J; BAKSHI, A.S. e LABUZA, T.P. Evaluation of food moisture sorption isotherm equations. Part I: fruit, vegetables and meat products. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologies**, v.18, p.111-117, 1985.