

UTILIZAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMAR AS ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DAS FOLHAS DESIDRATADAS DO COENTRO

Ezenildo Emanuel de Lima – CFT / UFPB
Adriano Sant’Ana Silva – CCT / UFCG
Karla dos Santos Melo – CTRN / UFCG
Niedja Marrize Cezar Alves – CTRN / UFCG
Hermeval Jales Dantas – CTRN / UFCG

RESUMO – O conhecimento e o entendimento das isotermas de adsorção de umidade em alimentos são de grande importância para a ciência e tecnologia de alimentos, fornecendo informações para o desenvolvimento e otimização de processos, para a solução de problema no armazenamento, para a modelagem das mudanças de umidade que ocorrem durante a secagem e, para a predição do tempo de vida útil. Desta forma, objetivou-se estimar as isotermas de adsorção das folhas desidratadas do coentro, nas temperaturas de 20, 30 e 40°C. Para a representação das curvas utilizou-se quatro modelo matemáticos. De acordo com os resultados obtidos os modelo que melhor representaram os dados foram os de Peleg e Smith.

Palavras-chave: atividade de água, *Coriandrum sativum*, secagem, modelagem.

I - INTRODUÇÃO

O coentro é uma hortaliça condimentar da família das umbelíferas, de uso bastante difundido em vários países do mundo incluindo-se o Brasil, onde é produzido, principalmente, nas regiões Nordeste e Norte.

Devido ao seu aroma e sabor característicos, aliado a uma tendência cada vez maior de se consumir alimentos industrializados, muito próximos dos alimentos *in natura*, tem-se buscado formas de processamento que promovam e/ou possibilite o emprego dos alimentos com qualidade nutricional e aparência próxima ao do produto natural.

Dentre as técnicas empregadas para a manutenção da qualidade pós-colheita de hortaliças, a desidratação, além de ser utilizada como um método de conservação, impedindo a deterioração e perdas do valor comercial, resulta ainda em uma transformação do produto, agregando valor e dando origem a uma nova opção no mercado.

A atividade de água (a_w) é uma medida da quantidade de água livre ou ativa contida no alimento, geralmente obtida em relação à pressão de vapor da água pura. A importância da determinação dessa medida em alimentos reside no fato de que, por meio dela podem ser previstos reações químicas e enzimáticas e desenvolvimento de microrganismos, ademais, pode-se propor sistemas adequados de embalagens para o produto.

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de se determinar as isotermas de adsorção das folhas do coentro variedade verdão e definir o modelo que melhor representa o comportamento dos dados experimentais.

II - MATERIAL E MÉTODOS

As folhas foram desidratadas em secador de leito fixo na temperatura de 60°C e velocidade do ar de secagem de 1,5m s⁻¹, sendo em seguida acondicionadas embalagens de polietileno de alta densidade embalagens de polietileno de alta densidade.

Para a obtenção das isotermas de adsorção da folha do coentro desidratada utilizou-se o equipamento Termoconstanter Novasina TH-200, o qual é projetado para a medida da atividade de água à temperatura controlada. Cerca de 1 g da amostra foi pesada em cápsulas plásticas, as quais foram submetidas a um ambiente saturado (dessecador com água destilada) para o processo de adsorção. Em intervalos descontínuos, as cápsulas plásticas, contendo as amostras, foram levadas ao equipamento Novasina para a determinação da atividade da água nas temperaturas de 20, 30 e 40°C; onde permaneciam até estabilização das leituras, para então, serem retiradas e pesadas em uma balança analítica, sendo retornadas novamente para o ambiente saturado. A sucessão dessas leituras indica os pontos da curva da isoterma de adsorção da folha e do caule desidratados. Posteriormente à determinação desses pontos, as amostras foram levadas à estufa sem circulação de ar, a 70°C por 24 horas para determinação da massa seca e posteriormente da umidade de equilíbrio.

Os dados experimentais obtidos foram submetidos aos modelos matemáticos de GAB, Oswin, Smith e Peleg por meio de regressões não-lineares, utilizando-se o programa Statistica, versão 5.0.

Tabela 1 – Modelos utilizados para representação dos dados experimentais.

Modelos	Equação	Referências
Smith	$u_e = a - b \ln(1 - a_w)$	LABUZA et al., 1985
Oswin	$u_e = a \left(\frac{a_w}{(1 - a_w)} \right)^b$	LABUZA et al., 1985
Peleg	$u_e = K_1 a_w^{n_1} + K_2 a_w^{n_2}$	PELEG, 1993
GAB	$u_e = \frac{x_m C k a_w}{(1 - k a_w)(1 - k a_w + C k a_w)}$	LABUZA et al., 1985

Em que u_e é a umidade de equilíbrio (g água/g de ms⁻¹); a_w é a atividade de água; X_m é a umidade na monocamada molecular (g água/g de ms⁻¹); C é a constante de Guggenheim; k é a fator de correção das propriedades da monocamada; a , b , n_1 , n_2 , K_1 e K_2 são parâmetros dos modelos.

Como critério para determinação dos modelos, que melhor representam os dados experimentais, utilizou-se o coeficiente de determinação (R^2) e o desvio relativo médio (DRM).

$$DRM = \frac{100}{n} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{|(u_{e_{exp}} - u_{e_{pre}})|}{u_{e_{exp}}}$$

Sendo DRM o desvio relativo médio (%), u_{exp} os valores obtidos experimentalmente, u_{pre} os valores preditos pelo modelo e n o número de observações realizadas.

III - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos experimentalmente, referentes à umidade de equilíbrio (u_e) das folhas do coentro desidratado e seus respectivos valores da atividade de água (a_w) para as temperaturas em estudo, encontram-se representados na Figura 1.

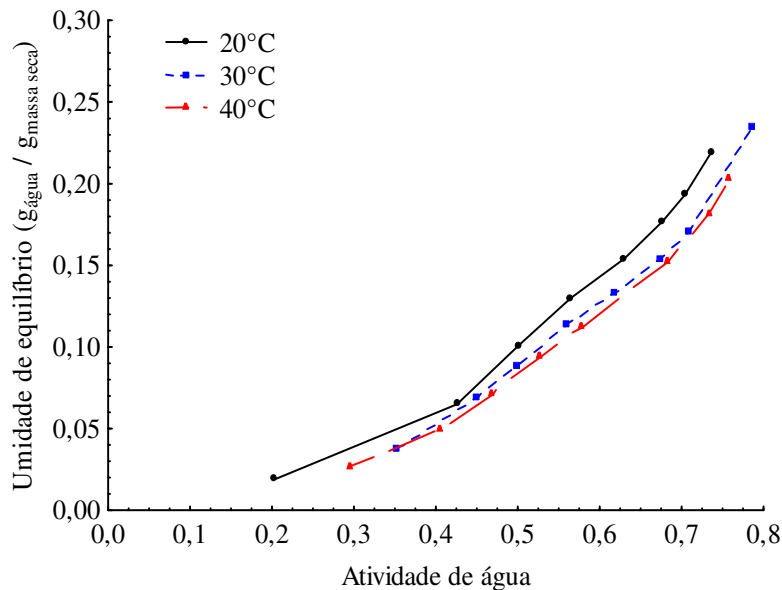


Figura 1 – Isotermas de adsorção das folhas do coentro desidratadas.

Verificam-se que a umidade de equilíbrio da folha desidratada decresceu, na maioria dos casos, com o aumento da temperatura (Figura 1) a uma atividade de água constante e, tal comportamento é atribuído ao alto estado de excitação das moléculas de água em temperaturas elevadas, diminuindo as forças de atração entre as moléculas (MOHAMED et al., 2003).

Os parâmetros dos modelos, bem como os valores do coeficiente de determinação (R^2) e os desvios relativos médios (DRM) que foram estimados para as isotermas de adsorção das folhas do coentro desidratadas, encontram-se na Tabela 1. Conforme os resultados apresentados verificou-se que os modelos de Smith e Peleg representaram com mais precisão os dados experimentais, apresentando R^2 acima de 99% e o menor valor para o DRM .

O modelo de Peleg já foi reportado por diversos pesquisadores, dentre eles, destacam-se PARK et al. (2002), por estudarem as isotermas de dessecção da folha de hortelã, nas temperaturas de 30 e 40°C.

Verificou-se que os valores referentes ao conteúdo de umidade da monocamada molecular (X_m), do modelo de GAB, flutuaram aleatoriamente dentro da faixa de temperatura estudada Tabela 2. Esta mesma tendência foi obtida por GHODAKE et al. (2005) ao estudarem as isotermas de adsorção do chá preto, nas temperaturas de 20, 30 e 40°C.

Os valores X_m , nas temperaturas estudadas encontram-se acima do valor determinado para alimentos por LABUZA et al. (1985), que indicam como valor máximo para X_m de 10% (b.s.).

Tabela 2 - Parâmetros dos modelos aplicados aos dados experimentais das isotermas de adsorção das folhas desidratadas do coentro.

Modelos	Temperatura (°C)	Parâmetros				R^2	DRM (%)
		a	b				
Smith	50	-0,040	0,163			99,536	4,50
	40	-0,032	0,163			99,775	2,97
	30	-0,033	0,170			99,477	3,43
	20	-0,027	0,182			99,544	5,66
Oswin	50	0,072	0,868			97,871	15,09
	40	0,079	0,841			98,768	9,72
	30	0,086	0,779			98,336	8,57
	20	0,096	0,828			98,635	12,12
Peleg		k_1	n_1	k_2	n_2		
	50	0,198	2,459	0,198	2,459	99,466	3,07
	40	0,179	2,150	0,179	2,150	99,688	2,48
	30	0,190	2,174	0,190	2,174	99,035	3,40
	20	0,200	2,037	0,200	2,037	99,463	4,93
GAB		Xm	C	K			
	50	0,232	0,423	-1,297		97,632	15,36
	40	0,183	0,647	-2,943		98,555	10,28
	30	0,246	0,707	-7,106		97,635	9,71
	20	0,214	0,686	-3,534		98,419	12,40

IV – CONCLUSÕES

Os modelos matemáticos de Peleg e Smith representam o comportamento das isotermas de adsorção das folhas desidratadas, apresentando os maiores R^2 e os menores DRM.

V - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MOHAMED, L.A.; KOUHILA, M.; JAMALI, A. LAHSASNI, S.; MAHROUZ, M. Moisture adsorption isotherms of prickly pear cladode (*Opuntia ficus indica*) at different temperatures. **Energy Conversion and Management**, Oxford, UK, v.44, n.6, 923-936, 2003.

GHODAKE, H.M.; GOSWAMI, T.K.; CHAKRAVERTY, A. Moisture sorption isotherms, heat of sorption and vaporization of withered leaves, black and green tea. **Journal of Food Engineering**, Oxford, GB, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/journal/02608774>>. Acessado em 20 de Jan. de 2006.

LABUZA, T.P.; KAAANANE, A.; CHEN, J.Y. Effects of temperature on the moisture sorption isotherms and water activity shift of two dehydrated foods. **Journal of Food Science**, Chicago Illinois, v.50, n.3, p.385, 1985.

PELEG, M. Assessment of a semi-empirical four parameter general model for sigmoid moisture sorption isotherms. **Journal of Food Process Engineering**, Westport, v.16, n.1, p.21-37, 1993.

PARK, K.J; VOHNIKOVA, Z.; BROD, F.P.R. Evaluation of drying parameters and desorption of garden mint leaves (*Mentha crispa* L.). **Journal of Food Engineering**, Oxford, UK, v.51, n.3, p.193-199, 2002.