

ISOTERMAS DE DESSORÇÃO DA CASCA DO MARACUJÁ (*Passiflora edulis* Sims)

Marinévea M. de Oliveira¹, Ana R.N. Campos¹, Josivanda P.G. de Gouveia², Flávio L.H. da Silva¹

¹Universidade Federal de Campina Grande/Departamento de Engenharia Química
arncampos@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Campina Grande/Departamento de Engenharia Agrícola,
josi@deag.ufcg.edu.br

Resumo- A atividade de água é uma das variáveis que mais tem influência no processo de produção microbiana, utilizando a fermentação semi-sólida, bem como no armazenamento do enriquecido. Assim, este trabalho teve como objetivo estudar as isotermas de dessecção da casca de maracujá nas temperaturas de 40, 35 e 25 °C. Através da correlação entre atividade de água e umidade, podemos otimizar as condições de crescimento de microrganismo neste resíduo, além de obter a faixa de umidade ideal para o armazenamento do resíduo enriquecido, que poderá ser utilizado como suplemento protéico na alimentação animal nos períodos da estiagem.

Palavras-chave: atividade de água; casca de maracujá; fermentação semi-sólida

Área do Conhecimento: III - Engenharias

Introdução

O Brasil é o principal produtor mundial de maracujá (*Passiflora edulis* Sims), com produção de aproximadamente 172,3 mil ton./ano. Desse total 90% da casca de maracujá é desperdiçada, sendo o restante aproveitado para a produção de remédios terapêuticos [1]. Um aproveitamento racional e eficiente desse resíduo, através da produção de proteínas microbianas, poderá dar resultados satisfatórios na produção de rações, contribuindo também para minimizar os problemas de perdas na industrialização das frutas tropicais.

A produção de proteínas microbianas sobre os resíduos agroindustriais apresenta as seguintes vantagens: o tempo de geração dos microrganismos que é bastante curto, propiciando um rápido aumento de massa celular; o conteúdo de proteína dos microrganismos é geralmente mais elevado que a maioria dos vegetais; sua produção independente é mais acessível; exige pequena disponibilidade de água e espaço e, a diversificação de substratos que podem ser utilizados, destacando-se os resíduos agroindustriais.

A atividade de água (a_w) do resíduo é um fator limitante para o crescimento do microrganismo no processo fermentativo semi-sólido. O crescimento dos microrganismos depende da atividade de água, em razão da influência da pressão osmótica sobre as trocas através das membranas. Cada microrganismo possui um limite mínimo de atividade de água para realizar

suas atividades metabólicas, que varia de 0,7 a 0,99 [2].

A equação de Henderson é uma das equações mais aplicadas para o ajuste matemático dos dados experimentais da correlação entre a atividade de água e a umidade de equilíbrio de um produto (isotermas), e a equação de GAB (Guggenheim–Anderson–de Boer) de três parâmetros tem sido sugerido por muitos pesquisadores e está sendo utilizado em vários laboratórios de alimentos nos EUA e na comunidade europeia, como padrão de descrição e comparação de isotermas [3].

Este trabalho teve como objetivo estudar as isotermas de dessecção da casca de maracujá nas temperaturas de 40, 35 e 25 °C, testando dois modelos matemáticos para definir qual deles apresenta melhor ajuste aos dados experimentais. Através da correlação entre atividade de água e umidade, podemos otimizar as condições de crescimento do microrganismo neste resíduo, visando seu enriquecimento protéico, além de obter a faixa de umidade ideal para o armazenamento do resíduo enriquecido, que poderá ser utilizado como suplemento protéico na alimentação animal nos períodos da estiagem.

Materiais e Métodos

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Transferência em Meios Porosos e Sistemas Particulados do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba.

A casca de maracujá foi obtida na Estação Experimental da EMEPA, Lagoa Seca – PB. Para a determinação das isotermas de dessecção foi utilizado o equipamento Thermoconstanter Novasina TH 200, projetado para medir a atividade de água sob temperatura controlada.

As isotermas de dessecção foram determinadas pelo método estático indireto. Inicialmente 2,0 g de amostra, trituradas em liquidificador doméstico, eram colocadas em células plásticas que acompanha o equipamento e pesadas em balança analítica. Em seguida, a amostra era secada por duas horas, em estufa de circulação de ar, a temperatura de 60°C.

Os ajustes aos dados experimentais dos modelos matemáticos de GAB e Henderson (Tabela 1) foram obtidos por meio de regressões não lineares, utilizando-se o programa de análise estatística Statistica versão 5.0.

Tabela 1. Modelos matemáticos para o ajuste das isotermas de casca de maracujá.

Nome do modelo	Modelo
GAB	$X_{eq} = \frac{x_m \cdot C \cdot K \cdot a_w}{(1 - K \cdot a_w)(1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)}$
Henderson	$X_{eq} = \left[\frac{-\ln(1 - a_w)}{b} \right]^{1/a}$

Sendo: a_w - atividade de água, decimal

X_m - conteúdo de umidade na monocamada molecular

X_{eq} - conteúdo de umidade de equilíbrio expresso em base seca

C - constante de GAB relacionada ao calor de sorção da camada molecular

a, b, K, - parâmetros de ajuste

Resultados

Os dados obtidos experimentalmente da atividade de água com suas respectivas umidades de equilíbrio em diferentes temperaturas estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Umidade de equilíbrio (X_{eq}) para a casca do maracujá em função da temperatura e da atividade de água (a_w).

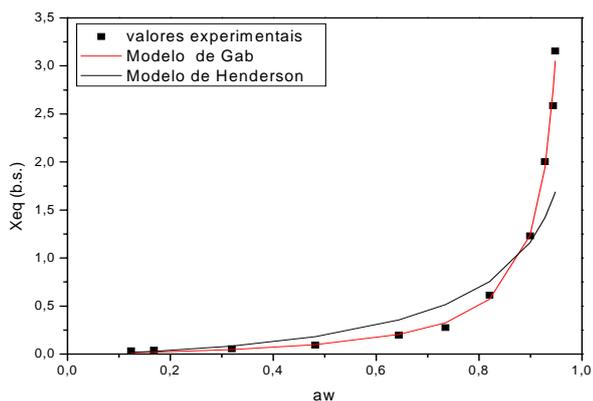
Temperatura (°C)					
40		35		25	
a_w	X_{eq}	a_w	X_{eq}	a_w	X_{eq}
0,948	3,153	0,917	1,616	0,939	2,048
0,944	2,586	0,875	0,917	0,929	1,523
0,928	2,002	0,779	0,441	0,882	0,624
0,899	1,229	0,598	0,175	0,825	0,309
0,820	0,614	0,447	0,090	0,717	0,141
0,735	0,276	0,355	0,061	0,552	0,104
0,644	0,197	0,304	0,045	0,422	0,057
0,482	0,092	0,202	0,031	0,321	0,047
0,319	0,056				
0,168	0,039				
0,124	0,033				

Na Tabela 3 encontram-se os parâmetros dos modelos ajustados as isotermas de dessecção da casca do maracujá nas temperaturas de 40, 35, e 25 °C, e os coeficientes de determinação (R^2).

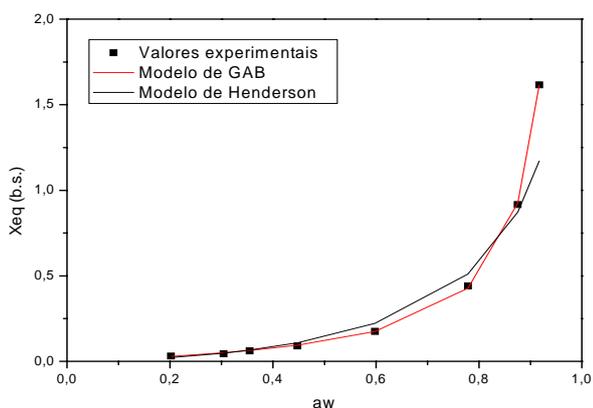
Tabela 3. Parâmetros de ajuste das isotermas de dessecção da casca do maracujá para os diferentes modelos matemáticos

Modelo	Temp. (°C)	Parâmetros			R^2
		X_m	C	K	
GAB	40	0,12	0,72	1,01	0,998
	35	0,11	1,06	1,02	0,999
	25	0,09	2,49	1,01	0,997
Henderson		a	b		
	40	0,67	2,08		0,954
	35	0,60	2,26		0,988
	25	0,59	2,16		0,990

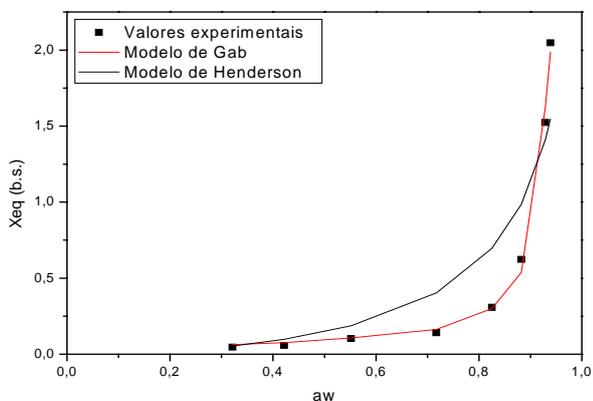
A Figura 1 (a, b e c) apresenta as isotermas nas temperaturas de 40, 35 e 25 °C com os dados experimentais e o ajuste dos dados através do modelo de GAB e Henderson.



(a)



(b)



(c)

Figura 1. Isotermas de desorção da casca do maracujá ajustadas pelos modelos matemáticos de GAB e Henderson nas temperaturas de 40 (a), 35 (b) e 25 °C (c).

Discussão

De acordo com os dados da Tabela 2, nota-se, em geral, que com o aumento da temperatura, a umidade de equilíbrio e a atividade de água do resíduo da casca do maracujá decresce, o mesmo fenômeno foi constatado no estudo do

processo de desorção da umidade em polpa de manga [5].

A escolha do modelo matemático que melhor ajustou os dados experimentais levou em consideração o valor do coeficiente de determinação (R^2). De acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, os dois modelos testados descrevem com precisão as isotermas de desorção nas diferentes temperaturas, sendo o modelo de GAB o que apresentou maior precisão, com valores do R^2 de 0,997 a 0,999.

Observa-se, através da mesma, que a fração de umidade na monocamada (X_m) aumenta com o aumento das temperaturas. Já o parâmetro C aumenta com a diminuição da temperaturas 25, 35 e 40 °C. O estudo dos levantamentos das isotermas de desorção da fruta da palma forrageira (*Opuntia ficus indica*) nas temperaturas de 30, 40 e 50 °C, mostrou perfis dos parâmetros semelhantes ao desse trabalho, quando foi feito o ajuste dos dados experimentais com o modelo de GAB. O valor de K ficou praticamente constante em torno de 1.

A levedura *Saccharomyces cerevisiae* um dos microrganismos utilizado no processo de enriquecimento protéico do resíduo apresenta a_w mínima de crescimento em torno de 0,89. Operando inicialmente, o processo de fermentação com o substrato abaixo de 0,89, o crescimento da levedura é inibido, podendo não se desenvolver. Faixa ótima para o crescimento da levedura está entre 0,9 e 0,99 de a_w do substrato casca de maracujá [4].

Para enriquecer proteicamente o resíduo, deve-se iniciar o processo com umidade da casca do maracujá acima de 66,7%, que corresponde a atividade de água acima de 0,93, objetivando condições de a_w para o crescimento do microrganismo. Para a conservação e manutenção da qualidade no armazenamento deste resíduo enriquecido e seco, a atividade de água deve ter no mínimo 0,32 [4], o que corresponde a umidade 5,6% em base úmida.

Conclusões

1. O modelo de GAB, em geral, ajustou melhor os dados experimentais das isotermas nas temperaturas em estudo.

2. Objetivando a fermentação para enriquecer proteicamente o resíduo, deve-se iniciar o processo com umidade da casca do abacaxi acima de 66,0%, o que corresponde a atividade de água acima de 0,93.

3. Para o armazenamento deste resíduo enriquecido e seco, a atividade de água deve-se ter no mínimo 0,32, o que corresponde a umidade de 5,6% na base úmida.

Referências

- [1] LIMA, V de A; SATO, S. Proteína de origem microbiana. In: Biotecnologia Industrial, Biotecnologia na produção de alimentos. São Paulo. Edgard Blucher, p.421-425, 2001.
- [2] SANTIN, A.P. Estudo da secagem da inativação de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*). Florianópolis: UFSC, 1996. Dissertação de Mestrado, 150p.
- [3] LAHSASNI, S.; KOUHILA, M.; MAHROUZ, M.; KECHAOU, N. Experimental study and modeling of adsorption and desorption isotherms of prickly pear peel (*Opuntia ficus indica*). Journal of Food Engineering, v.55, n.3, p.201-207. 2002.
- [4] GOULD, G.W. Drying raised osmotic pressure and low water activity. En mechanisms of action of food preservation procedures. Ed. G.W. Gould, Elsevier Applied Science, London, 1989.
- [5] SILVA, M.M.; GOUVEIA, J.P.G.; ALMEIDA, F.A.C; SILVA, M.M. Demanda energética envolvida no processo de dessecção da umidade em polpa de manga. Revista de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v.4, n.2, p.107-117, 2002.