



PIBIC/CNPq/UFPG-2009

EXTRAÇÃO DE AMIDO DE INHAME E REPRESENTAÇÃO DA SUA ATIVIDADE DE ÁGUA EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

Renata Duarte Almeida¹, Maria Elita Martins Duarte², Leila de Sousa Nunes³, Mario Eduardo R. M. Cavalcanti Mata²

RESUMO

Realizou-se a extração de amido de inhame e procedeu-se a secagem pelo método de liofilização para obtenção do amido em pó. Para o amido em pó obtido determinou-se as isotermas de adsorção a 25, 30, 35, 40 e 45 °C e aplicou-se ajustes segundo equações de Sigma-Copace, Halsey, Peleg. Concluiu-se que no processo de extração de amido de inhame, o rendimento prático médio foi de 18,28%, enquanto que o rendimento médio, em termos de matéria seca, foi de 68,48%. Quanto aos modelos utilizados para ajuste das isotermas, o modelo e Peleg representa melhor os dados experimentais de atividade de água de amido de inhame.

Palavras-chave: amido de inhame, nutrição, armazenagem

EXTRACTION OF YAM STARCH AND REPRESENTATION OF YOUR WATER ACTIVITY IN DIFFERENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS

ABSTRACT

The extraction of yam starch was accomplished and the obtained starch was dried by the liofilization method, resulting in powdered starch. The adsorption isotherms of powder starch at 25, 30, 35, 40 and 45 °C had been determined and the fittings were performed according to the Sigma-Copace, Halsey, Peleg equations. It was ended that in the extraction process of yam starch, the medium practical revenue was 18.28%, while the medium revenue, in dried basis, was 68.48%. Regarding to the models used for the isotherms fitting, Peleg is the best model to represent the experimental data of water activity of yam starch powder.

Keywords: yam starch, nutrition, storage

INTRODUÇÃO

O amido é encontrado em raízes, tubérculos, cereais, grãos e legumes (EERLINGEN & DELCOUR, 1995) e pode ser utilizado em várias indústrias, a exemplo das indústrias de alimentos e têxteis. Constitui a principal fonte de carboidratos na dieta humana devido à sua abundância nos vegetais. Depois da celulose, é o segundo polissacarídeo de maior ocorrência na natureza (YONEMOTO, 2006) podendo ser extraído e utilizado para diversos fins.

O mercado dinâmico e a concorrência acirrada evidenciam a necessidade constante do desenvolvimento de novos produtos para a sobrevivência, sobretudo, das indústrias de alimentos. As aplicações industriais do amido ocorrem em função de suas propriedades físico-químicas, que por sua vez,

¹ Aluna de Curso de Engenharia Agrícola, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFPG, Campina Grande, PB, E-mail: renatadual@hotmail.com

² Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola, UFPG Campina Grande, PB, E-mail: elita@deag.ufcg.edu.br

³ Aluna de Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Processos, CCT/UFPG, Campina Grande, PB. leilaufcg@gmail.com

estão relacionadas à origem botânica. Existe, por parte dessas indústrias, um interesse cada vez maior em amidos naturais com características que atendam o mercado consumidor. Frente a este fato as pesquisas em torno de novas matérias-primas amiláceas têm se intensificado nos últimos anos.

O amido é um produto globalizado que pode ser extraído, também, de tuberosas, no entanto, pouco se faz para aumentar o leque de aplicações destas culturas. A maioria das tuberosas é consumida apenas cozida ou frita, em algumas regiões. O inhame é uma fonte potencial para alimentos fabricados em muitos países tropicais e subtropicais devido ao seu alto conteúdo de amido (HUANG et al., 2006). No entanto, no Estado da Paraíba, sua produtividade ainda é baixa, aproximadamente 11.141 kg/ha (SANTOS & MACÊDO, 2002).

Este polissacarídeo apresenta propriedades específicas necessárias para dar funcionalidade e atributos desejáveis a alguns alimentos, a exemplo dos amidos pré-gelatinizados que desempenham um papel muito importante em alimentos instantâneos (ALVES et al., 1999), e da influência que exerce sobre sua textura (SINGH et al., 2003)

Por ser rico em carboidratos, o inhame constitui uma grande fonte de energia sendo recomendado nas dietas de recém-nascidos, de pessoas idosas e convalescentes, devido ao seu alto valor energético e alta digestibilidade conferida pelos pequenos grãos de amido. Uma forma de obter este amido para consumo durante longos períodos, inclusive nas entressafas do inhame, é armazená-lo na sua forma em pó, aplicando processos de extração, secagem e trituração.

Para que esses produtos em pó, a exemplo do amido de inhame, tenham período prolongado de conservação, em condições de prateleira, é necessário o conhecimento dos teores de água de equilíbrio desse produto, em diferentes condições de temperatura e umidade relativa do ar (Atividade de água) possibilitando a escolha da embalagem adequada, que permita a manutenção da qualidade desse produto.

Objetivos

Realizar a extração de amido de inhame e realizar secagem pelo método de liofilização para obtenção do amido em pó, e estudar a atividade de água do amido sob diferentes condições.

Objetivos específicos

- extração de amido de inhame São Tomé (*Dioscorea alata* L.)
- secagem do amido *in natura* por liofilização para obtenção do amido em pó
- determinação da atividade de água (isotermas de adsorção a 20, 30, 40 e 50°C)
- modelagem matemática da atividade de água segundo os modelos de Sigma-Copace, Halsey, Peleg

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas da Universidade Federal de Campina Grande. As etapas referentes ao processo de obtenção do amido de inhame em pó e posterior estudo da atividade de água estão expostas no fluxograma da Figura 1.

Isolamento do amido nativo de inhame

A extração do amido nativo foi realizada de acordo com a metodologia proposta por DAIÚTO e CEREDA (2003) com modificações.

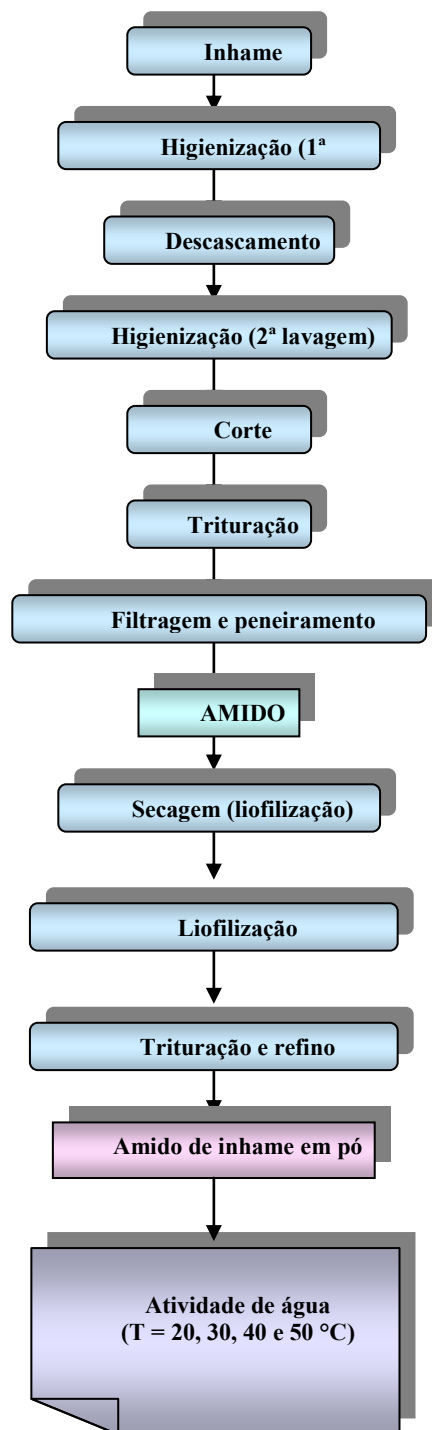


Figura 1. Fluxograma do processo de obtenção do amido de inhame em pó

As etapas mostradas no Fluxograma 1 estão detalhadas nos itens que se seguem.

Higienização

Ainda com casca, os tubérculos foram lavados em água corrente para a eliminação de terra e demais corpos estranhos (Figura 2).



Figura 2. Tubérculos higienizados

Descascamento

O descascamento foi procedido de forma manual (Figura 3) e os tubérculos lavados novamente em água corrente para que as sujidades remanescentes do descascamento fossem eliminadas, garantindo assim qualidade ao amido no que se refere à ausência de corpos estranhos.



Figura 3. Descascamento manual dos tubérculos de inhame.

Branqueamento

Até o momento da trituração, os tubérculos foram seccionados e imersos em solução de bissulfito de sódio (0,5%) para que a ação enzimática fosse inibida conforme mostrado na Figura 4 (BORBA et al., 2005).



Figura 4. Branqueamento dos tubérculos de inhame

Corte

Após o branqueamento, os tubérculos foram seccionados em partes menores para que a trituração fosse realizada de maneira eficiente (Figura 5).



Figura 5. Tubérculos seccionados para posterior trituração

Trituração

Conforme exposto na Figura 6, a trituração do inhame foi realizada em liquidificador doméstico (600 W). Sendo o material triturado por aproximadamente 4 min na velocidade máxima do aparelho, com uma solução 0,03N de hidróxido de sódio na proporção de 1:2 (g de inhame: g da solução).

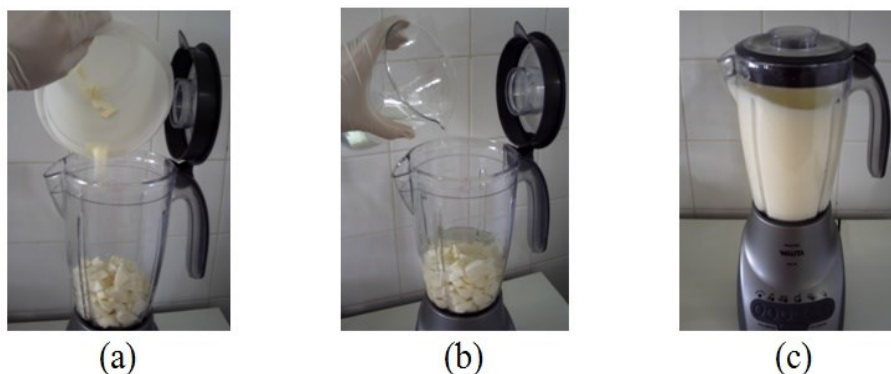


Figura 6. Trituração dos tubérculos de inhame: (a) tubérculos seccionados, (b) adição da solução de NaOH e (c) trituração do material

Filtração

O material triturado foi filtrado em sacos confeccionados com organza (abertura da malha próxima a 100 mesh) (Figura 7).

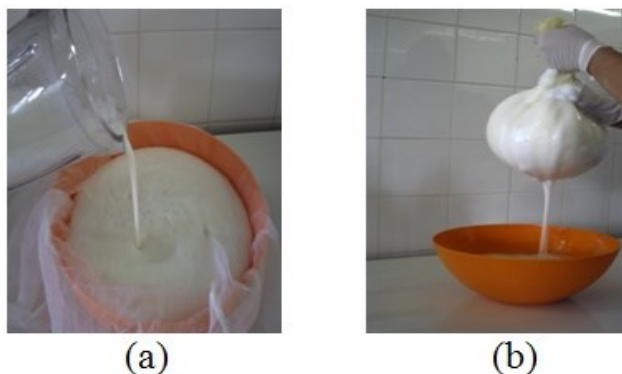


Figura 7. Filtração: (a) material triturado e (b) filtração do material em organza

Decantação

A suspensão de amido filtrada foi decantada, inicialmente, por um período de cerca de 16 horas, em ambiente refrigerado a 5 °C (Figura 8) para evitar ação enzimática ou fermentativa durante o processo de decantação.



Figura 8. Decantação da suspensão de amido

Descarte do sobrenadante

Após passar pela primeira decantação, a suspensão teve seu sobrenadante descartado (Figura 9).



Figura 9. Descarte do sobrenadante após a primeira decantação: (a) parte da mucilagem presente nos tubérculos, (b) descarte da solução de NaOH juntamente com a mucilagem e (c) precipitado decantado (amido) no recipiente

Lavagem do amido

Ainda com parte do sobrenadante, o amido precipitado foi transferido para recipientes em vidro, suspenso com água destilada e decantado novamente (Figura 9).

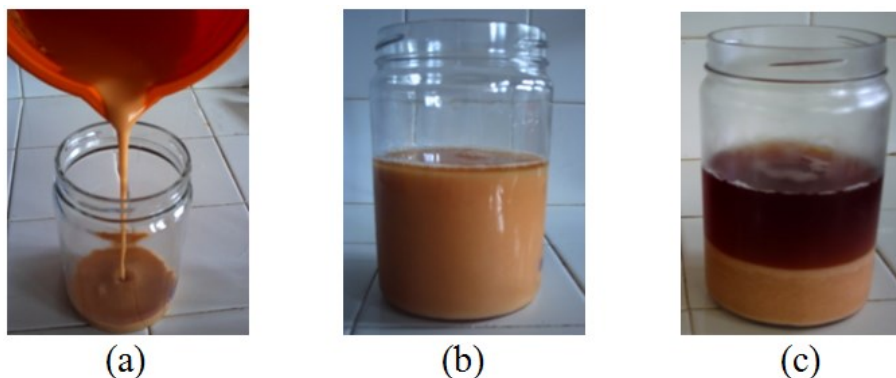


Figura 10. amido ressuspenso em água destilada e (c) amido após a segunda decantação

Este procedimento de suspensão e decantação do amido foi efetuado até que o produto apresentasse cor e textura características de amido e que, praticamente, toda a mucilagem presente na suspensão fosse eliminada como mostrado na Figura 11.



Figura 11. Amido após sucessivas lavagens

Este procedimento teve a função tanto de auxiliar no ajuste do pH, quanto de eliminar a mucilagem presente na suspensão. No entanto, foi necessário ainda, o uso de uma solução de ácido oxálico (0,1 M) para proporcionar o completo ajuste do pH dessa suspensão para aproximadamente 6,5.

Secagem do amido

O material decantado foi seco por liofilização. O amido com teor de água de aproximadamente 45% (b.u.) foi colocado nas bandejas do liofilizador e então congelado a -26°C (Figura 12).



Figura 12. Congelamento do amido a -26°C .

As bandejas com o amido congelado foram levadas ao liofilizador, marca Terroni Fauvel, modelo LB 1500 (Figura 13) onde permaneceram por 48 h sob vácuo.



(a)



(b)

Figura 13. Equipamento utilizado para secagem do amido: (a) Liofilizador Modelo LB 1500 e (b) câmara onde o amido é liofilizado

Embalagem

Porções com aproximadamente 30 g do amido seco foram acondicionadas em sacos de polietileno com fechamento "zip lock", em seguida cada pacote foi recoberto com duas embalagens feitas a partir de plástico

metalizado e selados. Essas embalagens foram então armazenadas em uma caixa de poliestireno expandido contendo sílica gel e mantidas em temperatura ambiente até seu uso nas análises seguintes (Figura 14).



Figura 14. Embalagem do amido seco: (a) saco de polietileno com fechamento “zip lock” (à esquerda) e embalagem de plástico metalizado (à direita), (b) porções de amido já embaladas e (c) caixa de poliestireno expandido para o armazenamento do amido

Atividade de água

Os dados de atividade de água do amido, nas temperaturas de 25, 30, 35, 40 e 45 ± 2 °C, foram obtidas pelo método dinâmico, utilizando-se o equipamento Thermoconstanter Novasina TH-2. Ajustaram-se, aos valores experimentais das isotermas de adsorção do amido, os modelos de Sigma-Copace, Halsey, Peleg representados pelas Equações 1, 2 e 3, respectivamente.

$$\text{Sigma-Copace} \quad X_e = \exp \{ (a - (bT) + [c \exp(A_w)]) \} \quad (1)$$

$$\text{Halsey} \quad X_e = \left(\frac{-a}{\ln A_w} \right)^{(1/b)} \quad (2)$$

$$\text{Peleg} \quad X_e = k_1 A_w^{n_1} + k_2 A_w^{n_2} \quad (3)$$

Em que, X_e - teor de água de equilíbrio (kg de água/kg de massa seca); A_w - atividade de água (adimensional); T - temperatura (°C); a , b e c - constantes das equações.

O ajuste dos modelos matemáticos aos dados experimentais foi feito com o software Statistica 8.1 (Statsoft, 2008), utilizando-se análise de regressão não linear, pelo método Quasi-Newton.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Rendimento da extração

O rendimento prático da extração do amido (R_p) foi calculado como percentagem da massa de amido obtida ao final da secagem, com teor de água de 2,2%, em relação à massa de tubérculos triturada, com teor de água original de 73,9%. Nesse processo de extração de amido de inhame, o rendimento prático médio foi de 18,28%.

Também foi calculado o rendimento da extração em termos de matéria seca (R_{MS}) como percentagem da quantidade de matéria seca da massa de amido obtida, com teor de água de 2,2%, em relação à quantidade de matéria seca da massa de tubérculos triturada, com teor de água original de 73,9%, sendo o rendimento médio de 68,48%.

Estudando a extração do amido de araruta (*Maranta arundinacea*), LEONEL et al. (2002a), obteve um rendimento prático de 21,34% para um amido com teor de água de 12,79%. Devido ao valor do teor e água encontrado para este amido, o percentual de rendimento observado pelos autores é bem maior que o encontrado na extração do amido de inhame. Pelo mesmo motivo, é que o rendimento prático de 7,22% na

extração do amido de gengibre (*Zingiber officinale*) com teor de água de 11,75% realizada por LEONEL et al. (2004) e o rendimento prático da extração do amido de jacatupé (*Pachyrhizus ahipa*) cujo teor de água era de 12,31% verificado por LEONEL et al. (2003), foi de 4,28%, foram menores que o rendimento prático encontrado na extração do amido de inhame neste trabalho.

Atividades de água

Os resultados experimentais de teores de água de equilíbrio (X_e) para adsorção do amido de inhame com suas respectivas atividades de água a diferentes temperaturas estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Valores experimentais de teor de água de equilíbrio (%b.s.) para as isotermas de adsorção de água do amido nativo de inhame em função da atividade de água para as temperaturas de 25, 30, 35, 40 e 45 °C

Temperatura (°C)									
25		30		35		40		45	
X_e	A_w	X_e	A_w	X_e	A_w	X_e	A_w	X_e	A_w
1,752	0,079	1,721	0,074	2,026	0,069	1,500	0,064	1,629	0,059
3,004	0,079	2,566	0,074	2,992	0,069	3,062	0,065	3,231	0,065
3,342	0,079	3,249	0,074	3,555	0,069	3,469	0,067	2,926	0,067
6,711	0,141	6,344	0,148	6,536	0,157	7,379	0,163	8,944	0,166
9,639	0,200	9,080	0,215	9,352	0,231	9,452	0,244	9,336	0,279
13,320	0,388	13,983	0,405	13,846	0,425	13,786	0,440	12,882	0,427
17,959	0,539	16,950	0,562	17,421	0,584	17,191	0,595	15,332	0,549
20,645	0,670	20,959	0,697	20,686	0,723	21,192	0,752	21,614	0,777
25,578	0,812	24,814	0,825	25,032	0,828	24,539	0,841	24,014	0,840
31,855	0,903	30,626	0,910	35,163	0,919	30,291	0,925	32,189	0,937

Nota-se que, com a elevação da atividade de água à mesma temperatura, os valores de teor de água de equilíbrio aumentam. Observando ainda a Tabela 1, percebe-se que para umidades relativas de equilíbrio menores de 0 a 40%, os teores de água de equilíbrio praticamente não variam com a temperatura, ou seja, para a mesma umidade relativa e temperaturas variando de 25 a 45 °C, o teor de água de equilíbrio se mantém aproximadamente constante. GOMES et al. (2002) durante o estudo do comportamento higroscópico da polpa de acerola em pó, em temperaturas de 20, 25 e 30°C, e ALEXANDRE ET AL. (2007) na pesquisa com pitanga em pó, utilizando as temperaturas de 10, 20, 30 e 40°C encontraram resultados que apresentaram este mesmo comportamento na mesma faixa de atividade de água.

Amidos de algumas tuberosas amiláceas, como batata-doce (*Ipomoea batatas*), biri (*Canna edulis*), mandioca (*Manihot esculenta*), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) e jacatupé (*Pachyrhizus ahipa*) se mostraram, quando caracterizados, providos de teores de açúcares totais menores que 1,2% (LEONEL et al., 2003; LEONEL et al., 2004). Este fato pode explicar a baixa higroscopicidade do amido em relação à pós obtidos a partir de algumas frutas que apresentam quantidade de açúcares mais elevadas, já que os açúcares contidos nos pós de frutas (sacarose, glicose e frutose) são responsáveis pela elevada higroscopicidade desses produtos. Referidos componentes interagem fortemente com vapor de água em seu ambiente em consequência da sua natureza hidrofílica (JAYA & DAS, 2004; CARLOS et al., 2005).

Representação matemática das curvas de adsorção

Nas Figuras 1, 2 e 3 se encontram as isotermas de adsorção do amido de inhame nas temperaturas (25, 30, 35, 40 e 45 °C) com ajuste para os modelos de Peleg, Sigma-Copace e Halsey, respectivamente.

Na Tabela 2, encontram-se os valores dos parâmetros estimados e coeficientes de determinação (R^2) obtidos através dos ajustes dos modelos de Peleg, Sigma-Copace e Halsey às isothermas de adsorção do amido de inhame, nas diferentes temperaturas.

Percebe-se, observando as Figuras 14, 16 e 17 que as isothermas obtidas para o amido de inhame apresentam comportamento típico de isothermas do tipo II, de acordo com a classificação da IUPAC (1985). Mesma classificação foi atribuída às isothermas de equilíbrio higroscópico para a farinha de pupunha a 15 e 35°C estudadas por FERREIRA & PENA (2003). Foram encontradas, também, isothermas com comportamento sigmoidal, do tipo II, em pesquisa realizada por SANTOS et al. (2004) com farinha de mandioca temperada. Isothermas de equilíbrio higroscópico para o amido de batata foram estudadas por AL-MUHTASEB et al. (2004); o comportamento das curvas também refletiu uma isoterma do tipo II.

Observa-se ainda, a existência de um paralelismo, que já era esperado, entre as isothermas, o mesmo não é percebido quanto aos pontos experimentais, pelo menos na faixa de umidade relativa de 0 a 30%.

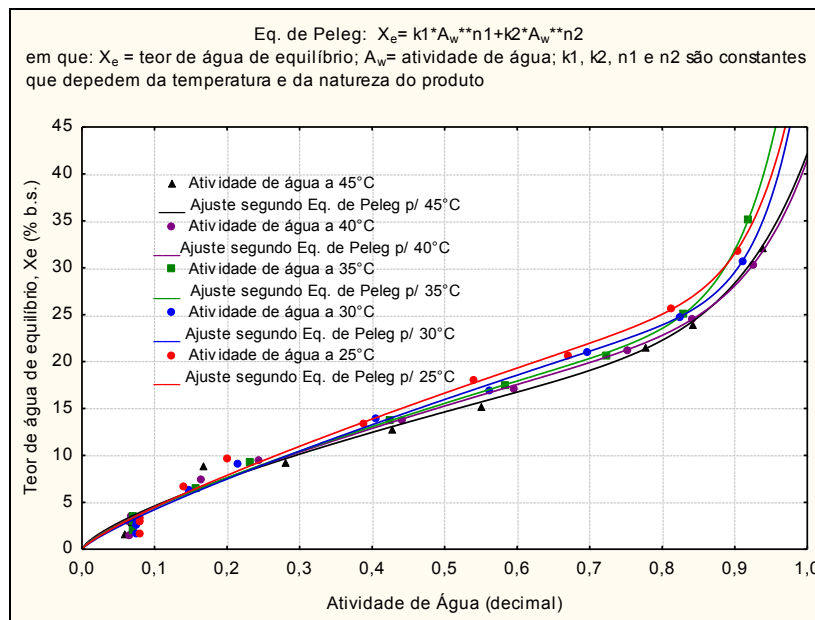


Figura 15. Isothermas de equilíbrio por adsorção para amido de inhame nas temperaturas de 25, 30, 35, 40 e 45°C, segundo o modelo de Peleg

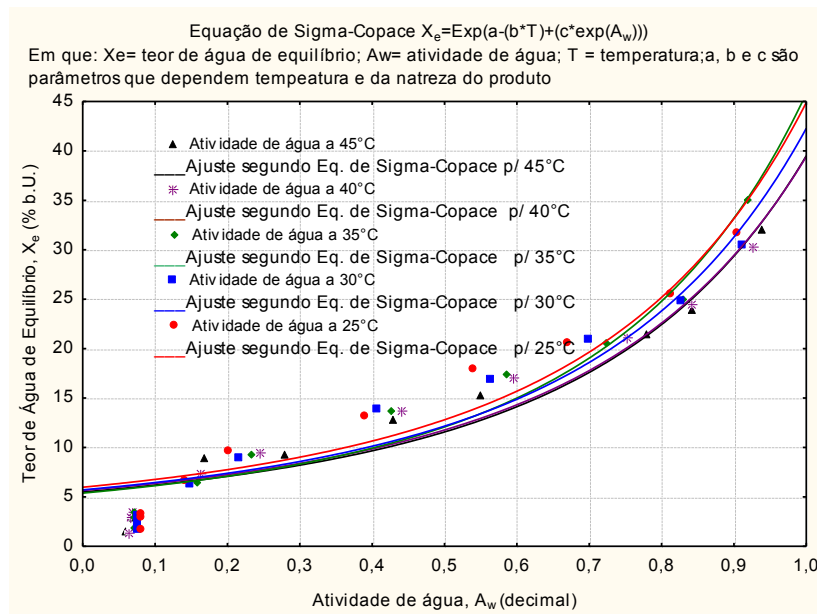


Figura 16. Isotermas de equilíbrio por adsorção para amido de inhame nas temperaturas de 25, 30, 35, 40 e 45 °C, segundo o modelo de Sigma-Copace

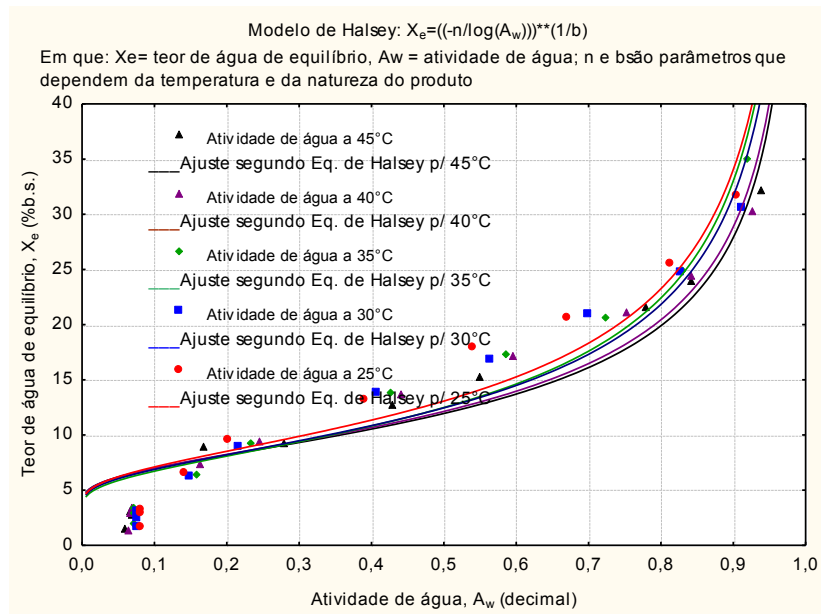


Figura 17. Isotermas de equilíbrio por adsorção para amido de inhame nas temperaturas de 25, 30, 35, 40 e 45 °C, segundo o modelo de Halsey

Tabela 2. Parâmetros de ajuste dos modelos de Peleg, Sigma-Copace e Halsey, às isotermas de adsorção do amido de inhame, coeficiente de determinação e desvio padrão para amido nativo de inhame, nas temperaturas de 25, 30, 35, 40 e 45 °C

		Parâmetros					
		T (°C)	k1	n1	k2	n2	R ² (%)
Peleg		25	29,29485	0,81632	27,72091	16,97026	96,06
		30	2446,424	1001,776	44,447	1,216	97,31
		35	1,000000	0,822695	0,572935	0,729871	96,04
		40	52,56544	45,71359	4,965099	0,122338	96,32
		45	1,000000	0,654919	0,173737	0,087716	97,01
		T (°C)	a	b	c		R ² (%)
Sigma-Copace		25	-14,5806	-0,607843	1,173309		91,31
		30	-13,3238	-0,555994	1,165695		91,42
		35	-19,8202	-0,810255	1,246509		94,76
		40	-1,5445	-0,485793	1,130762		92,84
		45	-11,7458	-0,492036	1,148305		93,85
			n	b			R ² (%)
Halsey		25	109,3997	1,969022			90,08
		30	113,0750	2,019903			89,8
		35	92,5943	1,93864			91,04
		40	158,1229	2,175340			90,65
		45	171,9891	2,222935			91,98

Observando a Tabela 2, percebe-se que tanto pelo coeficiente de determinação como pela representação dos pontos experimentais, o modelo que melhor representam as isotermas de adsorção, de amido de inhame é o de Peleg.

CONCLUSÕES

- O rendimento prático médio obtido com o método de extração de amido de inhame utilizado foi 18,28% e em termos de matéria seca o rendimento médio foi 68,48%.
- O modelo de Peleg foi o que melhor se ajustou aos dados experimentais e pode ser utilizado satisfatoriamente na predição das isotermas de equilíbrio higroscópico do amido de inhame.
- Preferencialmente, o amido de inhame deve ser manuseado em Umidades Relativas inferiores a 40% quando em temperaturas na faixa de 25 a 45°C e armazenados em embalagens herméticas e de preferência à vácuo para lhes garantir maior vida de prateleira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRE, H.V.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. de; QUEIROZ, A.J. de M. Isotermas de adsorção de umidade da pitanga em pó. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, 2007.
- AL-MUHTASEB, A.H.; MCMINN, W.A.M.; MAGEE, T.R.A. Water sorption isotherms of starch powders part 1: mathematical description of experimental data. **Journal of Food Engineering**, Barking, v.61, n.3, p.297-307, 2004.
- ALVES, R.M.L.; GROSSMANN, M.V.E.; SILVA, R.S.S.F. Gelling properties of extruded yam (*Dioscorea alata*) starch. **Food Chemistry**, Amsterdam, v.67, n.2, p.123-127, 1999.
- BORBA, A.M.; SARMENTO, S.B.S.; LEONEL, M. Efeito dos parâmetros de extrusão em farinha de batata-doce, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.4, p.835-843, 2005.
- CARLOS, L.A.; RESENDE, J.V.; CAL-VIDAL, J. Reduction of freeze-dried powder hygroscopicity by inducing crystallization in model fruit sugar solutions. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.8, n.2, p.163-173, 2005.
- DAIÚTO, E.R.; CEREDA, M.P. Extração de fécula de inhame (*Dioscorea sp.*). In: **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2003. v.3 cap. 8, p. 176-190. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-Americanas). Disponível em: <<http://www.abam.com.br/livroscargil/>>. Acesso em: 02 dez. 2008.
- EERLINGEN, R.C.; DELCOUR, J.A. Formation, analysis, structure and properties of type III enzyme resistant starch. **Journal of Cereal Science**, v.22, n.2, p.129-138, 1995.
- FERREIRA, C.D.; PENA, R.S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2. p. 251-255, mai./ago. 2003.
- GOMES, P.M.A.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. de; QUEIROZ, A.J. de M. Caracterização e isotermas de adsorção de umidade da polpa de acerola em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.4, n.2, p.157-165, 2002.
- HUANG, C.; LIN, M.; WANG, C.R. Changes in morphological, thermal and pasting properties of yam (*Dioscorea alata*) starch during growth. **Carbohydrate Polymers**, v.64, p.524-531, 2006.
- IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. Reporting physisorption data for gas/solid systems. **Pure and Applied Chemistry**. Oxford, v. 57, n. 4, p. 603-619, 1985.
- JAYA, S.; H. DAS. Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties. **Journal of Food Engineering**, v.63, n.2, p.125-134, 2004.
- LEONEL, M.; CEREDA, M.P. Caracterização físico-química de algumas tuberosas amiláceas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.1, p.65-69, 2002.
- LEONEL, M.; GARCIA, A.C.D.B.; REIS, M.M. Physico-chemical and microscopical characterisations of sweet potato, canna, cassava and cocoyam starches and their expansion properties after photochemical modification. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.7, n.2, p.129-137, 2004.
- LEONEL, M.; SARMENTO, S.B.S.; CEREDA, M.P.; CÂMARA, F.L.A. Extração e caracterização de amido de jacatupé (*Pachyrhizus ahipa*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3, p.362-365, 2003.
- LIMA, A.W.; SOUSA, A.C.P.; MADRUGA, M.S.; FIOREZE, R.; ALDRIGUE, M.L. **Aspectos da ciência e tecnologia de alimentos**. v.1, João Pessoa: Editora Universitária. UFPB. Idéia, 2002. 198p.
- SANTOS, F.S.A.; FIGUEIRÊDO, R.M.F. de; QUEIROZ, A.J. de M. Isotermas de adsorção de umidade de farinhas de mandioca temperadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.6, n.2, p.149-155, 2004.
- SINGH, N.; SINGH, J.; KAUR, L.; SODHI, N.S.; GILL, B.S. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. **Food Chemistry**, v.81, n.2, p.219-231, 2003.
- STATSOFT, Inc. STATISTICA for Windows (data analysis software system), version 8.0. Computer program manual. Tulsa: Statsoft, 2008.
- YONEMOTO, P.G. **Efeito do tamanho dos grânulos nas características estruturais e físico-químicas do amido de trigo**. 2006. 101f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. São José do Rio Preto.