

## Adição de lecitina de soja como adjuvante de secagem na obtenção de cajá em pó

Luís Gomes de Moura Neto<sup>[1]</sup>, Janaína de Paula da Costa<sup>[2]</sup>, Denise Josino Soares<sup>[3]</sup>, Emanuel Marques da Silva<sup>[4]</sup>, José Maria Correia da Costa<sup>[5]</sup>

[1] netugomes@gmail.com, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. [2] eng.janaina@yahoo.com.br, Universidade Federal do Ceará. [3] denise.josino@afogados.ifpe.edu.br, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. [4] emmanuel.marques2015.2@gmail.com, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco. [5] corraiacostaufc@gmail.com, Universidade Federal do Ceará.

### RESUMO

Diversas técnicas de secagem podem ser aplicadas, dependendo da matéria-prima que se deseja desidratar e do que se deseja obter. Uma forma de avaliar se o método de desidratação foi eficiente é por meio das isotermas de sorção. O objetivo deste trabalho foi analisar e comparar as isotermas de adsorção da polpa de cajá em pó obtida por atomização, com a utilização de maltodextrina (Ensaio A) e maltodextrina e lecitina de soja (Ensaio B). Para representação das isotermas, foram utilizados os modelos matemáticos de GAB, BET, Henderson e Oswin, nas temperaturas de 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C. Os resultados mostraram que a adição da lecitina confere um pó estatisticamente diferente ( $p < 0,05$ ) de um pó sem adição em relação aos sólidos solúveis, aos açúcares totais e à sua coloração. O modelo de BET foi o que melhor se ajustou ao Ensaio A, e o modelo de Henderson ao Ensaio B, que se mostraram do Tipo III em formato de J. Foi observado também que a adição da lecitina de soja proporcionou uma maior adsorção de água, demonstrando que o produto necessita ser armazenado em local com baixos teores de umidade relativa, ou ser armazenado em embalagens com baixa permeabilidade.

**Palavras-chave:** Lecitinização. Higroscopicidade. Caracterização. Coloração.

### ABSTRACT

*Various drying techniques can be applied, depending on the raw material you want to dehydrate and what you want to obtain. One way to assess whether the dehydration method was efficient is through sorption isotherms. The objective of the work was to analyze and compare the adsorption isotherms of the cajá pulp powder obtained by atomization, with the use of maltodextrin (Test A) and maltodextrin and soy lecithin (Test B). The mathematical models of GAB, BET, Henderson and Oswin were used to represent the isotherms at 25, 30, 35 and 40 °C. The results showed that the addition of lecithin gives a statistically different powder ( $p < 0.05$ ) from a powder without addition in relation to soluble solids, total sugars and its color. The BET model was the one that best fit Test A, and the Henderson model was the one that best fit Test B, which proved to be Type III in the J format. It was also observed that the addition of soy lecithin provided greater water adsorption, which demonstrates that the product should be stored in a location with low levels of relative humidity or in packaging with low permeability.*

**Keywords:** Lecithination. Hygroscopicity. Description. Coloring.

## 1 Introdução

A desidratação de alimentos há muitos anos vem sendo uma das tecnologias mais utilizadas para resolver problemas com a alta produção de frutos, sua elevada perecibilidade, assim como problemas de comercialização (CHONG; LAW, 2011). Resende *et al.* (2012) afirmaram, em seus estudos, que a produção comercial da polpa de frutas e sua distribuição em mercados distantes, na forma de pó, são bastante positivas, principalmente com frutos com aspectos sazonais, como o cajá.

O cajá (*Spondias mombin* L.) é bastante apreciado em diversas regiões do país devido às suas características de aroma e sabor agradáveis e exóticos (Oliveira; Costa; Afonso, 2014). Embora o cajá tenha tido expansão e desenvolvimento de seu cultivo nos últimos anos, é necessário aplicar alguma tecnologia de processamento para conservação, a fim de disponibilizá-lo por maiores períodos.

Um dos métodos de secagem mais favorável para polpas de frutas é o método de secagem por atomização. Esse método consiste na conversão direta dos materiais fluidos em partículas sólidas ou semissólidas, possuindo, como consequência, a diminuição e a dispersão das partículas, aumentando exponencialmente a área de superfície, ajudando a secar o fluido de alimentação em segundos (MURUGESAN; ORSAT, 2011).

Na atomização, é indicado o uso de aditivos que facilitem a secagem e evitem a adesão das partículas no secador. Entre esses aditivos, estão as maltodextrinas, que são altamente solúveis em água, relativamente baratas, e têm boa relação entre custo e eficácia (Kha; NGUYEN; ROCHA, 2010). Outro aditivo que pode ser utilizado no processo é a lecitina de soja, que é adicionada geralmente para melhorar os aspectos de molhabilidade dos alimentos em pó (VISSOTTO *et al.*, 2006), usado atualmente na produção de leite em pó.

Com base no exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a influência nas isotermas de adsorção da polpa de cajá em pó adicionadas de lecitina de soja.

## 2 Material e métodos

As polpas de cajá foram obtidas em uma indústria de processamento localizada na cidade de Fortaleza-CE, em embalagens de comercialização (embalagens de polietileno com capacidade de 100 g).

Estas foram transportadas ao Laboratório de Controle de Qualidade de Alimentos e Secagem do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, em caixas de isopor, e mantidas sob congelamento a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Antes do início dos experimentos, as polpas foram descongeladas em refrigerador ( $8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) por 18 h, sendo preparadas 02 amostras para o estudo. Na amostra A, foi adicionado 25% (p/p) do adjuvante de secagem maltodextrina DE20, e na amostra B, foi adicionado 25% (p/p) de maltodextrina e 1% (p/p) de lecitina de soja.

As amostras foram desidratadas em secador tipo *spray-dryer*, modelo LM MSD 1.0, da marca Labmaq do Brasil. As condições operacionais do secador foram: temperatura de secagem de  $160\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; diâmetro do bico aspersor de 1,2 mm; vazão do ar de secagem de 3,0 L/min; pressão de aspersão de 689,5 kPa; vazão de alimentação de 0,55 L/h e vazão de ar comprimido de 3,0 L/min. Após a secagem, os pós foram pesados e armazenados em sacos de película de poliamida (PA) e polietileno (PE) e mantidos ao abrigo da luz em temperatura ambiente.

Para a caracterização físico-química dos pós obtidos, foram realizadas, em triplicata, as seguintes análises: sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ ), acidez total em ácido cítrico, umidade e pH, segundo a metodologia descrita pelo IAL (2008); análise de cor, com determinação no modo CIE  $L^*a^*b^*$ ; açúcares solúveis totais e redutores determinados pelo princípio da redução do DNS; ácido ascórbico, conforme metodologia de Strohecker e Henning (1967).

Para determinação das isotermas, foi empregado o método gravimétrico estático. Amostras do pó de 0,2 g, em triplicata, foram pesadas em cadinhos de alumínio, e estes foram colocados dentro de células de vidro fechadas contendo soluções saturadas de sais  $\text{CH}_3\text{COOK}$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaBr}$ ,  $\text{SnCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{BaCl}_2$  e suas respectivas atividades de água de 0,21, 0,44, 0,58, 0,76, 0,84 e 0,90, preparadas de acordo com Greenspan (1977). Os cadinhos foram pesados a cada 24 h até que não houvesse mais variação de massa, detectada através de pesagem numa balança analítica, determinando-se, desta forma, a massa de equilíbrio. Após a detecção do equilíbrio, a atividade de água ( $a_w$ ) de cada amostra foi medida nas temperaturas de  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , com um medidor de atividade de água modelo Aqualab 4TEV, e, posteriormente, foram levadas à estufa de secagem a vácuo, com temperatura de  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ , para determinação da massa seca de cada amostra. A umidade de equilíbrio ( $X_0$ ) foi calculada pela diferença entre a massa que a amostra

apresentou no equilíbrio e sua massa seca, através da Equação 1.

$$X_o = \frac{m_{eq} - m_s}{m_s} \quad (1)$$

Em que:

$X_o$  = umidade de equilíbrio (g/g);

$m_{eq}$  = massa da amostra no equilíbrio (g);

$m_s$  = massa da amostra seca (g).

Para obtenção das isotermas de adsorção, os modelos matemáticos apresentados na Tabela 1 foram ajustados aos dados experimentais, conforme as Equações 2, 3, 4 e 5.

**Tabela 1** – Modelos matemáticos utilizados para o ajuste dos dados experimentais das isotermas de adsorção

Modelo	Equação
GAB	$X_0 = \frac{X_m \cdot C \cdot K \cdot a_w}{(1-K) \cdot a_w \cdot (1 - K \cdot a_w + C \cdot K \cdot a_w)} \quad (2)$
BET	$X_0 = \frac{X_m \cdot C \cdot a_w}{1 - a_w} \left[ \frac{1 - (n + 1) \cdot (a_w)^2 + n \cdot (a_w)^{n+1}}{1 - (1 - C) \cdot a_w - C \cdot (a_w)^{n+1}} \right] \quad (3)$
Henderson	$X_0 = \left[ \frac{-\ln(1 - a_w)}{b} \right]^{\frac{1}{a}} \quad (4)$
Oswin	$X_0 = a \cdot \left[ \frac{a_w}{1 - a_w} \right]^b \quad (5)$

$X_o$  - umidade de equilíbrio (g H<sub>2</sub>O.g<sup>-1</sup>);  $X_m$  - conteúdo de água na monocamada molecular (g H<sub>2</sub>O.g<sup>-1</sup>);  $a_w$  - atividade de água; n - número de camadas moleculares; C, K - constantes de sorção; a, b - parâmetros de ajuste.

Fonte: Oliveira, Costa e Afonso (2014)

A qualidade dos ajustes dos modelos foi avaliada através do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) e do desvio médio relativo (E), definido pela Equação 6:

$$E = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|(M_i - M_{pi})|}{M_i} \quad (6)$$

Em que:

E = erro médio relativo (%);

$M_i$  = valor experimental;

$M_{pi}$  = valor predito pelo modelo;

n = número de dados experimentais.

Os ajustes dos modelos foram realizados com o auxílio do *software* Statistic 7.0 (STATSOFT, 2007).

### 3 Resultados e discussão

A Tabela 2 apresenta os resultados dos parâmetros físico-químicos dos pós obtidos na secagem.

**Tabela 2** – Valores médios da caracterização física e físico-química dos pós de polpa de cajá

Análise	Amostras	
	A	B
pH	2,83 <sup>a</sup> ± 0,01	2,81 <sup>a</sup> ± 0,01
Acidez total (% ac. Cítrico)	3,65 <sup>a</sup> ± 0,03	3,17 <sup>a</sup> ± 0,34
Sólidos solúveis (%)	97,00 <sup>a</sup> ± 1,15	91,00 <sup>b</sup> ± 3,05
Umidade (%)	3,57 <sup>a</sup> ± 0,06	3,77 <sup>a</sup> ± 0,02
Açúcares redutores (%)	20,69 <sup>a</sup> ± 0,76	19,74 <sup>a</sup> ± 0,69
Açúcares totais (%)	27,08 <sup>b</sup> ± 0,93	49,57 <sup>a</sup> ± 0,89
Ácido ascórbico (mg.100g <sup>-1</sup> )	58,08 <sup>a</sup> ± 5,80	58,35 <sup>a</sup> ± 5,83
L*	53,31 <sup>a</sup> ± 0,00	45,75 <sup>b</sup> ± 0,12
a*	-1,28 <sup>b</sup> ± 0,00	-0,30 <sup>a</sup> ± 0,05
b*	11,66 <sup>b</sup> ± 0,00	13,72 <sup>a</sup> ± 0,02
Hue	84,18 <sup>a</sup> ± 0,01	88,75 <sup>b</sup> ± 0,01

A - Pó de polpa de cajá integral adicionado de maltodextrina (25%); B - Pó de polpa de cajá integral adicionado de maltodextrina (25%) e lecitina de soja (1%). Médias seguidas do mesmo expoente na mesma linha não diferem estatisticamente a nível de 5%.

Fonte: autores

O pH das duas amostras analisadas não apresentou diferença significativa ( $p > 0,05$ ), variando de 2,81 a 2,83, assim como os valores de acidez total, variando de 3,17 a 3,65, açúcares redutores, variando de 19,74 a 20,69, umidade, que variou de 3,16 a 3,65, e os valores de ácido ascórbico, que variaram entre 58,08 e 58,35 mg.100g<sup>-1</sup>. Este último mostra que a manutenção das condições do processo de secagem – principalmente temperatura, presença de oxigênio e pH – influenciou de forma igual as duas amostras, assim como a exposição ao ar, à luz e ao calor. Mesmo assim, os pós de cajá apresentaram uma condição considerável de ácido ascórbico, visto que, no Brasil, a Ingestão Diária Recomendada é de 45 mg para os adultos, conforme a Resolução RDC n° 269, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005).

Os sólidos solúveis são constituídos principalmente por açúcares, ácidos orgânicos e outros. Quando analisados nas polpas de cajá em pó A e B, foi possível observar diferente estatística ( $p > 0,05$ ), tendo, a amostra B, apresentado o menor valor da análise (91,00), fato que pode ser justificado pela soma de um fosfolipídio, que interferiu na concentração final dos açúcares presentes antes do processo de secagem.

O efeito da adição da lecitina de soja à polpa provocou uma elevação de 43,75% nos açúcares totais do pó de cajá quando comparado com a amostra sem a presença dela, um comportamento bastante interessante e favorável, principalmente pelo fato de que, no processo de atomização, diante do aquecimento, houve a proteção e a conservação dos açúcares da polpa *in natura*.

Nos valores da análise colorimétrica, a luminosidade ( $L^*$ ) do pó da amostra A apresentou um maior valor quando comparado com a da amostra B, demonstrando que, apesar da adição da maltodextrina facilitar a obtenção de um pó mais branco, devido à sua coloração inicial, a adição da lecitina de soja auxilia na proteção da coloração do material no processo de atomização. Em relação aos parâmetros  $a^*$  e  $b^*$ , verificou-se diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre ambas nas duas amostras, confirmando que a lecitina de soja ajudou, já que a amostra B apresenta valores mais

próximos a 0° para o parâmetro  $a^*$  e valores maiores para o parâmetro  $b^*$ , na conservação da tonalidade do amarelo da polpa *in natura* de cajá, conforme pode ser visto na Figura 1.

**Figura 1** – A) Pó de polpa de cajá integral adicionado de maltodextrina. B) Pó de polpa de cajá integral adicionado de maltodextrina e lecitina de soja



Fonte: autores

**Tabela 3** – Parâmetros dos modelos matemáticos para representação das isotermas de adsorção dos pós de polpa de cajá

Modelo	Amostras	Temperatura (°C)	Parâmetros			R <sup>2</sup>	E (%)
			X <sub>m</sub>	C	K		
GAB	A	25	0,0959	0,7122	0,9547	0,9964	18,54
		30	0,1074	0,6851	0,9489	0,9963	17,32
		35	0,1394	0,5722	0,9313	0,9958	17,57
		40	0,1322	0,6770	0,9166	0,9973	13,75
	B	25	0,1475	0,5804	0,8924	0,9948	17,54
		30	0,1307	0,6993	0,9181	0,9947	20,09
		35	0,1372	0,6887	0,9175	0,9969	16,45
		40	0,1397	0,6925	0,9273	0,9974	14,51
BET	A		X <sub>m</sub>	C	N		
		25	0,2837	0,1154	9,6061	0,9950	10,81
		30	0,3129	0,1154	9,1330	0,9947	11,17
		35	0,3146	0,1154	8,2422	0,9953	10,89
	B	40	0,3514	0,1492	8,2818	0,9970	8,45
		25	0,1807	0,0840	7,2152	0,9914	14,76
		30	0,2619	0,1735	8,7818	0,9931	16,05
		35	0,3165	0,1492	8,1516	0,9969	11,16
Henderson	A		A	B			
		25	0,5741	3,2693	0,9974	12,85	
		30	0,5839	3,1795	0,9969	11,54	
		35	0,6109	3,2112	0,9965	13,14	
	B	40	0,6160	3,0777	0,9976	11,17	
		25	0,6524	3,4900	0,9955	12,78	
		30	0,6349	3,2639	0,9959	12,31	
		35	0,6344	3,1809	0,9981	11,08	
	40	0,6243	3,0211	0,9984	11,64		

		A	B			
Oswin	A	25	0,0761	0,9248	0,9946	22,76
		30	0,0838	0,8541	0,9865	24,44
		35	0,0885	0,8963	0,9931	24,32
		40	0,0941	0,9151	0,9938	21,34
	B	25	0,0935	0,8065	0,9923	23,96
		30	0,0950	0,8525	0,9923	25,56
		35	0,0990	0,8555	0,9937	23,05
		40	0,1011	0,8938	0,9953	20,09

R<sup>2</sup> - coeficiente de determinação; E - erro médio relativo (%); X<sub>m</sub> - conteúdo de água na monocamada molecular (g H<sub>2</sub>O.g<sup>-1</sup>); a<sub>w</sub> - atividade de água; n - número de camadas moleculares; C, K - constantes de sorção; a, b - parâmetros de ajuste. Ensaio A – Pó de polpa de cajá integral adicionado de maltodextrina (25%). Ensaio B – Pó de polpa de cajá integral adicionado de maltodextrina (25%) e lecitina de soja (1%).

A diferença das cores dos pós de polpa de cajá em que houve a utilização da lecitina de soja em relação aos pós em que não houve seu acréscimo como adjuvante de secagem pode ser considerada “facilmente distinguível” à percepção humana, o que pode indicar uma menor rejeição ao produto final pelo consumidor. Ao avaliar o ângulo Hue, parâmetro que, quanto mais próximo ao ângulo de 90°, maior será a conservação da cor amarelada típica da polpa de cajá, é possível observar que o ensaio B apresenta valores superiores e diferentes estatisticamente (p < 0,05) em relação ao ensaio A, comprovando que a lecitina de soja influenciou positivamente na conservação da cor.

Na Tabela 3, estão apresentados os ajustes dos modelos matemáticos de GAB, BET, Henderson e Oswin aos dados experimentais dos ensaios A e B dos pós de polpa de cajá nas temperaturas de 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C. Essas temperaturas foram escolhidas devido às condições que o produto pode ser exposto comercialmente.

Observando os dados da tabela acima, os modelos matemáticos obtiveram altos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), entre 0,9914 e 0,9984, mostrando um bom ajuste de todos os modelos, para ambos os ensaios. Silva *et al.* (2005) afirmam que o erro relativo abaixo de 10% é um parâmetro bastante utilizado para definir qual modelo se ajustou aos dados, sendo, este parâmetro, o que foi levado em consideração no presente estudo.

Nesta pesquisa, o modelo de BET foi o que melhor forneceu ajuste para a polpa de cajá em pó sem adição da lecitina de soja, apresentando valores mais próximos ao sugerido pela literatura, e maior coeficiente de determinação R<sup>2</sup>. Já para o ensaio B, a amostra de polpa de cajá em pó que teve a adição da lecitina de soja, o modelo de Henderson foi o melhor para representar sua isoterma.

Andrade, Lumes e Pérez (2011) explicaram que o modelo de BET é aplicável a produtos com atividade de água entre 0,05 e 0,45, porém, neste trabalho, o modelo se ajustou bem a atividades de água superiores, no caso, para o ensaio A. Apresentou, além disso, um aumento na monocamada (X<sub>m</sub>) no modelo, entre as faixas de temperaturas 25 °C a 40 °C, comportamento similar ao encontrado por Moreira *et al.* (2013), Moura Neto *et al.* (2016) e Oliveira, Costa e Afonso (2014). Essa monocamada (X<sub>m</sub>) representa a quantidade de água fortemente adsorvida a sítios específicos na superfície dos alimentos e é um fator crítico, uma vez que um elevado teor em algumas reações de degradação aumenta, e a estabilidade da matriz alimentar diminui (Comunian *et al.*, 2011). A adição da lecitina de soja nos alimentos ocorre com o propósito de melhorar a sua molhabilidade, deixando mais sítios para a interação com as moléculas de água. Os dados obtidos no modelo de BET demonstram bem essa discussão, visto que a sua presença aumentou a monocamada do ensaio B, quando comparado ao ensaio A.

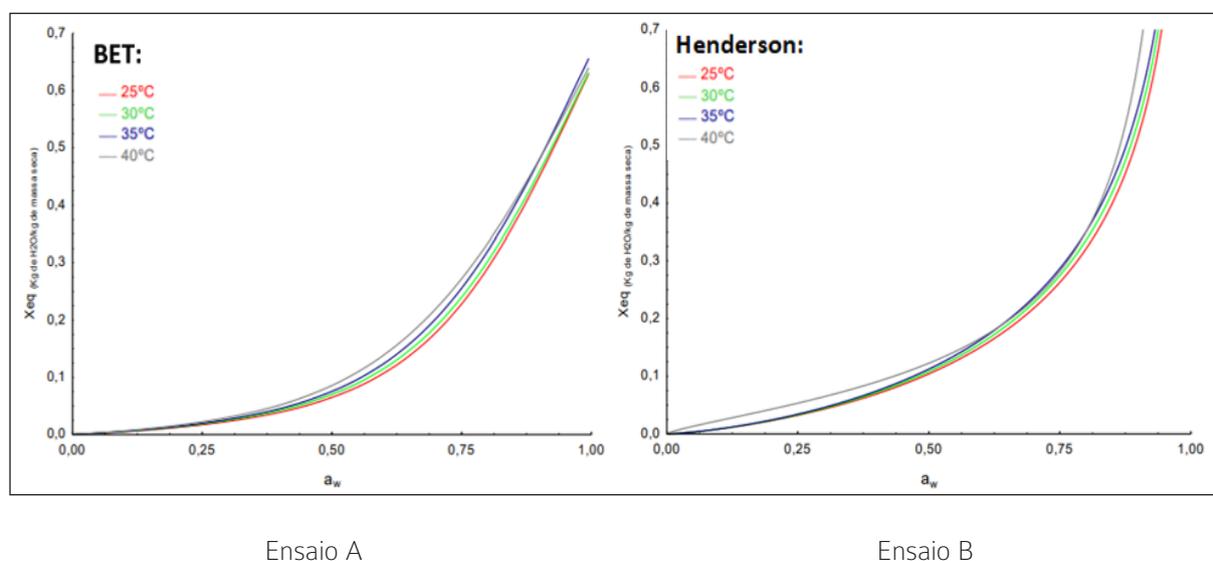
Ferreira e Pena (2003) justificaram que esse comportamento pode ocorrer por causa de dois mecanismos: a secagem provoca modificações na estrutura física do produto, o que aumenta a disponibilidade de sítios ativos que possuem afinidade com as moléculas de água; ou a secagem ocasiona um aumento na solubilidade dos solutos inerentes ao produto, fazendo com que mais moléculas de água fiquem retidas na monocamada.

Para o ensaio B, o modelo que mais se ajustou aos dados foi o de Henderson. Para a obtenção de bons resultados para o modelo, deve-se observar o valor de ‘a’, que deve ser maior que 0, e o valor de ‘b’, que deve ser maior de 1,0 (Alcantara, *et al.* 2009), além dos coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), que devem estar

perto de 1, comportamento presente nos dados deste estudo. Alguns autores vêm relatando que o modelo de Henderson é o que melhor está se ajustando a alimentos atomizados, como para a macaúba em pó (Oliveira; CLEMENTE; COSTA, 2014), a polpa de manga em pó (MIL *et al.*, 2014) e a polpa de goiaba em pó (SANTOS *et al.*, 2014). As isotermas de adsorção de umidade para os pós de cajá, ensaio A e ensaio B, são apresentadas na Figura 2.

Observa-se, na isoterma do ensaio A, uma região inicial plana que apresenta poucas alterações até 0,6. Já na isoterma do ensaio B, essa região mais plana está presente até 0,4, mostrando que a adição da lecitina de soja aumenta a adsorção e, conseqüentemente, a atividade de água. Conforme o relatado de Oliveira, Costa e Afonso (2014), é possível afirmar que o pó de cajá com maltodextrina pode ser armazenado em condições de umidade relativa até 60% sem absorver

**Figura 2** – Isotermas de adsorção de polpa de cajá em pó, segundo o modelo de BET, para o ensaio A, e Henderson, para o ensaio B, a 25 °C, 30 °C, 35 °C e 40 °C.



Fonte: autores

De acordo com a classificação da IUPAC (1985), ambos os ensaios apresentaram comportamento e forma característicos do Tipo III, que são de isotermas de alimentos que manifestam uma zona mais plana na sua primeira parte, comportamento típico para alimentos ricos em compostos solúveis, como açúcares (AL-MAHTASEB; MCMINN; MAGEE, 2004).

Nos ensaios A e B, é nítido que o aumento da atividade de água representa o aumento do conteúdo de água nos pós de cajá, conforme o aumento da temperatura. Avaliar o comportamento da isoterma de adsorção de um alimento frente a mudanças de temperatura é importante, pois, durante o armazenamento do alimento, mudanças na sua temperatura irão resultar em variações de sua atividade de água. Variações de temperatura afetam a mobilidade da água e o equilíbrio entre sua fase vapor e adsorvida e, de maneira geral, mudanças na temperatura reduzem a umidade de equilíbrio do alimento (MOURA NETO *et al.*, 2015)

grandes quantidades de água. Diferente do ensaio B, que apresentou condições de estabilidade até 40% de umidade relativa. Isso torna desfavorável o uso da lecitina de soja em polpas de cajá em pó que sejam armazenadas em locais com altos teores de umidade relativa, assim como em embalagens que não dificultem a absorção de água.

Em contrapartida, fica claro que a aplicação da lecitina de soja na produção de polpa de cajá em pó pode favorecer a sua dissolução, visto que o material acelera a sua molhabilidade, o que pode ser uma boa característica no preparo de alimentos que tenham o material, por exemplo, acelerando o seu preparo.

## 4 Conclusão

O uso da lecitina de soja no processo de atomização favorece significativamente a manutenção na intensidade da coloração amarela da polpa de cajá *in natura* no pó obtido.

O modelo de BET foi o que melhor se ajustou aos dados da polpa de cajá adicionada de maltodextrina, e o modelo de Henderson, o que melhor se ajustou à polpa de cajá em pó adicionada com maltodextrina e lecitina de soja.

## REFERÊNCIAS

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**, v. 61, p. 297-307, 2004. DOI: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026087740300133X>. Acesso em: 25 set. 2020.

ANDRADE, R. D.; LUMES, R.; PÉREZ, C. E. Models of sorption isotherms for food: Uses and limitations. **Vitae, Revista de la Facultad de Química Farmacéutica**, v. 18, p. 325-334, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-40042011000300012](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-40042011000300012). Acesso em: 25 set. 2020.

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005**. Aprova o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Brasília, DF: ANVISA, 2005. Disponível em: [http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC\\_269\\_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3](http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_269_2005.pdf/2e95553c-a482-45c3-bdd1-f96162d607b3). Acesso em: 23 set. 2020.

CHONG, C. H.; LAW, C. L. Drying of exotic fruits, vegetables and fruits. In: JANGAM, S. V.; LAW, C. L.; MUJUMDAR, A. S. (ed.) **Vegetables and fruits**. Singapore: [S.n.], 2011. p. 1-42.

COMUNIAN, T. A.; MONTEYRY-QUINTERO, E. S.; THOMAZINI, M.; BALIEIRO, J.C.C.; PICOONE, P.; PITTIA, P.; FAVARO-TRINDADE, C.S. Assessment of production efficiency, physicochemical properties and storage stability of spray-dried chlorophyllide, a natural food colourant, using gum Arabic, maltodextrin and soy protein isolate-based carrier systems. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 46, p. 1259-1265, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02617.x>. Acesso em: 25 set. 2020.

FERREIRA, C. D.; PENA, R. S. Comportamento higroscópico da farinha de pupunha (*Bactris gasipaes*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 251-255, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v23n2/v23n2a25.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

GREENSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of the**

**National of Standards A. Physics and Chemistry**, v. 81, p. 89-96, 1977. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v26n3/31772.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3 ed. São Paulo: IAL, - 2008. 533p.

IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry. Reporting Physisorption data for gas solid. Systems with Special Reference to the Determination of Surface Area and Porosity. **Pure and Applied Chemistry**, v. 57, p. 603-619, 1985. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877410000324>. Acesso em: 25 set. 2020.

KHA, T. C.; NGUYEN, M. H.; ROCHA, P. D. Effects of spray drying conditions on the physicochemical and antioxidant properties of the gac (*Mormodica cochinchinensis*) fruit aril powder. **Journal of Food Engineering**, v. 98, p. 385-392, 2010. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877410000324>. Acesso em: 25 set. 2020.

MIL, E.; RODRIGUES, S.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. DA. Mathematical modeling for isotherms of mango pulp powder, obtained by atomization. **Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences**, v. 4, p. 8-14, 2014. Disponível em: <https://m.scrip.org/papers/43451>. Acesso em: 25 set. 2020.

MOREIRA, T. B.; ROCHA, E. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Comportamento das isotermas de adsorção do pó da polpa de manga liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, p. 1093-1098, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n10/11.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

MOURA NETO, L. G.; ROCHA, É. M. F. F.; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. Isotermas de adsorção de pó de polpa de cajá (*Spondias mombin*) obtida por spray-dryer. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 37, n. 2, p. 273-277, 2016. Disponível em: [http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/25001/pdf\\_89](http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/25001/pdf_89). Acesso em: 25 set. 2020.

MOURA NETO, L. G.; ROCHA, E. M. F.; AFONSO, M. R. A.; RODRIGUES, S.; COSTA, J. M. C. Physicochemical and sensory evaluation of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) atomized powder. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 4, p. 244-252, 2015. Disponível em: [https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3827/pdf\\_326](https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3827/pdf_326). Acesso em: 25 set. 2020.

MURUGESAN, R.; ORSAT, V. Spray drying for the production of nutraceutical ingredients - A review. **Food Bioprocess Technology**, v. 8, p. 1-12,

2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v17n10/11.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

OLIVEIRA, D. M.; CLEMENTE, E.; COSTA, J. M. C. Hygroscopic behavior and degree of caking of grugru palm (*Acrocomia aculeata*) powder. **Journal of Food Science e Technology**, v. 51, p. 2783-2789, 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25328226/>. Acesso em: 25 set. 2020.

OLIVEIRA, G. S.; COSTA, J. M. C.; AFONSO, M. R. A. Caracterização e comportamento higroscópico do pó da polpa de cajá liofilizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1059-1064, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n10/v18n10a11.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

RESENDE, I. L. M.; SANTOS, F. P.; CHAVES, L. J.; NASCIMENTO, J. L. Estrutura etária de populações de *Mauritia flexuosa* L. F. (*Arecaceae*) de veredas da região central de Goiás, Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, p. 103-112, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622012000100012>. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-67622012000100012&lng=pt&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000100012&lng=pt&tlng=pt). Acesso em: 25 set. 2020.

SANTOS, A.A.C.; FLORÊNCIO, A.K.G.D.; ROCHA, E.M.F.F.; COSTA, J.M.C. Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por spray-dryer. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 508-514, 2014. Disponível em: [http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/25001/pdf\\_89](http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciTechnol/article/view/25001/pdf_89). Acesso em: 25 set. 2020.

SILVA, R. N. G.; FIGUEIREDO, R. M. F. DE; QUEIROZ, A. J. DE M.; GALDINO, P. O. Armazenamento de umbu-cajá em pó. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1179-1184, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/v35n5/a30v35n5.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.

STATSOFT STATISTICA FOR WINDOW – computer programa manual. Versão 7.0. Statsoft Inc, Tulsa, 2007.

STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**. Madrid: Paz Montolvo, 1967. 428 p.

VISSOTTO, Z. F.; MONTENEGRO, F. M.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, S. J. R. Avaliação da influência dos processos de lecitinação e de aglomeração nas propriedades físicas de achocolatado em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 666-671, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cta/v26n3/31772.pdf>. Acesso em: 25 set. 2020.