

Avaliação físico-química e comportamento higroscópico de goiaba em pó obtida por *spray-dryer*¹

Physicochemical evaluation and hygroscopic behavior of powdered guava obtained by *spray drying*

Alinne Alencar Costa dos Santos², Anne Karine Gurgel Dias Florêncio², Érica Milô de Freitas Felipe Rocha³ e José Maria Correia da Costa^{4*}

RESUMO - A goiaba é uma das frutas tropicais mais populares e de maior aceitação em todas as regiões do Brasil. Do seu fruto podem-se obter vários produtos alimentícios tais como: doces, geleias, licores e sucos de diversas formas. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi caracterizar a polpa de goiaba atomizada quanto à sua composição físico-química e, avaliar o seu comportamento higroscópico através das isotermas de adsorção utilizando diferentes modelos matemáticos. As análises físico-químicas realizadas tanto na polpa integral de goiaba quanto no pó de goiaba atomizado foram: umidade, pH, acidez, sólidos solúveis e ácido ascórbico apresentando os seguintes resultados, respectivamente, 88,57 - 5,69%; 3,76 - 3,88; 0,43 - 0,24 mg 100 g⁻¹; 8,43 - 93,00 °Brix e 2,77 - 3,79 mg 100 g⁻¹. As isotermas de adsorção foram construídas utilizando-se do ajuste de dados experimentais aos modelos matemáticos de GAB, BET, Henderson e Oswin. Sendo, o modelo Henderson, em todas as temperaturas avaliadas, aquele que melhor se ajustaram para o pó de goiaba atomizado com erro variando de 09,93 a 12,09% e coeficiente de correlação variando de 0,9900 a 0,9934.

Palavras-chave: Goiaba. Frutas. Secagem.

ABSTRACT - The guava is one of the most popular tropical fruits, being highly accepted all over Brazil. Many food products can be made from the fruit, such as jams, jellies, liquors and many types of juice. Given the above, the objective of this research was to characterise atomised guava pulp as to its physicochemical composition, and assess its hygroscopic behaviour by means of adsorption isotherms employing different mathematical models. The physicochemical analyses, carried out on both the whole guava pulp and on the atomised guava powder, were: moisture; pH; acidity; soluble solids and ascorbic acid, giving the following results respectively: 88.57-5.69 %; 3.76-3.88, 0.43-0.24 mg 100 g⁻¹; 8.43 to 93.00 °Brix and 2.77-3.79 mg 100 g⁻¹. The adsorption isotherms were constructed adjusting the experimental data to the mathematical models of GAB, BET, Henderson and Oswin. The Henderson model presented the best fit to the atomised guava powder for all temperatures tested, presenting an error ranging from 09.93 to 12.09% and a correlation coefficient ranging from 0.9900 to 0.9934.

Key words: Guava. Fruit. Drying.

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação em 16/10/2011; aprovado em 06/01/2014

Trabalho extraído da Pesquisa financiada pelo CNPq

²Departamento de Tecnologia de Alimentos, Centro Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, Brasil, linne.acs@gmail.com, annekarine18@yahoo.com.br

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte/IFRN, Campus Pau dos Ferros, Pau dos Ferros-RN, Brasil, emffrocha@yahoo.com.br

⁴Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará, Bloco 858, Campus do Pici, Av. Mister Hull 2977, Alagadiço, Fortaleza-CE, Brasil, 60.356-000, correia@ufc.br

INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava*) é um fruto tropical, climatérico e apresenta altas taxas de transpiração e perda de massa após sua colheita (AZZOLINI *et al.*, 2005). Devido ao intenso metabolismo durante o amadurecimento, esses frutos senescem rapidamente, impedindo o armazenamento por períodos prolongados (CARVALHO *et al.*, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2005; VILA *et al.*, 2007). De acordo com os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011), o Brasil no ano de 2009 produziu 297.377 toneladas de goiaba, sendo a região Nordeste responsável por 46,35% desta produção.

Como a comercialização de frutos está restrita a sua época de safra e, devido a sua alta perecibilidade, é importante, para viabilizar as diversas agroindústrias, de unidades de processamento que possam alimentar as indústrias fora do período de safra. Um dos processos utilizados nos últimos anos para prolongar a vida útil dos frutos é a secagem por atomização. Este processo tem por finalidade transformar a polpa de fruta em forma de pó, permitindo um armazenamento prolongado e uma maior estabilidade e longevidade do produto, de modo a ter uma maior vida de prateleira, podendo o consumidor ter acesso a esse produto durante o ano, e não apenas no período de safra (ANSELMO *et al.*, 2006).

A secagem por *spray-dryer* ou atomização é um processo amplamente utilizado na indústria de alimentos, e em condições ideais de processamento, tem se mostrado eficaz na obtenção de diversos produtos. Este processo de desidratação, quando utilizado em alimentos ricos em açúcar tais como sucos de frutas, mel e derivados do amido altamente hidrolisado, apresenta grande potencial econômico e, a transformação destes produtos em forma de pós alimentícios desidratados resulta em alimentos de volume reduzido, com uma longa vida útil e uma boa reconstituição (ADHIKARI *et al.*, 2004).

No entanto, os sucos de fruta obtidos por *spray-dryer* apresentam obstáculos em suas propriedades funcionais, com alta pegajosidade (*stickiness*) e higroscopicidade, que tornam a sua embalagem e utilização substancialmente mais difíceis (CANO-CHAUCA *et al.*, 2005).

Diante do exposto, este trabalho teve como principais objetivos: avaliar as características físico-químicas do pó de goiaba atomizado e verificar o seu comportamento higroscópico através das isotermas de adsorção utilizando diferentes modelos matemáticos.

MATERIAL E MÉTODOS

As polpas de goiaba selecionadas para a realização deste trabalho foram adquiridas no comércio

varejista de Fortaleza - CE e, então conduzidas ao Laboratório de Controle de Qualidade e Secagem do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, onde foram mantidas sob congelamento em um freezer vertical, a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo o seu descongelamento realizado na embalagem original do produto, em geladeira ($2\text{ }^{\circ}\text{C}$) por 18 horas.

Após descongelamento, elaborou-se uma polpa formulada composta de polpa integral de goiaba adicionada de 10% de maltodextrina e 50% de água destilada (p/p). Após completa dissolução e homogeneização, a solução formulada foi então submetida à secagem em um *Spray-dryer* modelo MSD 1.0 da marca Labmaq do Brasil, utilizando um bico pneumático de 1,2 mm, vazão de bombeamento da polpa de 500 L h^{-1} , vazão de ar quente de $3,5\text{ L h}^{-1}$ e temperatura de entrada de $120\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Para todas as determinações físico-químicas, tanto da polpa integral quanto do pó atomizado obtido, foram realizadas em triplicata, sendo elas: umidade (determinada utilizando uma estufa a vácuo a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$, sob pressão reduzida, até peso constante), pH (determinado através de um medidor de pH, calibrado periodicamente com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0), acidez titulável (determinada por titulação com $\text{NaOH}\ 0,1\text{ N}$ e os resultados expressos em percentagem de ácido cítrico) e, os sólidos solúveis (determinados através da leitura dos $^{\circ}\text{Brix}$ a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ em refratômetro, com escala variando de 0 a $90\text{ }^{\circ}\text{Brix}$) e, a análise de açúcares totais e redutores foram realizadas segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2004). O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado através de método titulométrico baseado na redução do indicador 2,6-diclorofenolindofenol pelo ácido ascórbico, sendo os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de amostra, segundo a metodologia descrita por Strohecker e Henning (1967). A atividade de água do pó foi feita utilizando um medidor de atividade de água, modelo AQUALab (1997) 4TEV nas temperaturas de 25; 30; 35 e $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, conforme indicações do fabricante.

Para as determinações das isotermas de adsorção, a amostra foi pesada, em triplicata, com massas de aproximadamente 0,20 g de cada e colocada em cadinhos de alumínio, previamente tarados. Posteriormente, os cadinhos foram colocados sobre suporte contido dentro das células isoladas, as quais continham as soluções salinas saturadas de: CH_3COOK ($a_w = 0,21$); K_2CO_3 ($a_w = 0,48$); NaBr ($a_w = 0,57$); SnCl_2 ($a_w = 0,76$); KCl ($a_w = 0,84$) e BaCl_2 ($a_w = 0,90$) de acordo com Greespan (1977). As temperaturas utilizadas para a construção das isotermas foram de 25; 30; 35 e $40\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Foram feitas pesagens dos cadinhos, contendo a amostra, a cada 24 horas até atingirem a umidade de equilíbrio

detectadas através de pesagem numa balança analítica modelo B-TEC-210^a da marca Tecnal. Durante este período a amostra foi submetida à inspeção visual, para detectar quaisquer alterações perceptíveis. Posteriormente, os cadinhos foram então colocados na estufa a 105 °C para determinação do teor de umidade final de equilíbrio da amostra.

A umidade de equilíbrio (X_{eq}) foi calculada pela diferença entre a massa que a amostra apresentou no equilíbrio e sua massa seca inicial:

$$X_{eq} = \frac{M_o - M_s}{M_s} \quad (1)$$

onde: X_{eq} = umidade de equilíbrio (g/g matéria seca); M_o = massa da amostra no equilíbrio (g); M_s = massa da amostra seca (g).

Para o ajuste matemático dos dados experimentais das isotermas de adsorção foram utilizados os modelos matemáticos de: BRUNAUER, EMMET e TELLER (BET); GUGGENHEIM-ANDERSON – DE BOER (GAB); HENDERSON; OSWIN, representados, respectivamente, pelas Equações 2, 3, 4 e 5.

$$X_{eq} = \frac{X_m.C.K.A_w}{(1-K.A_w).(1-K.A_w + C.K.A_w)} \quad (2)$$

$$X_{eq} = \frac{X_m.C.A_w}{1-A_w} \left[\frac{1-(n+1).(A_w)^2 + n.(A_w)^{n+1}}{1-(1-C).A_w - C.(A_w)^{n+1}} \right] \quad (3)$$

$$X_{eq} = \left[\frac{-\ln(1-a_w)}{b} \right]^{\frac{1}{a}} \quad (4)$$

$$X_{eq} = \left[\frac{a_w}{1-a_w} \right] \quad (5)$$

onde: a_w = atividade de água; X_m = conteúdo de umidade na monocamada molecular (g/g de matéria seca); X_{eq} = conteúdo de umidade de equilíbrio (g/g de matéria seca); C = constante de BET relacionada ao calor de sorção da camada molecular; a , b e K = parâmetros de ajuste.

Os valores do erro (E) apresentados foram calculados de acordo com a Equação 6 (KUROZAWA; EL-AOUAR; MUR, 2005):

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

onde: E = erro médio relativo; M_i = valores obtidos experimentalmente; Mp_i = valores preditos pelo modelo; n = número de dados experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização físico-química do pó de goiaba atomizado são expostos na Tabela 1, onde, pode-se observar que os resultados médios de umidade indicam que o pó de goiaba obtido perdeu em média 93,58% de água em relação à polpa integral. Esse resultado indica que a polpa atomizada está de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação para produtos desidratados (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2005a), sendo este um fator protetor ao desenvolvimento de microorganismos deteriorantes e patogênicos.

O pH da polpa integral e do pó foram de, respectivamente, 3,76 e 3,88. O que indica que esses valores se encontram, do ponto de vista da tecnologia de alimentos, em uma faixa segura em relação ao desenvolvimento microbiano, além de está dentro os valores estabelecidos para o padrão de identidade e qualidade da polpa em questão (BRASIL, 2000). Já para o parâmetro de acidez foi observado um valor para a polpa integral superior ao observado no pó.

O processo de secagem por atomização reduziu acidez titulável da goiaba em pó (0,24 mg 100 g⁻¹) em relação ao valor encontrado para a polpa integral de goiaba (0,43 mg 100g⁻¹); este comportamento era esperado em razão da temperatura ser responsável pelo aumento

Tabela 1 - Caracterização físico-química de polpa de goiaba integral e atomizada

Análises físico-químicas	Polpa integral	Pó de goiaba atomizado
Umidade (%)	88,57 a ± 0,07	05,69 b ± 0,28
Ph	3,76 b ± 0,15	03,88 a ± 0,05
Acidez (mg de ácido cítrico 100g ⁻¹)	0,43 a ± 0,00	00,24 b ± 0,05
Sólidos solúveis (°Brix) a 20 °C	8,43 b ± 0,15	93,00 a ± 0,26
Ácido Ascórbico (mg 100g ⁻¹)	2,77 b ± 0,29	03,79 a ± 0,76
Açúcares Totais (g 100g ⁻¹)	2,84 b ± 0,08	34,64 a ± 0,70
Açúcares Redutores (g 100g ⁻¹)	2,79 b ± 0,10	20,25 a ± 0,38

Valores médios, na mesma linha, seguidos de letras minúsculas diferentes apresentam diferença estatisticamente significativa ($p \leq 0,05$) pelo Teste de Tukey

do pH da amostra e, conseqüentemente, diminuição da acidez. Oliveira, Figueiredo e Queiroz (2006) encontram valores de acidez para pitanga integral e na forma de pó formulada com 15% de maltodextrina + 30% de água destilada respectivamente de 2,23 e 1,52% e, Caleguer e Benassi (2007) em seu estudo com adição de polpa, CMC e fibra em preparados sólidos de laranja observaram teores variando 0,21 a 0,23 mg 100 g⁻¹.

Tanto por ser um produto mais concentrado devido à retirada de água quanto pela adição de maltodextrina, o pó de goiaba apresentou teor médio de sólidos solúveis e açúcares totais e redutores, significativamente, superior ao observado para polpa integral de goiaba.

Os teores de ácido ascórbico observado tanto para a polpa integral quanto para a atomizada apresentaram diferenças estatística significativas, com nível de 5% de probabilidade, representando aproximadamente 4,62 e 6,32% da Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2005b). Comparando-se o teor de ácido ascórbico da polpa integral com o teor obtido para a polpa

de goiaba em pó, constata-se que o processo de secagem concentrou este constituinte no pó apresentando um valor de 36,82% superior.

Os dados experimentais das isotermas de sorção para a polpa de goiaba em pó foram ajustados por diversos modelos da literatura e, os parâmetros estimados por cada modelo estão apresentados na Tabela 2.

De acordo com os valores obtidos dos coeficientes de correlação (R^2) e dos erros médios (E), pode-se observar que para o pó alimentício obtido da polpa de goiaba atomizada, o modelo de Henderson foi o que melhor se ajustou à curva experimental, em todas as temperaturas analisadas, com os menores valores de erro médio (E) e os maiores valores nos coeficientes de correlação (R^2). O segundo modelo que melhor representou esses dados experimentais, também em todas as temperaturas avaliadas, foi o de GAB sendo o modelo de BET o que representou o pior ajuste para os dados em questão com R^2 variando de 0,9878 a 0,9914 e E variando de 16,84 a 19,31%.

As isotermas de adsorção de polpa de goiaba atomizada foram obtidas traçando os teores de água de

Tabela 2 - Parâmetros de ajuste das isotermas de adsorção aos modelos do pó de polpa de goiaba atomizado, coeficiente de correlação (R^2) e erro médio (E) na temperatura de 25; 30; 35 e 40 °C

Modelos	Temperaturas	-----Parâmetros-----			R^2	E (%)
		X_m	C	K		
GAB	25	0,17051	0,48719	0,85800	0,9931	11,36
	30	0,10747	0,80882	0,91514	0,9899	14,42
	35	0,12456	0,73063	0,90016	0,9899	14,36
	40	0,13874	0,68971	0,89346	0,9898	14,53
BET		X_m	C			
	25	0,20528	0,46459	1,65871	0,9914	16,84
	30	0,08375	1,51858	1,44708	0,9878	17,17
	35	0,09983	0,66513	13,22702	0,9887	19,31
Henderson		a	b			
	25	0,67473	3,81183		0,9934	09,93
	30	0,66349	3,75433		0,9900	11,93
	35	0,67412	3,69088		0,9902	11,47
Oswin		a	b			
	25	0,08564	0,80915		0,9910	17,26
	30	0,08422	0,82436		0,9888	18,60
	35	0,08838	0,82592		0,9887	18,30
	40	0,09264	0,83903		0,9886	18,57

equilíbrio do pó alimentício em função da atividade de água. Os valores experimentais obtidos mostram que o comportamento das isotermas foi do tipo exponencial conforme pode ser verificado nas Figuras 1; 2; 3 e 4. E, as curvas obtidas apresentaram formato do tipo III (formato de J), característica de alimentos com alto teor de açúcar na classificação da IUPAC conforme Hébrard *et al.*, (2003). Este tipo de curva também foi observado por Gabas *et al.* (2007) em polpa de abacaxi adicionada de maltodextrina ou goma arábica e seca a vácuo e, Wang, Zhang e Chen (2008) em *gooseberry* liofilizada.

Figura 1 - Comportamento das isotermas de adsorção do pó de goiaba para diferentes modelos matemáticos a 25 °C

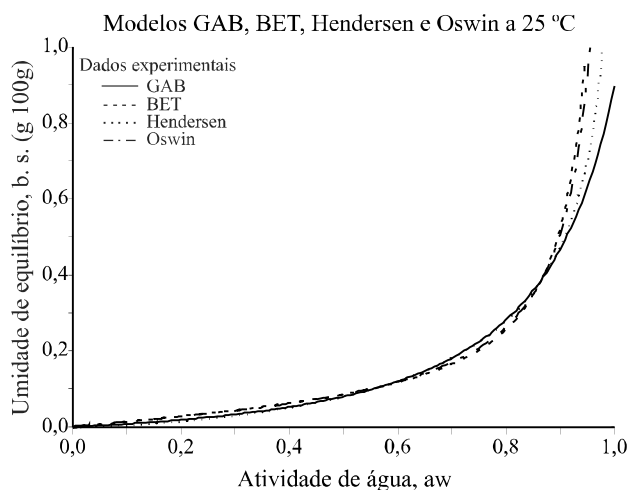


Figura 2 - Comportamento das isotermas de adsorção do pó de goiaba para diferentes modelos matemáticos a 30 °C

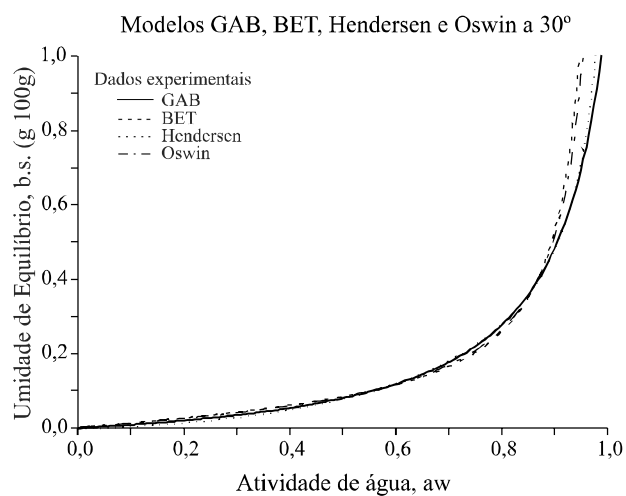


Figura 3 - Comportamento das isotermas de adsorção do pó de goiaba para diferentes modelos matemáticos a 35 °C

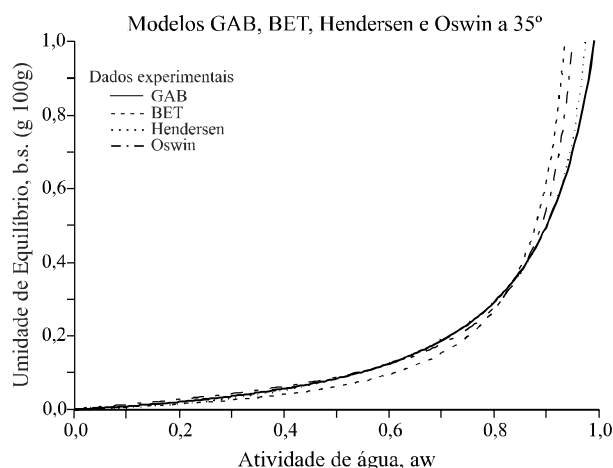
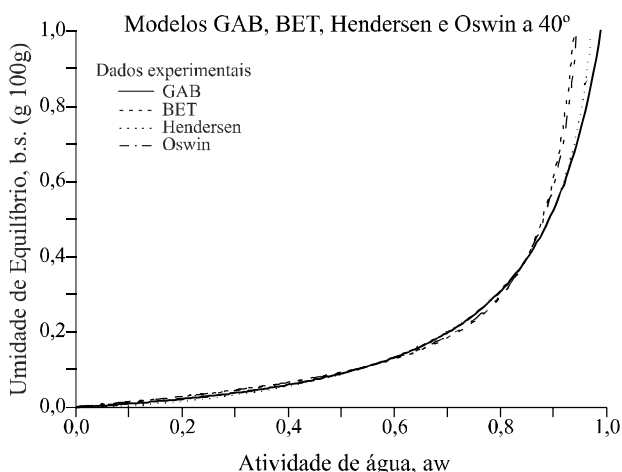


Figura 4 - Comportamento das isotermas de adsorção do pó de goiaba para diferentes modelos matemáticos a 40 °C



De acordo com ambas as figuras apresentadas verificou-se que para atividades de até 0,6, o aumento da umidade de equilíbrio foi pequeno, quando comparado às umidades atingidas em atividades de água maiores, o que também foi observado por Righetto e Netto (2005) e por Gabas *et al.* (2007). Nesta última região, a água exerce uma forte influência sobre a estabilidade do pó, uma vez que, estando na forma de moléculas livres, pode dissolver componentes, resultando em uma aceleração de reações indesejáveis.

Esta construção das isotermas de adsorção dos pós de goiaba atomizado encerrou-se em um período de 8 dias e, foram observadas algumas mudanças

nas características físicas dos pós armazenados em diferentes umidades relativas, sendo verificado que os pós armazenados sob umidades relativas até 48% (K_2CO_3), as partículas permaneceram na forma de pó solto. Já os armazenados sob umidades relativas entre 57 (NaBr) e 76% ($SnCl_2$) as partículas começaram a apresentar formação de aglomerados que não se soltavam tão facilmente e, os armazenados sob umidades relativas acima de 84% (KCl) ficaram com a aparência de um aglomerado úmido e pegajoso. Este período de construção das isotermas para os pós de goiaba foi bem inferior ao observado por Bezerra (2009) em seu estudo sobre comportamento higroscópico de pós de diferentes variedades de manga que precisou de 20 dias para que ocorresse este equilíbrio.

Verificou-se na Tabela 2 que os valores do conteúdo de umidade na monocamada molecular (X_m) e da constante relacionada ao calor de sorção da camada molecular (C) das equações de GAB e BET, nas diferentes temperaturas analisadas, são próximos e apresentaram comportamento similares. Oliveira *et al.* (2009), em seu estudo das isotermas de desorção da coroa do abacaxi, observaram este mesmo comportamento.

Quanto o valor de C, observou-se que o aumento da temperatura de 25 para 40 °C provocou também um aumento neste valor, fato que pode estar relacionado às mudanças irreversíveis associadas ao aumento da temperatura como reações enzimáticas e desnaturação de proteínas.

O parâmetro K do modelo de GAB apresentou valores praticamente constantes e em torno de 1 apresentado variações pequenas entre 0,8580 a 0,9151. E, os valores médios para os parâmetros de “a” e “b”, tanto para o modelo de Henderson quanto para o modelo de Oswin, não apresentaram, praticamente, influência da temperatura.

CONCLUSÕES

1. Todos os parâmetros analisados sofreram alterações após o processo, porém pode-se concluir que o processo de atomização foi adequado para este produto, garantido assim a sua estabilidade por um período mais longo de armazenamento;
2. Em relação às isotermas de adsorção, o modelo Henderson, em todas as temperaturas avaliadas, foi aquele que melhor se ajustou para o pó de goiaba atomizado com erro variando de 09,93 a 12,09% e coeficiente de correlação variando de 0,9900 a 0,9934.

AGRADECIMENTOS

À UFC e INCT pela infra-estrutura disponibilizada para a realização do estudo e ao CNPq pela bolsa de estudo fornecida a primeira autora.

REFERÊNCIAS

- ADHIKARI, B. *et al.* Effect of addition of maltodextrin on drying kinetics and stickiness of sugar and acid-rich foods during convective drying: experiments and modelling. **Journal of Food Engineering**, v. 62, n. 1, p. 53-68, 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico para produtos de vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico sobre a ingestão diária recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais”. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2005b.
- ANSELMO, G. C. S. *et al.* Determinação da higroscopicidade do cajá em pó por meio da secagem por atomização. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, n. 2, p. 58-65, 2006.
- AQUALAB. **Analisador de atividade de água Decagon**. Brasil: ABRASEQ, 1997. 21 p.
- AZZOLINI, M. *et al.* Ripening of “Pedro Sato” guava: study on its climateric or no-climateric nature. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 17, n. 3, p. 299-306, 2005.
- BEZERRA, S. T. **Comportamento higroscópico de pós de diferentes variedades de manga (*Mangifera indica L.*)** 2009. 100 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Centro de Ciência Agrárias. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000. Dispõe sobre o “Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta”, **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2000.
- CALEGUER, V. F.; BENASSI, M. T. Efeito da adição de polpa, carboximetilcelulose e goma arábica nas características sensoriais e aceitação de preparados em pó para refresco sabor laranja. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 2, p. 270-277, 2007.
- CANO-CHAUCA, M. *et al.* Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 6, n.4, p. 420-428, 2005.
- CARVALHO, H. A. *et al.* Efeito da atmosfera modificada sobre componentes da parede celular da goiaba. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 605-615, 2001.

- HÉRBRARD, A. *et al.* Hydration properties of durum wheat semolina: influence of particle size. **Powder Technology**, v. 130, n. 1/3, p. 211-218, 2003.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3.ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2004, v. 1.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola Municipal**. 2009.
- GABAS, A. L. *et al.* Effect of maltodextrin and arabic gum in water vapor sorption thermodynamic properties of vacuum dried pineapple pulp powder. **Journal of Food Engineering**, v. 82, n. 2, p. 246-252, 2007.
- GREESPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of the National of Standards A. Physics and Chemistry**, v. 81, n. 1, p. 89-96, 1977.
- KUROZAWA, L. E.; EL-AOUAR; A. A., MUR, F. E. X. Obtenção de isothermas de cogumelo in natura e desidratado osmoticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 828-834, 2005.
- OLIVEIRA, F. M. N.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Análise comparativa de polpas de pitanga integral, formulação e em pó. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 8, n. 1, p. 25-33, 2006.
- OLIVEIRA, M. M. *et al.* Isothermas de dessecção da coroa do abacaxi. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 1, p. 47-52, 2009.
- RIBEIRO, V. G. *et al.* Armazenamento de goiabas 'Paluma' sob refrigeração e em condição ambiente, com e sem tratamento com cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 2, p. 203-206, 2005.
- RIGHETTO, A. M.; NETTO, F. M. Effect of encapsulating materials on water sorption, glass transition and stability of juice from immature acerola. **International Journal of Food Properties**, v. 8, n. 2, p. 337-346, 2005.
- STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428 p.
- VILA, M. T. R. *et al.* Caracterização química e bioquímica de goiabas armazenadas sob refrigeração e atmosfera modificada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 5, p. 1435-1442, 2007.
- WANG, H.; ZHANG, S.; CHEN, G. Glass transition and state diagram for fresh and freeze-dried Chinese gooseberry. **Journal of Food Engineering**, v. 84, n. 2, p. 307-312, 2008.