

Comportamento higroscópico de pós de manga das variedades *coité* e *espada* e avaliação das características físico-químicas

Hygroscopic behavior of mango powder of *coité* and *espada* cultivar and evaluation of physicochemical characteristics

Tânya Sulamytha Bezerra¹ José Maria Correia da Costa^{1*} Marcos Rodrigues Amorim Afonso¹
Geraldo Arraes Maia¹ Érica Milô de Freitas Felipe Rocha¹

RESUMO

A manga, embora muito apreciada pelos seus aspectos nutricionais e sensoriais, é altamente perecível e requer técnicas peculiares para sua conservação e comercialização. Nesse contexto, este trabalho teve por objetivos avaliar o comportamento higroscópico dos pós de manga das variedades *Coité* e *Espada* por meio das isotermas de adsorção e também analisar as características físico-químicas dessas variedades de manga nas formas in natura e em pó. Os resultados indicaram que os pós de manga não mostraram diferença significativa em relação às características físico-químicas, exceto para o valor de pH. Contrariamente, nas amostras in natura, apenas o pH não apresentou diferença significativa. Entre os modelos matemáticos utilizados para ajuste das isotérmicas de adsorção, o modelo de GAB foi o mais adequado para se ajustar aos dados experimentais, apresentando o teor de água da monocamada ($gx100g^{-1}$ de matéria seca) de 0,09086 e 0,08857, com erros relativos médios de 6,76 e 2,86% para *Coité* e *Espada*, respectivamente. O modelo de Oswin foi o segundo modelo matemático que apresentou valores muito próximos de encaixar o modelo de GAB.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L, isoterma de adsorção, modelos matemático.

ABSTRACT

The mango, is much appreciated by its nutritional and sensorial characteristics, but is highly perishable and requires specific techniques for its conservation and marketing. In this sense, this study aimed to evaluate the hygroscopic behavior of powdered mango varieties *Coité* and *Espada* cv. using adsorption isotherms and physicochemical characteristics of these varieties of mango in natura and powder. The results showed that the mango powders didn't show significant difference in relation to physicochemical characteristics, except

for the pH value. In contrary, in natura samples only the pH didn't show significant difference. Among the mathematical models used to fit the adsorption isotherms, the GAB model was the more appropriate to fit the experimental data showing the water content of the monolayer of 0,09086 and 0,08857 ($gx100g^{-1}$ dry matter) and relative average errors of 6,76 and 2,86% for *Coité* and *Espada*, respectively. The Oswin model was the second mathematical model that showed very close values to fit the GAB model.

Key words: *Mangifera indica* L, adsorption isotherm, mathematical models.

INTRODUÇÃO

A manga (*Mangifera indica* L.) está entre as frutas tropicais de maior expressão econômica nos mercados brasileiro e internacional, sendo a segunda fruta mais importante, depois da banana, em termos de produção e de área cultivada. Também é uma fruta com grande quantidade de polpa, de tamanho e formato variável, aroma e cor muito agradáveis e rica fonte de carotenoides e carboidratos (BRANDÃO et al., 2003).

No entanto, a sua alta perecibilidade dificulta o aumento da vida útil dos frutos frescos, bem como o seu transporte. Nesse sentido, a desidratação a vácuo demonstrou ser uma técnica adequada para aproveitar o excedente da produção, disponibilizando para o mercado consumidor produtos estáveis e seguros (ROQUE et al., 2002).

¹Departamento de Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará (UFC), Bloco 858, Campus do Pici. Av. Mister Hull, 2977, 60356-000, Fortaleza, CE, Brasil. E-mail: correia@ufc.br. *Autor para correspondência.

Nessas circunstâncias, as isotermas de sorção são empregadas na análise e no controle de vários processos na indústria de alimentos, por exemplo, preservação, secagem, definição de embalagens e misturas. Além disso, também usadas para definir as mudanças na estabilidade do alimento e para selecionar os ingredientes apropriados para a formulação de um produto alimentício (KUROZAWA et al., 2005).

Vale ainda ressaltar que, devido às mudanças nos hábitos alimentares do homem nas últimas décadas, este tem optado por produto de boa qualidade, fácil preparo e longa vida de prateleira e, por isso, a cada ano, tem sido observada tanto no mercado nacional, quanto no internacional a busca por frutas e demais produtos agrícolas desidratados e com reidratação instantânea para serem utilizados como sucos, sopas, molhos, ingredientes para bolos, barras de cereais, entre outros. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivos: desenvolver um novo produto desidratado na forma de pó, por meio de métodos de desidratação simples (secagem em estufa a vácuo), avaliar o comportamento higroscópico de pós de manga das variedades Coité e Espada por meio de modelos matemáticos aplicados nas isotermas de adsorção, e analisar as características químicas e físico-químicas das variedades de manga na forma de pó e *in natura*.

MATERIAL E MÉTODOS

Matéria-prima

As mangas utilizadas foram Coité e Espada, adquiridas no Mercado São Sebastião, em Fortaleza, Ceará (CE). Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Secagem e Controle de Qualidade da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza, CE.

Caracterização físico-química da manga *in natura* e em pó

Em todas as determinações químicas e físico-químicas, as amostras *in natura* e em pó encontravam-se à temperatura ambiente de 23°C, e todas as análises foram realizadas em triplicata. Os parâmetros determinados foram: pH, acidez total titulável e umidade, de acordo com a metodologia proposta pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008); sólidos solúveis totais e cinzas, de acordo com AOAC (1997); açúcares redutores e açúcares solúveis totais, de acordo com MILLER (1959); vitamina C, segundo STROHECKER e HENNING (1967), e carotenóides, pelo método de HIGBY (1962). Posteriormente, essas características foram avaliadas por meio de análise

estatística descritiva dos dados, em que se realizou a análise de variância (ANOVA), e as médias dos tratamentos foram comparadas por meio do teste de Tukey, com 5% de probabilidade (VIEIRA, 2006).

Obtenção da manga em pó

Os frutos foram selecionados com base em seus atributos de qualidade: cor, uniformidade, grau de maturação, isenção de doenças e ausência de deterioração; e submetidos à lavagem com água corrente, sendo, em seguida, retirados cascas e caroços. As polpas de manga, obtidas por meio de homogeneização em liquidificador de laboratório durante 10 minutos, foram colocadas em placas de Petri e submetidas à desidratação em estufa a vácuo, a 61°C±2°C, por 18 horas. A manga desidratada foi submetida à moagem durante 20 minutos, seguida de peneiramento com telas de aberturas de 50 a 80µm, obtendo assim o pó de manga que foi acondicionado em recipientes de vidros e armazenado em temperatura ambiente.

Obtenção das isotermas de adsorção

Para as determinações das isotermas de adsorção, as amostras foram pesadas, em triplicata, com massas aproximadamente de 0,50g de cada e colocadas em cadinhos de alumínio, previamente tarados. Os cadinhos foram colocados em células isoladas, as quais continham as soluções salinas saturadas a 23°C, de acordo com GRESPAN (1977), e são apresentadas na tabela 1.

Foram feitas pesagens dos cadinhos, contendo as amostras, a cada 24 horas até atingirem a umidade de equilíbrio. Foram então levadas à estufa para determinação do teor de umidade em estufa a 102±2°C, com três repetições. A umidade de equilíbrio (X_{eq}) foi calculada pela diferença entre a massa que a amostra apresentou no equilíbrio e sua massa seca inicial por meio da equação 1.

$$X_{eq} = \frac{m_o - m_s}{m_s} \quad [1]$$

Tabela 1 - Atividade de água a 23 °C de soluções salinas saturadas utilizadas por Greespan (1977).

Soluções saturadas	Atividades de água
K ₂ CO ₃	0,48
Mg(NO ₃) ₂	0,55
NaBr	0,57
NaCl	0,76
SnCl ₂	0,84
BaCl ₂	0,92

Em que: X_{eq} = umidade de equilíbrio (g 100g⁻¹ de base seca); m_o = massa da amostra no equilíbrio (g); m_s = massa da amostra seca (g).

Modelagem

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:

$$\frac{a_w}{(1-a_w).X_{eq}} = \frac{1}{X_m.C} + \frac{(C-1).a_w}{X_m.C} \quad [2]$$

$$X_{eq} = \frac{X_m.C.K.a_w}{(1-K.a_w).(1-K.a_w + C.K.a_w)} \quad [3]$$

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

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

Em que: a_w = atividade de água; X_m = conteúdo de umidade na monocamada molecular (g 100g⁻¹ de base seca); X_{eq} = conteúdo de umidade de equilíbrio expresso em (g 100g⁻¹ de base 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 nas tabelas 2 e 3 foram calculados de acordo com a equação 6 (KUROZAWA et al., 2005):

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

Tabela 2 - Parâmetros dos ajustes dos modelos das isotermas de adsorção da variedade *Coité* em pó, coeficientes de correlação (R^2) e erros médios relativos ($E\%$).

Modelos	Parâmetros			R^2	$E(\%)$
	X_m	C	K		
GAB	0,09086	6,86	0,9278	0,997	6,76
BET	X_m 86,72	C 0,00952	n 3,564	0,962	28,89
Henderson	a 0,9320	b 4,2378		0,986	18,36
Oswin	a 0,1470	b 0,5890		0,997	7,69

Tabela 3 - Parâmetros dos ajustes dos modelos das isotermas de adsorção da variedade *Espada* em pó, coeficientes de correlação (R^2) e erros médios relativos ($E\%$).

Modelos	Parâmetros			R^2	$E(\%)$
	X_m	C	K		
GAB	0,08857	13,12	0,9335	0,999	2,86
BET	X_m 63,64	C 0,001515	n 3,232	0,940	30,46
Henderson	a 0,9892	b 4,3723		0,978	18,22
Oswin	a 0,1571	b 0,5637		0,998	5,14

Em que: E = erro médio relativo; M_i = valores obtidos experimentalmente; M_{pi} = valores preditos pelo modelo; n = número de dados experimentais.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das determinações físico-químicas e da análise estatística obtidos das polpas de manga *in natura* das variedades Coité e Espada encontram-se na tabela 4.

Os teores de vitamina C apresentaram diferenças significativas estatisticamente, com nível de 5% de probabilidade entre as variedades. A Coité também apresentou valores médios de acidez total titulável, pH, umidade e carotenoides levemente superiores aos da variedade de manga Espada. Segundo CHITARRA e CHITARRA (2006), a vitamina C é acumulada durante o desenvolvimento das frutas na planta, após a colheita, e o acúmulo é menor ou decresce em alguns produtos como a manga e a maçã, portanto, quanto mais precoce a colheita, menor o seu teor produto. Para acidez total titulável, as variedades Coité e Espada não mostraram diferença significativa entre si, sendo estatisticamente semelhantes. Esses resultados apresentaram concordância com os valores observados por PINA et al., (2003), que apresentaram, para a variedade Coité, um valor de 0,525%, superior ao valor de 0,40% observado por PADILHA (2005) para a variedade Espada.

Quanto ao teor de sólidos solúveis totais (°Brix), estes diferiram estatisticamente, com nível de 5% de probabilidade. O valor observado para a variedade Coité foi inferior aos valores obtidos por BRANDÃO et al. (2003) e PINA et al., (2003), que encontraram teores de 16,0 e 22,0 °Brix, respectivamente.

Tabela 4 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos das polpas de manga *in natura* das variedades Coité e Espada.

Parâmetros	Coité	Espada
Vitamina C (mg/100g)	44,68 a ± 10,31	38,35 b ± 11,17
Acidez total titulável - ATT (% ácido cítrico)	0,53 a ± 0,32	0,52 a ± 0,31
Sólidos solúveis totais - SST (°Brix)	13,08 b ± 1,78	16,65 a ± 3,04
SST/ATT	38,29 b ± 27,29	50,37 a ± 36,92
pH	3,88 a ± 0,72	4,17 a ± 0,68
Umidade (%)	86,02 a ± 2,00	81,93 b ± 0,44
Cinzas (%)	0,25 b ± 0,09	0,35 a ± 0,12
Açúcares redutores (%)	3,56 b ± 0,55	6,35 a ± 0,34
Açúcares totais (%)	7,62 b ± 2,44	16,27 a ± 5,89
Carotenóides (mg 100g ⁻¹)	2,03 a ± 0,76	1,49 b ± 0,50

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si com nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Também para os valores da relação SST/ATT as médias apresentaram entre si diferença estatisticamente significativa, com nível de 5%. O valor observado para variedade Espada foi superior ao teor de 48,37 observado por PADILHA (2005).

Verifica-se que, para os valores de pH, não houve diferença significativa entre as variedades estudadas estando o teor observado para a variedade Coité muito próximo aos valores de 3,6 observados tanto por BRANDÃO et al. (2003), quanto por PINA et al., (2003). No que diz respeito à variedade Espada, o valor obtido foi inferior ao teor de 4,46 observado por PADILHA (2005). Já os teores de umidade mostram que ocorreu diferença significativa com nível de 5% de probabilidade entre as amostras, tendo a Coité o percentual mais elevado do que a Espada. Para o parâmetro de cinzas, observou-se o contrário, também mostrando diferença significativamente estatística entre as médias.

Nas determinações dos açúcares redutores e totais, a variedade Espada também se destacou em

relação à Coité, tendo os maiores percentuais de açúcares redutores e totais e diferindo estatisticamente entre si. Para os carotenóides, ocorreram diferenças significativas, com nível de 5% de probabilidade entre as médias, e a variedade Coité apresentou a maior concentração desse componente.

Na tabela 5, encontram-se os resultados obtidos para os parâmetros químicos e físico-químicos dos pós obtidos de polpas de mangas *in natura* das variedades Coité e Espada. Observa-se que os teores de vitamina C encontrados variaram de 61,84 a 68,42 mg 100g⁻¹ para Espada e Coité, respectivamente. Nota-se, por meio da análise estatística, a não existência de diferença significativa entre as amostras dos pós de manga das variedades Coité e Espada. No entanto, o efeito das condições de secagem da manga sobre o teor de vitamina C apresentou boa retenção deste nas amostras submetidas a esse tipo de processamento.

Para acidez total titulável (ATT), observa-se que não houve diferença estatística entre as amostras com nível de 5% de probabilidade. No entanto, para o

Tabela 5 - Valores médios dos parâmetros físico-químicos de pós obtidos de polpas de mangas das variedades Coité e Espada.

Parâmetros	Coité	Espada
Vitamina C (mg 100g ⁻¹)	68,42 a ± 10,16	61,84 a ± 29,90
Acidez total titulável - ATT (% ácido cítrico)	2,16 a ± 0,86	2,17 a ± 0,58
pH	4,14 a ± 0,07	3,95 b ± 0,36
Umidade (%)	12,08 a ± 2,97	12,46 a ± 0,94
Cinzas (%)	1,68 a ± 0,28	1,34 a ± 0,62
Açúcares redutores (%)	32,12 a ± 5,10	33,43 a ± 1,84
Açúcares totais (%)	38,83 a ± 3,03	39,04 a ± 1,48

As médias seguidas pela mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si com nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

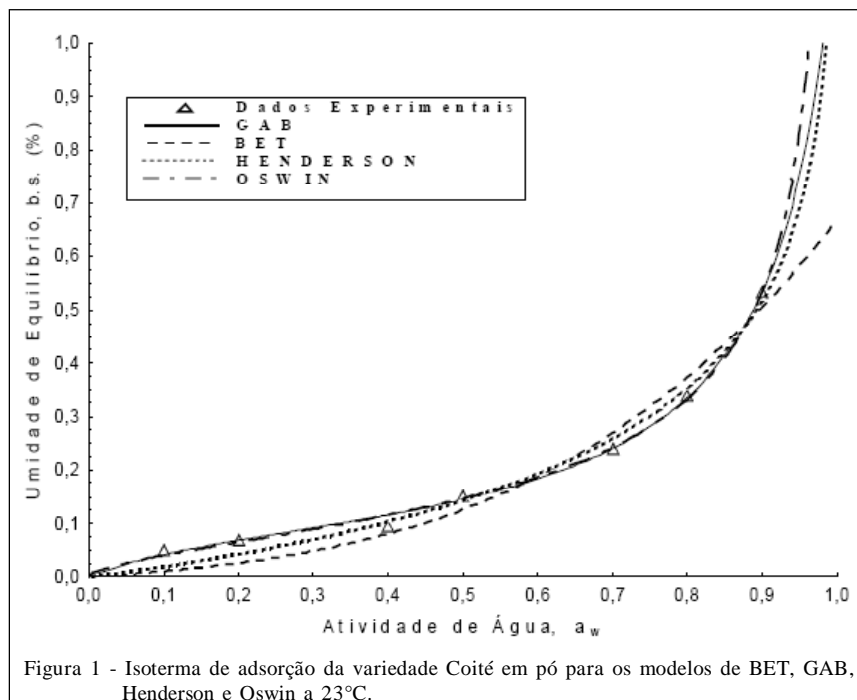
pH, os valores revelam que ocorreu diferença significativa entre os pós de manga, e a Coité obteve o maior valor. Os teores de umidade obtidos mostraram que não houve diferença estatística significativa entre os valores médios para a polpa de manga em pó das variedades Coité e Espada. Esses resultados sugerem que os pós de manga obtidos estão de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação para produtos desidratados. A RDC nº 272 de 22 de setembro de 2005 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) preconiza que produtos de frutas secos ou desidratados devem apresentar no máximo 25,00% de umidade, sendo um fator protetor ao desenvolvimento de microorganismos deteriorantes e patogênicos (BRASIL, 2005), como também a umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, sua qualidade, suas propriedades reológicas e sua granulometria, interferindo nas condições de armazenamento, embalagem e processamento.

Verifica-se que, entre os valores médios de cinzas para as variedades de polpa de mangas em pó, Coité e Espada, não houve diferença significativa com nível de 5% de probabilidade entre as amostras analisadas. Nos resultados obtidos, nota-se elevada concentração dos açúcares redutores na manga em pó, quando comparada com o teor nas mangas *in natura*. Esse aumento nos açúcares redutores é decorrente da eliminação de parte da água do produto no processo de secagem, conduzindo a uma concentração nesse

componente. No entanto, percebe-se que as variedades em pó Coité e Espada não apresentaram diferença significativa entre si com nível de 5% de probabilidade. Quanto aos açúcares solúveis totais, observou-se que as variedades Coité e Espada em pó são estatisticamente semelhantes com nível de 5% de probabilidade entre si.

Os dados das isotermas de adsorção obtidos para a variedade Coité em pó são apresentados na tabela 2 e representados graficamente na figura 1. Verifica-se que os modelos de GAB e Oswin apresentaram o erro médio relativo (E) dentro da faixa padrão descrita por LOMAURO et al., (1985), isto é, inferiores a 10%, valor considerado como o limite máximo para que o erro médio relativo esteja dentro do padrão. Considerando somente os coeficientes de correlação (R^2), verifica que todos os modelos ajustaram-se bem aos dados experimentais, exceto para o modelo de BET.

Observa-se que o modelo de GAB representou melhor os dados experimentais, sendo obtido o maior coeficiente de correlação $R^2 = 0,997$ e menor valor de $E = 6,76\%$, resultado também obtido por ALMEIDA et al., (1999) ao determinarem a umidade de equilíbrio do gergelim. O segundo modelo que melhor representou esses dados experimentais foi o de Oswin, que apresentou um $R^2 = 0,997$ e $E = 7,69\%$, sendo o modelo de BET o que representou o pior ajuste para esses dados com $R^2 = 0,962$ e $E = 28,89\%$. Na figura 1, observa-se que o modelo de BET não ajustou



satisfatoriamente os dados de atividade de água na faixa superior a 0,5. Desse modo, averigou-se que os modelos de GAB e Oswin apresentaram comportamentos similares ao ajuste dos dados experimentais das isotermas de adsorção da variedade Coité em pó numa faixa mais ampla de atividade de água (0,1 a 0,9).

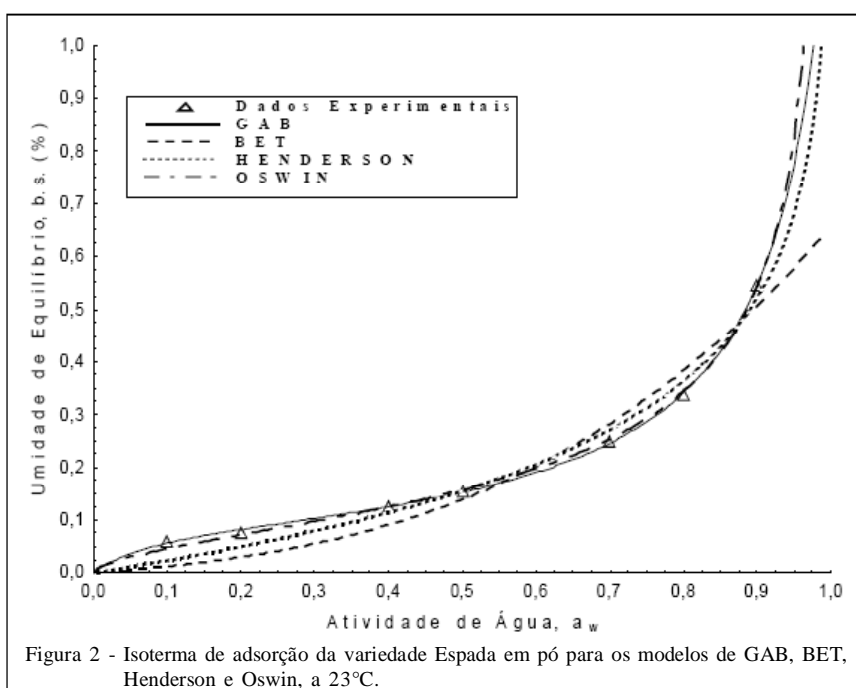
Os parâmetros de ajuste dos modelos das isotermas de adsorção da variedade Espada em pó, os coeficientes de correlação (R^2) e os erros médios relativos ($E\%$) estão reunidos na tabela 2. Nessa tabela, observa-se que os modelos de GAB e Oswin se destacam em relação aos modelos de BET e Henderson, por apresentarem melhor coeficiente de correlação R^2 , ou seja, para as equações de GAB e Oswin, o coeficiente de correlação R^2 para os modelos foram de 0,999 e 0,998, respectivamente, enquanto que, para BET e Henderson, foram, respectivamente, de 0,940 e 0,978. Os modelos de GAB e Oswin também apresentaram os menores valores do erro relativo E (%), e os resultados foram de 2,86% para GAB e 5,14% para Oswin, indicando que os dois modelos são mais adequados para a representação dos dados de isotermas de adsorção, visto que apresentaram bons coeficientes de correlação e erros relativos médios. As curvas obtidas pelos modelos de BET, GAB, Henderson e Oswin mostraram que as diferenças entre os modelos aplicados se encontraram mais bem descritas no intervalo de atividade de água de 0,1 a 0,4, como pode ser observado na figura 2. Observa-se que o modelo

de BET não apresentou um bom ajuste aos dados experimentais na faixa de 0,1 a 0,5 de atividade de água. Os modelos de GAB e Oswin obtiveram bons ajustes aos dados experimentais em toda a faixa de atividade de água da isoterma de adsorção (Figura 2).

Nas figuras 1 e 2, são mostradas as isotermas de adsorção obtidas para os pós de polpas de manga, variedades Coité e Espada, respectivamente, em que é possível observar que os perfis obtidos são do tipo sigmoide, característico das curvas do tipo II, de acordo com a classificação de BRUNAUER et al., (1938), curvas que, segundo FENNEMA (1996), são apresentadas pela maioria dos alimentos.

Para os pós de polpa de manga das variedades Coité e Espada, com temperatura de 23°C, foram observados valores de umidade na monocamada (X_m) do modelo de GAB de 9,086% b.s. e 8,857% b.s., respectivamente, significando, segundo MISHRA et al., (1996), teores de umidade para uma armazenagem segura, em que o material tem estabilidade máxima. Nessas condições, assegura-se que o material está menos sujeito a alterações deteriorativas.

Ainda observando as figuras 1 e 2, pode-se constatar que, em baixas a_w , os pós de polpa de manga Coité e Espada adsorvem pequenas quantidades de água, sendo em altas a_w observado um elevado aumento na quantidade de água adsorvida. Esse tipo de comportamento foi apontado por TELIS e SOBRAL (2001) como típico de alimentos ricos em açúcares.



CONCLUSÃO

Conclui-se por meio desta pesquisa que os pós das polpas de manga *in natura* das variedades Coité e Espada puderam ser obtidos por um processo de secagem simples, sem grandes alterações em suas características físico-químicas.

Os pós de manga apresentaram maiores capacidades higroscópicas para valores de a_w superiores a 0,70, e o modelo de GAB resultou nos melhores ajustes aos dados experimentais, seguido pelo modelo de Oswin, ambos podendo representar as isoterms de adsorção de umidade das polpas de manga, variedades Coité e Espada, em pó.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa concedida na realização do Curso de Mestrado.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.A.C. et al. Secagem natural de gergelim e determinação da umidade de equilíbrio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB, v.3, n.3, p.343-348, 1999.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of Analysis**. 16.ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 1997. 1298p.
- BRANDÃO, M.C.C. et al. Análise físico química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótica solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal. v.25, n.1, p.38-41, dez. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v25n1/a12v25n1.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.
- BRASIL. 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, 2005.
- BRUNAUER, S. et al. Adsorption of gases in multimolecular layers. **Journal of the American Chemical Society**, New York, v.60, n.2, p.309-319, 1938.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE. 2006. 786p.
- CORRÊA, P.C.; MOURE, J. Higroscopicidad y propiedades térmicas de semillas de sorgo. **Alimentacion Equipos y Tecnologia**, Madri, v.29, n.1, p.149-153, 2000.
- FENNEMA, O.R. Water and ice. In: _____. **Food chemistry**. 3.ed. Local?: editora?, 1996. Cap.2, p.17-94.
- GRESSPAN, L. Humidity fixed points of binary saturated aqueous solutions. **Journal of Research of the National of Standards A. Physics and Chemistry**, United States, v.81, n.1, p.89-96, 1977.
- HIGBY, W.K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49, 1962.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4.ed. 1.ed. digital. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020p.
- KUROZAMA, L.E. et al. Obtenção de isoterms de desorção de cogumelo *in natura* e desidratado osmoticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.828-834, 2005.
- LOMAURO, C.J. et al. Moisture transfer properties of dry and semi moist foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v.50, p.397-400, 1985.
- MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v.31, p.426-428, 1959.
- MISHRA, V.K. et al. Physical characterization and water sorption of freeze dried dulce *Palmaria palmate* powder. **Journal of Food Processing and Preservation**, United States, v.20, n.1, p.25-39, 1996.
- PADILHA, M.R.F. **Compostos bioativos em mangas (Mangifera indica L): influência da cultivar, do estágio de maturação do tratamento pós-colheita**. 2005. 119f. Tese (Doutorado em Nutrição) – Curso de Pós-graduação em Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, PE.
- PINA, M.G.M. et al. Processamento e conservação de manga por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal - SP, v.25, n.1, p.63-66, abr. 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v25n1/a19v25n1.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2009.
- ROQUE-SPECHT, V.F.; MAIA, M.S. Avaliação da perda de umidade de cinco variedades de tomate, através de secagem artificial. **Higiene Alimentar**, v.19, n.94, p.30-32, 2007.
- STROHECKER, R.; HENNING, H.M. **Análisis de vitaminas: métodos comprobados**. Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.
- TELIS, V.R.N.; SOBRAL, P.J.A. Glass transitions and state diagram for freeze-dried pineapple. **Lebensmittel Wissenschaft & Technology**, Zurich, v.34, n.4, p.199-205, 2001.
- VIEIRA, S. **Análise de variância: (Anova)**. São Paulo: Atlas, 2006. 206p.