



Ciência e Tecnologia de Alimentos

ISSN: 0101-2061

revista@sbcta.org.br

Sociedade Brasileira de Ciência e
Tecnologia de Alimentos
Brasil

Herrera BRANDELERO, Renata Paula; VIEIRA, Alessandra Paula; Nicolleti TELIS, Vânia Regina; TELIS-ROMERO, Javier; YAMASHITA, Fábio
APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL EM ABACAXIS PROCESSADOS POR
MÉTODOS COMBINADOS: ISOTERMA DE SORÇÃO E CINÉTICA DE DESIDRATAÇÃO
OSMÓTICA

Ciência e Tecnologia de Alimentos, vol. 25, núm. 2, abril-junio, 2005, pp. 285-290

Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos
Campinas, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=395940074018>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL EM ABACAXIS PROCESSADOS POR MÉTODOS COMBINADOS: ISOTERMA DE SORÇÃO E CINÉTICA DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA¹

Renata Paula Herrera BRANDELERO^{2,*}; Alessandra Paula VIEIRA³; Vânia Regina Nicolleti TELIS⁴; Javier TELIS-ROMERO⁵; Fábio YAMASHITA⁶

RESUMO

A desidratação osmótica é uma etapa essencial na elaboração de produtos de fruta através da Tecnologia dos Métodos Combinados ou de Obstáculos ("Hurdle Technology"), pois reduz a atividade de água para níveis que, combinando um ou mais obstáculos, aumentam a estabilidade do produto. Neste processo há uma perda de água da fruta para a solução e incorporação de sólidos solúveis pelo produto. Este último fluxo é considerado uma desvantagem do processo pois pode alterar o sabor do produto. Neste trabalho estudou-se a ação de revestimentos comestíveis a base de alginato e gelatina aplicados em abacaxis, previamente à desidratação osmótica, como barreira à incorporação de sólidos solúveis. Os abacaxis com e sem revestimento (controle) foram desidratados em solução de sacarose sob condições isotérmicas. Foram determinadas as isotermas de dessorção de abacaxis revestidos com gelatina, alginato e sem revestimento e os parâmetros cinéticos do processo de desidratação osmótica. Abacaxis revestidos com alginato apresentaram menor velocidade de ganho de sólidos, sem alterar a velocidade de perda de água, quando comparado ao controle.

Palavras-chave: equação de Halsey; alginato; gelatina.

SUMMARY

APPLICATION OF EDIBLE COATINGS IN PROCESSED PINEAPPLES PRODUCTS BY HURDLE TECHNOLOGY: DESORPTION ISOTHERMS AND KINETICS OF THE OSMOTIC DEHYDRATION. The osmotic dehydration is an essential stage to manufacture fruit products by Hurdle Technology because it reduces the water activity to levels that, combined with one or more obstacles, increase the stability of the product. This process causes a loss of water from the fruit to solution and soluble solid incorporation by the product. This last flow is considered a disadvantage of the process because it can modify the product flavor. In this work, the action of alginate and gelatin edible coatings as a barrier to soluble solid incorporation during osmotic dehydration was studied. Pineapples with and without coating (control) were dehydrated in sucrose solution under isothermal conditions. The desorption isotherms of pineapples coated with gelatin, sodium alginate and without coating, as well as the kinetic parameters of the osmotic dehydration process were determined. Alginate coated pineapples presented minor solid incorporation without modifying the water loss flow when compared with the control.

Keywords: gelatin; alginate; Halsey's equation.

1 - INTRODUÇÃO

A Tecnologia dos Métodos Combinados ou de Obstáculos ("Hurdle Technology") consiste numa metodologia de conservação de alimentos que utiliza o efeito combinado de diversos fatores de preservação (ou obstáculos), com a finalidade de inibir ou retardar o crescimento microbiano. A aplicação desta tecnologia à conservação de frutas é considerada uma alternativa de baixo custo de produção, comparada às técnicas convencionais de processamento industrial de frutas (liofilização, enlatamento e secagem) [1]. Os alimentos produzidos podem apresentar estabilidade por até 6 meses a tempera-

tura ambiente e destacam-se pela conservação de propriedades sensoriais similares à fruta *in natura* [7].

Uma forma de processar frutas por métodos combinados é branqueá-las e desidratá-las osmoticamente até valores de atividade de água entre 0,98 e 0,92, acidificá-las até pH entre 3 e 4,1 e adicionar conservadores químicos (sorbato e benzoato), obtendo-se similaridade com a fruta *in natura* e estabilidade microbiológica. O processo de desidratação osmótica se fundamenta em estabelecer um gradiente de concentração entre as frutas e a solução de agente depressor. O fluxo de água se estabelece no sentido da fruta para a solução e, como consequência, o fluxo de sólidos também se estabelece porém, no sentido contrário. Este último fluxo pode promover alteração de sabor nas frutas, sendo considerado uma desvantagem para o processo, uma vez que diminui a similaridade entre os produtos gerados e as frutas *in natura*.

A aplicação de revestimentos comestíveis, previamente, à desidratação osmótica de frutas pode diminuir a incorporação de solutos durante o processo osmótico, aumentando a similaridade de sabor entre a fruta *in natura* e a processada [4, 12, 13]. Um revestimento comestível à base de alginato foi testado para esta finalidade apre-

¹ Recebido para publicação em 10/11/2003. Aceito para publicação em 04/05/2005 (001246).

² Escola Agrotécnica Federal de Concórdia. End.: Vila Frágosos, CP.: 58. CEP: 89700-000 - Concórdia-SC.

³ Depto. Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina. CP:6001. CEP: 86051-970 - Londrina-PR

⁴ Depto. Engenharia e Tecnologia de Alimentos, Instituto de Biociência, Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. CEP: 15054-000, São José do Rio Preto-SP.

⁵ A quem a correspondência deve ser enviada.

sentando bons resultados [2], enquanto os à base de gelatina apresentam afinidades para tal aplicação [6, 8], porém com maior viabilidade econômica devido ao seu baixo custo.

A determinação da cinética de desidratação osmótica e da isoterma de dessorção é essencial para se estudar a influência dos revestimentos sobre a perda de água, ganho de sólidos e perda de massa e prever as condições de processamento.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a cinética de desidratação osmótica e as isotermas de dessorção de abacaxis revestidos com alginato, gelatina e sem revestimento (controle), osmoticamente desidratados em solução de sacarose, em condições isotérmicas, com finalidade de verificar a influência dos revestimentos em abacaxis osmoticamente desidratados.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

2.1 - Material

Foram utilizados trinta abacaxis (*Ananas comusus* (L.) Merrill) da variedade Smooth Cayenne (Havaiano) comercializados na região de Londrina - PR. As frutas utilizadas estavam no estágio de maturação 3 (mais de 50% de coloração amarela na casca) [5], livres de defeitos fisiológicos e infecções causadas por microrganismos. O agente osmótico utilizado foi a sacarose comercial.

2.2 - Métodos

2.2.1 - Processamento

Após a remoção das coroas, os abacaxis foram lavados e imersos em água clorada (0,10g/L de Cl_2). Foram então descascados e a parte central (miolo) foi removida. Posteriormente, foi realizado o corte em forma de trapézio isósceles, com pedaços de 1cm de espessura, por 2cm de base maior, 1cm de base menor e 3cm de altura. As frutas foram branqueadas em água destilada a 90°C por 2 minutos e separadas em três tratamentos: frutas com revestimento de gelatina, com revestimento de alginato e as que não foram revestidas (controle).

O revestimento de alginato foi preparado numa concentração de 25g/L de alginato (Keltone, da Nutra Sweet Kelco Company), dissolvido em água a temperatura de 60°C sob agitação até formar uma solução homogênea. Depois de resfriada, adicionou-se sorbato à solução em uma concentração de 0,1% (p/p). As frutas foram mergulhadas na solução por 60 segundos e depois mergulhadas em uma solução de cloreto de cálcio 2,5% (p/v) por 30 segundos, para que ocorresse a formação do gel.

O revestimento de gelatina (Leiner Davis Gelatin, tipo B, 30 mesh), com concentração de 25g/L, foi adicionado de glicerol na proporção de 10% da gelatina (p/p) e de sorbato de potássio na proporção de 0,1% sobre o peso da solução. Adicionou-se a gelatina em água destilada a temperatura ambiente e a dispersão formada foi homogeneizada utilizando um homogeneizador marca

Fisatom na velocidade mínima por 30 minutos. A dispersão foi aquecida a 60°C por 30 min para efetivar a hidratação das moléculas de proteínas e resfriadas a 30°C. O plastificante e o sorbato de potássio foram adicionados e as frutas foram imediatamente revestidas, mergulhando-as na solução por 60 segundos.

As frutas foram desidratadas em solução de sacarose na concentração de 65°Brix. A calda foi acidificada com adição de ácido cítrico até pH 3. Adicionou-se à solução sorbato de potássio na concentração determinada para cada experimento. As frutas foram pesadas e colocadas em erlenmeyer onde receberam calda na proporção de 1:3 fruta/calda (p/p), depois foram colocadas em agitador (Shaker) a 40°C, sob condições isotérmicas, com agitação constante de 180rpm.

2.2.2 - Isoterma de sorção

Durante o processo de desidratação osmótica foram coletadas amostras em diferentes tempos de processamento e armazenadas em frascos lacrados por dois dias, para que ocorresse equilíbrio entre a água superficial e a contida no interior da fruta. Após este período, determinou-se, em duplicata, a umidade (estufa com circulação de ar forçada a 70°C por 24 horas) e a atividade de água (medidor marca AQUALAB mod. Cx-2) de cada amostra.

O ajuste dos dados das isotermas de sorção foi feito através de regressão não linear utilizando-se o modelo de Halsey modificado (Equação 1). O programa computacional utilizado para o ajuste do modelo aos dados experimentais foi o "Statistica for Windows 5.0" [11], utilizando o método de Hooke-Jeeves e quasi-Newton.

$$X = \left[\frac{K}{\ln C / A_a} \right]^{1/r} \quad (1)$$

onde: K, C e r são parâmetros do modelo de Halsey, X= umidade (b.s.) e A_a = atividade de água.

2.2.3 - Cinética de desidratação osmótica

As amostras, previamente pesadas em balança semi-analítica, foram imersas na solução osmótica e, ao longo da desidratação foram retiradas amostras em tempos pré-determinados, as quais foram pesadas e submetidas à determinação de umidade (estufa de circulação de ar forçada a 70°C por 24 horas). Os valores de perda de água, ganho de sólidos e perda de massa foram calculados, respectivamente, através das Equações 2, 3 e 4. O comportamento cinético do ganho de sólidos, perda de massa e perda de água foi modelado de acordo com AZUARA, BERISTAIN & GARCIA [3], Equação 5. O experimento e as determinações de massa e umidade foram realizados em duplicata.

$$PA = \left[\frac{(U_o \times m_o) - (U_t \times m_t)}{m_0} \right] \quad (2)$$

$$GS = \left\{ \frac{[1 - (U_t \times m_t)] + [1 - (U_0 \times m_0)]}{m_0} \right\} \quad (3)$$

$$PM = \left[\frac{m_0 - m_t}{m_0} \right] \quad (4)$$

onde: PA= perda de água, GS= ganho de sólidos, PM= perda de massa, U_0 = umidade inicial (b.u.), U_t = umidade no tempo t (b.u.), m_0 = massa inicial e m_t = massa no tempo t.

$$\frac{t}{X} = \frac{1}{s(X_\infty)} + \frac{t}{X_\infty} \quad (5)$$

onde: X = valores dos fluxos (água, massa, sólidos), X_∞ = valores dos fluxos (água, massa, sólidos) no equilíbrio, s= constante de velocidade e t= tempo.

3- RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 - Isotermas de dessorção

As isotermas de dessorção obtidas para as frutas revestidas e para o controle estão apresentadas na *Figura 1*. Observa-se pela representação gráfica dos valores experimentais que o comportamento das isotermas foi do tipo III, típico para alimentos com alto teor de açúcares [10] e similar entre os tratamentos. A isoterma para as frutas revestidas com gelatina apresentou-se sobreposta à do controle. Abacaxis revestidos com alginato apresentaram teor de umidade maior para uma dada atividade de água (aw) quando comparados com os demais tratamentos.

Os parâmetros calculados (K, C e r), utilizando o modelo de Halsey modificado, estão apresentados na *Tabela 1*, seguidos do valor do coeficiente de determinação (R^2) e

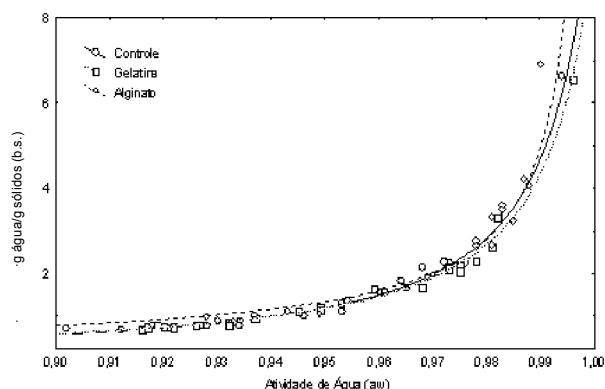


FIGURA 1 - Isoterma de dessorção de abacaxi osmoticamente desidratado a 40°C

do erro associado ao ajuste (Obs-Pred)². Verifica-se pelos valores de R^2 (>0,96) e do erro associado que o modelo foi bem ajustado aos valores experimentais.

Os valores de K e C foram similares para todos os tratamentos. Segundo RIZVI [10], o valor de r relaciona-se inversamente com o potencial energético das moléculas e com o tipo de interação entre o sólido e a molécula de água. Valores altos de r indicam que as interações são mais específicas e limitam-se à superfície do alimento. Os valores de r observados para todos os tratamentos apresentaram-se elevados (>0,80), indicando que as interações entre água e alimento ficaram limitadas à superfície. HOSSAIN et al. [9] avaliaram a isoterma de sorção de abacaxi e encontraram uma relação inversa entre o teor de umidade e o calor de sorção. Segundo estes autores, em valores baixos de umidade ocorre a formação de sítios altamente polares na superfície do alimento que, ao se associarem com as moléculas de água, dão origem a uma monocamada, elevando o calor de sorção. Os abacaxis analisados, apresentaram alto teor de umidade, condição na qual os sítios ativos estão menos disponíveis e as moléculas de água possuem um menor potencial energético, explicando os valores de r obtidos.

TABELA 1 - Parâmetros do modelo de Halsey modificado calculados para abacaxi sem revestimento (controle) e revestidos com gelatina e alginato, desidratados osmoticamente a 40°C, n = número de experimentos

Tratamentos	Parâmetros do Modelo			(Obs-Pred) ²	R^2	N
	K	C	r			
Controle	0,071	1,0	0,83	0,22	>0,99	20
Gelatina	0,070	1,0	0,86	0,31	>0,99	19
Alginato	0,073	0,99	1,80	1,51	0,96	17

O valor de r foi cerca de 2 vezes maior para as frutas revestidas com alginato quando comparado com os da gelatina e do controle, que apresentou o menor valor. Esta diferença pode estar ligada às propriedades de barreira dos revestimentos e a sua natureza. As frutas revestidas com gelatina apresentaram um teor de sólidos pouco menor que o controle, enquanto que as com alginato apresentaram um teor bem menor (*Tabela 2*). Como consequência, as frutas revestidas apresentaram um número menor de sítios ativos, o que acarretou, provavelmente, uma redução ainda maior no potencial energético das moléculas de água. A permeabilidade tanto à água como aos sólidos está associada com a natureza do revestimento. Assim, a menor disponibilidade de sítios ativos (menor teor de sólidos) nas frutas revestidas explica a diferença entre o valor de r do controle e o comportamento diferenciado entre as isotermas de dessorção para as frutas revestidas com gelatina e as com alginato.

3.2 - Cinética de desidratação osmótica

As cinéticas de perda de água, perda de massa e de ganho de sólidos das frutas controle e revestidas com ge-

latina e alginato estão representados nas Figuras 2, 3 e 4. Os dados experimentais foram ajustados por regressão linear ao modelo de AZUARA, BERISTAIN & GARCIA [3] (Equação 5) e as representações gráficas das regressões estão apresentadas nas respectivas figuras, enquanto os valores calculados dos parâmetros e os coeficientes de determinação (R^2) do ajuste estão apresentados na Tabela 2. Os valores de R^2 ($\geq 0,92$) indicam que o modelo utilizado representou de forma satisfatória os dados experimentais de perda de massa, água e ganho de sólidos.

Observa-se pelos gráficos que a perda de água apresentou um comportamento similar entre os tratamentos. As amostras revestidas com alginato apresentaram menor ganho de sólidos, diferindo das revestidas com gelatina e do controle, que apresentaram um comportamento similar entre si. As frutas revestidas com alginato apresentaram maior perda de massa quando comparada à dos demais tratamentos, devido ao menor ganho de sólidos.

TABELA 2 - Parâmetros obtidos do modelo de AZUARA et al. [3] para abacaxi sem revestimento (controle) e revestidos com gelatina e com alginato, desidratados osmoticamente a 40°C

Tratamento	Perda de Massa			Perda de Água			Ganho de Sólidos		
	$s(h^{-1})$	PM_e^a	R^2	$C.V.^b$	$s_1(h^{-1})$	PA_e^a	R^2	$C.V.^b$	$s_2(h^{-1})$
Controle	0,35	32,4	0,92	23,3	0,70	58,4	0,98	9,8	2,25
Gelatina	0,29	42,2	0,95	17,4	0,61	65,7	0,99	7,6	3,57
Alginato	0,55	54,8	0,98	12,9	0,68	65,8	0,98	12,7	1,10

^a - % em base úmida; ^b - Coeficiente de variação em %.

As constantes de velocidade de perda de água (s_1) dos tratamentos controle e alginato apresentaram valores semelhantes, ou seja, o alginato não reduziu a velocidade de perda de água durante a desidratação osmótica. Já o revestimento a base de gelatina reduziu a velocidade em torno de 15% em relação ao controle. A constante de equilíbrio (PA_e) do controle foi menor que a do alginato e gelatina, indicando que os revestimentos ocasionariam uma desidratação excessiva no produto no caso de tempos de processo mais longos.

Em relação à constante de velocidade de ganho de sólidos (s_2), as frutas revestidas com alginato apresentaram uma velocidade 2 vezes menor que o controle, caracterizando o revestimento como uma barreira à sacarose, uma vez que em termos de perda de água não houve diferença entre estes tratamentos. No caso da gelatina, a velocidade de ganho de sólidos foi superior à do controle, provavelmente devido à menor permeabilidade à água, fazendo com que a diferença de pressão osmótica fosse maior e, conseqüentemente, que houvesse uma maior velocidade de incorporação da sacarose. A constante de ganho de sólidos no equilíbrio (GS_e) foi cerca de 50% menor para as frutas revestidas com alginato, comparada à das frutas do controle e das revestidas com gelatina, que apresentaram ganhos de sólidos similares, ou seja, num tempo de processo longo as frutas revestidas com alginato atingiriam um equilíbrio com um teor de sacarose bem inferior ao dos demais tratamentos.

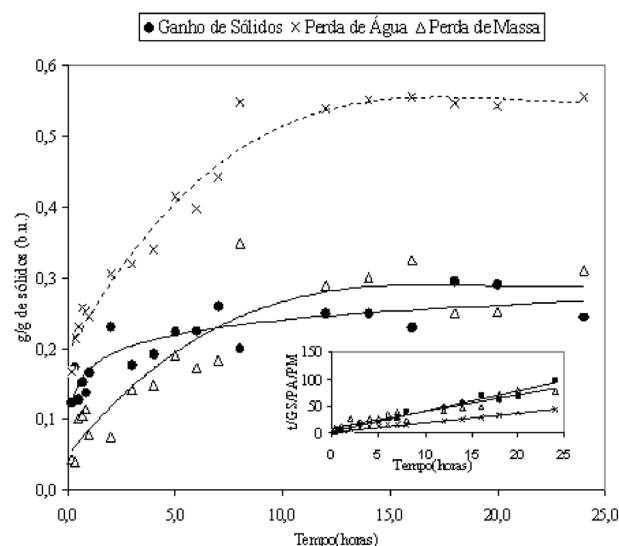


FIGURA 2 - Cinética da perda de água (PA), perda de massa (PM) e ganho de sólidos (GS) para abacaxis sem revestimento osmoticamente desidratados a 40°C. Representação do modelo de AZUARA et al. [3]

As constantes de velocidade para o ganho de sólidos e perda de água, assim como as constantes de equilíbrio para estes fluxos, indicam que o revestimento à base de alginato reduziu a permeabilidade das frutas à sacarose, além de melhorar o transporte de água. Este efeito pode ser comprovado pelos valores de sólidos solúveis da calda e da fruta após 24 horas de desidratação osmótica, quando todos os tratamentos já haviam atingido o equilíbrio. Nas frutas revestidas com alginato, o teor de sólidos solúveis foi igual a $43,5 \pm 0,71^\circ \text{Brix}$, enquanto que na calda foi igual a $51,1 \pm 0,14^\circ \text{Brix}$. Por outro lado, as frutas revestidas com gelatina e as do controle apresentaram valores similares entre os teores de sólidos solúveis da fruta e da calda.

A constante de velocidade para a perda de massa (s) foi mais elevada para as frutas com alginato e menor para as com gelatina quando comparada à constante do controle. No equilíbrio, as perdas de massa (PM_e) atingiram valores maiores para as frutas revestidas, sendo que as com alginato apresentaram o maior valor. O efeito está associado à relação entre perda de água e ganho de sólidos. As frutas revestidas apresentaram maior perda de água no equilíbrio e, conseqüentemente, maior perda de massa. O alginato, que teve menor ganho de sólidos, apresentou a maior perda de massa dentre todos os tratamentos.

O coeficiente de performance (Pr) obtido pela razão entre a perda de água e o ganho de sólidos foi maior para as frutas revestidas. Com base nos valores de equilíbrio o Pr foi igual a 2,9 para as frutas revestidas com gelatina e 5,4 para as com alginato, enquanto que para o controle o Pr foi de 2,4. Estes resultados concordam com AZEREDO & JARDINE [2], que determinaram maiores valores do

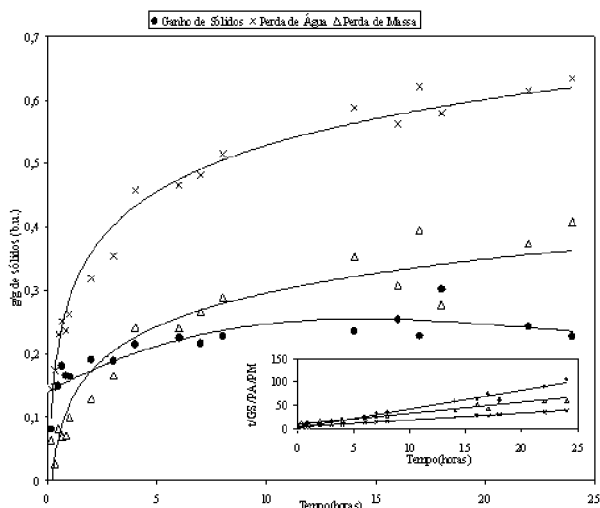


FIGURA 3 - Cinética da perda de água (PA), perda de massa (PM) e ganho de sólidos (GS) para abacaxis revestidos com gelatina osmoticamente desidratados a 40°C. Representação do modelo de AZUARA et al. [3]

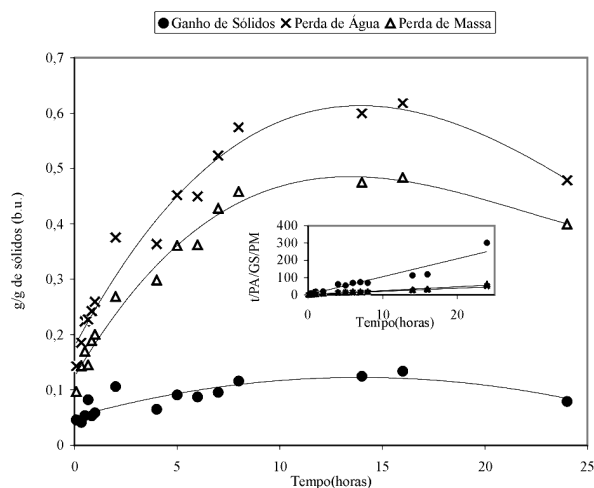


FIGURA 4 - Cinética da perda de água (PA), perda de massa (PM) e ganho de sólidos (GS) para abacaxis revestidos com alginato osmoticamente desidratados a 40°C. Representação do modelo de AZUARA et al. [3]

coeficiente de performance para abacaxis revestidos com alginato.

Os resultados evidenciam o efeito de barreira do revestimento alginato à "entrada" de sólidos. A aplicação de revestimento à base de alginato anteriormente à desidratação osmótica pode aumentar a similaridade de sabor entre as frutas desidratadas e as frutas frescas, sendo adequado para frutas processadas por métodos combinados, onde se objetiva uma maior similaridade com a fruta *in natura*. O revestimento a base de gelatina apresentou uma redução na permeabilidade à água, o que acarretou numa maior permeabilidade aos sólidos, não apresentando o efeito desejado.

4 - CONCLUSÕES

As isotermas de sorção indicaram que frutas revestidas apresentaram comportamento diferenciado das frutas do controle sob o ponto de vista termodinâmico, provavelmente devido a uma menor disponibilidade de sítios ativos gerada pela menor incorporação de sólidos, principalmente no caso das frutas revestidas com alginato. Em termos cinéticos, a aplicação dos revestimentos alterou as velocidades de ganho de sólidos, perda de água e perda de massa. Frutas revestidas com alginato incorporaram menor quantidade de sólidos sem alterar o fluxo de água quando comparadas às frutas do controle, caracterizando o revestimento à base de alginato como uma boa barreira à incorporação de sólidos.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; WELLI, A. A. Application of combined methods technology in minimally processed fruits. **Food Research International**, v. 26, p. 125-130, 1993.
- [2] AZEREDO, H. M. C.; JARDINE, J. G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicada à tecnologia de métodos combinados. **Cienc. Tecnol. Aliment.** Campinas, v. 20, n. 1 p. 74-82, 2000.
- [3] AZUARA, E.; BERISTAIN, C. S.; GARCIA, H. S. Development of a mathematical model to predict kinetics of osmotic dehydration. **J. Food. Science. Technology**, v. 29, n.4, p. 239-242, 1992.
- [4] CAMIRAND, W. M.; FORREY, R. R.; POPPER, K.; BOYLA, F. P.; STANLAY, W. L. Dehydration of Membrane coated Foods by osmosis. **J. Sci. Fd. Agric.**, v.19, p. 472-474, 1968.
- [5] CARVALHO, V. D.; CLEMENTE, P. R. Qualidade, colheita, industrialização e consumo de abacaxi. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte. n. 7, v. 74, p. 37-44, 1981.
- [6] CEPPO, F.; VENUTI, M.; CESÁRIO, A. Kinetics of gelatin transitions with phase separation: I-jump and step-wise DSC study. **International Journal of Biological Macromolecules**. V. 28, n. 4, p. 331-341, 2001
- [7] DAZA, M. S. T.; ALZAMORA, S. M.; CHANES, J. W. Combination of preservation factors applied to minimal processing of foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.36, n.6, p.629-659, 1996.
- [8] GENNADIOS, A.; McHUGH, T. H.; WELLER, C. L.; KROCHTA, J. M. Edible coating and films based on proteins. In: KROCHTA, J. M.; BALWIN, E. A., NISPEROS-CARRIEDO, M. O. **Edible Coatings and Films to Improve Quality**, Lancaster: Technomic. p. 229-231, 1994
- [9] HOSSAIN, M. D.; BALA, B.K.; HOSSAIN, M. A.; MONDOL, M. R. A. Sorption isotherms and heat of sorption of pineapple. **Journal of Food Engineering**. v. 48, n. 2, p. 103-107. 2001
- [10] RIZVI, S. S. H. Thermodynamic properties of foods in dehydration. **Engineering properties of Foods** (M. A. Rao e S. S. H. Rizvi, eds.), New York:Academic Press.1986, p. 155-165.

- [11] STATISTICA, Inc. **Statistica for Windows** Computer program manual, Tulsa, OK, 1995.
- [12] TORREY, M. Osmotic Dehydration. In **Dehydration of Fruits and Vegetables**, London, p.48-50, 1974.
- [13] WONG, D. W. S; CAMIRAND, W.M; PAVLATH, A. E. Development of Edible Coatings for Minimally Processed Fruits and Vegetables. In : KROCHTA, J. M.; BALDWIN, E. A. ; CARRIEDO, M. O. N. **Edibles Coatings and Films to Improve Food Quality**, Lancaster, p. 76-82. 1994

6 - AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à CAPES pela concessão de bolsa.