

# Influência de revestimentos comestíveis na redução de ganho de sólidos em jenipapos desidratados osmoticamente

## *Influence of edible coatings in the reduction of solids uptake in osmotically dehydrated Jenipapos*

Samara Alvachian Cardoso ANDRADE<sup>1\*</sup>, Benicio de BARROS NETO<sup>2</sup>,  
Silvana Magalhães SALGADO<sup>1</sup>, Nonete Barbosa GUERRA<sup>1</sup>

### Resumo

A desidratação osmótica é um processo que pode ser aplicado a frutos, para aumentar sua vida útil e, conseqüentemente, reduzir o percentual de perdas. Na aplicação deste processo em jenipapo, foi observada uma elevada incorporação de sólidos solúveis, considerada desvantajosa por reduzir a similaridade entre o produto e o fruto "in natura". Neste trabalho, foram empregados revestimentos comestíveis à base de alginato e pectina de baixa metoxilação, com o objetivo de diminuir a transferência de massa, cuja eficácia foi avaliada em jenipapos adquiridos nos supermercados da Região metropolitana do Recife, nas condições em que são comercializados. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas. A primeira, por meio de planejamento fatorial fracionário  $2^{3-1}$ , com o objetivo de estudar a influência das coberturas, constituída por três tratamentos: A (frutos sem revestimento); B (frutos cobertos com alginato); e C (frutos cobertos com pectina). A segunda, por planejamento fatorial  $2^3$ , para determinar a influência das variáveis independentes, temperatura, tipo de cobertura e geometria sobre a perda de umidade, ganho de solutos, variação de peso e taxa de DEI (Dehydration Efficiency Index). Os resultados obtidos na 1ª etapa evidenciaram que: as coberturas foram eficientes na redução da incorporação de solutos, bem como no aumento de perda de umidade; os maiores DEI, em ambas as coberturas, foram obtidos a 50 °Brix, sendo o máximo a 30 °C e geometria representada por um quarto de fruta. Na 2ª etapa, foram confirmados maior influência da geometria sobre a perda de umidade e o ganho de solutos e das coberturas sobre a variação de peso e perda de umidade. Foi constatado que a temperatura exerce decisiva influência sobre as demais variáveis, com exceção dos DEI. Os resultados permitiram concluir que os menores ganhos de solutos, associados a uma satisfatória perda de umidade, foram obtidos com cobertura de alginato, geometria representada por um quarto de fruta, a 50 °Brix, independente das temperaturas, permitindo fixá-las em 50 °C.

**Palavras-chave:** desidratação osmótica; jenipapo; coberturas comestíveis.

### Abstract

Osmotic dehydration is a process that can be applied to fruit to increase their shelf life and hence reduce loss percentage. In the application of this process in jenipapo, a high incorporation of soluble solids was observed, considered disadvantageous because of the reduction of the similarity between the product and the fruit "in natura". In this work, low methoxilation alginate and pectin based edible coating were used to reduce this mass transfer. The effectiveness of these polysaccharides was evaluated in Jenipapos, purchased in supermarkets in the metropolitan area of the city of Recife, in the conditions in which they are sold. The research was developed in two stages: the first by means of a factorial design  $2^{3-1}$ , consisting of three treatments: A (fruits without coating); B (fruits with alginate coating); and C (fruits with pectin coating) in order to study the influence of the coatings; in the second stage a factorial design  $2^3$  was used in order to determine the influence of independent variables: temperature, coating type and geometry over moisture loss, solutes uptake, weight variation and rate of DEI (Dehydration Efficiency Index). The results obtained in the first stage showed that: the coatings were efficient in the reduction of solutes uptake as well as in the moisture loss increase, the higher DEI in both coatings were obtained at 50 °Brix, the highest DEI at 30 °C and the geometry was represented by the fruit cut in fourths. In the second stage a higher influence of the geometry over the moisture loss and the solute uptake as well as the coatings over the weight variation and moisture loss were confirmed. It was observed that the temperature exerts decisive influence over the other variables with the exception of the DEI. The results showed that the lower solutes uptake associated with a satisfactory moisture loss were obtained with alginate coating and the geometry was represented by the fruit cut in fourths, at 50 °Brix, regardless of the temperatures, allowing to set it at 50 °C.

**Keywords:** osmotic dehydration; jenipapo; edible coating.

## 1 Introdução

O jenipapo, fruto do jenipapeiro (*Genipa americana L.*), é uma baga comestível, de forma, tamanho, cor e peso variáveis. Compõe-se de um invólucro carnoso, de diversas sementes chatas e polidas, recobertas por uma camada polposa adocicada, com casca mole, pardacenta, aromática<sup>9</sup>.

Como conseqüência da alta perecibilidade, esta fruta apresenta elevado percentual de perdas. Para minimizá-las,

ANDRADE et al.<sup>1</sup> utilizaram o processo de desidratação osmótica, cujo produto, não obstante satisfatória aceitabilidade e estabilidade, apresentou elevada incorporação de solutos, considerada desvantajosa<sup>7</sup>, especialmente quando se busca maior similaridade com a fruta fresca. Para reduzir a incorporação de sólidos durante o processo, diversos autores têm demonstrado a eficácia do emprego de polissacarídeos, como alginato e pectina, no revestimento de frutas, antes de aplicar a desidratação, em face de sua alta afinidade pela água e baixa afinidade pelo soluto<sup>4,6,12,14</sup>.

Estas constatações motivaram a realização deste trabalho, com o objetivo de avaliar o emprego do alginato e da pectina na redução da incorporação de solutos durante a desidratação osmótica de jenipapos.

Recebido para publicação em 21/9/2005

Aceito para publicação em 24/1/2007 (001613)

<sup>1</sup> Laboratório de Experimentação e Análises de Alimentos – LEAAL, Departamento de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, R. Prof. Nelson Chaves, s/n, Campus Universitário, CEP 50670-901, Recife - PE, Brasil,

E-mail: samaraandrade@uol.com.br

<sup>2</sup> Departamento de Química Fundamental, Universidade Federal de Pernambuco

\*A quem a correspondência deve ser enviada

## 2 Material e métodos

### 2.1 Material

Os jenipapos (*Genipa americana L.*) foram adquiridos, aleatoriamente, em supermercados locais (Recife, PE), no estágio de maturação em que são normalmente comercializados. Como agente osmótico, foi utilizada sacarose comercial; para formação de coberturas, o alginato de sódio (Grindsted Alginate FD 175) e a pectina de baixa metoxilação (Grindsted Pectin LA 210); como fonte de íons  $Ca^{+2}$ , o cloreto de cálcio (Merck) e, como acidulante, o ácido cítrico da Merck.

### 2.2 Métodos

#### Delineamento experimental

O delineamento experimental foi desenvolvido em duas etapas, conforme descrito a seguir.

#### Etapa 1

Nesta etapa, foi utilizado um planejamento fatorial fracionário  $2^{3-1}$ , com as seguintes variáveis independentes: 1) Temperatura ( $^{\circ}C$ ); 2) Concentração da solução osmótica ( $^{\circ}Brix$ ); e 3) Geometria do fruto. Foi aplicado a três tratamentos distintos: A (jenipapos não revestidos); B (revestidos com alginato); e C (revestidos com pectina). Cada tratamento consistiu em 4 ensaios, cujas condições (níveis codificados e decodificados) encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente<sup>13</sup>. O tempo de tratamento osmótico foi fixado em 2 horas, conforme anteriormente estabelecido por ANDRADE et al.<sup>2</sup>.

**Tabela 1.** Níveis codificados das variáveis.

Ensaio	Temperatura ( $^{\circ}C$ )	$^{\circ}Brix$	Geometria
1	-1	-1	1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	1

**Tabela 2.** Níveis decodificados das variáveis.

Níveis codificados	Temperatura ( $^{\circ}C$ )	$^{\circ}Brix$	Geometria
-1	30	30	Quarto
1	50	50	Cubo

#### Etapa 2

Para sua implementação, foi utilizado um planejamento fatorial  $2^3$ , com as seguintes variáveis independentes: 1) Temperatura ( $^{\circ}C$ ); 2) Geometria do fruto; e 3) Tipo de cobertura. Sua implementação abrangeu a execução de 8 ensaios, com duas repetições cada, cujas condições (níveis codificados e decodificados) encontram-se apresentadas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente<sup>13</sup>. A concentração do agente osmótico foi fixada em  $50^{\circ}Brix$ , com base nos resultados dos ensaios da etapa anterior com o mesmo tempo de imersão.

As respostas de interesse foram assim definidas:

Ganho de soluto - calculado por meio de um balanço de massa de sólidos do processo:

$$GS(\%) = 100 \times (B_f M_f - B_i M_i) / M_i \quad (1)$$

**Tabela 3.** Níveis codificados das variáveis.

Ensaio	Temperatura ( $^{\circ}C$ )	Geometria	Cobertura
1	-1	-1	-1
2	1	-1	-1
3	-1	1	-1
4	1	1	-1
5	-1	-1	1
6	1	-1	1
7	-1	1	1
8	1	1	1

**Tabela 4.** Níveis decodificados das variáveis.

Níveis codificados	Temperatura ( $^{\circ}C$ )	Geometria	Cobertura
-1	30	Quarto	Alginato
1	50	cúbica	Pectina

Perda de Umidade - com base no peso inicial do material:

$$PU(\%) = 100 \times (U_i M_i - U_f M_f) / M_i \quad (2)$$

Variação de peso - calculada pela seguinte equação:

$$VP(\%) = 100 \times (M_i - M_f) / M_i \quad (3)$$

DEI (Dehydration Efficiency Index) - calculado pela seguinte razão:

$$DEI = PU / GS \quad (4)$$

sendo:  $VP$  = variação de peso do material desidratado;  $M_i$  = massa inicial;  $M_f$  = massa final;  $PU$  = perda de umidade;  $U_i$  = teor inicial de umidade;  $U_f$  = teor final de umidade;  $GS$  = ganho de sólidos;  $B_i$  = teor inicial de sólidos solúveis contidos no material;  $B_f$  = teor final de sólidos solúveis contidos no material; e  $DEI$  = Índice de eficiência da desidratação.

### 2.3 Processamento

O processamento abrangeu as seguintes operações: 1) recebimento da matéria-prima, pesagem e verificação dos aspectos gerais; 2) seleção segundo o grau de maturação e alterações visíveis; 3) lavagem em água potável, contendo 20 ppm de cloro, por 20 minutos; 4) descascamento, realizado manualmente, com faca de aço inoxidável; 5) corte em pedaços, na forma de cubos de aproximadamente 10 mm de face, ou em forma de quarto, com a espessura, em média, de 0,9 cm; 6) inativação enzimática, em solução aquosa de metabissulfito de sódio a 280 ppm a  $100^{\circ}C$ , por 1 minuto; 7) transferência da amostra para um erlenmeyer contendo a solução osmótica de  $50^{\circ}Brix$ , acrescida de ácido cítrico, para obter um pH entre 4 e 5; 8) desidratação em shaker com controle termostático, a 500 rpm; e 9) drenagem da solução osmótica, seguida pela absorção do excesso desta solução, em papel absorvente, por 5 minutos.

Nos tratamentos B e C, bem como nos ensaios da etapa 2, foram executadas duas operações adicionais entre a 6 e a 7, que consistiram de imersão dos pedaços de jenipapo em solução de alginato de sódio a 2% ou de pectina a 2,5%; e, na seqüência, imersão em solução de  $CaCl_2$  a 2,4%, para completar a formação da cobertura.

## 2.4 Determinações analíticas

Foram efetuadas antes e após o processo, quanto aos seguintes parâmetros: massa da amostra, em balança analítica; sólidos solúveis, em refratômetro de bancada BAUSCH e LOMB; e umidade em estufa a 105 °C, até peso constante<sup>3</sup>.

## 2.5 Análise dos resultados

As respostas obtidas para todos os ensaios do planejamento fatorial 2<sup>3</sup> foram avaliadas quanto aos efeitos principais e às interações entre fatores, pelo programa Statistica, versão 6.0.

## 3 Resultados e discussão

### 3.1 Etapa 1

A eficácia de cada uma das coberturas utilizadas na redução da transferência de massa para o interior da fruta fica comprovada ao estabelecer comparações entre os dados do tratamento A (controle) com os demais (Tabelas 5, 6 e 7). De acordo com MATUSKA, LENART e LAZARIDES<sup>12</sup>, o DEI (*Dehydration Efficiency Index*) é uma excelente ferramenta para avaliar o emprego de coberturas e/ou condições gerais do processo de desidratação, ou seja, o ganho de sólidos e a perda de umidade. Assim sendo, constata-se, pelos DEI obtidos nos tratamentos B e C, os quais representam um aumento de 909,68 e 760,43%, que o alginato e a pectina propiciaram uma desidratação extensiva, com menor ganho de sólidos

**Tabela 5.** Respostas das variáveis dependentes referentes aos ensaios de Jenipapos sem revestimento (tratamento A).

Ensaio	PU (%)	GS (%)	VP (%)	DEI
1	6,21	18,18	-23,34	0,35
2	0,50	14,30	-12,20	0,03
3	4,40	19,47	-14,87	0,23
4	13,87	42,57	-26,44	0,33

PU = perda de umidade; GS = Ganho de soluto; VP = variação de peso; e DEI = Dehydration Efficiency Index.

**Tabela 6.** Respostas das variáveis dependentes referentes aos ensaios de jenipapos revestidos com alginato (tratamento B).

Ensaio	PU (%)	GS (%)	VP (%)	DEI
1	16,28	14,08	3,00	1,16
2	12,69	12,32	0,30	1,03
3	29,52	6,30	19,71	4,69
4	49,05	19,58	32,66	2,51

PU = perda de umidade; GS = Ganho de soluto; VP = variação de peso; e DEI = Dehydration Efficiency Index.

**Tabela 7.** Respostas das variáveis dependentes referentes aos ensaios de jenipapos revestidos com pectina (tratamento C).

Ensaio	PU (%)	GS (%)	VP (%)	DEI
1	17,66	12,05	5,73	1,47
2	17,42	12,25	5,28	1,43
3	22,14	7,30	13,17	3,04
4	42,29	20,29	22,10	2,09

PU = perda de umidade; GS = Ganho de soluto; VP = variação de peso; e DEI = Dehydration Efficiency Index.

em relação ao tratamento A (controle), ratificando resultados obtidos por WONG, CAMIRAND e PAVLATH<sup>15</sup> e MATUSKA, LENART e LAZARIDES<sup>12</sup>, no que concerne ao processamento de azeitonas e morangos.

Os dados revelam ainda que nos tratamentos B e C (Tabela 6 e 7) os maiores DEI foram alcançados nos ensaios 3 e 4, cuja solução osmótica foi de 50 °Brix e a menor incorporação de solutos foi apresentada pelo tratamento B (67,64 e 54%), seguido do C (62,5 e 52,34%), para os ensaios 3 e 4, respectivamente, ao serem comparados com o controle.

No que diz respeito à perda de umidade, verifica-se que o tratamento B gerou um aumento de 570,91 e 253,64% para os ensaios 3 e 4, respectivamente, comportamento similar ao obtido por AZEREDO e JARDINE<sup>4</sup> e BRANDELERO et al.<sup>6</sup>, ao desidratarem abacaxis sem e com revestimento.

Além da propriedade de barreira, o emprego de coberturas comestíveis, de acordo com MATUSKA, LENART e LAZARIDES<sup>12</sup>, pode trazer vantagens, como: maior integridade estrutural e força física aos pedaços de frutos, mais resistência, portanto, à agitação (mistura) e aos impactos físicos (durante o manuseio, armazenamento e transporte); minimizar a contaminação microbiana e ainda melhorar a aparência do produto; e reter aditivos, promovendo uma resposta funcional mais significativa na superfície do produto<sup>10</sup>, funcionando, portanto, como embalagens ativas<sup>5</sup>.

### 3.2 Etapa 2

Considerando os resultados da etapa anterior, fixou-se a concentração da solução osmótica em 50 °Brix, mantendo, entretanto, os níveis das demais variáveis.

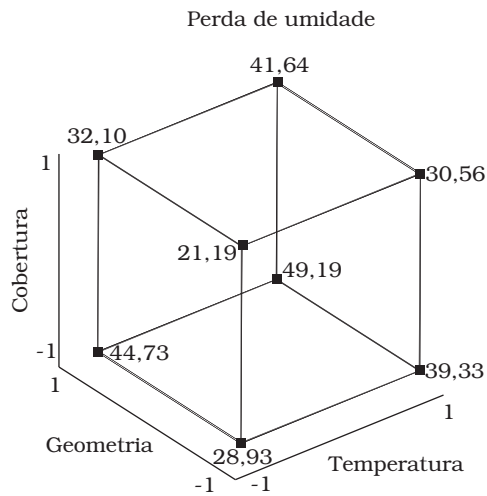
Observando a magnitude dos efeitos sobre a perda de umidade (Tabela 8), comprova-se que a forma cúbica contribuiu para maior perda de água da fruta (Figura 1), por aumentar a superfície de exposição à solução osmótica, facilitando o intercâmbio entre ambos e, conseqüentemente, maior taxa de desidratação<sup>8</sup>; por outro lado, propiciou maior ganho de solutos. Estes resultados ratificam LERICI et al.<sup>11</sup>, quanto ao ganho de solutos, ao desidratarem cubos de maçãs.

A cobertura aparece como a segunda variável que mais influenciou a perda de umidade (Tabela 8). O valor negativo indica que, dentre os polissacarídeos utilizados, o alginato permitiu uma maior taxa de perda de água (Figura 1) e menor incorporação de açúcar (Figura 2). Estes resultados apresentam

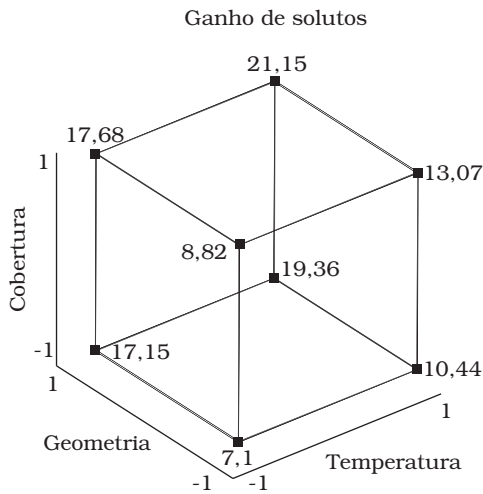
**Tabela 8.** Determinação dos efeitos principais do planejamento 2<sup>3</sup>.

Fator	Perda de Umidade	Ganho de solutos	Varição de peso	PU / GS
Temperatura (°C) (1)	8,44*	3,31*	6,47*	-0,07
Geometria (2)	11,91*	8,98*	4,15*	-0,91*
Cobertura (3)	-9,17*	1,67*	-10,12*	-1,11*
1 e 2	-1,44*	-0,48	-0,86	0,12
1 e 3	1,01	0,54	-0,54	0,12
2 e 3	-0,92	-0,51	-1,55	0,43*
1,2 e 3	1,53	0,09	1,85	-0,01

\*Efeitos significativos; PU = perda de umidade; e GS = ganho de solutos.



**Figura 1.** Média da perda de umidade em função da temperatura, geometria da fruta e cobertura.



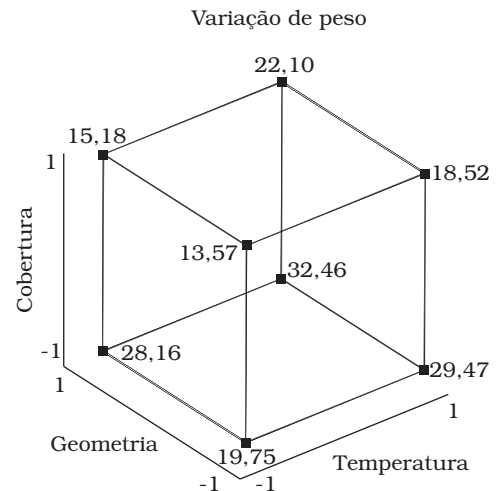
**Figura 2.** Média do ganho de solutos em função da temperatura, geometria da fruta e cobertura.

similaridade com os obtidos por BRANDELERO et al.<sup>6</sup>, quanto ao ganho de solutos em abacaxi desidratado sem e com esta cobertura, embora a velocidade da perda de umidade tenha apresentado valores semelhantes aos dos não cobertos. De acordo com os autores, este comportamento pode estar ligado às propriedades de barreira dos revestimentos, bem como à sua natureza.

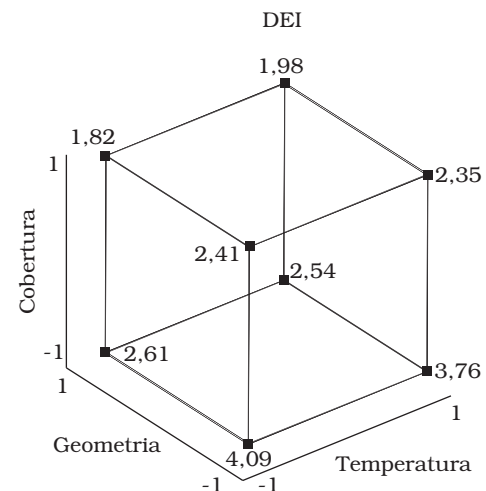
Recentemente, MATUSKA, LENART e LAZARIDES<sup>12</sup> observaram, para morangos duplamente recobertos com alginato, menor ganho de sólidos e 30% a mais de perda de umidade em relação aos frutos cobertos com uma única camada deste polissacarídeo, permitindo concluir que a maior incorporação de açúcar nestes últimos frutos, funcionou como uma barreira impedindo que a água fosse removida mais rapidamente.

Retornando à análise da Tabela 8, verifica-se que o fator temperatura também influenciou significativamente a perda de umidade e o ganho de solutos, bem como a variação de

peso, efeito que foi favorecido pela elevação da temperatura, conforme demonstrado nas Figuras 1, 2 e 3, sem, contudo, exercer influência sobre os DEI (Figura 4). De acordo com a referida tabela, os maiores efeitos sobre o DEI foram originados em ordem decrescente pelo tipo de cobertura e geometria do fruto, ambos com valores negativos, indicando o alginato, associado à forma quarto como as variáveis mais eficazes (Figura 4). Estes resultados são similares aos obtidos por BRANDELERO et al.<sup>6</sup>, ao desidratarem abacaxis em sacarose, com e sem revestimento, em que a razão PU / GS foi da ordem de 5,4 para os revestidos com alginato.



**Figura 3.** Média da variação de peso em função da temperatura, geometria da fruta e cobertura.



**Figura 4.** Média da razão PU/GS (DEI) em função da temperatura, geometria da fruta e cobertura.

Uma vez fixadas estas variáveis, utilizou-se, como critério de decisão para a seleção da melhor temperatura, a que favoreceu a maior perda de umidade. De acordo com a Figura 1, a temperatura de 50 °C foi a que melhor favoreceu esta perda, na qual o ganho de solutos, embora ligeiramente superior ao registrado a 30 °C, foi significativamente inferior aos valores obtidos por ANDRADE et al.<sup>1</sup>.

Devido à significativa influência dos fatores sobre as repostas obtidas (Tabela 8), estas variáveis deverão ser consideradas, no processo de desidratação osmótica do jenipapo, como forma de obter a sua otimização. A aplicação deste processo ao jenipapo abre novas perspectivas para sua industrialização.

#### 4 Conclusões

Os resultados obtidos permitem concluir que:

- o emprego de revestimentos comestíveis acarretou significativa redução do ganho de solutos; e
- os maiores DEI, ou seja, o menor ganho de solutos, associado a uma satisfatória perda de umidade, foram obtidos com cobertura de alginato, geometria representada por um quarto de fruta e a 50 °Brix, independente das temperaturas, permitindo fixá-las em 50 °C.

#### Agradecimentos

À Danisco Brasil LTDA pela doação do alginato e da pectina.

#### Referências bibliográficas

1. ANDRADE, S. A. C. et al. Desidratação osmótica do jenipapo (*Genipa americana L.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 2, p. 276-281, 2003.
2. ANDRADE, S. A. C. et al. Evaluation of water and sucrose diffusion coefficients during osmotic dehydration of jenipapo (*Genipa americana L.*). **Journal of Food Engineering**, v. 78, n. 2, p. 551-555, 2007.
3. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 17<sup>th</sup> Edition, 4<sup>th</sup> Revision. Maryland, USA, 2002.
4. AZEREDO, H. M. C.; JARDINE, J. G. Desidratação osmótica de abacaxi aplicado à tecnologia de métodos combinados. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 1, p. 74-82, jan./abr., 2000.
5. AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, n. 3, p. 1-9, sept./dec., 2000.
6. BRANDELERO, R. P. H. et al. Aplicação de revestimento comestível em abacaxis processados por métodos combinados: Isoterma de Sorção e Cinética de Desidratação Osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 285-290, abr./jun., 2005.
7. CAMIRAND, W. et al. Properties of some edible carbohydrate polymer coatings for potential use in osmotic dehydration. **Carbohydrate Polymers, Great Yarmouth**, v. 17, n. 1, p. 39-49, 1992.
8. GIANGIACOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E. Osmotic dehydration of fruit: Part 1: Sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 11, n. 3, p. 183-195, 1987.
9. GUERREIRO DE FARIA, L. J.; COSTA, C. M. L. **Tópicos especiais em tecnologia de produtos naturais**. Belém: UFPA, Série POEMA, n. 7.1998. 302p.
10. GUILBERT, S. Use of superficial edible layer to protect intermediate moisture foods: application to the protection of tropical fruit dehydrated by osmosis. In: SEOW, C. C. (ed). **Food preservation by moisture control**. New York: Elsevier Applied Science, p. 199-219, 1998.
11. LERICI, C. R. et al. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food science**, v. 50, p. 1217-1219, 1985.
12. MATUSKA, M.; LENART, A.; LAZARIDES, H. N. On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. **Journal of Food Engineering**, v. 72, n. 1, p. 85-91, 2006.
13. NETO, B. B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisas e desenvolvimento na ciência e na Indústria**. v. 1. 1<sup>a</sup> edição; Coleção livros – Textos. Campinas - SP: Editora Unicamp, 2001.
14. OGONEK, A.; LENART, A. Influence of selective edible coatings on osmotic dehydration of strawberries. **Zywnosc**, v. 28, n. 3, p. 62-74, 2001.
15. 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. 65-88, 1994.