

## **DESIDRATAÇÃO POR IMERSÃO-IMPREGNAÇÃO EM SOLUÇÃO DE SACAROSE E LIOFILIZAÇÃO DE COCO MADURO (*Cocos nucifera* Linn)**

*Denise Silva do AMARAL*

Universidade Federal de Campina Grande. Mestranda em Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso, 882, Campus I, UFCG, Bloco CM, 1o. Andar, CEP 58.109-970, CAMPINA GRANDE, PB, BRASIL. E-mail: deniseamaral17@hotmail.com

*Maria Elita Martins Duarte*

Universidade Federal de Campina Grande. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso, 882, Campus I, UFCG, Bloco CM, 1o. Andar, CEP 58.109-970, CAMPINA GRANDE, PB, BRASIL.

*Mario Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata*

Universidade Federal de Campina Grande. Docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso, 882, Campus I, UFCG, Bloco CM, 1o. Andar, CEP 58.109-970, CAMPINA GRANDE, PB, BRASIL.

*Taciano PESSOA*

Universidade Federal de Campina Grande. Mestrando em Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso, 882, Campus I, UFCG, Bloco CM, 1o. Andar, CEP 58.109-970, CAMPINA GRANDE, PB, BRASIL.

*Flavio Farias Gurjão*

Universidade Federal de Campina Grande. Mestrando em Engenharia Agrícola. Av. Aprígio Veloso, 882, Campus I, UFCG, Bloco CM, 1o. Andar, CEP 58.109-970, CAMPINA GRANDE, PB, BRASIL.

**RESUMO** - O presente trabalho visou avaliar a redução do teor de água pela desidratação osmótica seguida de liofilização e a influência da concentração da solução sobre a cinética de desidratação osmótica de coco maduro. A desidratação osmótica representa uma alternativa tecnológica à redução das perdas pós-colheita de frutos. Pedacos de coco foram imersos em soluções de sacarose de diferentes concentrações (25°, 35° e 45° Brix), até que o equilíbrio fosse atingido, em seguida realizou-se a liofilização. A desidratação osmótica foi realizada em temperatura controlada (40°C) por até 28 horas. O fluxo de transferência de massa em contra corrente aconteceu mais intensamente nas 8 primeiras horas de processo, logo em seguida inicia-se a tendência ao equilíbrio. A cinética de desidratação osmótica de coco e o teor de água são influenciados pela concentração de sacarose. A desidratação osmótica como pré-tratamento a outro processo de conservação, como a liofilização, pode ser uma boa alternativa para a redução do teor de água presente no alimento a ser conservado.

**Palavras-chave:** *Cocos nucifera* Linn, processamento, transporte de massa, desidratação.

## **DEHYDRATION BY IMMERSION-IMPREGNATION IN SUCROSE SOLUTION AND LYOPHILIZATION MATURE COCONUT**

**ABSTRACT** - This study evaluated the reduction of water content by osmotic dehydration followed by lyophilization and the influence of solution concentration on kinetics of osmotic dehydration of ripe coconut. Osmotic dehydration represents a technological alternative to reduce post-harvest losses of fruits. Coconut pieces were immersed in sucrose solutions of different concentrations (25, 35 and 45 Brix), until equilibrium was reached, then held on lyophilization. Osmotic dehydration was performed under controlled temperature (40 degrees C) for up to 28 hours. The flow of mass transfer in the correct case against more intensively on August 1st hour process, soon after starting the trend to equilibrium. The kinetics of osmotic dehydration of coconut and water content are influenced by the concentration of sucrose. Osmotic dehydration as a pretreatment to another conservation process, such as lyophilization, can be a good alternative to reduce the water content in the food to be retained.

**Keywords:** *Cocos nucifera* Linn, processing, mass transport, dehydration.

### **INTRODUÇÃO**

O coqueiro (*Cocos nucifera* L.) é uma planta da qual se pode obter os mais diversos produtos. Todas as suas partes, como raiz, caule, folha, inflorescência e fruto podem ser empregadas para diversos fins artesanais,

alimentícios, nutricionais, agroindústrias, entre outros. No Brasil, os plantios são formados com as variedades anões e gigantes, além dos híbridos. A escolha da variedade está relacionada à finalidade agroindustrial do produto a ser obtido.

O coqueiro é cultivado predominantemente no litoral da região Nordeste. A produção de coco é pequena quando comprada aos países asiáticos pelo fato de o Brasil não produzir óleos a base de coco. No entanto a cultura do coqueiro sempre foi de fundamental importância na vida e na economia das populações nordestinas, principalmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia (Maia et al, 2009).

Na conservação de alimentos, a quantidade de água presente é responsável pela estabilidade do material, podendo a remoção da água ser feita através da concentração, congelamento, secagem ou liofilização, segundo o grau de estabilidade que se queira obter. A secagem e o congelamento são os métodos mais comuns para preservar frutas e legumes. Entretanto, as características próprias do material fresco como textura, cor, suculência, sabor e aroma são consideravelmente reduzidos. A liofilização fornece produtos desidratados com alta qualidade. Assim, várias metodologias têm sido estudadas com o objetivo de melhorar as características sensoriais dos produtos desidratados. Entre elas, a desidratação osmótica vem sendo empregada com sucesso na preservação sensorial e nutricional do alimento.

O processo osmótico consiste na imersão do material em soluções concentradas em condições de temperatura e tempo suficientes para obter transferência de massa desejável entre o soluto e o solvente. A desidratação osmótica explora a dupla propriedade que os alimentos têm, a de perder parte da água livre contida no interior do alimento e a de incorporar solutos, quando imersos em solução concentrada favorecendo, além da desidratação, a formulação direta do produto. A preservação das propriedades sensoriais e nutricionais dos produtos obtidos é atribuída às temperaturas de tratamento moderadas, e de certo modo, à impregnação do soluto que minimiza a atividade dos compostos responsáveis pelas alterações organolépticas (Vial, et al., 1991; Krokida et al., 2000a; Lewicki e Lukaszuk, 2000; Moreno et al., 2000).

O tratamento osmótico vem sendo sugerido como uma etapa prévia à secagem ou ao congelamento para obter produtos com menor teor de água que garantam a estabilidade do alimento, porém com melhor qualidade.

Considerando os fatores citados, é possível afirmar que a desidratação osmótica é uma alternativa para o aproveitamento do excesso de produção, além de possibilitar o consumo do produto nos períodos de entressafra, desde que a técnica seja adaptada ao uso em processamento em pequena escala. Com isso será possível obter produtos de alta qualidade e de alto valor agregado (Gomes et al., 2007).

O presente trabalho visou avaliar a redução do teor de água pela desidratação osmótica seguida de liofilização e a influência da concentração da solução sobre a cinética de desidratação osmótica de coco maduro.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os ensaios foram conduzidos no Laboratório de Armazenamento e Processamento de Produtos Agrícolas do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Campina Grande UFCG. Foram utilizados, no total, 30 frutos de coqueiro gigante, no estágio de maturação maduro (*Cocos nucifera* Linn), os quais foram adquiridos na EMPASA (empresa paraibana de abastecimento e serviços agrícolas) do estado da Paraíba.

Após recepção no laboratório, procedeu-se à seleção dos frutos, de acordo com atributos de qualidade, como, grau de maturação e ausência de injúrias ou doenças. Depois de selecionados, os frutos foram descascados, despeliculados e cortados manualmente em tiras de tamanho médio com comprimento 31,41mm, largura 9,802, mm e espessura 10,67( característica própria do coco no estágio de maturação maduro), pesados.

As soluções osmóticas foram preparadas utilizando açúcar cristalizado granulado, adquirido em mercado local. As soluções de sacarose foram preparadas por meio da adição de açúcar à água (até atingir o teor de sólidos solúvel desejado). A quantidade de solução osmótica foi calculada para manter a proporção fruto/solução 1:4. Foram, então, imersos nas soluções de sacarose (25°, 35° e 45° Brix), e mantidos em B. O. D. á 40°C durante todo o tempo de desidratação osmótica.

Para o acompanhamento da perda de peso do fruto durante o tratamento osmótico, uma quantidade de amostra de coco foi posta em uma cesta (contendo 4 amostras), a qual foi retirada da solução nos seguintes intervalos 15, 45, 90, 150, 240, 480, 960 e 1680 minutos para realização das pesagens, em seguida, a cesta retornava ao processo osmótico. E para o acompanhamento de ganho de sólidos do fruto, nos mesmos intervalos de tempo que se realizava a perda de peso, 3 amostras de coco de cada solução era retirada para a determinação da matéria seca. Esta determinação foi feita por meio do método padrão, utilizando-se a estufa a 105°C ± 3°C, por 24 horas, seguindo-se as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009). Após o tempo de exposição na estufa, as amostras foram resfriadas e colocadas em um dessecador por um período de 30 minutos e, em seguida, pesadas. Então o teor de água e a matéria seca foram calculados por meio da seguinte equação:

$$\%X_{bs} = \frac{M_{H_2O}}{M_{seca}}$$

(1)

$$\%X_{bu} = \frac{M_{H_2O}}{M_{seca} + M_{H_2O}}$$

(2)

Onde;

%X b.s.= Teor de água em base seca

%X b.u.=Teor de água em base úmida

M H<sub>2</sub>O= Massa de água  
M<sub>seca</sub>=Massa de matéria seca

Os valores obtidos nas determinações analíticas foram utilizados para calcular os percentuais de perda de água, ganho de sólidos e perda de massa pelo fruto conforme as equações citadas por (Sacchetti et al. 2001).

Perda percentual de água (com base na massa inicial do material), definida por:

$$P_A \% = 100 \times \frac{(P_0 \times U_0) - (P_t \times U_t)}{P_0}$$

(3)

Ganho percentual de sólidos (com base na massa inicial do material):

$$G_S \% = 100 \times \frac{(MS_t) - (MS_0)}{P_0}$$

(4)

Perda percentual de massa:

$$P_P (\%) = 100 \times \frac{(P_0 - P_t)}{P_0}$$

(5)

Onde:

PA (%) - Perda de água, em % (p/p)

GS (%) - Ganho de sólidos, em % (p/p)

PP(%) - Perda de peso, em % (p/p)

P<sub>0</sub> - Peso do fruto no tempo t = 0, em gramas

P<sub>t</sub> - Peso do fruto tratado no tempo t, em gramas

U<sub>0</sub> - Umidade do fruto no tempo t = 0

U<sub>t</sub> - Umidade do fruto tratado no tempo t

MS<sub>t</sub> - Matéria seca do fruto no tempo t

MS<sub>0</sub> - Matéria seca do fruto no t=0

Após a desidratação osmótica as amostras de coco foram retiradas do xarope, secos em papel toalha e congelados em freezer a -23°C por 48 horas, para

posteriormente realizar a liofilização por 24 horas, e ao final deste processo realizou-se o teor de água.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

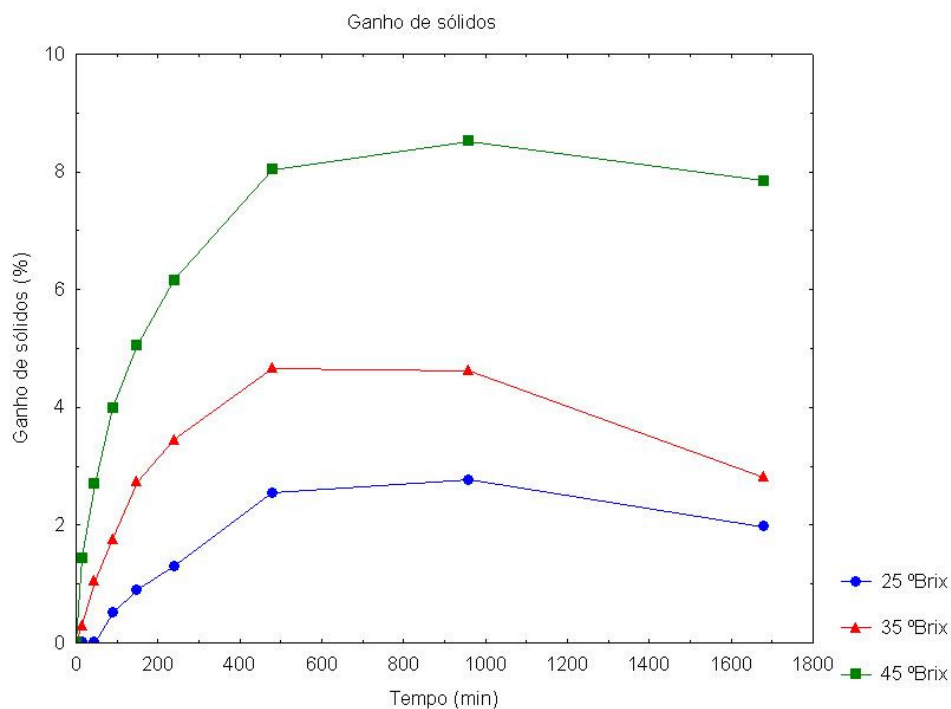
Nas Figuras 01, 02 e 03 encontram-se respectivamente os dados representados referentes ao ganho de sólidos, perda de água e perda de peso em função do tempo de desidratação nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.

Percebe-se que o fluxo de transferência de massa em contra corrente: Perda de água do coco para a solução e transferência de soluto da solução para o coco aconteceu mais intensamente nas 8 primeiras horas de processo, logo em seguida, verificou-se certa tendência a estabilização do ganho de sacarose. Estes fatos também foram observados por Raoul-wack et al.(1994), Ei-Aquar et al. (2003), Souza Neto et al. (2004) e também por Panagiotou et al.(1999) os quais estudaram a cinética de desidratação osmótica de diversas frutas, tais como mamão, manga, maçã, banana e kiwi .

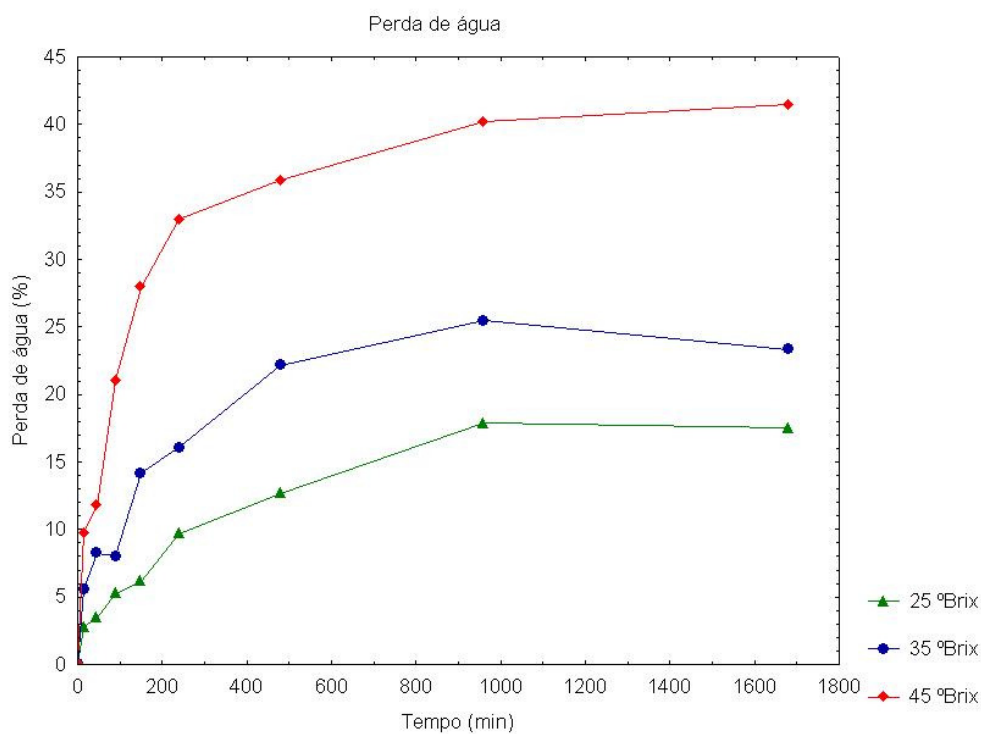
Observa-se ainda que os aumentos na concentração de sacarose no xarope osmótico promoveram aumentos na perda de água durante o processo, devido ao aumento na pressão osmótica no exterior da fruta, conforme foi relatado por Mizrahi et al. (2001).

Verifica-se (Figuras 1 e 2 ), que o uso de xaropes de concentrações maiores apesar de ter intensificado a perda de água, apresentou o inconveniente aumento do ganho de sólidos. Segundo Torreggiani (1993), na desidratação osmótica a perda de água é acompanhada por incorporação de sólidos como consequência das trocas difusionais que ocorrem durante o processo, devido aos gradientes de concentração. Lima et al (2004), Souza Neto et al (2005), observaram durante a desidratação osmótica de melão e manga, em soluções de sacarose de diferentes concentrações, que a perda de água e o ganho de sólidos aumentaram de acordo com a concentração inicial de sacarose na solução osmótica.

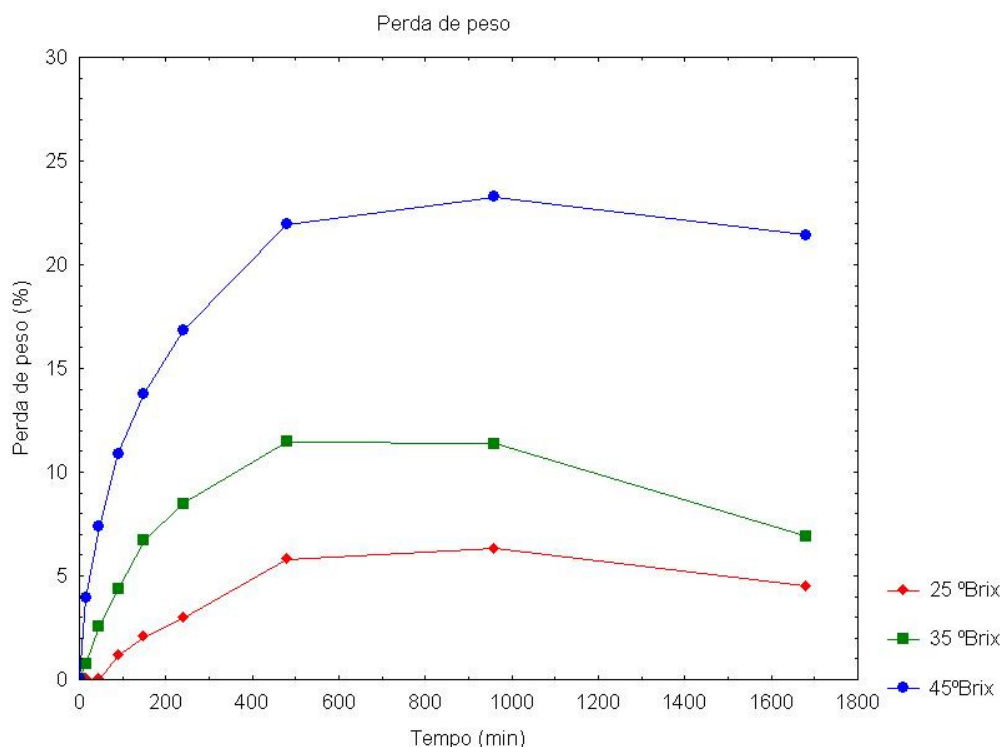
Na Figura 3, nota-se que o aumento na concentração do xarope ocasionou maior perda de peso do coco.



**Figura 01** – Ganho de sólidos em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.



**Figura 02** – Perda de água em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.



**Figura 03** – Perda de peso em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.

Na tabela 1 estão apresentados os valores do teor de água em base úmida (%), para o coco maduro in-natura, após processo de desidratação osmótica e liofilização, usando concentrações de xarope de sacarose a 25, 35 e 45 °Brix.

**Tabela 1** - Valores percentuais dos teores de água da coco “in natura” e após os processos de desidratação osmótica e liofilização.

Concentração do xarope de sacarose	Teor de água da coco verde (% b.u.)		
	“in natura”	Após desidratação osmótica	Após liofilização
25 °Brix		41,7418	7,7870
35 °Brix	56,1644	46,6496	7,4568
45 °Brix		32,3260	12,6271

Conforme a tabela 1 constata-se que a solução a 25, 35 e 45 °Brix proporcionaram perda do teor de água inicial de 56,17% b.u para 41,74, 46,65 e 32,33% b.u, após a desidratação osmótica e após a liofilização a solução de 7,79, 7,46 e 12, 63% b.u, para um mesmo período de desidratação de 1680 minutos (tempo aproximado de 28 horas) e liofilização (24 horas). O aumento da concentração da solução osmótica leva a uma maior remoção de água durante o período de desidratação osmótica.

## CONCLUSÕES

A desidratação osmótica como pré-tratamento a outros processos de conservação, como liofilização e a secagem ar quente, pode ser uma boa alternativa para a redução do teor de água presente no alimento a ser preservado, podendo reduzir o tempo total de

processamento e, portanto, possibilitar a obtenção de produtos de melhor qualidade. Enfim a combinação do pré-tratamento osmótico com a liofilização mostrou-se adequada para a obtenção de coco desidratado como produto de umidade baixa

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL, Ministério da Agricultura. **Regras para análise de sementes**. Brasília. 2009, 307p.

EI-AQUAR, A. A.; MURR, F. E. X. Estudo e modelagem de cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V. 23, n°. 1, 17 p. Campinas, jan./abr. 2003.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação Osmótica: uma tecnologia de baixo custo

- para o desenvolvimento da agricultura família. **G&DR** . v. 3, n. 3, p. 212-226, set./dez. 2007.
- GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação Osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura família. **G&DR** . v. 3, n. 3, p. 212-226, set./dez. 2007.
- KROKIDA, M.K.; KARATHANOS, V.T. e MAROULIS, Z.B. Effect of Osmotic Dehydration on Color and Sorption Characteristics of Apple and Banana. **Drying Technology**, v.18, p.937-950, 2000.
- LEWICKI, P.P. e LUKASZUK, A. Effect of osmotic dewatering on rheological properties of apple subjected to convective drying. **Journal of Food Engineering**, v.45, p.119-126, 2000.
- LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W. ; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; SOUZA NETO, M. A.; SOUZA, A. C. R. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. V 24, n. 2, Campinas Apr. /June 2004
- MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEIREDO, R. W. **Processamento de frutas tropicais: nutrição, produtos e controle de qualidade**. Fortaleza: UFC, 2009, 277p, ISBN:978-85-7282-339-5.
- MIZRAHI, S.; EICHLER, S.; RAMON, O. Osmotic dehydration phenomena in gel systems. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 49, n. 1, p. 87-96, 2001.
- MORENO, J.; CHIRALT, A.; ESCRICHE I. e SERRA, J.A. Effect of Blanching/Osmotic Dehydration Combined Methods on Quality and Stability of Minimally Processed Strawberries. **Food Research International**, v.33, p.609-616, 2000.
- PANAGIOTOU, N. M.; KARATHANOS, V. T.;MAROULIS, Z. B. Effect of osmotic agent on osmotic dehydration of fruits. **Drying Technology**, New York, v. 17, n. 1, p. 175-189, 1999.
- RAOULT-WACK, A. L.; LENART, A.; GUILBERT, S. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science e Technology**, nº. 5, agosto, p. 255-260, 1994.
- SACCHETTI, G.; GIANOTTI, A.; DALLA ROSA, M. Sucrose-salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. **Journal of Food Engineering**, v. 49, n. 2, p. 163-173, 2001.
- SOUZA NETO, M. A.; MAIA, G. A.; LIMA, J. R.; FIGUEIREDO, R. W.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, A. S. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: Avaliação das variáveis de processo. **Ciênc. agrotec.**,V.29, n. 5, p.1021-1028, Lavras, set./out., 2005.
- SOUZA NETO, M.A.; MAIA, G.A.; LIMA, J.R.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUZA FILHO, M.S.M.; LIMA, S.S. Cinética de desidratação da manga. **Publ. UEPG Exact Soil Sci., Agr. Sci. Eng.**, Ponta Grossa, v.10, n. 2, p. 37-44, 2004.
- TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, Oxford, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.
- VIAL, C.; GUILBERT, S. e CUQ , J.L. Osmotic Dehydration of Kiwi Fruits: Influence of Process Variables on the Color and Ascorbic Acid content. **Science des Aliments**, v.11, n.1, p.63-84, 1991.

**Recebido em 09 09 2010**

**Aceito em 20 032011**