

DESIDRATAÇÃO POR IMERSÃO-IMPREGUAÇÃO EM SOLUÇÃO DE SACAROSE E LIOFILIZAÇÃO DE COCO VERDE (*COCOS NUCIFERA* LINN).

Denise Silva do AMARAL¹; Taciano PESSOA¹; Flavio Farias GURJÃO¹; Luís Gomes de MOURA NETO²; Maria Elita Martins DUARTE³; Mario Eduardo Rangel Moreira CAVALCANTI MATA³

(1) Universidade Federal de Campina Grande. Aluno do Programa de Pós-Graduação, nível mestrado, 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.

(2) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, *Campus* Afogados da Ingazeira. Docente do Curso de Agroindústria. Sítio Campinhos, S/N, CEP: 56800-000, AFOGADOS DA INGAZEIRA – PE. E-mail: netugomes@gmail.com

(3) 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.

RESUMO

A desidratação osmótica representa uma alternativa tecnológica à redução das perdas pós-colheita de frutos. 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 verde. 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 20,35 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.

ABSTRACT

Osmotic dehydration represents a technological alternative to reduce Post-harvest losses of fruits. This study aimed to evaluate the reduction of water content by osmotic dehydration followed by lyophilization and the influence of solution concentration on kinetics osmotic dehydration of coconut. 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 at room temperature control (40°C) for up to 20.35 hours. The flow of mass transfer happened right in against more intensively in hours of August 1 process, soon after starting the trend to equilibrium. The kinetics osmotic dehydration of coconut and water content are influenced by concentration of sucrose. Osmotic dehydration as a pre-treatment other conservation process, such as lyophilization, can be a good alternative for reducing the water content in the food to be conserved.

KEY WORDS: *Cocos nucifera* Linn, processing, mass transport, dehydration.

1. INTRODUÇÃO

Um dos temas mais estudados atualmente no âmbito do pré-processamento de frutas tem sido a desidratação por imersão - impreguação, técnica mais comumente conhecida como desidratação osmótica. O método consiste na remoção parcial da água das frutas por meio da sua imersão, em forma integral ou em fatias, em soluções hipertônicas de um ou mais solutos. Em geral, a desidratação osmótica é utilizada como pré-tratamento na liofilização, secagem por convecção de frutas, podendo remover até 50% da água nelas contida, e conferindo ao produto melhor qualidade final, em termos de aroma, sabor, aparência e textura.

A imersão das frutas em soluções concentradas de determinados tipos de açúcar, origina dois fluxos de massa opostos, pois as frutas contêm açúcares e outros solutos em solução diluída e sua estrutura celular superficial não pode ser considerada uma membrana perfeitamente semipermeável; sendo assim, há uma saída de água da fruta para a solução e uma migração de solutos da solução para o sólido (Torreggiani e Bertolo, 2001; Queiroz et al., 2007).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A desidratação osmótica é reconhecida como sendo um método de desidratação parcial energeticamente econômico, uma vez que não há necessidade de uma mudança de fase. Assim, este pré-tratamento pode apresentar, nas fases iniciais da desidratação, uma taxa mais elevada de perda da água do que a taxa fornecida por processos de secagem, podendo ser usada para redução do tempo de secagem e com a conseqüente diminuição das perdas de nutrientes pelo calor (Rodrigues e Fernandes, 2007).

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 coqueiro (*Cocus 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. Ele é cultivado predominantemente no litoral da região Nordeste. A produção de coco é pequena quando comparada 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).

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 verde.

3. 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 verde (*Cocos nucifera* Linn), os quais foram adquiridos na Empresa Paraibana de Abastecimento e Serviços Agrícolas (EMPASA) do estado da Paraíba.

Após recepção no laboratório, procedeu-se à seleção dos frutos a fim haver uma maior homogeneização das amostras, 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 30,65 mm, largura 12,13 mm e espessura 4,13 (característica própria do coco no estágio de maturação verde), pesados e armazenados em câmara de Demanda bioquímica de Oxigênio (B. O. D.), a 8 °C, com o objetivo de manter a sua qualidade, sendo retirados apenas para a realização dos experimentos, enquanto se produzia os xaropes nas concentrações de 25, 35 e 45 °BRIX.

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. a 40 °C durante todo o tempo de desidratação osmótica (1221 minutos).

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 1221 minutos para realização das pesagem, 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 não identificadas de cada solução era retirada aleatoriamente para a determinação da matéria seca. Esta determinação foi feita por meio do método padrão, utilizando-se a estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, por 24 horas, seguindo-se o (Ial, 2008). 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:

$$\%Xbs = \frac{M_{H_2O}}{M_{seca}} \quad (1)$$

$$\%Xbu = \frac{M_{H_2O}}{M_{seca} + M_{H_2O}} \quad (2)$$

Onde;

%X b.s= Teor de água em base seca

%X b.u=Teor de água em base úmida

M H₂O= Massa de água

M_{seca}=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:

$$P_A\% = 100 \times \frac{(P_0 \times U_0) - (P_t \times U_t)}{P_0} \quad (3)$$

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

$$G_S\% = 100 \times \frac{(MS_t) - (MS_0)}{P_0} \quad (4)$$

Perda percentual de massa:

$$P_p(\%) = 100 \times \frac{(P_0 - P_t)}{P_0} \quad (5)$$

Onde:

PA (%) = Perda de água, em % (p/p)

GS (%) = Ganho de sólidos, em % (p/p)

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

P₀ = Peso do fruto no tempo t = 0, em gramas

P_t = Peso do fruto tratado no tempo t, em gramas

U₀ = Umidade do fruto no tempo t = 0

U_t = Umidade do fruto tratado no tempo t

MS_t = Matéria seca do fruto no tempo t

MS₀ = 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 comum a -18°C por 48 horas, para posteriormente realizar a liofilização no liofilizador, marca Terroni Fauvel, modelo LB 1500 (Figura 1) onde permaneceram 24 horas sob vácuo e ao final deste processo realizou-se o teor de água.



Figura 1- Equipamento utilizado para secagem do coco verde: Liofilizador Modelo LB 1500

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores do teor de água em base úmida (%), para o coco verde 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 osmótica	desidratação Após liofilização
25 °Brix		56, 26 ± 0,24	11, 15 ± 0,12
35 °Brix	65, 68 ± 0,34	50, 80 ± 0,70	10, 52 ± 0,01
45 °Brix		39, 45 ± 0,88	12, 78 ± 0,03

Conforme a Tabela 1 constata-se que a solução a 25, 35 e 45°Brix proporcionaram perda do teor de água inicial de 65,68% b.u para 56,26, 50,80 e 39,45% b.u, após a desidratação osmótica e após a liofilização a solução de 11,15, 10,52 e 12,78% b.u, para um mesmo período de desidratação de 1221 minutos (tempo aproximado de 20,35 horas) e liofilização (24 horas).

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 pra o coco aconteceu mais intensamente nas 8 primeiras horas de processo, logo em seguida inicia-se a tendência ao equilíbrio, ou seja, um ganho muito reduzido em um intervalo de tempo consideravelmente grande, 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).

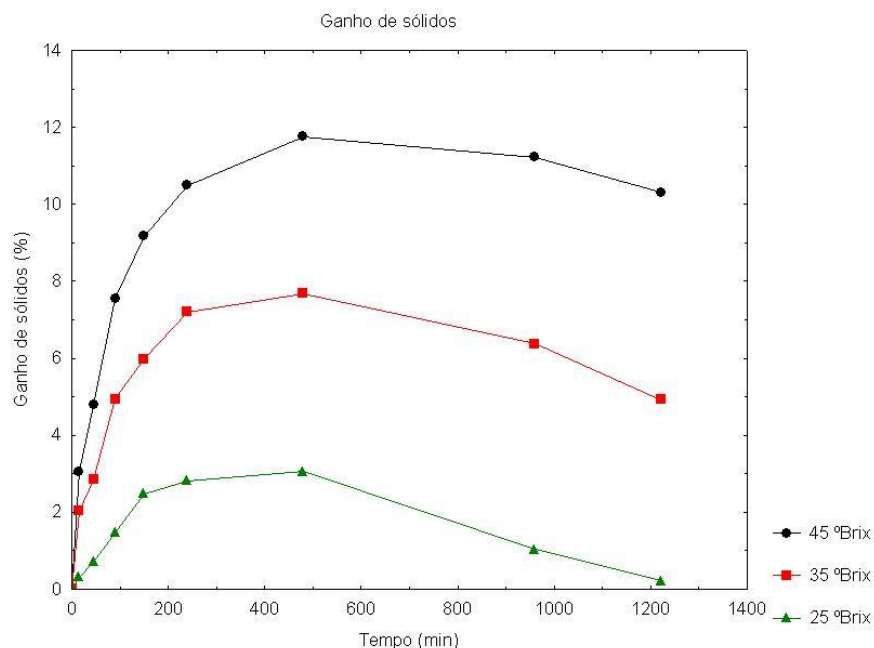


Figura 01 – Ganho de sólidos em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.

Em todos os tratamentos, a maior perda de água ocorreu até os 600 minutos iniciais da desidratação. O aumento da concentração da solução osmótica leva a uma maior remoção de água durante o período de desidratação osmótica.

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.

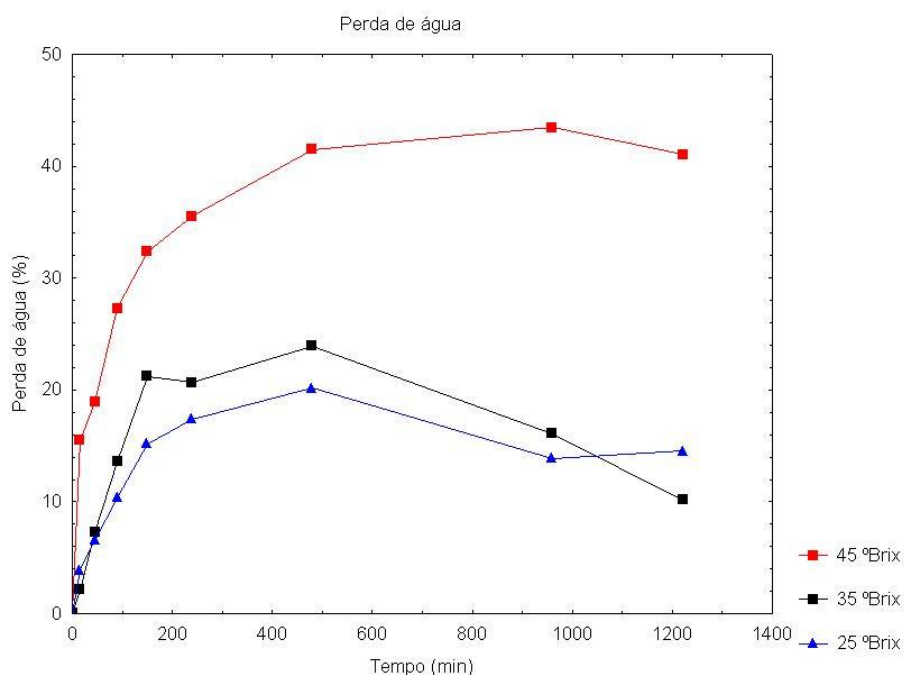


Figura 02 – Perda de água em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45 °Brix.

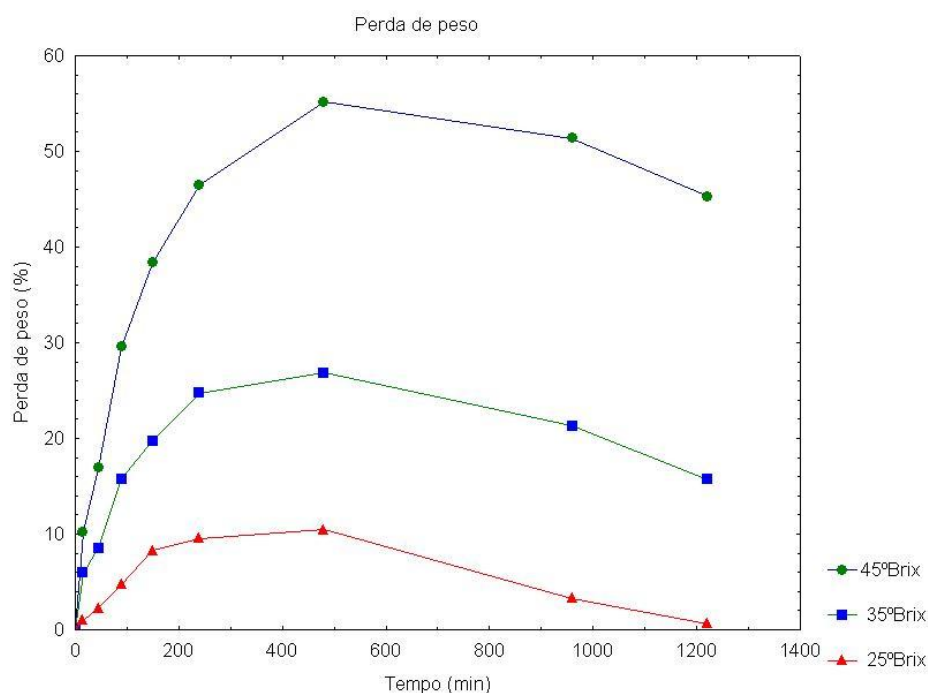


Figura 03 – Perda de peso em função do tempo de desidratação osmótica nas diferentes concentrações de sacarose, 25, 35 e 45°Brix.

5. CONCLUSÕES

A taxa de perda de água e de incorporação de solutos depende de fatores como a natureza do material (espécie, variedade, grau de maturação, etc) e das variáveis de processo (concentração, composição, temperatura da solução osmótica, entre outros), notadamente pela concentração da solução osmótica.

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

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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, nº. 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.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 4ed. Normas analíticas do instituto Adolfo Lutz. São Paulo. V.1, 2008, 1020p.

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.

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.

QUEIROZ, V. A. V.; BERBET, P. A.; MOLINA, M. A. B.; GRAVINA, G. A.; QUEIROZ, L. R.; DELIZA, R. Desidratação por imersão-impregnação e secagem por convecção de goiaba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, n.10, p.1479-1486, 2007.

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.

RODRIGUES, S. ; FERNADES, F.A.N. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. **Journal of food engineering**, v.80.p.678-687, 2007.

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.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. High-quality fruit and vegetable products using combined processes. In: Fito, P.; Chiralt, A.; Barat, J. M.; Spiess, W. E. L.; Behnlian, D. (ed.). Osmotic Dehydration & Vacuum Impregnation – Application in Food Industries. **Lancaster: Technomic Publishing Co., Inc.**, 2001. Chapter 1, p.3-9