

Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi

The effect of osmotic dehydration as a preliminary treatment of pineapple drying

Alex Augusto Gonçalves

Doutor em Engenharia de Produção

Mestre em Engenharia de Alimentos

Dalhousie University, Halifax, NS, Canadá

alaugo@gmail.com

Aline Roberta Blume

Engenheira de Alimentos

Avicola Carrer Ltda., Setor Laticínios

Boa Vista do Sul, RS

arblume_alim@yahoo.com.br

Resumo

A desidratação osmótica do abacaxi, seguida de secagem, foi realizada com diferentes concentrações de solução de sacarose (15, 30 e 45 °Brix). Foram medidos os valores de umidade e atividade de água em diferentes tempos de secagem na estufa. Verificou-se que o melhor comportamento durante a secagem do abacaxi foi o tratado com solução osmótica de 45°Brix. Observou-se que a atividade de água desejada ($a_w < 0,75$) foi atingida mais rapidamente no produto pré-tratado osmoticamente e o teor de umidade residual foi menor nessas amostras. O escurecimento foi menor no abacaxi tratado osmoticamente do que o *in natura*. Os abacaxis sem tratamento adquiriram uma textura fibrosa e sabor mais ácido, quando comparado com o tratamento osmótico de 45°Brix. Constatou-se a ausência de desenvolvimento microbiano durante o processo. A análise sensorial para avaliação da aceitabilidade e preferência entre os produtos tratados osmoticamente (45°Brix) e não tratado mostrou que o abacaxi tratado osmoticamente teve aceitação e maior preferência.

Palavras-chave: abacaxi, desidratação osmótica, secagem.

Abstract

The osmotic dehydration of the pineapple, followed by drying process, was carried with different concentrations of sucrose solution (15, 30 and 40 °Brix). The moisture values and water activity in different drying times were measured. It was verified that the best behavior during the pineapple drying was the one treated with osmotic solution of 45°Brix. It was observed that the desired water activity ($a_w < 0.75$) was reached more quickly in osmotically pre-treated product and, the moisture residual was lesser in these samples. The browning was lesser in treated pineapple than *in natura* one. The pineapples without preliminary treatment acquired a fibrous texture and more acid flavour, when compared with the preliminary osmotic treatment of 45°Brix. It was evidenced absence of microorganism's development during the process. The sensorial analysis for evaluation of acceptability and preference between treated and non-treated products showed that the treated pineapple had acceptance and greater purchase preference.

Key words: pineapple, osmotic dehydration, drying.

1. Introdução

As frutas tropicais são bastante conhecidas em todas as partes do mundo. O abacaxi é uma planta cultivada e muita apreciada em vários países por seu sabor refrescante e aspectos nutricionais. O Brasil é considerado o quarto maior produtor e possui amplas possibilidades para aumentar a produção e a exportação. Nos últimos anos, a produção entre os pequenos tem-se ampliado significativamente, destacando diversos novos pólos em vários estados brasileiros (ITAL, 1987).

A desidratação osmótica consiste na difusão da água do alimento para a solução e, a difusão do soluto da solução osmótica para o alimento. Este processo é utilizado como tratamento preliminar para outras técnicas de desidratação e visa melhorar a qualidade do produto final, como a estabilidade na cor, maior retenção de vitaminas, melhor qualidade na textura, redução do custo de energia e possibilita a formulação de novos produtos (Pokharkar *et al.*, 1997; Rastogi e Raghavarao, 2004; Sousa *et al.*, 2003a, 2003b; Souza Neto *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2006; Derossi *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2008; Lombard *et al.*, 2008; Pani *et al.* 2008).

A temperatura e a concentração da solução osmótica afetam na taxa de remoção de água. Comparada com a secagem através do ar ou por congelamento, a desidratação osmótica é estimulada porque a remoção da água ocorre sem mudança de fase. Este processo recebe atenção considerável devido ao potencial de aplicações industriais (Barbosa-Cánovas e Veja-Mercado, 1996; Panades *et al.*, 2008).

Submergindo a fruta em uma solução concentrada, a água, equivalente a mais de 50% do peso inicial da fruta, pode ser removida. Desse modo, reduz-se significativamente, a carga no secador na subsequente fase de secagem. Com certeza, o produto obtido é diferente daquele obtido unicamente do processo de secagem (Speirs e Coote, 1986; Alves *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2006; Osório *et al.*, 2007; Peiró-Mena *et al.*, 2007; Lombard *et al.*, 2008).

A desidratação de alimentos proporciona produtos compactos, fáceis de transportar e com valor nutricional concentrado, já que neste processo a água é removida. A retirada da água, através de secagem, é um método eficaz de controle de desenvolvimento microbiano, conseqüentemente, apresentando estabilidade no armazenamento (Cruess, 1973; Cruz, 1989; Osório *et al.*, 2007; Khan *et al.*, 2008; Panades *et al.* 2008; Pani *et al.* 2008).

A grande semelhança do produto obtido com o fresco (*in natura*) faz da desidratação osmótica um grande salto tecnológico e uma alternativa para a conservação de alimentos. A qualidade de produtos desidratados pré-tratados osmoticamente acompanha outras técnicas de desidratação (congelamento, vácuo, ar). Portanto, a desidratação osmótica pode fazer parte da planta de processo de alimentos servindo como pré-tratamento para a desidratação de produtos (Barbosa-Cánovas e Veja-Mercado, 1996; Rastogi e Raghavarao, 2004; Souza Neto *et al.*, 2004; Alves *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2006; Osório *et al.*, 2007).

Este trabalho tem como objetivo analisar o efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi.

2. Metodologia

2.1 Matérias-primas

De acordo com Barbosa-Cánovas e Veja-Mercado (1996), a seleção de solutos para a desidratação osmótica está baseada em três fatores principais: (i) características sensoriais do produto; (ii) custo dos

solutos; (iii) o peso molecular do soluto. Os solutos mais comumente usados na desidratação osmótica são o cloreto de sódio, a sacarose, a lactose, o glicerol e a frutose.

Nos experimentos foram utilizados abacaxis da variedade Perola (*Ananas comosus* L.) selecionadas de acordo com as características destinadas a desidratação. Para a preparação dos xaropes, o açúcar (sacarose) foi adicionado a água sob agitação manual com o auxílio de aquecimento até atingir a quantidade de sólidos solúveis desejados. Segundo Fernandes *et al.* (2006), para a desidratação de frutas, soluções de sacarose entre 50-70°Brix e tempo de imersão entre 1-3 horas têm sido utilizadas.

2.2 Desidratação osmótica e secagem

Segundo alguns autores, o processo de desidratação osmótica varia com a temperatura, concentração da solução, do tipo de agente osmótico, tamanho e espessura do produto a ser desidratado, e sistema de agitação (Alves *et al.*, 2005; Fernandes *et al.*, 2006; Peiró-Mena *et al.*, 2007; Derossi *et al.*, 2008; Lombard *et al.*, 2008). O corte da fruta em fatias diminui consideravelmente o tempo de secagem. Em alguns tipos de frutas, como na pêra e no damasco, é possível aplicar o método de fatiamento horizontal. Este método é considerado ideal porque resulta em pedaços de tamanho mais uniforme, o que possibilita a homogeneidade de secagem.

Baseado nessas informações, os abacaxis foram descascados, cortados em fatias de 1,0 cm de espessura e retirado o miolo. Este processo foi feito manualmente. Depois, realizou-se uma lavagem seguida de branqueamento, onde os abacaxis foram imersos em água fervente durante 5 minutos. Em seguida, os abacaxis foram pesados e a solução osmótica foi preparada de acordo com concentração desejada de açúcar (°Brix), para atingir a proporção 1:4 (fruta:xarope). O tempo de imersão foi fixado em duas horas e a temperatura de 40°C. Depois da imersão em solução osmótica, realizou-se a drenagem dos abacaxis (lavando-os com água corrente para remover o excesso de açúcar na superfície) e a pesagem dos mesmos. Os abacaxis foram colocados na estufa de circulação de ar, a 65°C, durante 6 horas, e o teor de umidade e de atividade de água foram avaliados em diferentes tempos de secagem.

2.3 Análise físico-química

Foram acompanhados os teores de umidade e atividade de água durante o processo de secagem. A umidade foi realizada através do método indireto ou termogravimétrico de acordo com as determinações do Instituto Adolfo Lutz (1985) e Wenzel (2001) e a atividade de água foi determinada através do analisador Aqualab CX-2.

2.4 Análise microbiológica

Foram determinados coliformes totais, fecais e *Salmonella* nas amostras desidratadas, de acordo com os parâmetros exigidos pela legislação (Brasil, 2001) seguindo metodologia descrita por Silva *et al.* (2007).

2.5 Análise sensorial

A desidratação osmótica é usada como pré-tratamento de vários processos e melhora as propriedades nutricionais e sensoriais do alimento (Rastogi e Raghavarao, 2004; Fernandes *et al.*, 2006; Atarés *et al.*, 2008; Khan *et al.*, 2008; Lombard *et al.*, 2008). Para verificar diferença entre o produto tratado osmoticamente e o controle (não tratado), utilizou-se avaliação sensorial através de escala hedônica, pois apresenta algumas vantagens em relação a outros métodos de preferência, como menor tempo para avaliação, procedimentos mais interessantes para o provador, uma faixa mais ampla de aplicação, pode ser utilizada por provadores pouco treinados, dentre outros (Teixeira *et al.*, 1987).

O teste sensorial foi realizado com 30 painelistas não treinados. As amostras foram entregues a eles identificadas por "A" e "B", e para a avaliação dos resultados, foi atribuída uma nota para cada produto variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente).

3. Resultados e Discussão

3.1 Desidratação osmótica e secagem

Foram realizados alguns experimentos preliminares de acordo com Torezan e Menezes (2004), a fim de analisar o comportamento da fruta, de um modo geral, com as diferentes concentrações de xarope (0°Brix, como controle, 30°Brix e 60°Brix). Verificou-se que concentrações muito altas de xarope deixam o produto "puxento", sem a mínima crocância e com aparência pesada. Assim, realizou-se um novo experimento com concentrações de 0°Brix (Controle), 15, 30 e 45°Brix, com a mesma temperatura e tempo de imersão.

Durante a secagem pode-se verificar o comportamento dos produtos em função das concentrações das soluções osmóticas (Figura 4 e 5), e verificou-se que o abacaxi tratado com solução osmótica a 45°Brix, quando comparado com as outras concentrações de 15 e 30°Brix, apresentou melhores resultados. Por isto, a avaliação sensorial do produto foi realizada entre as amostras controle (0°Brix) e tratada com 45°Brix.

3.2 Análise físico-química

A concentração da solução e o tempo de exposição da fruta ao xarope dependem do material e do nível desejado de remoção de água. Segundo Speirs e Coote (1986) a sugestão de tempo de imersão são superiores a 18 horas com 67% de concentração de xarope (para banana, manga e mamão), ocasionalmente com agitação. Isto removerá 40% da umidade original. No abacaxi, os resultados foram inferiores, porém, o tempo de imersão foram menores (2 horas).

A presença de umidade determina a efetiva possibilidade que a água tem de promover a ocorrência de reações químicas, enzimáticas e microbiológicas no alimento. A capacidade que a água tem de promover estas reações deverá ser avaliada de um modo que represente efetivamente este "potencial". A grandeza

que nos fornece esta informação é denominada de “Atividade de Água” (Barbosa-Cánovas e Veja-Mercado, 1996).

Tabela 1: Percentual de remoção de água durante a desidratação osmótica.

Concentração da solução (°Brix)	% de remoção de água
0 (controle)	-
15	6.35
30	7.94
45	14.02

Na tabela 2 pode-se verificar os valores de atividade de água do produto nas diversas condições de tratamento osmótico, bem como o comportamento durante a secagem (Figura 1).

Tabela 2: Valores experimentais médios de a_w em diferentes concentrações de solução osmótica.

Concentração da solução (°Brix)	Valor médio de a_w – Média $\pm$ Desvio Padrão		
	Tempo 0 h	Tempo 3 h	Tempo 6 h
0	0.998 $\pm$ 0,0057a	0.984 $\pm$ 0,0020 a	0.662 $\pm$ 0,0021 a
15	0.996 $\pm$ 0,0001a	0.957 $\pm$ 0,0017 b	0.591 $\pm$ 0,0021 b
30	0.994 $\pm$ 0,0006a	0.901 $\pm$ 0,0040 c	0.570 $\pm$ 0,0016 b
45	0.988 $\pm$ 0,0006b	0.833 $\pm$ 0,0026 d	0.476 $\pm$ 0,0045 c

*Médias com letras iguais nas colunas não apresentam diferença significativa.

Na Figura 1 pode-se observar a redução da atividade de água ao longo do tempo de secagem do abacaxi. Abacaxis tratados com solução osmótica tiveram uma redução de a_w constante independente dos tratamentos osmóticos.

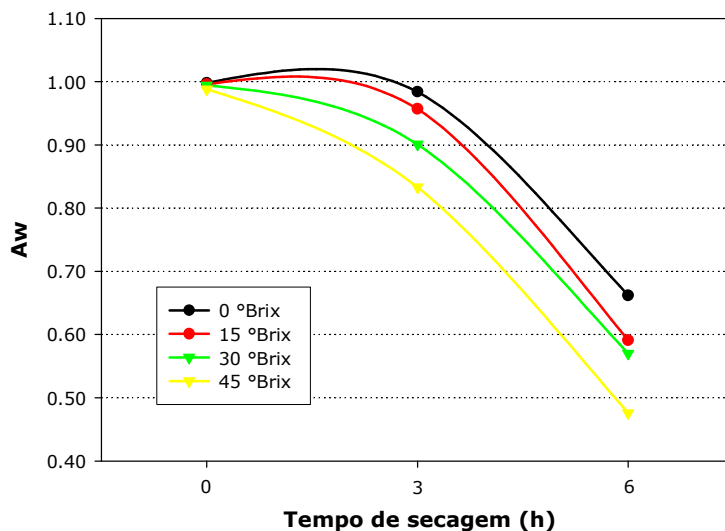


Figura 1: Relação entre a_w e tempo de secagem do abacaxi tratado osmoticamente.

A transferência de água é um dos aspectos mais importantes durante a desidratação osmótica. O principal mecanismo de transferência de massa é a difusão devido ao gradiente de concentração entre a solução osmótica e o alimento (Atarés *et al.*, 2008). Através da análise das curvas obtidas no gráfico, verifica-se que todas amostras tratadas com solução osmótica atingem o valor de $a_w < 0,75$ (valor de a_w médio para alimentos de umidade intermediária) a partir da quinta hora de secagem. Pode-se afirmar, então, que a secagem do abacaxi pode ser realizada de forma eficaz em menos de 6 horas, obtendo-se um produto desidratado dentro dos padrões. A amostra controle teve uma brusca queda no valor de a_w após a terceira hora de secagem.

O alimento desidratado apresenta uma percentagem mínima de umidade, chamada de umidade residual, que é normal e desejável ao produto (Cruz, 1989). A umidade residual tem influência na consistência do produto. Quanto maior for esta umidade, mais macia será a consistência do produto final. Na tabela 3 pode-se verificar os valores de umidade durante a secagem nos diferentes tratamentos osmóticos

Tabela 3: Valores de umidade média em diferentes concentrações de solução osmótica.

Concentração da solução (°Brix)	Valor experimental médio de umidade (%)		
	Tempo 0 h	Tempo 3 h	Tempo 6 h
0 (controle)	92.11 ± 1,45 a	57.46 ± 0,53 a	32.62 ± 0,59 a
15	86.26 ± 0,47 b	42.90 ± 0,80 b	18.45 ± 0,23 b
30	84.80 ± 0,30 b	35.72 ± 0,27 c	16.53 ± 0,25 b
45	79.20 ± 0,17 c	28.86 ± 0,55 d	13.16 ± 0,58 c

*Médias com letras iguais nas colunas não apresentam diferença significativa.

Através do gráfico de "Teor de umidade x Tempo de secagem" (Figura 2) pode-se perceber uma perda de umidade maior quanto maior o °Brix do produto.

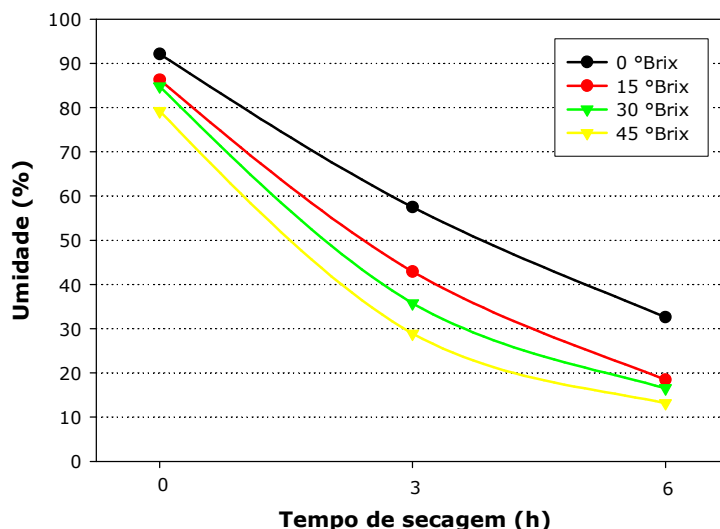


Figura 2: Relação entre o teor de umidade e tempo de secagem do abacaxi.

Na terceira hora de imersão existe maior perda de umidade nas amostras imersas na solução 45°Brix, quando comparadas com os demais tratamentos. Em relação à umidade final dos produtos, é visível uma maior perda de umidade do abacaxi tratado com solução de 45°Brix. Resultados semelhantes foram obtidos por Rodrigues *et al.* (2004), onde o tratamento osmótico proporcionou maior perda de umidade durante a secagem de frutas.

Ranken (1993) afirma que o abacaxi desidratado é considerado alimento de umidade intermediária, pois apresenta umidade entre 15 e 30%, bem como, atividade de água na faixa de 0,65-0,85, e, geralmente, não apresentam problemas de desenvolvimento de microorganismos, apresentando crescente interesse para a indústria de alimentos. Prevê-se, então, que a secagem do abacaxi pode ser realizada de forma eficaz em menos de 6 horas ($a_w < 0,75$), não ultrapassando a atividade de água máxima determinada para alimentos de umidade intermediária e garantindo um percentual de umidade dentro dos padrões para esse tipo de produto.

O abacaxi desidratado sem tratamento apresentou um rendimento de 7,3%. Já o abacaxi pré-tratado com solução osmótica apresentou um rendimento maior, ou seja, 13,78%, devido ao ganho de sólidos durante a imersão na solução osmótica.

Entretanto, um fator de grande importância relacionada com a desidratação osmótica é a própria solução osmótica utilizada que normalmente não é re-utilizada e muitas vezes é descartada como resíduo. Nesse caso, o custo dos produtos desidratados osmoticamente pode aumentar, uma vez que o “licor” de sacarose é descartado após um único uso. Esse descarte pode resultar na perda de substâncias naturais de grande valor nutritivo e sensorial, como vitaminas, minerais, além do próprio sabor e compostos aromáticos da fruta. A possibilidade de “reciclagem” dessas soluções osmóticas ou utilizá-las na formulação de outros produtos podem tornar o processo de desidratação osmótica econômica e ambientalmente viáveis (Peiró-Mena *et al.*, 2007).

3.3 Análise microbiológica

De acordo com os resultados microbiológicos obtidos (Tabela 6), afirma-se que o abacaxi desidratado osmoticamente, seguido de secagem em estufa, obedece aos padrões microbiológicos descritos na legislação de frutas secas (Brasil, 2001). O produto está livre de contaminação microbiológica.

Tabela 4: Resultados obtidos nas análises microbiológicas.

Análise microbiológica	Resultado	Legislação
NPM Coliformes totais (35° C)	$< 2 \times 10^2$ NMP/g	-----
NMP Coliformes fecais (45° C)	$< 2 \times 10^2$ NMP/g	Máximo 10^2 NMP/g
<i>Salmonella</i>	ausência	Ausência em 25g

Portanto, podemos afirmar, assim como Ranken (1993) determina em sua obra, este alimento (abacaxi desidratado) pode ser considerado de umidade intermediária, pois apresenta umidade entre 15 e 30%, bem como, atividade de água na faixa de 0,65 – 0,85. A estabilidade do produto ainda se confirma por

não apresentar desenvolvimento microbiológico. Segundo Lombard *et al.* (2008) a desidratação osmótica seguida do processo de secagem garante a estabilidade de produtos de abacaxi com alta qualidade durante a vida-de-prateleira no mercado nacional, bem como no mercado internacional, através da exportação.

3.3 Análise sensorial

Osório *et al.* (2007) comentam que a desidratação osmótica com soluções de açúcar tem sido utilizada em frutas, pois retarda o escurecimento, aumenta a retenção de compostos voláteis e reforça o sabor doce.

Durante a osmose, a matéria-prima não está sujeita a alta temperatura por tempo prolongado, assim, danos no sabor e na cor podem ser minimizados. A alta concentração de açúcar que cerca a matéria-prima impede a descoloração enzimática ou escurecimento oxidativo. Como a água é removida por osmose, alguns ácidos presentes na fruta podem ser removidos junto com a água, produzindo um sabor mais suave (Speirs e Coote, 1986).

O resultado da análise sensorial da amostra "A" (abacaxi tratado osmoticamente com solução 45°Brix) e a amostra "B" (abacaxi desidratado sem tratamento) estão apresentados na Tabela 5, e mostram que apenas a amostra A foi aceita pelos provadores, pois as notas ficaram acima de 5 (que corresponde ao conceito de indiferença). Além disso, foi encontrada diferença significativa ($p < 0,05$) entre as amostras, ou seja, houve uma preferência pela amostra A.

Tabela 5: Resultados obtidos a partir da análise sensorial.

Amostra	N	Nota Média	Desvio padrão	Probabilidade
A	30	7,88	0,68	
B	30	5,43	1,41	0,00000000

Na ficha do teste sensorial foi feito um questionamento: "Qual dessas amostras você compraria?" Cerca de 88% comprariam o abacaxi com pré-tratamento preliminar.

Com relação à coloração do produto obtido, verificou-se que, no final da secagem, a fruta tratada com solução osmótica 45°Brix apresentou um escurecimento menor que a fruta desidratada na forma *in natura*. Isso se deve à alta concentração de açúcar que cerca o material impedindo a descoloração enzimática ou escurecimento oxidativo conforme comentam Speirs e Coote (1986). Rodrigues *et al.* (2004) também conseguiram estes resultados, interligando o fato com a relação existente entre a deterioração da cor e o conteúdo de vitamina C.

4. Conclusões

Os resultados indicam que a desidratação osmótica pode reduzir o tempo de secagem do abacaxi, uma vez que a atividade de água desejada e o teor de umidade residual determinado pela legislação são atingidos em menos tempo do que na secagem convencional, reduzindo os custos do processo.

Com este tratamento preliminar, as características da fruta *in natura* (cor, sabor, textura) são preservadas. Isto se reflete no resultado da análise sensorial, que demonstra uma grande aceitabilidade e intenção de compra. É um produto compacto, de valor nutricional concentrado e com estabilidade no armazenamento.

O produto obtido atende os padrões microbiológicos exigidos pela legislação federal, sendo a metodologia empregada efetiva na prevenção do desenvolvimento microbiano. Através desta metodologia conjugada, é possível obter abacaxi desidratado, como produto de umidade intermediária, através do de pré-tratamento osmótico seguido de secagem.

Como o açúcar utilizado no processo pode encarecer o produto, sugere-se, para trabalhar futuros, a análise da relação entre a “diminuição do custo por reduzir o tempo de secagem e aumento de custo pelo uso de sacarose”. Também pode ser feita a análise de vitamina C, para verificar se a desidratação osmótica realmente retém vitaminas. E, pode-se fixar um valor de umidade residual, dentro dos padrões permitidos, e determinar o tempo de secagem para a fruta *in natura* e a fruta desidratada osmoticamente, para confirmar a redução de tempo para a secagem de frutas pré-desidratadas osmoticamente.

Referências

- ALVES, D.G.; BARBOSA JR., J.L.; ANTONIO, G.C.; MURR, F.E.X. 2005. Osmotic dehydration of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.). *Journal of Food Engineering*, **68**:99-103.
- ATARÉS, L.; CHIRALT, A.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. 2008. Effect of solute on osmotic dehydration and rehydration of vacuum impregnated apple cylinders (cv. Granny Smith). *Journal of Food Engineering*, **89**:49-56.
- BARBOSA-CANÓVAS, G., VEJA-MERCADO, H. 1996. *Dehydration of foods*. Nova Iorque, Editora Chapman & Hall, p. 265-284.
- BRASIL. 2001. Ministério da Saúde. Resolução RDC no12 de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Acessado em 03/05/2006, disponível em: http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm.
- CRUESS, W.V. 1973. *Produtos Industriais de Frutas e Hortaliças*. São Paulo, Ed. Blücher, vol. 1 e 2, 854 p.
- CRUZ, G.A. 1989. *Desidratação de Alimentos*. 2ª ed., São Paulo, Editora Globo, 207 p.
- DEROSSI, A.; DE PILLI, T.; SEVERINI, C.; MCCARTHY, M.J. 2008. Mass transfer during osmotic dehydration of apples. *Journal of Food Engineering*, **86**:519-528.
- FERNANDES, F.A.N.; RODRIGUES, S.; GASPARETO, O.C.P.; OLIVEIRA, E.L. 2006. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. *Food Research International*, **39**:492-498.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 1985. *Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*. 3 ed., São Paulo, vol.1, 533 p.

- INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – ITAL. 1987. *Abacaxi: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. 2. ed., Coleção: Série Frutas Tropicais. Campinas, SP: ITAL, 1987. 285p.
- KHAN, M.A.M.; AHRNÉ, L.; OLIVEIRA, J.C.; OLIVEIRA, F.A.R. 2008. Prediction of water and soluble solids concentration during osmotic dehydration of mango. *Food and Bioprocess Technology*, **86**:7–13.
- LOMBARD, G.E.; OLIVEIRA, J.C.; FITO, P.; ANDRÉS, A. 2008. Osmotic dehydration of pineapple as a pre-treatment for further drying. *Journal of Food Engineering*, **85**:277–284.
- OSÓRIO, C.; FRANCO, M.S.; CASTAÑO, M.P.; GONZÁLEZ-MIRET, M.L.; HEREDIA, F.J.; MORALES, A.L. 2007. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, **8**:353–359.
- PANADES, G.; CASTRO, D.; CHIRALT, A.; FITO, P.; NUÑEZ, M.; JIMENEZ, R. 2008. Mass transfer mechanisms occurring in osmotic dehydration of guava. *Journal of Food Engineering*, **87**:386–390.
- PANI, P.; LEVA, A.A.; RIVA, M.; MAESTRELLI, A.; TORREGGIANI, D. 2008. Influence of an osmotic pre-treatment on structure-property relationships of air-dehydrated tomato slices. *Journal of Food Engineering*, **86**:105–112.
- PEIRÓ-MENA, R.; CAMACHO, M.M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. 2007. Compositional and physicochemical changes associated to successive osmodehydration cycles of pineapple (*Ananas comosus*). *Journal of Food Engineering*, **79**:842–849.
- POKHARKAR, S.M.; PRASAD, S.; DAS, H. 1997. A model for osmotic concentration of bananas slices. *Journal of Food Science and Technology*, **34**(3):230–232.
- RANKEN, M.D. 1993. *Manual de industrias de los alimentos*. Zaragoza, Acribia, 672 p.
- RASTOGI, N.K.; RAGHAVARAO, K.S.M.S. 2004. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple: considering Fickian diffusion in cubical configuration. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, **37**:43–47.
- RODRIGUES, R.M.; REGES, C.M.; REGES, I.S.; SILVA, V.P. 2004. Influência da desidratação osmótica como tratamento preliminar no tempo de secagem de abacaxi variedade pérola. In: XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos: Estratégia para o Desenvolvimento, Recife, 2004. *Anais digitais...* Recife, 2004, 4 p. [CD-ROM].
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.A.; TANIWAKI, M.H.; SANTOS, R.F.S.; GOMES, R.A.R. 2007. *Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos*. 3ª ed., São Paulo, Varela, 544 p.
- SOUSA, P.H.M.; MAIA, G.A.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W.; NASSU, R.T.; SOUZA NETO, M.A. 2003a. Influência da concentração e da proporção fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, **23**:126–130.
- SOUSA, P.H.M. MAIA, G.A.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W.; SOUZA, A.C.R. 2003b. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. In: *Revista Brasileira de Fruticultura*, **25**(3):414–416.

- SOUZA NETO, M.A.; LIMA, J.R.; SOUZA FILHO, M.S.M.; MAIA, G.A. 2004. *Processo Agroindustrial: Obtenção de um produto de manga por desidratação osmótica e complementação de secagem em estufa*. Embrapa, Comunicado Técnico 99, 3 p.
- SPEIRS, C.I.; COOTE, H.C. 1986. *Solar drying: Practical methods of food preservation*. Geneva, International Labour Office, 144 p.
- TEIXEIRA, E.; MEINERT, E.M.; BARBETTA, P.A. 1987. *Análise Sensorial dos Alimentos*. Florianópolis, UFSC, 180 p.
- TOREZAN, G.A.P.; MENEZES, H.C. 2004. Efeito de diferentes pré-tratamentos de desidratação osmótica na qualidade final de chips de manga: aceitação sensorial. In: XIX Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos: Estratégia para o Desenvolvimento, Recife, 2004. *Anais digitais...* Recife, 2004, 4 p. [CD-ROM].
- WENZEL, G.E. 2001. *Bioquímica experimental dos alimentos*. São Leopoldo, UNISINOS, 213 p.

Submissão: 30/07/2008
Aceite: 31/08/2008