

EFEITO DA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA COMO TRATAMENTO PRELIMINAR NA SECAGEM DA MAÇÃ GALA (MALUS DOMESTICA BORK) E MAMÃO FORMOSA (CARICA PAPAYA L.)

AUTORES

Priscila Vitoriano CHIARELLI
Jéssica Carolina MATHIAS
Maria Angélica Marques PEDRO
Discentes UNILAGO

Patricia de Carvalho Damy BENEDETTI
Docente UNILAGO

RESUMO

O processo de desidratação, além de ser uma alternativa para a redução de perdas devido ao excesso de produção de frutas in natura e ao aproveitamento de frutas fora do padrão, pode agregar valor ao produto. Este trabalho de pesquisa teve como objetivo avaliar a influência das condições de secagem de Maçã Gala e Mamão Formosa com e sem pré-tratamento osmótico sobre as curvas de secagem. As frutas foram submetidas a pré-tratamento osmótico em uma solução 33,3% de açúcar (razão de 1:4), numa temperatura de 40°C sem agitação. Foram estudadas duas temperaturas, 60 e 80°C. Foram medidos os valores de umidade em diferentes tempos de secagem. Verificou-se um menor tempo de secagem quando aplicado o tratamento osmótico. O aumento da temperatura de secagem reduziu o tempo de secagem na estufa.

PALAVRAS-CHAVE

maçã, mamão, secagem

1. Introdução

As frutas tropicais são bastante conhecidas em todas as partes do mundo. Maçã é um fruto rico em água (aproximadamente 85% em massa) que sofre grandes transformações bioquímicas durante seu amadurecimento. A maçã é uma fruta possível de ser desidratada, pois possui boa textura, alto teor de açúcares e de acidez, é firme e está pronta para o consumo (CÓRDOVA, 2006). O mamão é uma fruta típica das regiões tropicais e subtropicais, encontrado durante o ano todo. É bastante rico em carotenóides, dos quais o principal é a criptoxantina, havendo o licopeno na variedade vermelha (EL-AOUAR, AZOUBEL, MURR, 2002).

Atualmente a demanda por produtos naturais, saudáveis e saborosos à base de frutas tem crescido cada vez mais. Grande atenção tem sido dada aos processos que preservam a estrutura física e as características sensoriais dos produtos, principalmente para ampliar o mercado dos produtos feitos de frutas. Portanto, pode-se empregar a desidratação osmótica combinada a outros processos, como a secagem convectiva para melhorar a estabilidade e a aceitação desses produtos.

O tratamento osmótico tem se apresentado como ferramenta tecnológica importante para o desenvolvimento de novos produtos derivados de frutas, com valor agregado e propriedades funcionais (TORREGGIANI e BERTOLO, 2001). Segundo Maia et al. (2002), em países como o Brasil no qual, além da grande variedade de frutas existe ampla disponibilidade de cana-de-açúcar, o processo osmótico pode tornar-se alternativa promissora. Para as frutas, utilizam-se, em geral, soluções concentradas de sacarose (xarope osmótico), que é um açúcar abundante e barato no Brasil (FAVA, 2010).

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. A temperatura e a concentração da solução osmótica, afetam a 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

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

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 (GONÇALVES; BLUME, 2008).

Os produtos osmoticamente desidratados e, posteriormente, secados, quando comparados com produtos apenas secos, apresentam melhor textura, maior retenção de vitaminas, melhor sabor e estabilidade de cor.

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 (GONÇALVES; BLUME, 2008).

Este trabalho de pesquisa tem como objetivo verificar a influência das condições de secagem de Maçã Gala (*Malus Doméstica* Bork) e Mamão Formosa (*Carica Papaya* L.) com e sem pré-tratamento osmótico sobre as curvas de secagem

2. Revisão Bibliográfica

2.1 Maçã

A produção brasileira de maçã está concentrada na Região

Sul, que é responsável por 98% da produção nacional. Em 1974, a produção brasileira de maçã era de apenas 1.528 toneladas, passando a 48.715 toneladas em 1980 e, no início da década de 90 já eram produzidas 330 mil toneladas, evoluindo para mais de 800 mil toneladas no ano 2000. Na safra 2002/2003 foram produzidas 842.256 toneladas de maçã.

A maior parte da produção provém de três cultivares: Gala, Fuji e Golden Delicious. A cultivar Gala é a primeira a ser colhida, em fevereiro, representando 46% da produção total.

Em um estudo que avaliou quatro variedades de maçã (Fuji, Gala, Golden Delicious e Granny Smith) quanto à textura (suculência e consistência), sabor e odor (características definidas pelo estudo como atributos importantes na qualidade de maçãs in natura), foi concluído que a variedade Gala apresenta maior intensidade de odor característico e, com relação à qualidade geral, a maçã Gala assim como a Granny Smith obtiveram melhores resultados (TREPTOW et al., 1995). Da mesma maneira, FONTOURA e FREITAS (1993) estudando as características sensoriais de algumas variedades de maçãs cultivadas no Brasil, observaram que a maçã Gala apresentou as melhores características externas em relação à cor, aparência e aroma.

O consumo de maçã associado a um estilo de vida saudável são fundamentais na prevenção e redução do risco de doenças, principalmente as cardiovasculares.

2.2 Mamão

Dentre as mais importantes frutas tropicais atualmente cultivadas no mundo, o mamão ocupa, evidentemente, um lugar de destaque. Segundo a FAO, o Brasil é o país que mais produz mamão em escala internacional, concentrando 31,6% da oferta mundial, seguido da Nigéria com 13,9%, México com 10,7%, Indonésia com 9,1% e Índia com 8,4%.

A cultura do mamoeiro vem se expandido com perspectivas favoráveis, uma vez que o fruto é bem aceito no mercado consumidor. Sua importância deve-se, principalmente, ao grande aproveitamento dos frutos que são consumidos in natura, e na fabricação de doces, na extração de papaína e produtos cosméticos (AGRINUAL, 2004).

2.3 Desidratação osmótica e secagem

2.3.1 Desidratação osmótica

Uma das principais causas da deterioração de alimentos frescos e conservados é a quantidade de água livre presente neles. A diminuição da atividade de água pode ser obtida com a desidratação da fruta e/ou hortaliça, conseqüentemente contribuindo para a conservação e uso prolongado destas. Os tratamentos osmóticos estão sendo usados principalmente como um pré-tratamento introduzido em alguns processos convencionais, tais como secagem a ar convectivo, microondas e liofilização, a fim de melhorar a qualidade do produto final, reduzir custos de energia ou mesmo formular novos produtos (SERENO et al. 2001). De acordo com Falcone e Suazo (1988), em países como o Brasil onde, além da grande variedade de frutas, existe ampla disponibilidade de açúcar de cana, o processo osmótico pode tornar-se uma alternativa promissora. Com a expansão do mercado, surge o desafio de utilizar tecnologias baratas e adequadas na produção de alimentos que atendam às exigências do consumidor e do produtor. Cada vez mais se têm buscado adaptar técnicas e processos capazes de transformar matérias-primas “danificadas” ou “sem uso” ou ainda fora da classificação, em produtos de alto valor agregado e com consumidores em potencial.

A desidratação osmótica de alimentos consiste na remoção parcial de água pela pressão ocasionada quando se coloca o produto em contato com uma solução hipertônica de solutos (açúcar ou sal), diminuindo assim a atividade de água e aumentando a sua estabilidade, em combinação com outros fatores como controle de pH, adição de antimicrobianos, etc (POKHARKAR et al., 1997). Devido à diferença de concentração entre o agente osmótico (açúcar ou sal) e a fruta, são criados dois fluxos simultâneos em contra corrente, através das paredes celulares: um da água que sai da fruta para a solução – o mais importante do ponto de vista da desidratação – e outro de soluto (sal ou açúcar) da solução para a fruta (LENART e FLINK, 1984; TORREGIANI, 1993). Em pesquisa realizada com diferentes tipos de frutas pode se observar uma boa aceitação do produto desidratado

osmoticamente pelo consumidor. Outra vantagem da desidratação osmótica é o tempo de vida útil do produto, apresentando boa estabilidade microbiológica por até 180 dias, com boa aceitabilidade durante todo o período de armazenamento (LIMA et al., 2004). Entretanto, apesar dessas vantagens amplamente identificadas na pesquisa, pouco uso prático foi feito dessa tecnologia e conhecimentos gerados. Considerando todos 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, valorizando a produção da agricultura familiar. Essa possibilidade já tem sido relatada na literatura como citado por Torreggiani e Bertolo, (2001).

Essa tecnologia proporciona maior retenção de vitaminas, intensificação do flavor e estabilidade na cor, como relatado por El-Aquar, Azoubel, Murr (2002). O aproveitamento da calda gerada na desidratação pelo açúcar com produção de licores, vinagre e álcool, é uma alternativa barata, acessível e eficiente, que possibilita a redução das perdas pós-colheita e o aumento do valor agregado final para as frutas e verduras produzidas nas propriedades.

A grande limitação do processo de desidratação osmótica têm sido de estabelecer um processo em que essa tecnologia simples possa ser usada de forma a não gerar resíduos e sim co-produtos, em sistema que permita seu uso comercial para pequenos produtores rurais, com níveis baixos de investimento, gerando produtos de boa qualidade e preços competitivos.

2.3.2 Secagem em estufa

A secagem ou desidratação é uma técnica utilizada desde a antiguidade para a conservação de alimentos, uma vez que a água afeta de maneira decisiva o tempo de preservação dos produtos, influenciando diretamente sua qualidade e durabilidade (GRENSMITH, 1998). A remoção parcial ou total de água de um alimento implicará na inibição do crescimento microbiano, na prevenção de reações bioquímicas responsáveis pela deterioração e em menores custos de transporte,

embalagem e estocagem, constituindo um método importante para prolongar a vida útil de diversos produtos (PARK et al., 2002; PONTES, 2007).

É realizada através de calor produzido artificialmente em condições de temperatura, umidade e corrente de ar cuidadosamente controlada. O ar é o mais usado meio de secagem dos alimentos. O mesmo conduz calor ao alimento, provocando evaporação da água, sendo também o veículo no transporte do vapor úmido literalmente do alimento.

Na desidratação ou secagem de alimentos, a relação entre as condições de processamento e a qualidade do produto é mais complicada quando comparada com outros processos, devido à extensa faixa de temperatura e umidade ocorridas durante a secagem. As taxas de degradação dos atributos da qualidade, freqüentemente são funções da umidade e da combinação tempo-temperatura. Portanto, faz-se necessário um conhecimento da relação entre a qualidade do alimento e todos os fatores conhecidos que afetam as taxas de degradação como tempo, temperatura, umidade, pH, níveis de oxigênio, composição (carboidratos, lipídios, proteínas, etc.), intensidade da luz, etc. (GABAS, 2002). Entre as alterações sofridas pelos alimentos durante a desidratação, podem-se mencionar as modificações de sua estrutura física, as quais afetam a textura, a capacidade de reidratação e aparência (cor, encolhimento), além da ocorrência de reações químicas indesejáveis, como o escurecimento, a desnaturação de proteína, a oxidação de lipídios, etc., com uma posterior perda do valor nutricional do produto (GABAS, 2002).

3. Materiais e métodos

3.1 Materiais

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Química da União das Faculdades dos Grandes Lagos-UNILAGO.

Para os experimentos, foram utilizadas as seguintes frutas: Maçã Gala da variedade *Malus domestica* Bork e Mamão Formosa da variedade *Carica papaya* L. compradas no mesmo dia dos experimentos, em um mercado local de São José do Rio Preto. Foi utilizado açúcar

refinado para o preparo da solução osmótica.

3.2 Metodologia

3.2.1 Teste de umidade

A umidade inicial de cada amostra foi determinada através do método gravimétrico em estufa com circulação de ar, à temperatura de 60°C até peso constante (RANGANA, 1977), em duplicata.

3.2.2 Secagem

As frutas foram descascadas e cortadas em cubos de 1 cm de espessura (Figura 1). Em seguida, as frutas foram pesadas e a solução osmótica foi preparada de acordo com a concentração desejada de açúcar, para atingir a proporção 1:4 (fruta: açúcar) com uma concentração de 33,3 oBrix (Figura 2) O tempo de desidratação osmótica foi fixado em duas horas com temperatura fixa de 40°C (banho-maria). Pesou-se a solução com as frutas, de uma em uma hora. Finalizado esse tratamento, realizou-se a retirada do excesso de açúcar da superfície dos cubos das frutas com papel toalha e a seguir foram pesados.

A seguir, as frutas foram colocadas em estufa de circulação de ar (marca MARCONI) (Figura 3), onde foram realizadas pesagens periódicas. A pesagem foi realizada em balança semi-analítica.



Figura 1: Mamão e Maçã descascadas e cortadas em cubos de 1 cm de espessura

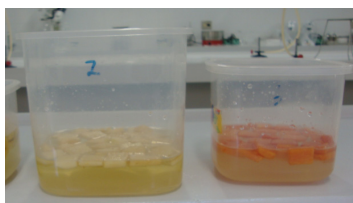


Figura 2: Pré-desidratação osmótica



Figura 3: Estufa com circulação de ar, usada no experimento

3.2.3 Planejamento experimental

Os experimentos de secagem, segundo o planejamento experimental apresentado na Tabela 1, foram realizados em duplicata

Tabela1: Planejamento experimental

Experimentos	Frutas	(%) da solução osmótica	T (°C) de secagem em estufa
1	Mamão	33,3	60
2	Maçã	33,3	60
3	Mamão	0	80
4	Maçã	0	80
5	Mamão	33,3	80
6	Maçã	33,3	80

3.2.4 Modelagem das curvas de secagem

As curvas de secagem foram obtidas por meio do modelo de Page (Equação 1). As curvas foram construídas a partir do adimensional $((X-X^*)/(X_0-X^*))$ da equação versus o tempo de secagem (horas).

Os parâmetros “K” e “n” foram obtidos por meio do ajuste dos dados experimentais ao modelo de Page, utilizando uma regressão não-linear, realizada pelo programa “Origin 6.0”. A avaliação do ajuste foi feita através do valor do Coeficiente de determinação - R² (quanto mais próximo de 1 melhor será o ajuste).

$$\frac{X - X^*}{X_0 - X^*} = \exp(-K^n) \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: X é a umidade média da partícula (base seca), X* é a umidade de equilíbrio (base seca) e X₀ é a umidade inicial (base seca).

O modelo de Page é freqüentemente utilizado nos estudos da secagem de produtos agrícolas, em particular para grãos e sementes, por apresentar excelentes resultados (PATHAK, AGRAWAL e SINGH, 1991).

4. Resultados e discussões

Os dados experimentais se ajustaram satisfatoriamente ao modelo de Page testado. Os parâmetros obtidos através do modelo de Page estão apresentados na Tabela 2. As curvas de secagem para ambas as frutas estudadas não apresentaram diferenças significativas (Figuras 4 e 5).

Tabela 2: Parâmetros obtidos através do ajuste dos dados experimentais através do modelo de Page.

	Maçã		
	PTO-estufa 60°C	Estufa 80°C	PTO-estufa80°C
K	0,1238	0,1783	0,2825
n	1,1733	1,1428	1,0989

R ²	0,9990	0,9953	0,9977
Mamão			
K	0,0842	0,175	0,2404
n	1,7175	1,3658	1,0569
R ²	0,9398	0,9947	0,9690

PTO-Pré-Tratamento Osmótico

De acordo com as Figuras 4 e 5, tanto para o mamão quanto para a maçã, o aumento da temperatura na estufa reduziu o tempo de secagem. Entretanto, observou-se um maior escurecimento na maior temperatura. As frutas tratadas com uma solução de 33,3 °Brix previamente à secagem na estufa, apresentaram uma cor mais clara, em relação a fruta seca sem pré-tratamento osmótico. Este comportamento pode ser observado na Figura 6. A secagem com o pré-tratamento estudado, não interferiu no tempo de secagem.

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. Nas frutas utilizadas neste experimento, os resultados foram inferiores, porém, o tempo de imersão foi menor (2 horas).

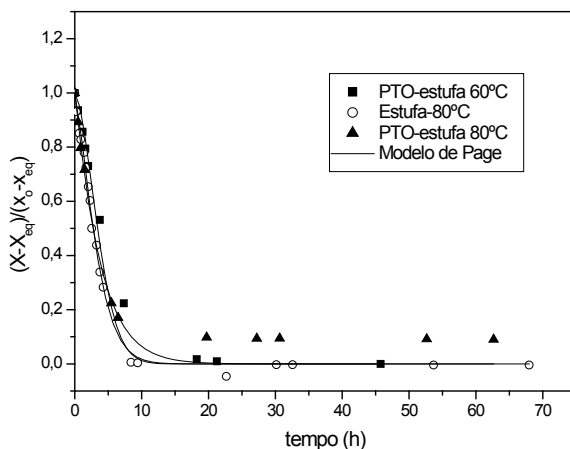


Figura 4: Curva de secagem para o mamão

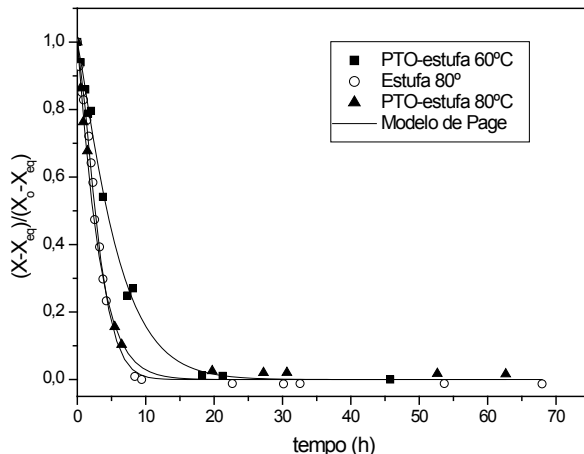


Figura 5: Curva de secagem para a maçã



Figura 6: Frutas com e sem pré-tratamento desidratadas na estufa a 80°C

5. Conclusões

Os resultados indicam que a desidratação osmótica reduziu o tempo de secagem das frutas (maçã gala e mamão formosa). Com este tratamento preliminar, as características da fruta in natura (cor, sabor, textura) são preservadas. É um produto compacto, de valor nutricional concentrado e com estabilidade no armazenamento.

O efeito da temperatura de secagem foi mais significativo do que o efeito do pré-tratamento osmótico (33,3 °Brix) sobre o tempo de secagem.

6. Referências Bibliográficas

AGRIANUAL. Anuário estatístico do Brasil. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2004. 536 p

CÓRDOVA, K. R. V. Desidratação osmótica e secagem convectiva de Maçã Fuji comercial e industrial. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Paraná, 2006.

EL-AOUAR, A. A.; AZOUBEL, P. M.; MURR, F. E. X. Influência do pré-tratamento osmótico na qualidade de mamão formosa (carica papaya l.) seco. XXXI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. Salvador, 29 de julho a 02 de agosto de 2002

FAVA, A. R. Disponível em:

<http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/abril2004/ju-249pag4a.html>. Jornal da Unicamp. Acesso em: 27/10/2004.

FALCONE, M. A.; SUAZO, C. A. T. Desidratação osmótica do abacaxi (Ananas comosus, L.). Parte I: Influência da temperatura e concentração do xarope sobre a velocidade de secagem. Boletim da SBCTA, v. 22, n.1, p. 17-35, 1988.

FONTOURA, P. S. G.; FREITAS, R. J. S. Características sensoriais de algumas variedades de maçã cultivadas no Brasil. Boletim CEPPA, v. 11, p. 131-138, 1993.

GABAS, A. L. Influência das Condições de Secagem de Ameixa (Prunus domestica) na Qualidade do Produto Final. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil. 2002.

GONÇALVES, A. A.; BLUME, A. R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. Estudos Tecnológicos, v. 4, n. 2, p. 124-134, 2008.

GREENSMITH, M. Practical dehydration. 2ed. Flórida: CRC Press, 1998.274p.

LENART, A.; FLINK, J. M. Osmotic concentration of potato. II. Spatial distribution of the osmotic effect. *Journal of Food Technology*, London, n. 19, p. 65-89, 1984.

LIMA, A. S.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; LIMA J. R.; SOUSA, P. H. M. Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 26, n. 1, p. 107-109, 2004.

MAIA, G. A., FIGUEIREDO, R. W., SANTOS, P. H. M. Técnica aumenta tempo de conservação da goiaba. *Revista de Ciência e Tecnologia*, v. 1, n.4, p 11 e 12, abr, 2002.

PARK, K. J., BIN, A., BROD, F.P.R. Drying of pear d'Anjou with and without. *Preservation*, v.11, p.183-195, 2002.

PATHAK, P. K.; AGRAWAL, Y.; SINGH, B. P. Thin-layer drying model for rapeseed. *Transactions of the ASAE*, v. 34, n. 6, p. 2505-2508, 1991.

POKHARKAR, S. M.; PRASAD, S.; DAS, H. A. Model for osmotic concentration of bananas slices. *Journal Food Science and Tecnology*, v. 34, n. 3, p. 230-232, 1997.

PONTES, S. F. O.; BONOMO, R. C. F.; PONTES, L. V.; RIBEIRO, A. C.; CARNEIRO, J. C. S. Secagem e avaliação sensorial de banana da terra. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.9, n.2, p.143-148, 2007.

RANGANNA, S. *Manual of analysis of fruit and vegetable products*. New Delhi; Tata McGraw Hill Publishing Company Limited, 1997, 634p.

SERENO, A. M.; HUBINGER, M. D.; COMESAÑA, J. F.; CORREA, A. Prediction of water activity of osmotic solutions. *Journal of Food Engineering*, Oxford, v. 49, n. 1, p.103-114, 2001.

SPEIRS, C. I.; COOTE, H. C. *Solar drying: Practical methods of food preservation*. Geneva, International Labour Office, 1986, 144 p.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International*, Monticello, v. 26, n. 1, p. 59-68, 1993.

TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pre-treatments in fruits pro-

cessing: chemical, physical and structural effects. Journal of Food Engineering, v. 49, n. 4, p. 247-255, 2001.

TREPTOW, R. de O.; QUEIROZ, M. I.; ANTUNES, P. L. Caracterização físico-química e sensorial de quatro cultivares de maçãs (*Malus domestica* Borkh). Revista Brasileira de Agrociência, v. 1, n. 3, p. 179-184, 1995.

