

# INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DA PRÉ-SECAGEM OSMÓTICA NAS PROPRIEDADES FÍSICAS E QUÍMICAS DE PÊSSEGO NO FORMATO DE FATIAS

DANIELE CARVALHO<sup>1</sup>; SÍLVIA P. M. GERMER<sup>2</sup>; MARLENE R. QUEIROZ<sup>3</sup>; CLÁUDIA R. CARDARELLI<sup>4</sup>; PRISCILLA G. BEUTNER<sup>5</sup>

Nº 0701035.

## RESUMO

A persicultura do Estado de São Paulo/BR conta com cultivares de dupla finalidade (mesa e indústria), e a produção de passas por processo combinado de pré-secagem osmótica (PSO)/secagem convencional vem a ser uma alternativa para o aproveitamento dos excedentes. O objetivo deste estudo foi investigar, na etapa da PSO com xarope de sacarose, a influência das variáveis *temperatura* de processo (30 a 50°C) e *concentração* do xarope (45 a 65°Brix) nas propriedades físicas e químicas de pêssigo, cultivar Aurora-1, em formato de fatias. Empregou-se o delineamento experimental composto rotacional central, sendo o tempo de operação de 4 horas. As respostas foram: variações dos teores de sólidos solúveis (SS); teores de sólidos totais (ST); pH; acidez titulável (AT); relação de sólidos solúveis/acidez (RSSA). Modelaram-se os resultados com o programa STATISTICA (v 6.0) empregando-se a Metodologia de Superfície de Resposta. Foram obtidos modelos estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) para as variações adimensionais de SS, ST, AT e RSSA. Nesses modelos, a temperatura é fator preponderante e positivo. As variações de AT e RSSA possuem, também, influência negativa da temperatura, e apresentam, respectivamente, regiões de mínimo e máximo. Não há, em nenhum modelo obtido, influência da interação dos fatores temperatura e concentração.

## ABSTRACT

The peach production of São Paulo State (Brazil) counts on dual purposes cultivars (table and industry), and in order to exploit the excess, the production of dried peach by combined

1. Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA/UNICAMP, Campinas-SP, ✉daniele05@gmail.com.
2. Orientador: Pesquisadora, FRUTHOTEC/ITAL, bolsista EMBRAPA, Campinas-SP.
3. Colaborador: Pesquisadora, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP.
4. Colaborador: Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA/UNICAMP, Campinas-SP
5. Colaborador: Graduação em Engenharia de Alimentos, FEA/UNICAMP, Campinas-SP

process of osmotic pre-drying /conventional drying can be a possible alternative. The purpose of the present work was to investigate, in the osmotic pre drying (OPD) step with sucrose syrup, the influence of the variables *process temperature* (30 - 50 °C) and the syrup *concentration* (45 - 65 °Brix) over the physical and chemical properties of peach, Aurora-1 cultivar, in the slice form. A Rotational Composition Center experimental design was used, and the process time was 4 hours. The responses were: variation of soluble solids and total solids contents, pH, titratable acidity and soluble solids/ titratable acidity relation. The results were modeled using the Response Surface Methodology by the STATISTICA (v 6.0) software. Significant models ( $p < 0,05$ ) were obtained for the variation of the soluble solids content; total solids, and soluble solids/ titratable acidity relation, in which the temperature is the preponderant factor in a positive way. The models for the titratable acidity variation and the soluble solids/acidity relation have negative influence from the temperature and present regions of minimum and maximum variation respectively. There is no influence of temperature and concentration interaction factors in models.

## INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2005) o Brasil é o 14º produtor mundial de pêssegos e nectarinas, sendo São Paulo o 2º estado de maior produção (47,4 mil toneladas) a qual é quase toda destinada para o consumo *in natura* (SATO, 2001). O processo de secagem osmótica é aquele em que a retirada parcial da água de um alimento é obtida com o emprego de solução hipertônica de um ou mais solutos (PONTING *et al.*, 1966). O processo osmótico vem sendo empregado como etapa preliminar e traz vantagens comparativas aos processos convencionais: redução expressiva do teor de água com economia relativa de energia e incremento da qualidade do produto final (SOUSA *et al.*, 2003; RAOULT-WACK, 1994; AGUIRRE & GASPARINO FILHO, 2002). A transferência de massa e a qualidade do produto final na pré-secagem osmótica (PSO) dependem de propriedades do tecido, tal como a sua permeabilidade, e de variáveis de processo, tais como a temperatura e a concentração do xarope (PONTING *et al.*, 1966; RAOULT-WACK, 1994). O objetivo deste estudo foi investigar, na etapa da PSO com xarope de sacarose, a influência das variáveis *temperatura* de processo (30 a 50°C) e *concentração* do xarope (45 a 65°Brix) nas propriedades físicas e químicas de pêssego, cultivar Aurora-1, em formato de fatias.

## MATERIAL e MÉTODOS

Os frutos, doados pela Cooperativa Holambra II, de Paranapanema/SP, foram colhidos no estágio de maturação fisiológica e armazenados em câmara a 2°C. Empregou-se um delineamento composto rotacional central, baseado na Metodologia de Superfície de Resposta, de acordo com o descrito por BARROS NETO *et al.* (1995). Os fatores investigados foram *temperatura de processo* (30 a 50 °C) e *concentração do xarope* (45 a 65 °Brix). O delineamento consistiu de 8 ensaios e 3 repetições no ponto central. Nos ensaios, os frutos foram selecionados, lavados, descascados, descaroçados e cortados longitudinalmente em 6 fatias iguais. Realizou-se branqueamento com solução de ácido cítrico (4% p/p) e ácido ascórbico (1% p/p), por 40s. A secagem osmótica foi conduzida, nas condições estabelecidas pelo delineamento experimental, em 2 banhos idênticos com capacidade de 30 litros providos de agitação (Immersion Circulation – Model 1266-02). A razão de massa de xarope por massa de fruta foi de 4:1, e o tempo de processo foi de 4 horas. Ao final da operação de secagem osmótica, os pedaços foram retirados do banho, drenados, enxaguados, e secos com papel absorvente. Retiraram-se amostras para a realização das seguintes análises: teores de sólidos totais (ST), sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT). Para as análises, empregaram-se métodos padrões descritos por CARVALHO *et al.* (1990). As mesmas análises foram realizadas com as matérias-primas. As médias das respostas foram tratadas através de análises de regressão múltipla, para a obtenção das superfícies, empregando o Programa STATISTICA versão 6.0 (Statsoft,). Observaram-se as regressões estatisticamente significativas pela Análise de Variância (Anova), através do teste F, no intervalo de 95% de confiança, e do coeficiente de determinação da regressão ( $R^2$ ), quando evidenciada a não significância da falta de ajuste. Eliminaram-se os termos não significativos, considerando as regressões com  $R^2$  superior a 70% e F calculado ( $F_c$ ) superior ao F tabelado ( $F_{tab}$ ), ao nível de 5% de significância. Para o modelo ser preditivo, segundo Barros Neto *et al.* (1995), o  $F_c/F_{tab}$  deve ser maior ou igual 4.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta as médias dos valores obtidos nas análises com as matérias-primas e produtos pré-secos, assim como os respectivos valores adimensionais calculados.

**TABELA 1.** Valores médios e adimensionais dos teores de sólidos totais, sólidos solúveis, acidez titulável, pH e relação sólidos solúveis/acidez das matérias-primas e dos produtos pré-secos de pêssegos em fatias

| ensaio | ST (%) |       |       | SS (Brix) |      |       | AT (g ac cítrico/100g) |      |       | pH   |      |       | RSSA |       |       |
|--------|--------|-------|-------|-----------|------|-------|------------------------|------|-------|------|------|-------|------|-------|-------|
|        | mp     | ps    | ps/mp | mp        | ps   | ps/mp | mp                     | ps   | ps/mp | mp   | ps   | ps/mp | mp   | ps    | ps/mp |
| 1      | 12,33  | 19,39 | 1,57  | 9,6       | 20,1 | 2,09  | 0,30                   | 0,35 | 1,18  | 4,28 | 4,33 | 1,01  | 32,5 | 57,9  | 1,8   |
| 2      | 12,83  | 26,08 | 2,03  | 10,8      | 28,8 | 2,67  | 0,25                   | 0,22 | 0,89  | 4,64 | 4,49 | 0,97  | 43,7 | 130,8 | 3,0   |
| 3      | 12,52  | 22,95 | 1,83  | 10,6      | 22,2 | 2,09  | 0,27                   | 0,39 | 1,43  | 4,45 | 4,30 | 0,96  | 39,1 | 57,2  | 1,5   |
| 4      | 13,31  | 34,15 | 2,57  | 10,8      | 29,2 | 2,70  | 0,27                   | 0,33 | 1,22  | 4,48 | 4,51 | 1,01  | 39,7 | 88,1  | 2,2   |
| 5      | 13,16  | 23,95 | 1,82  | 10,4      | 23,3 | 2,24  | 0,28                   | 0,27 | 0,93  | 4,51 | 4,54 | 1,01  | 36,5 | 87,7  | 2,4   |
| 6      | 11,82  | 24,83 | 2,10  | 10,2      | 22,4 | 2,19  | 0,31                   | 0,25 | 0,80  | 4,46 | 4,53 | 1,02  | 33,0 | 90,5  | 2,7   |
| 7      | 12,16  | 24,48 | 2,01  | 10,8      | 22,6 | 2,09  | 0,26                   | 0,26 | 1,01  | 4,48 | 4,80 | 1,07  | 41,5 | 85,5  | 2,1   |
| 8      | 11,91  | 20,18 | 1,69  | 11,2      | 19,0 | 1,69  | 0,24                   | 0,33 | 1,39  | 4,58 | 4,40 | 0,96  | 46,8 | 56,9  | 1,2   |
| 9      | 12,72  | 22,98 | 1,81  | 10,9      | 21,6 | 1,97  | 0,33                   | 0,36 | 1,12  | 4,55 | 4,62 | 1,01  | 33,5 | 59,1  | 1,8   |
| 10     | 12,56  | 32,08 | 2,55  | 10,2      | 32,2 | 3,15  | 0,24                   | 0,30 | 1,26  | 4,73 | 4,52 | 0,95  | 42,5 | 106,1 | 2,5   |
| 11     | 13,11  | 23,20 | 1,77  | 11,6      | 21,4 | 1,86  | 0,29                   | 0,22 | 0,75  | 4,45 | 4,65 | 1,04  | 39,4 | 97,5  | 2,5   |

mp= matéria-prima; ps = produto pré-seco; adm = adimensional (p. ex.  $ST_{adm} = ST_{ps}/ST_{mp}$ );

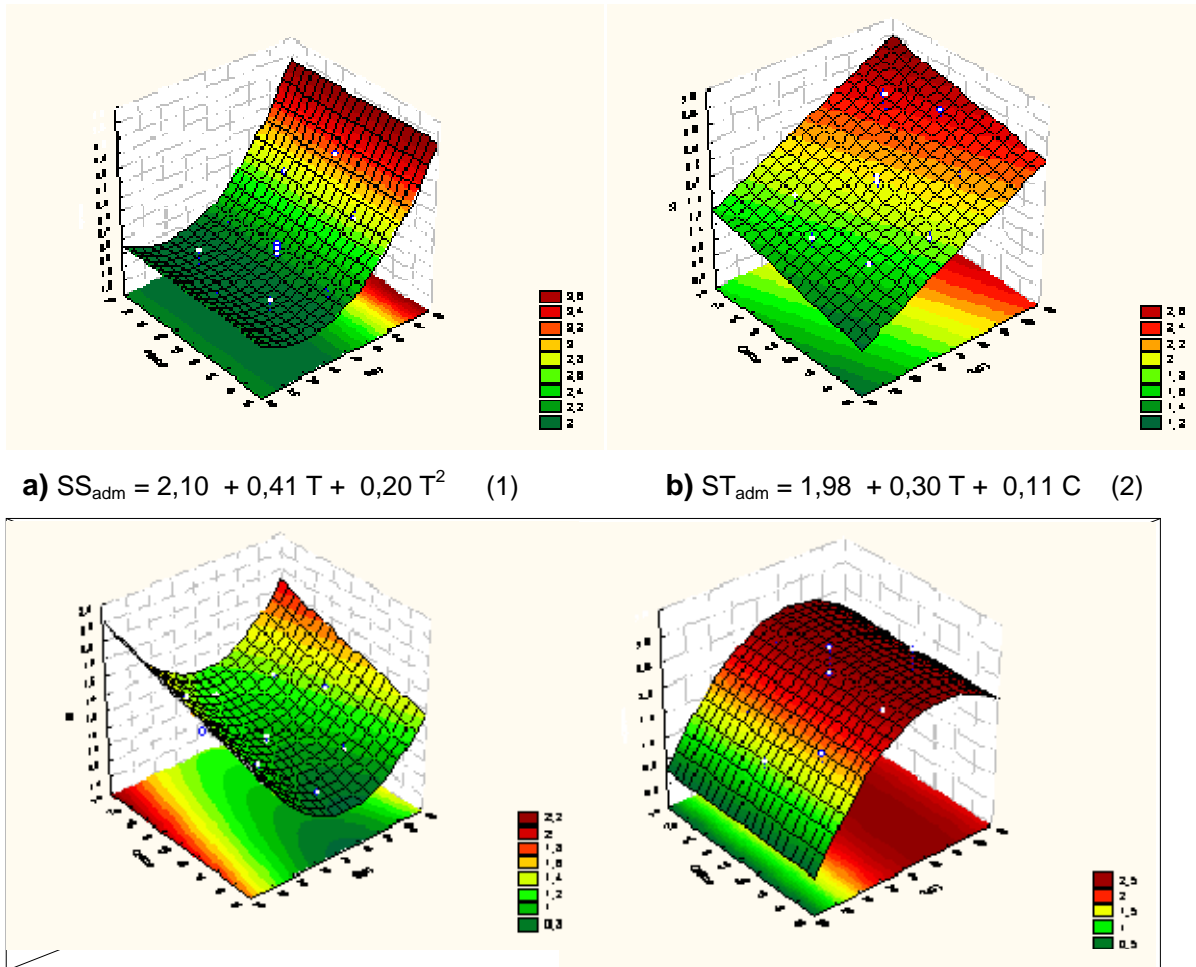
ST = teor de sólidos totais; SS= teor de sólidos solúveis; AT = acidez titulável; RSSA = relação sólidos solúveis/ acidez;

A Tabela 2 apresenta os parâmetros das Anovas e a análise dos modelos das superfícies de resposta dos adimensionais das propriedades físico-químicas do pêssego em fatias na PSO.

| Tabela 2. Parâmetros das Anovas das superfícies de resposta           |                |           |                        |
|---|----------------|-----------|------------------------|
| Dos adimensionais das propriedades físico-químicas do pêssego na PSO. |                |           |                        |
| Adimensional  | R <sup>2</sup> | Fc / Ftab | Análise do modelo      |
| $ST_{adm}$  | 0,77           | 4,15      | Válido e preditivo     |
| $SS_{adm}$  | 0,86           | 5,62      | Válido e preditivo     |
| $AT_{adm}$  | 0,92           | 5,84      | Válido e preditivo     |
| $pH_{adm}$  | 0,8            | 0,75      | Não válido             |
| $RSSA_{adm}$  | 0,72           | 2,55      | Válido e não preditivo |

O modelo para a superfície de resposta adimensional do pH foi considerado estatisticamente não significativo. Para as variações de sólidos totais, sólidos solúveis, acidez titulável e relação sólidos solúveis/acidez, os ajustes dos modelos foram estatisticamente significativos.

Apresentam-se abaixo as superfícies de resposta para os modelos válidos e suas respectivas equações:



a)  $SS_{adm} = 2,10 + 0,41 T + 0,20 T^2$  (1)

b)  $ST_{adm} = 1,98 + 0,30 T + 0,11 C$  (2)

c)  $AT_{adm} = 0,93 - 0,09 T + 0,21 T^2 + 0,14 C$  (3)

d)  $RSSA_{adm} = 2,40 + 0,46 T - 0,3043 T^2$  (4)

**FIGURA 1.** Superfícies de Resposta dos adimensionais de sólidos solúveis (a), sólidos totais (b), da acidez titulável (c) e da relação sólidos solúveis/acidez (d) em função das variáveis Temperatura (T) e Concentração do Xarope (C) da PSO de pêssegos em fatias.

Ressalta-se que o parâmetro adimensional empregado na análise indica a variação (positiva ou negativa) da propriedade monitorada na operação de PSO. Por tratar-se de secagem, ou seja, uma operação de retirada de água, espera-se um aumento geral no valor dos parâmetros. No entanto, deve-se lembrar que, no caso de secagem osmótica, podem ocorrer, simultaneamente à retirada de água, incorporações de açúcares do xarope na fruta, bem como perdas de solúveis da fruta para o xarope. A equação (2) que explica a variação adimensional dos teores de sólidos totais apresenta o termo médio ( $T=0$  e  $C=0$ ) próximo a 2, ou seja, o teor de sólidos é pelo menos dobrado nas condições estudadas, quer pela perda de água, quer pela provável incorporação de sólidos. Quanto à variação adimensional da acidez titulável, a média da equação (3) (0,93) é bastante menor daquela determinada para  $ST_{adm}$ , apontando para prováveis perdas no processo. Todos os modelos apresentam o efeito da temperatura como o de maior influência nas variações observadas, sendo sempre

de forma positiva, com exceção daquele para acidez titulável, resultando numa região de variação mínima com a temperatura, próximo da região central. Uma explicação possível para este fato é que o aumento da temperatura acelera as perdas de ácidos, diminuindo seu teor no produto pré-seco. No entanto, para valores maiores de temperatura, há um fluxo crescente de sólidos do xarope para a fruta, em direção contrária ao fluxo dos ácidos, competindo com este, reduzindo, portanto, sua variação. A concentração influencia menos, apresentando efeito positivo na variação do teor de sólidos totais e acidez. Ambas as variáveis aparecem na forma linear e/ou quadrática nos modelos, não havendo significância do termo de interação das variáveis. A temperatura, portanto, tem preponderância na variação das propriedades estudadas, e quanto maior o seu valor, maior a variação das propriedades. Quanto à variação adimensional da relação de sólidos solúveis/acidez, o comportamento é uma combinação do que ocorre com o teor de sólidos solúveis e acidez titulável. A influência é basicamente da temperatura, crescente com esta até um máximo, que coincide com a variação mínima de acidez, quando observa-se uma inflexão e diminuição com o aumento de temperatura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. 2002. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Manual Técnico, ITAL, Campinas. 205p.

BARROS NETO, B.; SCARMINO, I.S.; BRUNS, R.E. 1995. **Planejamento e otimização de experimentos**. Editora da Unicamp, Campinas. 299p.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M. 1990. **Análises Químicas de Alimentos - Manual Técnico**. ITAL, Campinas, 121p.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. Disponível em: <<http://www.fao.org>>, acesso em 04/09/2005.

PONTING, J.D.; WATTERS, G.G.; FORREY, R.R.; JACKSON, R. STANLEY, W.L. 1966. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Technology**, 11: 125-128.

RAOUT-WACK, A.L. 1994. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, 5: 255 – 260.

SATO, G.S. 2001. Produção de pêssegos de mesa e para Indústria no Brasil. **Informações Econômicas**. 31(6):61-63.

SINDICATO RURAL DE JUNDIAÍ. Normas de classificação de pêssegos e nectarinas. Disponível em: [www.srjundiai.com.br](http://www.srjundiai.com.br), acesso em 15/03/2005.

SOUSA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.A.; MAIA, G.A.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W. 2003. Desidratação osmótica de frutos. **Boletim da SBCTA**, 37: 94-100.