

(S7-P170)

## INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DA PRÉ- SECAGEM OSMÓTICA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE PÊSSEGOS NO FORMATO DE FATIAS

SÍLVIA PIMENTEL MARCONI GERMER<sup>(1)</sup>, MARLENE RITA DE QUEIROZ<sup>(2)</sup>, JOSÉ MAURÍCIO AGUIRRE<sup>(3)</sup>, VALÉRIA DELGADO DE ALMEIDA ANJOS<sup>(4)</sup>, PRISCILLA BEUTNER<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup>Instituto De Tecnologia De Alimentos, Centro De Pesquisa E Desenvolvimento De Frutas E Hortaliças Cp 139, Campinas, Cep 13070-178, Fone: (19) 3743-1826, [sgermer@ital.sp.gov.br](mailto:sgermer@ital.sp.gov.br); Bolsista Do Programa De Pós-Graduação Da Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária Embrapa

<sup>(2)</sup>Faculdade De Engenharia Agrícola, Unicamp Departamento De Pré-Processamento De Produto Agropecuários Cp 6011, Campinas , Cep 13083-970, Fone: (19)3788-1073, [marlene@agr.unicamp.br](mailto:marlene@agr.unicamp.br)

<sup>(3)</sup> Instituto De Tecnologia De Alimentos Fone (19) 3743-1844, [maguirre@ital.sp.gov.br](mailto:maguirre@ital.sp.gov.br)

<sup>(4)</sup>Instituto De Tecnologia De Alimentos Grupo E Engenharia E Pós-Colheita, Fone (19)3743-1853, [vanjos@ital.sp.gov.br](mailto:vanjos@ital.sp.gov.br)

<sup>(5)</sup>Bolsista Da Fundação Do Desenvolvimento Administrativo – Instituto De Tecnologia De Alimentos Centro De Pesquisa E Desenvolvimento De Frutas E Hortaliças Fone(19)3743-1826

**Palavra chave:** desidratação - *Prunus persica* (L.) Batch - superfície de resposta

### 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/secagem convencional vem a ser uma alternativa provável para o aproveitamento dos excedentes. O objetivo deste estudo foi investigar a influência de variáveis de processo nas propriedades físico-químicas de pêssegos na etapa de pré-secagem osmótica com xarope de sacarose. Empregou-se a cultivar Aurora-1, proveniente dos pomares paulistas, em função dos bons resultados em estudos anteriores. Empregou-se o delineamento experimental composto rotacional central, sendo os fatores investigados a temperatura (30 e 50°C) e a concentração do xarope (45 e 65°Brix). Manteve-se fixo o tempo de operação em 4 horas, e o formato em fatias. As respostas foram: variações dos teores de sólidos solúveis (SS); teores de sólidos totais (ST); teores de açúcares totais (AÇT), redutores (AÇR) e não redutores; pH; acidez titulável (AT); relação de sólidos solúveis/acidez (RSSA); cor (L\*, a\*, b\*) e força máxima de corte (Fmax). Modelaram-se os resultados com o programa STATISTICA (v 6.0) empregando-se a Metodologia de Superfície de Resposta. Os resultados demonstram que na operação de pré-secagem não houve influência da temperatura e da concentração do xarope na variação dos parâmetros de cor, Fmax, pH e AÇR. Modelos significativos (5% de significância) foram obtidos para as outras respostas, sendo a temperatura fator preponderante e positivo. As variações de AT e RSSA possuem, também, influência negativa da temperatura, e apresentam respectivamente regiões de mínimo e máximo. A concentração tem influência menor na variação de ST, AT, AÇT e AÇNR. Não há, em nenhum modelo obtido, influência da interação dos fatores temperatura e concentração. Os resultados do estudo, em conjunto com observações quanto ao rendimento de secagem e aceitação sensorial dos produtos secos, deverão permitir a escolha das melhores condições do processo em questão.

## INFLUENCE OF OSMOTIC PRE-DRYING PROCESS' VARIABLES ON THE PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF PEACH SLICES

**Keywords:** dehydration - *Prunus persica* (L.) Batch - surface response

### 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 process of osmotic /conventional drying can be a possible alternative. The purpose of the present work was to investigate the influence of the osmotic pre-drying operation's variables over the peach physical-chemistry properties using sucrose syrup. The Aurora-1 cultivar, proceeding of paulist orchards, was used, decurrent of good results in previous study. The Rotational Composition Center experimental design was used, being the temperature (30 and 50 °C) and the syrup concentration (45 and 65 °Brix) the investigated factors. The process time was kept constant at 4 hours and also the shape (slices). The responses were: variation of the soluble solids content; total solids; total, reducing and non-reducing sugars; pH, titratable acidity, color (L\*, a\*, b\*) and cut maximum strength. The results were modeled using the Response Surface Methodology by the STATISTICA (v 6.0) software. The results showed that there was no influence of the temperature and the syrup concentration over the variation of color, cut maximum strength, pH and reducing sugars content parameters in the osmotic pre-drying operation. Significant models (5% of significance) were obtained for the remained responses, 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. The syrup concentration has lower influence over the soluble solids content, titratable acidity and total and reducing sugars variation. There is no influence of temperature and concentration interaction factors in models. The results of the present work associated with the drying yield and sensorial acceptance of the dried products will allow the choice of the better conditions for the process mentioned.

### INTRODUÇÃO

Segundo dados da FAO (2005), a produção mundial de pêssegos e nectarinas é de 5,8 milhões de toneladas, sendo a China a maior produtora, e o Brasil o décimo quarto produtor com 216 mil toneladas. O Rio Grande do Sul é o estado com maior produção (112 mil toneladas), seguido por São Paulo (47,4 mil toneladas) e Santa Catarina (29,8 mil toneladas). Enquanto boa parte da produção gaúcha é voltada para a indústria de compotas, a produção paulista é quase toda destinada para o consumo *in natura* (Sato, 2001). No entanto, a persicultura paulista conta, também, com cultivares de finalidade dupla, isto é, para mesa e indústria.

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 na redução da umidade de alimentos 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 dependem de propriedades do tecido, tal como a sua permeabilidade, e de variáveis de processo, tais como,

temperatura, natureza e concentração do agente osmótico, agitação e tempo de processo (Ponting et al., 1966; Raoult-Wack, 1994; Angelini, 2002).

Germer et al. (2004) avaliaram o desempenho das cultivares Régis, Tropical e IAC680-129 para a produção de passas de pêssego por processo combinado de pré-secagem osmótica/secagem convencional com xarope de sacarose (70°Brix/45°C/12 horas), e os resultados mostraram-se promissores, motivando uma investigação mais aprofundada.

Iniciou-se, então, um estudo sobre a produção de passas de pêssego por processo combinado de secagem osmótica/secagem convencional para cultivares produzidas comercialmente no Estado de São Paulo. Os resultados da primeira etapa do estudo foram publicados por Germer et al. (2006), que investigaram a aptidão para o processo das seguintes cultivares: Diamante, Douradão, Régis e Aurora-1. Os resultados apontaram para a cultivar Aurora-1 como a de melhor desempenho global. O objetivo da etapa seguinte do estudo foi verificar a influência de variáveis de processo na operação de pré-secagem osmótica de pêssegos, cultivar Aurora-1, com xarope de sacarose. As variáveis investigadas foram: temperatura, concentração do xarope e formato da fruta (fatias e metades). Apresentam-se, neste artigo, os resultados do estudo quanto à influência das variáveis Temperatura e Concentração de xarope na variação das propriedades físico-químicas de pêssegos pré-secos no formato fatia.

## MATERIAL e MÉTODOS

Os frutos foram doados pela Cooperativa Holambra II, de Paranapanema/SP, e colhidos no estágio de maturação fisiológica, isto é, quando da alteração da cor de fundo da casca. Para a classificação dos frutos, a Cooperativa emprega a Norma de Classificação e Padronização de Pêssegos e Nectarinas da Ceagesp. (Sindicato Rural de Jundiaí, 2005). Empregaram-se no estudo, os frutos classificados na categoria I e calibre 4. Segundo a referida Norma, os diâmetros transversais do calibre 4 é de 5,6 a 6,1cm. Os frutos foram armazenados em câmara a 2°C.

Para o estudo, 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 e 50 °C) e concentração do xarope (45 e 65 °Brix). A Tabela 1 apresenta os valores das variáveis codificadas e decodificadas dos ensaios de acordo com o planejamento. O planejamento proposto permitiu o ajuste de modelos estatísticos de segunda ordem (quadráticos), possibilitando a construção de superfícies de respostas. As médias das respostas experimentais 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. Na construção do modelo, eliminaram-se os termos não significativos para a obtenção de um modelo final ajustado mais adequado. Consideram-se, de acordo com Barros Neto et al. (1995) as regressões que obtiveram  $R^2$  superior a 70% e F calculado ( $F_c$ ) superior ao F tabelado ( $F_{tab}$ ) ao nível de 5% de significância. Segundo o mesmo autor, quando  $F_c$  for pelo menos 4 vezes superior ao  $F_{tab}$  o modelo pode ser considerado preditivo. O coeficiente de variação (CV) entre o dados preditos e observados deve ser inferior a 10%, admitindo-se valores de até 20% em experimentos de campo.

**Tabela 1-** Variáveis dos ensaios e seus valores codificados

Ensaio	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)	T	C
1	30	45	-1	-1
2	50	45	1	-1
3	30	65	-1	1
4	50	65	1	1
5	40	55	0	0
6	40	55	0	0
7	40	55	0	0
8	25,8	55	-1,42	0
9	40	69,2	0	1,42
10	54,2	55	1,42	0
11	40	40,8	0	-1,42

T= temperatura codificada; C= concentração codificada

Foram conduzidos dois ensaios aleatorizados de secagem osmótica por dia. Desta forma, os frutos ficaram armazenados no máximo 13 dias em câmara.

Nos processamentos, os frutos foram selecionados, lavados, descascados, descaroçados e cortados manualmente. Para a obtenção da fatia, o fruto foi cortado ao meio, e cada metade foi dividida em três fatias de tamanhos iguais. Realizou-se branqueamento com solução de ácido cítrico (4% p/p) e ácido ascórbico (1% p/p), por 40s, de acordo com Aguirre & Gasparino Filho (2002).

A secagem osmótica foi conduzida em 2 banhos idênticos com capacidade de 30 litros, construídos em acrílico, e providos de agitação (Immersion Circulation – Model 1266-02). Os ensaios de secagem osmótica foram conduzidos nas condições estabelecidas pelo delineamento experimental. A razão de massa de xarope por massa de fruta empregada foi de 4:1. O tempo de processo adotado para a secagem osmótica foi fixado em 4 horas, conforme ensaios preliminares. Ao final da operação de secagem osmótica, os pedaços foram retirados do banho, drenados, enxaguados com água, e cuidadosamente secos com papel absorvente. Amostras foram retiradas para a realização das análises programadas, encaminhando-se o produto pré-seco para a secagem complementar com ar quente. As análises realizadas no produto pré-seco foram: teores de sólidos totais, sólidos solúveis, açúcares totais, açúcares redutores e açúcares não-redutores; cor; textura; pH e acidez titulável. As mesmas análises foram realizadas com as matérias-primas.

Os teores de sólidos solúveis (SS) foram determinados por refratometria, empregando-se o refratômetro ótico de bancada Abbe (AO Abbe Refractometer, Modelo 10450, EUA), corrigindo-se a leitura em função da temperatura segundo Almeida et al. (1999). A acidez titulável (AT) foi determinada por método acidimétrico, medindo-se inicialmente o pH da amostra, e titulando-se com solução de NaOH 0,1M, previamente padronizada, até pH 8,1. As análises dos teores de sólidos totais (ST) foram conduzidas em estufa a vácuo a 73°C, até peso constante. As metodologias anteriores foram adaptadas de Carvalho et al. (1990) e realizadas em triplicata.

As análises de textura foram realizadas em texturômetro TAXT2i (Stable Micro Systems) equipado com o probe “blade set with knife”. Os parâmetros do ensaio foram: velocidade pré-teste de 1mm/s; velocidade pós-teste de 5mm/s; distância 30mm; força máxima 25Kg; força mínima de resistência 0,05N. Empregaram-se 20 pedaços para cada amostra analisada. A medida utilizada foi a força máxima de corte (F<sub>máx</sub>).

Os teores de açúcares totais (AÇT), redutores (AÇR) e não redutores (AÇNR) foram determinados pelo método de Munson e Walker, que consiste na redução de íons cobre em solução alcalina, recomendado por Carvalho et al. (1990) para frutas e produtos derivados.

As cores, da matéria-prima e do produto pré-seco, foram determinadas pelo Sistema CIElab no colorímetro Minolta CR300, por leitura direta na amostra com configuração d/0, iluminante D65, obtendo-se os valores de L\*(luminosidade), a\*(verde-vermelho) e b\*(amarelo-azul).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para eliminar a variabilidade inerente à matéria-prima, trabalhou-se com as variações adimensionais das propriedades no modelamento das superfícies de resposta, ou seja, as relações das médias dos valores determinados ao final da pré-secagem pelos valores médios das matérias-primas.

As Tabelas 3, 4 e 5 apresentam as médias dos valores obtidos nas análises realizadas com as matérias-primas e com os produtos pré-secos, assim como os respectivos valores adimensionais calculados.

**Tabela 3** – Valores médios e adimensionais de cor e textura das matérias-primas e dos produtos pré-secos de pêssogo em fatias

ensaio	L*			a*			b*			Fmáx (N)		
	mp	ps	ps/mp	mp	ps	ps/mp	mp	ps	ps/mp	mp	ps	ps/mp
1	72,15	67,45	0,93	1,62	4,40	2,72	37,31	45,47	1,22	7,12	10,48	1,47
2	69,56	70,86	1,02	6,01	0,88	0,15	35,38	48,35	1,37	8,49	10,09	1,19
3	71,31	70,76	0,99	3,34	1,26	0,38	38,47	47,13	1,23	9,18	11,28	1,23
4	69,06	71,20	1,03	4,54	2,43	0,53	37,69	52,76	1,40	6,71	12,86	1,92
5	69,27	70,64	1,02	4,58	2,31	0,50	37,17	47,37	1,27	6,60	14,26	2,16
6	70,40	69,93	0,99	3,69	5,88	1,59	37,04	45,77	1,24	7,25	7,56	1,04
7	68,58	70,23	1,02	4,26	5,25	1,23	40,50	49,15	1,21	6,49	8,60	1,33
8	70,57	70,42	1,00	3,11	2,61	0,84	36,96	45,12	1,22	9,09	8,54	0,94
9	69,13	70,21	1,02	3,73	3,30	0,88	39,80	49,53	1,24	7,43	8,73	1,18
10	69,82	73,17	1,05	4,47	0,69	0,15	42,42	51,48	1,21	5,91	9,97	1,69
11	69,65	68,71	0,99	4,26	2,10	0,49	37,32	44,57	1,19	7,90	7,58	0,96

mp= matéria-prima; ps = produto pré-seco; adm = adimensional (p. ex.  $L_{adm} = L^*_{ps}/L^*_{mp}$ );

L\* = luminosidade, a\*(verde-vermelho), b\*(amarelo-azul);

Fmáx = força máxima de corte

**Tabela 4** – 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		
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;

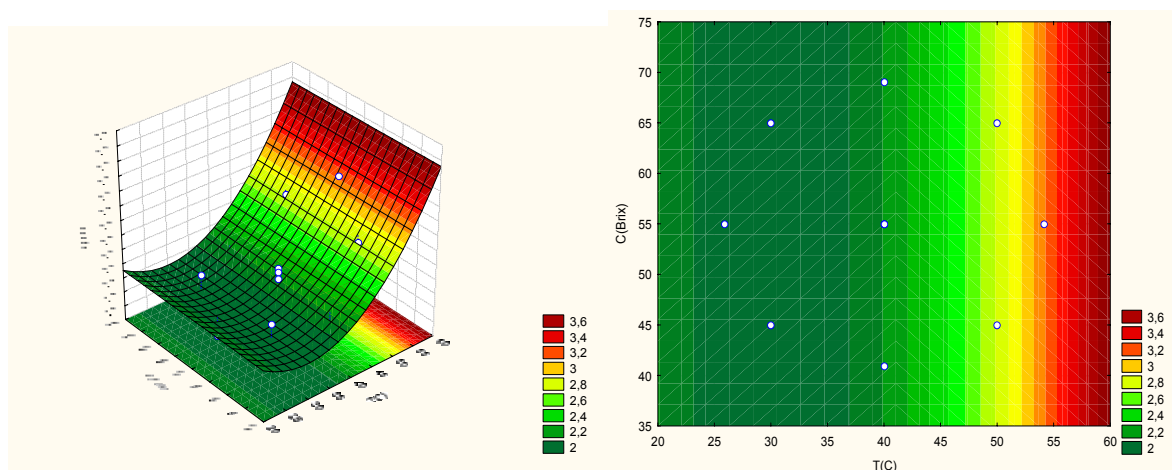
**Tabela 5** – Valores médios e adimensionais dos teores de açúcares totais, açúcares redutores e não redutores das matérias-primas e dos produtos pré-secos de pêssego em fatias

ensaio	AÇT (g/100g)			AÇR (g/100g)			AÇNR (g/100g)		
	mp	ps	ps/mp	mp	ps	ps/mp	mp	ps	ps/mp
1	9,35	15,37	1,64	1,59	1,96	1,23	7,77	13,42	1,73
2	10,32	21,05	2,04	1,80	1,75	0,97	8,52	19,3	2,27
3	9,53	16,29	1,71	1,7	1,33	0,78	7,84	14,95	1,91
4	8,64	17,25	2,00	1,55	1,76	1,14	7,09	15,5	2,19
5	9,35	18,56	1,99	1,59	1,76	1,11	7,77	16,8	2,16
6	8,05	18,73	2,33	1,60	2,21	1,38	6,45	16,52	2,56
7	8,64	17,39	2,01	1,55	1,6	1,03	7,09	15,8	2,23
8	9,53	14,54	1,53	1,7	1,87	1,10	7,84	12,67	1,62
9	9,94	17,18	1,73	1,66	1,7	1,02	8,28	15,48	1,87
10	9,94	23,76	2,39	1,66	1,75	1,05	8,28	22	2,66
11	10,32	16,93	1,64	1,80	1,58	0,88	8,52	15,35	1,80

mp= matéria-prima; ps = produto pré-seco; adm=adimensional (p. ex.  $AÇR_{adm} = AÇR_{ps}/AÇR_{mp}$ );  
 AÇT = teor de açúcares totais; AÇR = teor de açúcares redutores; AÇNR = teor de açúcares  
 não redutores;

Os modelos para os adimensionais de  $F_{max}$ ,  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  e teor de açúcares redutores (AÇR) foram considerados estatisticamente não significativos, e, portanto, não estão sendo apresentados.

O modelo ajustado para o adimensional do teor de sólidos solúveis,  $SS_{adm}$ , apresentou um valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,86, um Fc de 5,62 vezes o Ftab, com falta de ajuste não significativa. Portanto, o modelo, é considerado válido e preditivo. A Figura 1 apresenta a Superfície de Resposta e Curva de Contorno para o  $SS_{adm}$  em função das variáveis, e a equação (1) apresenta o modelo para as variáveis codificadas (os números entre parênteses são os desvios dos coeficientes).



**Figura 1** – Superfícies de Resposta e Contorno do adimensional de sólidos solúveis ( $SS_{adm}$ ) em função das variáveis Temperatura e Concentração na pré-secagem osmótica de pêssegos em fatias

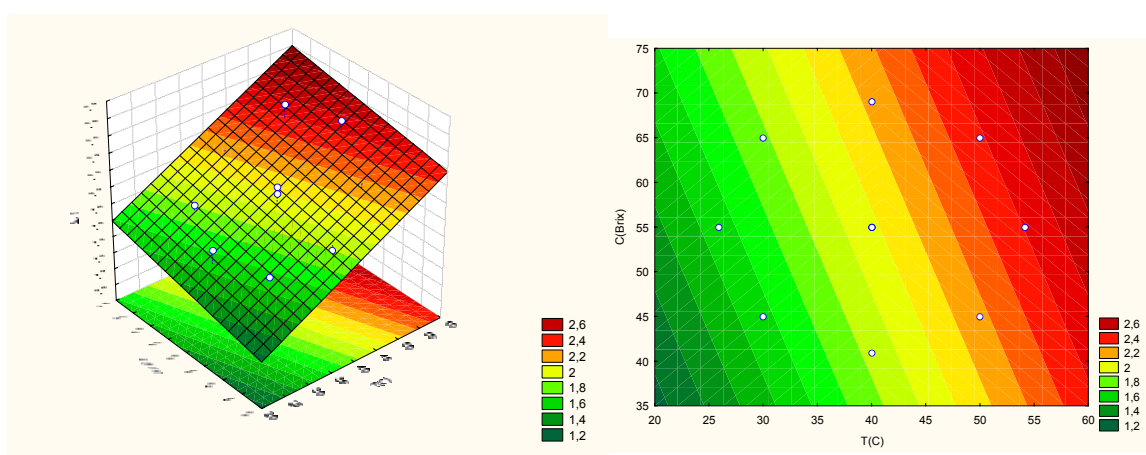
$$SS_{adm} = 2,10 + 0,41 T + 0,20 T^2 \tag{1}$$

(±0,07) (±0,06) (±0,07)

O modelo ajustado para o adimensional de sólidos totais,  $ST_{adm}$ , apresentou um valor de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,77, um Fc de 4,15 vezes o Ftab, e falta de ajuste não significativa. Portanto, o modelo, é considerado válido e preditivo. A Figura 2 apresenta a Superfície de Resposta e Curva de Contorno para  $ST_{adm}$  em função das variáveis, e a equação (2) apresenta o modelo para as variáveis codificadas.

$$ST_{adm} = 1,98 + 0,30 T + 0,11 C \tag{2}$$

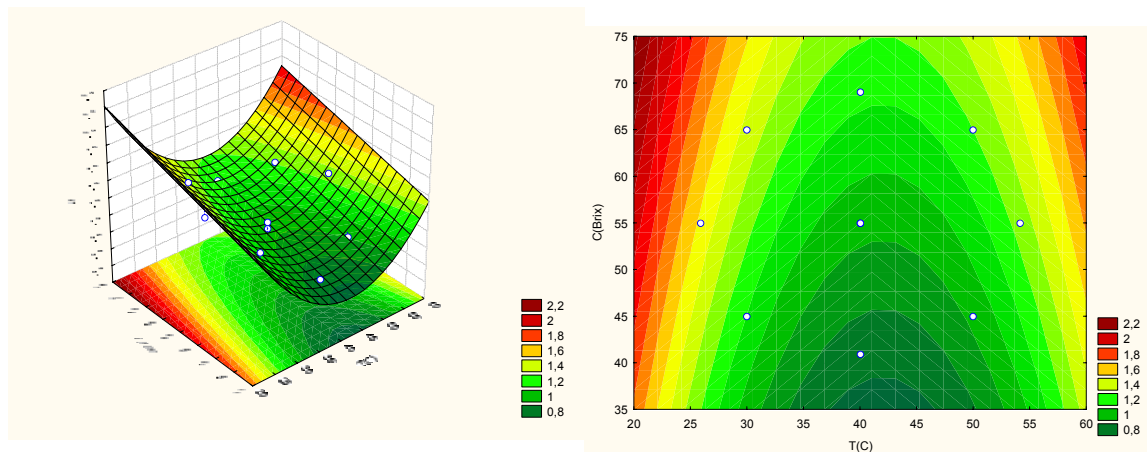
..... (±0,05) (±0,06) (±0,06)



**Figura 2** – Superfície de Resposta e Contorno da variação adimensional de sólidos totais ( $ST_{adm}$ ) em função das variáveis Temperatura e Concentração na pré-secagem osmótica de pêssegos em fatias

A Anova ajustada do adimensional da acidez titulável,  $AT_{adm}$ , apresentou um valor

para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,92. O Fc é 5,84 vezes o Ftab e a falta de ajuste não é significativa. O modelo, portanto, é válido e preditivo. A Figura 3 apresenta a Superfície de Resposta e Curva de Contorno para  $AT_{adm}$  em função das variáveis. A equação (3) apresenta o modelo para as variáveis codificadas.



**Figura 3** – Superfície de Resposta e Contorno do adimensional de acidez titulável ( $AT_{adm}$ ) em função das variáveis Temperatura e Concentração na pré-secagem osmótica de pêssegos em fatias

$$AT_{adm} = 0,93 - 0,09 T + 0,21 T^2 + 0,14 C \tag{3}$$

$(\pm 0,03)$                        $(\pm 0,03)$                        $(\pm 0,03)$                        $(\pm 0,03)$

A Anova ajustada para o adimensional da relação sólidos solúveis/acidez,  $RSSA_{adm}$ , apresentou um valor para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,72. O Fc é 2,55 vezes o Ftab, e a falta de ajuste não é significativa. O modelo, portanto, também é válido, porém não é preditivo.

A Figura 4 apresenta a Superfície de Resposta e Curva de Contorno de  $RSSA_{adm}$  em função das variáveis, e a equação (4) apresenta o modelo para as variáveis codificadas.

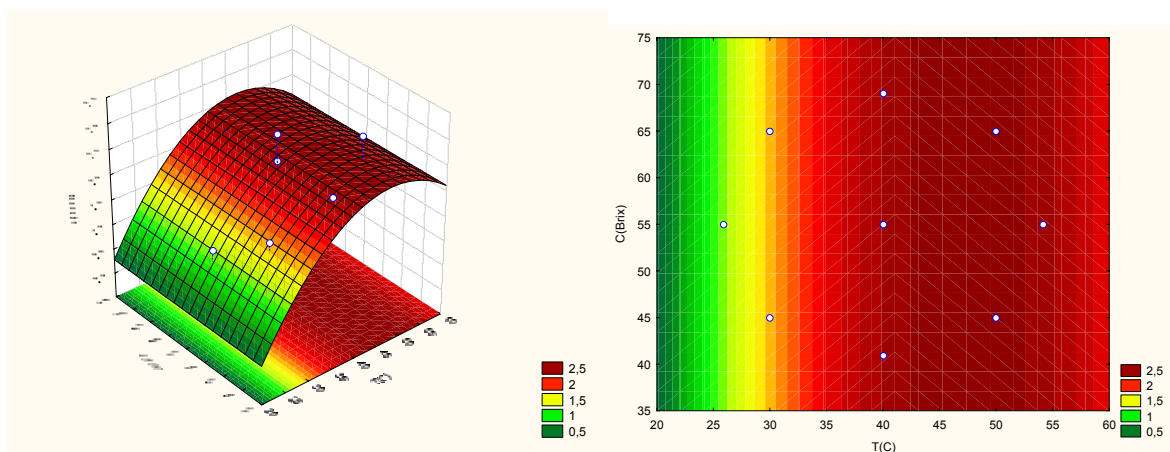
$$RSSA_{adm} = 2,40 + 0,46 T - 0,3043 T^2 \tag{4}$$

$(\pm 0,13)$                        $(\pm 0,16)$                        $(\pm 0,13)$

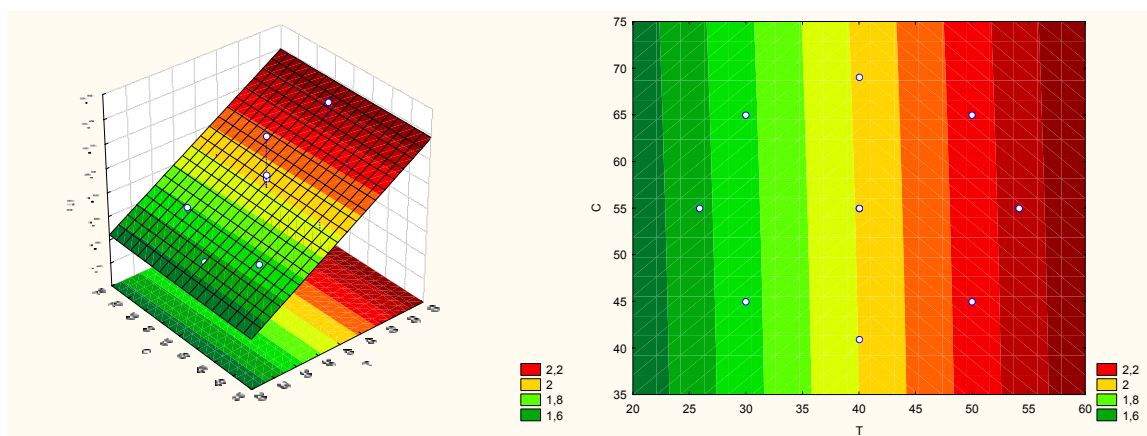
A Anova ajustada do adimensional do teor de açúcares totais,  $A\check{C}T_{adm}$ , apresentou um valor para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,82. O Fc é 4,15 vezes o Ftab, e a falta de ajuste não é significativa. O modelo, portanto, é válido e preditivo.

A Figura 5 apresenta a Superfície de Resposta e Curva de Contorno para  $A\check{C}T_{adm}$  em função das variáveis, e a equação (5) apresenta o modelo para as variáveis codificadas.





**Figura 4** – Superfície de Resposta e Contorno da variação adimensional da relação sólidos solúveis/acidez ( $RSSA_{adm}$ ) em função das variáveis Temperatura e Concentração na pré-secagem de pêssegos em fatias



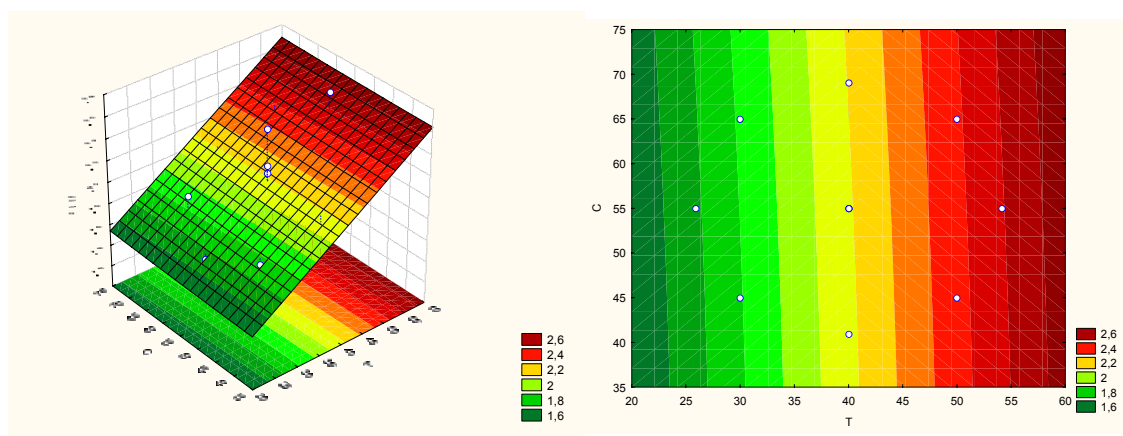
**Figura 5** – Superfície de Resposta e Contorno do adimensional do teor de açúcares totais ( $AÇT_{adm}$ ) em função das variáveis Temperatura e Concentração na pré-secagem osmótica de pêssegos em fatias.

$$AÇT_{adm} = 2,04 + 0,24 T - 0,19 C^2 \quad (5)$$

$(\pm 0,06) \quad (\pm 0,05) \quad (\pm 0,05)$

A Anova ajustada do adimensional do teor de açúcares não redutores,  $AÇNR_{adm}$ , apresentou um valor para o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,82. O Fc é 5,34 vezes o Ftab, e a falta de ajuste não é significativa. O modelo, portanto, é válido e preditivo.

A Figura 6 apresenta a Superfície de Resposta e Curva de Contorno para  $AÇNR_{adm}$  em função das variáveis, e a equação (6) apresenta o modelo para as variáveis codificadas.



**Figura 6** – Superfície de Resposta e Contorno do adimensional do teor de açúcares não redutores ( $A\check{C}NR_{adm}$ ) em função das variáveis Temperatura e Concentração da pré-secagem osmótica de pêssegos em fatias

$$A\check{C}NR_{adm} = 2,24 + 0,29 T - 0,21 C^2 \quad (6)$$

$(\pm 0,07) \quad (\pm 0,06) \quad (\pm 0,07)$

Importante ressaltar que o parâmetro adimensional empregado na análise dos resultados indica a variação (positiva ou negativa) da propriedade monitorada na operação de secagem osmótica. Nesta operação, 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. Analisando os modelos obtidos, é possível fazer algumas considerações quanto aos prováveis fluxos de massa, e a variação do teor de sólidos totais pode balizar uma análise comparativa da variação dos outros parâmetros. A equação (5) que representa a variação adimensional dos teores de açúcares totais apresenta média ligeiramente superior (2,04), e no caso dos açúcares não redutores (equação 6), esta média (2,24) é aproximadamente 10% superior àquela dos  $ST_{adm}$ . A média das variações adimensionais dos açúcares redutores ( $A\check{C}R_{adm}$ ), apresentados na tabela 5, por sua vez, foi de 1,06, indicando que praticamente não houve variação destes teores na operação. Seria razoável supor, portanto, que há ganho de sacarose por parte da fruta, e perda de açúcares redutores. Quanto à variação adimensional dos teores de sólidos solúveis ( $SS_{adm}$ ), observa-se na equação (1) que a média é ligeiramente superior àquela determinada para açúcares totais. Os valores determinados de ss foram sempre maiores que os teores de açúcares, e as diferenças se acentuaram para os produtos pré-secos. Uma explicação possível para este fato é que existem outros solúveis no pêssego além de açúcares, e esta medida sofre interferências de solúveis que não sejam sacarose, tais como ácidos, pigmentos e açúcares redutores. 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. No entanto, deve-se ressaltar que as observações aqui feitas quanto aos fluxos são apenas indicativas, pois, apenas com balanços de massa no sistema é possível a comprovação destas hipóteses.

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. A concentração influencia menos, apresentando efeito positivo na variação do teor de sólidos totais e acidez, e negativo nos teores de açúcares. 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. O modelo do adimensional de acidez titulável apresenta o termo da temperatura linear negativo, resultando em uma região de variação mínima com a temperatura, próximo da região central da temperatura. 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. 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. A relação sólidos solúveis/acidez está bastante relacionada com a percepção sensorial, e poderá influenciar a aceitação sensorial dos produtos, o que deverá ser analisado na seqüência dos trabalhos.

## CONCLUSÕES

Na operação de secagem osmótica de pêssego em fatias com xarope de sacarose, não há influência da temperatura e da concentração do xarope na variação adimensional dos parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), da textura, do pH e do teor de açúcares redutores;

Obtiveram-se modelos significativos e preditivos para a variação adimensional dos teores de sólidos totais, sólidos solúveis, açúcares totais, açúcares não redutores e acidez titulável com a temperatura e concentração do xarope;

O modelo obtido para a variação adimensional da relação sólidos solúveis/acidez é significativo, porém não preditivo;

A temperatura é fator preponderante na variação dos teores adimensionais de sólidos totais, sólidos solúveis, acidez titulável, açúcares totais, açúcares não redutores e relação sólidos solúveis/acidez;

A influência da temperatura é positiva, contribuindo para o aumento da variação adimensional dos teores de sólidos totais, sólidos solúveis, açúcares totais, açúcares não redutores;

As variações adimensionais da acidez titulável e da relação de sólidos solúveis/acidez sofrem também influência negativa da temperatura e apresentam regiões de mínima e máxima variação respectivamente;

A concentração do xarope tem influência menor na variação adimensional dos teores de sólidos totais, acidez titulável e açúcares totais e redutores;

Não há efeito da interação das variáveis Temperatura e Concentração nos modelos obtidos;

Estas conclusões deverão, em conjunto com outras observações quanto à influência destas variáveis no rendimento de secagem, e no desempenho sensorial, permitirem a escolha das melhores condições para o processo combinado de pré-secagem/secagem convencional para produção de pêssegos na forma de passas com a cultivar Aurora-1.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao engenheiro Fernando Mascaro, da empresa Sigmagropesquisa, a colaboração, e à Cooperativa Holambra II a doação das frutas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J.M.; Gasparino Filho, J. 2002. Desidratação de Frutas e Hortaliças. Manual Técnico, Ital, Campinas. 205p.
- Almeida, M.E.M.; Schmidt, F.L.; Gasparino Filho, J. 1999. Processamento de Compotas, doces em massa e geléias: fundamentos básicos. Manual Técnico nº 16. ITAL, Campinas. 62p.
- Angelini, R. (2002) Desidratação osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa* L): Estudo da reutilização da solução osmótica. Dissertação Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, 224p.
- 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.
- Germer, S.P.M.; Aguirre, J.M.; Berbari, S.A.; Montes, S.M.; Mendonça, T.A. 2004 Aptidão das variedades de pêssego Régis, Tropical e IAC680 para produção de passas por secagem osmótica. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2004, Recife. Anais eletrônicos... Recife: SBCTA, 1 CD ROM
- Germer, S.P.M.; Queiroz, M.R.; Aguirre, J.M.; Barbosa, W.; Sigrist, J.M.S.; Quast, E. Caracterização e Avaliação de cultivares de pêssego para produção de passa: etapas de preparo para secagem. In: XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2006, João Pessoa. Anais Eletrônicos... João Pessoa: SBEA, 2006. 1CDROM.
- 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 Jundiá. 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.