

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CULTIVARES, VARIÁVEIS DE PROCESSO, REUSO DO
XAROPE DE SACAROSE E VIABILIDADE ECONÔMICA DA
PRÉ-SECAGEM OSMÓTICA DE PÊSSEGOS**

SÍLVIA PIMENTEL MARCONI GERMER

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

**CULTIVARES, VARIÁVEIS DE PROCESSO, REUSO DO
XAROPE DE SACAROSE E VIABILIDADE ECONÔMICA DA
PRÉ-SECAGEM OSMÓTICA DE PÊSSEGOS**

Tese de Doutorado submetida à banca
examinadora para obtenção do título de Doutor em
Engenharia Agrícola, na área de concentração em
Tecnologia Pós-colheita

SÍLVIA PIMENTEL MARCONI GERMER

Orientador: Prof^a Dr^a MARLENE RITA DE QUEIROZ

Co-orientador: Dr. JOSÉ MAURÍCIO AGUIRRE

CAMPINAS
FEVEREIRO DE 2010

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA E ARQUITETURA - BAE - UNICAMP

G317c Germer, Sílvia Pimentel Marconi
Cultivares, variáveis de processo, reuso do xarope de
sacarose e viabilidade econômica da pré-secagem osmótica de
pêssegos / Sílvia Pimentel Marconi Germer. --Campinas, SP:
[s.n.], 2010.

Orientadores: Marlene Rita de Queiroz, José Maurício
Aguirre.
Tese de Doutorado - Universidade Estadual de Campinas,
Faculdade de Engenharia Agrícola.

1. Pêssego. 2. Desidratação osmótica. 3. Xarope. 4.
Frutas - Desidratação. 5. Pêssego - Secagem. I. Queiroz,
Marlene Rita de. II. Aguirre, José Maurício. III.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Agrícola. IV. Título.

Título em Inglês: Cultivars, process variables, reuse of sucrose syrup and economic
feasibility of the osmotic pre-drying of peaches

Palavras-chave em Inglês: Peach, Osmotic dehydration, Syrup, Fruit dehydration,
Peach drying

Área de concentração: Tecnologia Pós-colheita

Titulação: Doutor em Engenharia Agrícola

Banca examinadora: Vânia Regina Nicoletti Telis, Maria Aparecida Mauro, Hilary
Castle Menezes, Theo Guenther Kieckbusch

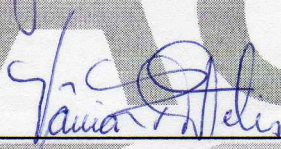
Data da defesa: 19/02/2010

Programa de Pós Graduação: Engenharia Agrícola

Este exemplar corresponde à redação final da **Tese de Doutorado** defendida por **Silvia Pimentel Marconi Germer**, aprovada pela Comissão Julgadora em 19 de fevereiro de 2010, na Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas.



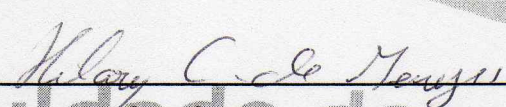
Prof.^a. Dr.^a. Marlene Rita de Queiroz – Presidente e Orientadora
Feagri/Unicamp



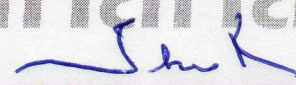
Prof.^a. Dr.^a. Vânia Regina Nicoletti Telis - Membro Titular
Unesp



Prof.^a. Dr.^a. Maria Aparecida Mauro - Membro Titular
Unesp



Prof.^a. Dr.^a. Hilary Castle Menezes - Membro Titular
FEA/Unicamp



Prof. Dr. Theo Guenter Kieckbusch - Membro Titular
FEQ/Unicamp

*Nossas dúvidas são traidoras, e nos fazem perder o que,
com frequência, poderíamos ganhar, pelo medo de tentar.*

William Shakespeare

Dedico ao meu marido, Alex, e aos meus filhos
Guilherme e Carina, minhas inspirações.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pai divino.

Ao meu pai Pedro Guilherme Marconi (*in memorian*), e minha mãe, Juracy Nogueira Pimentel Marconi, por tudo que fizeram por mim.

À minha orientadora, Prof^a Dr^a Marlene Rita de Queiroz, pelos ensinamentos, apoio, compreensão, solidariedade e amizade, que foram fundamentais na condução dos trabalhos e na nossa relação pessoal.

Ao meu co-orientador, Dr. José Maurício Aguirre, pelos ensinamentos, apoio, amizade e compreensão na condução deste, e de outros trabalhos realizados no FRUTHOTEC/ITAL.

À Embrapa, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, pelo apoio financeiro.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos, ITAL, pela permissão e pelo apoio na participação do Programa de Pós-graduação.

Ao pesquisador Wilson Barbosa, do Instituto Agrônômico, pela orientação inicial na seleção das cultivares.

Ao Engenheiro Fernando Mascaro, da empresa Sigmagropesquisa, pelas informações sobre a cultura do pêssego, e à Cooperativa Agro Industrial Holambra, de Paranapanema, pelo apoio com a doação das frutas.

Ao pesquisador Dr. José Ruy Porto de Carvalho do CNPTIA, Embrapa, pela apreciação do delineamento experimental e pelas sugestões.

Aos meus colegas do ITAL, pela valiosa colaboração na elaboração e execução deste trabalho: Shirley Aparecida Berbari, José Gasparino Filho, Rogério Tocchini, Alba Lúcia Coelho Nisida, Neliane Silveira, José Roberto Cavichiolo, Regina K. Grizotto, Valéria D. Anjos, Rita C. S. C. Ormese, Luciana Miyagusku, José Maria Monteiro Sigrist, Roberto Machado de Moraes, Alfredo Vitali e Ernesto Quast.

Aos funcionários de apoio do FRUTHOTEC, pela valiosa colaboração na realização dos ensaios experimentais: Encarnação, Fábio, Plínio, João, Rodrigo, Sebastião, Elza, Lília e Roseli.

Aos estagiários Daniele de Carvalho, Priscila Beutner, Andréia Vitorino, Nelson Vilarinho Júnior, Cláudia Cardarelli, Claudia Mara Feola Lino pela inestimável colaboração nos ensaios experimentais.

Aos funcionários do ITAL que estiveram de alguma forma, envolvidos na realização deste trabalho, em especial, Suzana e Priscila do GEPC, Márcio do CCQA, Márcia e Maristela do CTC.

Ao Prof. Dr. Benedito Carlos Benedetti pelas sugestões na forma de organização da tese.

Aos professores da FEAGRI/UNICAMP pelos vários ensinamentos nas disciplinas cursadas: José Euclides Stipp Paterniani, Dennis Miguel Roston, Sylvio Luís Honório, Marcos David Ferreira, João Domingos Biaggi, Roberto Testezlaf, Raquel Gonçalves, Mauro José Andrade Tereso, José Teixeira Filho.

Aos funcionários da FEAGRI/UNICAMP, que de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos meus colegas do Curso de Pós-Graduação da FEAGRI/UNICAMP pela convivência agradável.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xii
LISTA DE TABELAS	xiv
RESUMO	xvii
ABSTRACT	xix
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1 O PÊSSEGO COMO MATÉRIA-PRIMA	8
2.2 PRODUÇÃO DE PÊSSEGOS NO ESTADO DE SÃO PAULO	12
2.2.1 CULTIVARES DE DUPLA FINALIDADE COM POTENCIAL PARA INDUSTRIALIZAÇÃO	13
2.3 A SECAGEM POR PROCESSO OSMÓTICO	13
2.3.1 O PRINCÍPIO DA SECAGEM OSMÓTICA	14
2.3.2 VARIÁVEIS DE PROCESSO DA SECAGEM OSMÓTICA	15
2.3.2.1 COMPOSIÇÃO DA SOLUÇÃO OSMÓTICA	16
2.3.2.2 TEMPO DE PROCESSO	17
2.3.2.3 CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO OSMÓTICA	19
2.3.2.4 TEMPERATURA	20
2.3.2.4 DIMENSÕES E FORMATO DOS PEDAÇOS	21
2.3.2.6 AGITAÇÃO E VÁCUO	22
2.4 RECONDICIONAMENTO, REUSO E APROVEITAMENTO DA SOLUÇÃO OSMÓTICA	23
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
3 APTIDÃO DE CULTIVARES DE PÊSSEGO DO ESTADO DE SÃO PAULO PARA A PRODUÇÃO DE PASSAS POR PROCESSO COMBINADO DE SECAGEM OSMÓTICA E SECAGEM COM AR QUENTE.....	34
3.1 INTRODUÇÃO	34
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.2.1 SELEÇÃO DAS CULTIVARES	36
3.2.2 PROCESSAMENTO	36
3.2.3 O PROCESSO COMBINADO DE PRÉ-SECAGEM OSMÓTICA/SECAGEM CONVENCIONAL	38
3.2.4 ENSAIOS SENSORIAIS	39
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	40

3.3.1 CARACTERIZAÇÃO DAS CULTIVARES E DESEMPENHO NAS ETAPAS DE PREPARO PARA A SECAGEM	40
3.3.2 RESULTADOS DA PRÉ-SECAGEM OSMÓTICA	42
3.3.3 RENDIMENTOS DO PROCESSO COMBINADO DE SECAGEM OSMÓTICA/SECAGEM CONVENCIONAL	45
3.3.4 ACEITAÇÃO SENSORIAL DOS PRODUTOS FINAIS	47
3.4 CONCLUSÕES	48
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
4 PROCESS VARIABLES IN THE OSMOTIC DEHYDRATION OF SLICED PEACHES	51
4.1 INTRODUCTION	51
4.2 MATERIALS AND METHODS	52
4.2.1 EXPERIMENTAL TESTS	53
4.2.2 PHYSICAL AND CHEMICAL ANALYSES	54
4.2.3 SENSORY ANALYSES	55
4.2.4 MULTIPLE REGRESSION ANALYSES	55
4.3 RESULTS AND DISCUSSION	55
4.4 CONCLUSIONS	66
5 REFERENCES	67
5 VARIÁVEIS DE PROCESSO NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE PÊSSEGOS EM METADES	70
5.1 INTRODUÇÃO	70
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	71
5.2.1 ENSAIOS EXPERIMENTAIS	72
5.2.2 ANÁLISES FÍSICAS E QUÍMICAS	73
5.2.3 ANÁLISES SENSORIAIS	74
5.2.4 ANÁLISES DE REGRESSÃO MÚLTIPLA	74
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
5.5 CONCLUSÕES	85
5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	85
6 REUSE OF SUCROSE SYRUP IN THE OSMOTIC PRE-DRYING OF PEACHES	89
6.1 INTRODUCTION	89
6.2 MATERIAL & METHODS	90

6.2.1 EXPERIMENTAL METHODS	91
6.2.2 RECONDITIONING OF THE SYRUP	91
6.2.3 ANALYTICAL METHODS	93
6.2.4 SENSORY ANALYSIS	94
6.3 RESULTS & DISCUSSION	94
6.4 CONCLUSIONS	107
6.5 REFERENCES	108
7 AVALIAÇÃO SENSORIAL DE COMPOTAS DE PÊSSEGOS PREPARADAS COM SOLUÇÃO OSMÓTICA RECONDICIONADA E REUTILIZADA	111
7.1 INTRODUÇÃO	111
7.2 MATERIAL E MÉTODOS	111
7.3 RESULTADOS	113
7.4 CONCLUSÕES	115
7.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	115
8 VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA UNIDADE PRODUTORA DE PÊSSEGO E ABACAXI PASSA POR PROCESSO COMBINADO DE PRÉ- SECAGEM OSMÓTICA E SECAGEM COM AR QUENTE	117
8.1 INTRODUÇÃO	117
8.2 MATERIAL E MÉTODOS	118
8.2.1 PRODUÇÃO DO PÊSSEGO PASSA	123
8.2.2 PROCESSO DE PRODUÇÃO DO ABACAXI PASSA	124
8.2.3 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS DO PROCESSO DE RECONDICIONAMENTO DO XAROPE	125
8.2.4 ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DO PROJETO	125
8.2.5 PREMISSAS DA ANÁLISE DE VIABILIDADE	128
8.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES	130
8.3.1 INVESTIMENTO FIXO, CAPITAL DE GIRO E CUSTOS DA UNIDADE PRODUTORA	130
8.3.2 CUSTOS UNITÁRIOS DE PRODUÇÃO	136
8.3.3 RECEITA TOTAL DO EMPREENDIMENTO	136
8.3.4 LUCRO BRUTO DO EMPREENDIMENTO	138
8.3.5 PONTO DE EQUILÍBRIO	139
8.3.6. VIABILIDADE ECONÔMICA	140
8.4 CONCLUSÕES	142

8.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	143
9 CONCLUSÕES GERAIS	146
ANEXOS	148
1 PUBLICAÇÕES RESULTANTES DO ESTUDO	148
2 DETALHAMENTO DOS CUSTOS DE INVESTIMENTO DO ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	149
3 DETALHAMENTO DOS CUSTOS DE MÃO-DE-OBRA DO ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	154
4 BASE DE CÁLCULO DOS CUSTOS VARIÁVEIS E CUSTOS FIXOS DO ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	155
5 BASE DE CÁLCULO DO CAPITAL DE GIRO - ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	160
6 FLUXO DE CAIXA DO EMPREENDIMENTO – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	162

LISTA DE FIGURAS

1.1 Pêssegos passas (cultivar Aurora-1) obtidos por processo combinado de PSO e secagem com ar quente (a) e por secagem convencional com ar quente (b)	3
2.1 Ilustração do pêssego inteiro (a) e com um corte transversal (b)	9
3.1 Perda de água (PA) durante o processo de secagem osmótica para as diferentes cultivares de pêssego	42
3.2 Perda de Massa (PM) durante o processo de secagem osmótica das diferentes cultivares de pêssego	43
3.3 Incorporação de Sólidos (IS) durante o processo de secagem osmótica das diferentes cultivares de pêssego	43
3.4 Fluxograma quantitativo básico do processo de produção de pêssego-passa por processo combinado secagem osmótica/secagem convencional com a cultivar Aurora-1	46
4.1 Contour curves of the response surfaces referring to the dimensionless variation in the physical/chemical properties as a function of process temperature and syrup concentration: a) SS; b) TA; c) TSC; d) NRSC; e) L*.....	58
4.2 Contour curves for the response surfaces referring to the variation in the parameter water loss during OD as a function of process temperature and syrup concentration	59
4.3 Contour curves for the response surfaces referring to the means for the sensory attributes of appearance (a) and colour (b) as a function of process temperature and syrup concentration	59
5.1 Curvas de contorno das superfícies de resposta para a variação adimensional do teor de sólidos solúveis (a) e do parâmetro L* (b) em função da temperatura de processo e concentração de xarope	78
5.2 Curvas de contorno das superfícies de resposta para a variação do parâmetro perda de água (a) e perda de massa (b) na PSO em função da temperatura de processo e concentração de xarope	78
6.1 Water loss (WL) and solids incorporation (SI) in sliced peaches during 15 osmotic pre-drying cycles with reconditioning and reuse of the syrup	95
6.2 Titratable acidity of the initial syrups for some of the cycles in the OPD of peaches, with reconditioning and reuse of the syrup	96

6.3 Nephelometric turbidity (a) and electrical conductivity (b) of the initial syrups for some of the cycles in the OPD of peaches, with reconditioning and reuse of the syrup	98
6.4 Instrumental color parameters of the initial syrups for some of the cycles in the OPD of peaches, with reconditioning and reuse of the syrup: a) L*; b) a*; c) b* and d) hue angle (h)	101
8.1 Fluxograma quantitativo básico do processo de produção de pêssego passa por PSO combinada à secagem com ar quente	119/120
8.2 Fluxograma quantitativo básico do processo de produção de abacaxi passa por PSO combinada à secagem com ar quente	121/122

LISTA DE TABELAS

2.1 Teores de componentes químicos e propriedades de pêssegos maduros importantes para a industrialização	10
3.1 Características físico-químicas das cultivares de pêssegos determinadas no dia do processamento	40
3.2 Rendimentos das cultivares nas etapas de preparo para a secagem.	41
3.3 Tempos de secagem convencional, umidades finais dos produtos e rendimentos do processo para as diferentes cultivares	45
3.4 Resultados médios dos ensaios sensoriais com pêssego-passa obtido por processo combinado de secagem osmótica/ secagem convencional para as diferentes cultivares	47
4.1 Encoded and decoded levels of the variables used in the osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches	53
4.2 Experimental and dimensionless values for the chemical properties of the raw material and products in the respective osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches	56
4.3 Osmotic dehydration parameters and experimental and dimensionless values for the physical properties of the raw material and products in the respective osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches	56
4.4 Mean scores obtained in the sensory analysis of the final products obtained in the osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches	57
4.5 Results obtained in the multiple regression analysis of the dimensionless variations (physical/chemical properties), sensory attributes of appearance and colour, and the parameter WL	57
5.1 Níveis codificados e decodificados das variáveis dos ensaios de pré-secagem osmótica de pêssegos em metades	72
5.2 Valores experimentais e adimensionais de propriedades químicas da matéria-prima e dos produtos para os respectivos ensaios de desidratação osmótica de pêssegos em metades	75
5.3 Parâmetros da PSO e valores experimentais e adimensionais de propriedades físicas da matéria-prima e dos produtos secos para os respectivos ensaios da desidratação osmótica de pêssegos em metades	76

5.4 Médias dos atributos sensoriais dos produtos finais para os ensaios de secagem osmótica de pêssegos em metades	76
5.5 Resultados das análises de regressão múltipla das variações adimensionais do teor de sólidos solúveis, do L* de cor, e dos parâmetros PA e PM	77
6.1 Reducing sugar contents of the raw fruits, the pre-dried fruits and the initial and final syrups in some of the OPD cycles for peach, with reconditioning and reuse	99
6.2 Color parameters for the raw fruits and the dried fruits in some of the OPD cycles for peach, with reconditioning and reuse	103
6.3 Yeast & mold counts in the initial syrups and pre-dried fruits throughout the OPD cycles with reconditioning and reuse	104
6.4 Sensory results for the dried peaches obtained in different OPD cycles with reconditioning and reuse	106
7.1 Resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas dos xaropes de sacarose no 1° e 15° ciclos de recondicionamento e reuso da PSO de pêssego	113
7.2 Médias sensoriais dos diferentes tratamentos de compotas de pêssego	114
8.1 Necessidades de matéria-prima da unidade hipotética produtora de frutas passas por processo combinado de PSO e secagem com ar quente	118
8.2 Produção anual quantitativa e percentual dos produtos finais da unidade produtora de frutas passas	130
8.3 Investimento fixo necessário para a implantação da unidade produtora de frutas passas	131
8.4 Capital de giro necessário para a implantação da unidade produtora de frutas passas	132
8.5 Custo fixo anual da unidade produtora de frutas passas	133
8.6 Custo variável anual da etapa de processamento de abacaxi por processo combinado de PSO e secagem com ar quente	134
8.7 Custo variável anual da etapa de processamento de pêssego por processo combinado de PSO e secagem com ar quente	135

8.8 Resumo dos indicadores econômicos da unidade produtora de frutas passas por processo combinado de PSO e secagem com ar quente.....	140
A.1 Equipamentos para o processamento de frutas por processo combinado PSO secagem com ar quente	149
A.2 Equipamentos para acondicionamento do xarope	150
A.3 Equipamentos auxiliares para a unidade industrial	150
A.4 Equipamentos de laboratório	151
A.5 Vidraria para o laboratório	151
A.6 Veículos de movimentação de carga	151
A.7 Estimativa do investimento em obras civis	152
A.8 Estimativa do investimento em obras especiais	153
A.9 Lista de móveis e instalações de escritório, utensílios, informática, telefonia e sistema de proteção e incêndio	153
A.10 Estimativa de salários de mão-de-obra fixa	154
A.11 Estimativa de salário de mão-de-obra variável	154
A.12 Cálculo dos custos de depreciação, seguros e manutenção	156
A. 13 Fluxo de caixa do empreendimento no período de análise do projeto	162

RESUMO

O presente estudo teve por objetivo avaliar a industrialização de cultivares da persicultura paulista na forma de fruta passa empregando-se processo combinado de pré-secagem osmótica (PSO) e secagem convencional com ar quente (SC). Avaliou-se a aptidão das cultivares Douradão, Régis, Aurora-1 e Diamante na PSO com xarope de sacarose (65 °Brix, 45 °C, 6 h), seguida de SC (65 °C, 1,5 m/s). As cultivares Régis e Aurora-1 apresentaram melhores desempenhos globais (facilidade no preparo, bom rendimento de processo e boa aceitação sensorial). Empregando-se o delineamento central composto rotacional, investigou-se a influência da temperatura (30 / 50 °C) e da concentração do xarope (45 / 65 °Brix) na PSO da cultivar Aurora-1 (fatias e metades). Pesquisaram-se as variações físicas e químicas das frutas, os parâmetros perda de massa (PM) e perda de água (PA), e o desempenho sensorial dos produtos. Modelaram-se os resultados usando a metodologia de Superfície de Resposta, obtendo-se os seguintes modelos matemáticos significativos ($p < 0,05$) e preditivos: teores de sólidos solúveis, teores de açúcares totais e não redutores, acidez titulável, L^* de cor e PA para as fatias; e dos teores de sólidos solúveis, L^* de cor, PA e PM para as metades. Os maiores valores de PA e melhores desempenhos sensoriais foram obtidos nas seguintes faixas: 50 a 54,1 °C e 45 a 65 °Brix para as fatias e 50 a 54,1 °C e 55 a 65 °Brix para as metades. Avaliaram-se, em seguida, dois métodos de acondicionamento (RC) do xarope na PSO de fatias de pêssgo: (1) por peneiramento, concentração a vácuo e reposição de xarope; (2) idem, acrescentando-se a operação de filtração. Os ensaios consistiram de 15 ciclos de PSO (50 °C, 65 °Brix, relação xarope: fruta de 4:1) com RC e reuso (RU), seguidos de secagem complementar (SC) (65 °C; 5 h). Análises físicas, químicas e microbiológicas foram realizadas nos xaropes, na matéria-prima e na fruta seca. Determinaram-se os parâmetros PA e incorporação de sólidos (IS), e avaliaram-se sensorialmente os produtos. As cargas microbianas permaneceram baixas. Não houve influência do RC/RU nos parâmetros PA e IS, nem no sabor e na textura sensorial. O RC/RU favoreceu a manutenção da cor amarela do produto. Os métodos apresentaram desempenhos semelhantes. Na seqüência, avaliou-se o desempenho sensorial de compotas de pêssgo preparadas com os xaropes da etapa anterior, após 15 ciclos de PSO com RC/RU. Foram três formulações de calda preparadas com: (A) xarope do método (1); (B) xarope do método (2); (C) xarope novo. Não houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os tratamentos quanto à turbidez da calda e à cor da fruta. Quanto

ao sabor, os tratamentos A e C resultaram significativamente ($p < 0,05$) superiores ao B. Avaliou-se, finalmente, a viabilidade econômica de uma unidade produtora de pêssego e abacaxi passa (1300 kg de fruta / dia) pelo processo combinado PSO/SC empregando-se o RC/RU do xarope (método 1) por 15 ciclos. Determinaram-se investimentos iniciais, capital de giro, custos e receitas totais. A lucratividade foi avaliada, empregando-se análise de fluxo de caixa, desconsiderando-se capitais de terceiros. A taxa interna de retorno (TIR) foi de 34%, e o valor presente líquido (VPL) obtido indica duplicação do capital em 20 anos. Os resultados apontam para a viabilidade econômica do projeto.

PALAVRAS-CHAVES: *Prunus Persica* (L.) Batsch; desidratação osmótica; metodologia de superfície de resposta; recondicionamento do xarope.

ABSTRACT

CULTIVARS, PROCESS VARIABLES, REUSE OF SUCROSE SYRUP AND ECONOMIC FEASIBILITY OF THE OSMOTIC PRE-DRYING OF PEACHES

The objective of the present study was to evaluate the industrialization of peach cultivars from the State of São Paulo, Brazil, in the semi-dried form, using a combined process involving osmotic pre-drying (OPD) and conventional hot air drying (CD). The aptness of the cultivars Douradão, Régis, Aurora-1 and Diamante was evaluated, using OPD with sucrose syrup (65 °Brix, 45 °C, 6 h) followed by CD (65 °C, 1.5 m/s). The cultivars Régis and Aurora-1 showed the best overall performances (ease of preparation, good process yield and good sensory acceptance). A central compound rotary design was used to investigate the influence of temperature (30 / 50 °C) and sucrose concentration (45 / 65 °Brix) in the OPD of the Aurora-1 cultivar (slices and halves). The physical and chemical variation of the fruits, the mass loss (ML) and water loss (WL) parameters, and the sensory performance of the products were investigated. The results were modeled using response surface methodology, obtaining the following significant ($p < 0.05$) and predictive mathematical models: for the slices - soluble solids contents, total and non-reducing sugar contents, titratable acidity, L^* of color and WL; and for the halves - soluble solids contents, L^* of color, WL and ML. The highest values for WL and the best sensory performances were obtained in the following ranges: for the slices - 50 to 54.1 °C and 45 to 65 °Brix; and for the halves - 50 to 54.1 °C and 55 to 65 °Brix. Two reconditioning (RC) methods for the syrup used in the OPD of the peach slices were also evaluated: (1) by sieving, vacuum concentration and replacement of the syrup; (2) idem plus a filtration operation. The trials consisted of 15 OPD cycles (50 °C, 65 °Brix, syrup: fruit ratio of 4: 1) with RC and reuse (RU), followed by complementary drying (CD) (65 °C; 5 h). Physical, chemical and microbiological analyses were carried out on the syrups, raw material and dried fruit. The parameters WL and solids incorporation (SI) were determined and a sensory evaluation of the products was carried out. The microbial loads remained low and RC/RU had no influence on the parameters of WL and SI, nor on the sensory flavor or texture. RC/RU favored maintenance of the yellow color of the product and the methods showed similar performances. In sequence, the sensory performance of peach preserves prepared with the

syrups from the previous step after 15 cycles of OPD with RC/RU was evaluated. Three syrup formulations were used for the preserves: (A) syrup from method (1); (B) syrup from method (2); and (C) freshly prepared syrup. There were no significant ($p < 0.05$) differences between the treatments with respect to cloudiness of the syrup and fruit color, but with respect to flavor, treatments A and C were significantly ($p < 0.05$) superior to B. Finally, the economic feasibility of a dried peach and pineapple producing unit (1300 kg fruit / day) using the combined OPD/CD process with syrup RC/RU (method 1) for 15 cycles, was evaluated. The initial investment, turnover capital, costs and total income were determined. Profitability was evaluated by analyzing the cash flow and ignoring third party capital. The return of investment (ROI) was 34% and the net present value (NPV) obtained indicated duplication of the capital in 20 years. These results indicated the economic feasibility of the project.

Keywords: *Prunus Persica* (L) Batsch; osmotic dehydration; response surface methodology; syrup reconditioning.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, após a China e a Índia, com uma produção que superou 40 milhões de toneladas em 2007 (IBRAF, 2009). Entretanto, a sua participação no mercado mundial é marginal. Ainda que tenha modesta contribuição à balança comercial, a fruticultura no país apresenta dados sócio-econômicos muito relevantes: geração de cinco milhões de empregos (IBRAF, 2009b); contribuição com US\$ 11 bilhões no PIB; geração de 3 novos empregos diretos e 2 indiretos a cada US\$ 10.000 investidos (RODRIGUES, 2004). Neste cenário, o Estado de São Paulo ocupa lugar de destaque, sendo o maior produtor de frutas frescas.

A produção de frutas de São Paulo, com exceção da laranja, é basicamente destinada ao consumo *in natura*, e voltada principalmente para o mercado interno. No geral, os fruticultores obtêm um retorno maior com a venda da fruta fresca, comercializando apenas o excedente, e o produto não classificado, por preços menores, para a agroindústria, ou para mercados menos exigentes como varejões e feiras livres.

A produção de frutas passas ou desidratadas se apresenta como uma alternativa para o aproveitamento de excedentes da fruticultura, oferecendo, com investimentos relativamente baixos, oportunidade de agregação de valor e geração de empregos e renda. A fruta passa pode ser comercializada como um produto final, para consumo direto, ou como ingrediente da agroindústria na elaboração de diversos produtos alimentícios. O destino desta produção pode ser a exportação, ou mesmo o mercado interno.

Não há estatísticas do consumo de frutas passas e desidratadas no Brasil, entretanto, especialistas apontam para um crescimento nos últimos anos (YONEYA, 2006). Em 2007, segundo o IBRAF (2009), foram importadas aproximadamente 43 mil t de frutas desidratadas, representando um montante de aproximadamente US\$ 100.000 mil. A uva passa foi o item mais importante da pauta de importação (18,9 mil t), seguido de ameixas secas (11,5 mil t) e cocos secos (sem casca, ralado) (2,6 mil t). As quantidades importadas dos 10 principais itens apresentaram, na maioria, taxas de crescimento positivas entre os anos de 2000 e 2007, ainda que acompanhadas de aumentos nos preços (BUENO et al., 2008).

O mercado externo, por sua vez, é muito atrativo. O mundo importou no ano de 2006, segundo dados da FAO (2009), aproximadamente 412.000 mil t de frutas secas. A exportação

de frutas na forma processada, por outro lado, é uma forma do setor se esquivar das barreiras fitossanitárias impostas pelos países mais desenvolvidos, e que tem dificultado o comércio mundial de frutas *in natura* (RODRIGUES, 2004).

No Estado de São Paulo, nas últimas décadas, a fruticultura de clima temperado tem-se destacado, apresentando uma importante evolução em termos de ampliação regional, estrutural e varietal (BARBOSA, 2003). Segundo o IBGE (2009), no ano de 2007, o Estado de São Paulo foi o segundo maior produtor de pêssegos do país, com 38,5 mil t, cultivadas em 2001 ha. O Estado do Rio Grande de Sul lidera a produção de pêssegos no Brasil, com 94 mil t, cultivadas em 14,9 mil ha. Embora a produção paulista de pêssegos seja quase que na totalidade voltada para o consumo *in natura*, há cultivo de variedades de dupla finalidade (indústria e mesa) com excedentes de produção que podem ser industrializados.

O processo da pré-secagem osmótica (PSO) combinada à secagem convencional com ar quente (SC) é uma alternativa que se apresenta para a produção de passas de frutas. A literatura técnico-científica reporta excelentes resultados da aplicação deste processo na produção de desidratados ou produtos secos, principalmente no que se refere à qualidade (RAOULT-WACK, 1994). Por sua vez, resultados da aplicação do processo combinado de secagem para pêssegos, obtidos em estudo preliminar (GERMER et al., 2004), motivaram um maior aprofundamento no tema. A Figura 1.1 ilustra a superioridade, em termos da aparência (cor e forma), do pêssego passa (cultivar Aurora-1) obtido em ensaios preliminares pelo processo combinado frente ao produto resultante da secagem convencional com ar quente.

A presente tese, portanto, teve por objetivo avaliar a possibilidade da industrialização de cultivares da persicultura paulista na forma de fruta passa, empregando processo combinado de desidratação osmótica e secagem convencional com ar quente, investigando as melhores condições de processo e sua viabilidade econômica, de forma a oferecer alternativa para a agregação de valor e aproveitamento dos excedentes.

Os objetivos específicos do estudo foram:

- 1) selecionar cultivares comerciais com potencial para industrialização;
- 2) avaliar experimentalmente a aptidão das cultivares de pêssego pré-selecionadas para a produção de passas por processo combinado (PSO/SC) empregando xarope de sacarose;
- 3) estudar a influência das variáveis temperatura e concentração do xarope na PSO da fruta nos formatos de fatias e metades;



(a)



(b)

Figura 1.1 Pêssegos passas (cultivar Aurora-1) obtidos em ensaios preliminares por: processo combinado de PSO e secagem com ar quente (a); secagem convencional com ar quente (b).

4) estudar o recondicionamento, o reuso e o aproveitamento do xarope de sacarose na PSO;

5) avaliar a viabilidade econômica de uma unidade produtora de pêssego passa pelo processo combinado de PSO/SC;

A tese está organizada em capítulos, conforme descrito a seguir:

Capítulo 1 – Introdução

Faz-se a apresentação geral do tema, justificando o estudo, e descrevendo os objetivos gerais e específicos.

Capítulo 2 – Revisão Bibliográfica Geral

Apresenta-se uma revisão bibliográfica sobre o tema, fundamentando o estudo. Os assuntos abordados são: o pêssego como matéria-prima; a produção de pêssegos no Estado de São Paulo; a secagem por processo osmótico – princípios teóricos e a influência de variáveis de processo; o recondicionamento, o reuso e o aproveitamento da solução osmótica.

Capítulo 3 – Aptidão de cultivares de pêssego do Estado de São Paulo para a produção de passas por processo combinado de pré-secagem osmótica e secagem com ar quente

No capítulo, apresentam-se os resultados do estudo da aptidão de quatro cultivares no processo de produção de fruta passa pelo método combinado de PSO/SC. As cultivares foram selecionadas dentre aquelas produzidas comercialmente no Estado de São Paulo. As aptidões foram avaliadas a partir dos desempenhos nas etapas do processo, dos rendimentos obtidos e das aceitações sensoriais dos produtos finais.

Capítulo 4 - Variáveis de processo na pré-secagem osmótica de pêssegos em fatias

São apresentados os resultados obtidos no estudo da influência das variáveis da PSO - temperatura e concentração do xarope de sacarose - sobre os parâmetros de secagem e nas variações físicas, químicas e sensoriais da fruta, empregando-se o corte de fatias. A

Metodologia de Superfície de Resposta foi empregada com análises de regressão múltipla e modelos matemáticos foram obtidos para algumas das variações observadas. Analisaram-se os efeitos dos fatores nas respostas e obtiveram-se as melhores condições de processo.

Capítulo 5 - Variáveis de processo na pré-secagem osmótica de pêssegos em metades

Idem ao anterior para as frutas cortadas em metades.

Capítulo 6 – Reuso do xarope de sacarose na pré-secagem osmótica de pêssegos

Neste capítulo, apresentam-se os resultados do estudo do recondicionamento e do reuso do xarope de sacarose na PSO de pêssegos. Realizaram-se dois ensaios diferentes de 15 ciclos de PSO cada, empregando-se dois métodos de recondicionamento, sendo que em um deles foi incluída a etapa de filtração com terra diatomácea. Avaliaram-se a influência do recondicionamento e do reuso, em ambos os métodos, nos parâmetros da PSO, nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas do xarope e da fruta, assim como no desempenho sensorial dos produtos finais.

Capítulo 7 – Avaliação sensorial de compotas de pêssegos preparadas com solução osmótica recondicionada e reutilizada

Apresentam-se os resultados sensoriais do estudo do aproveitamento do xarope de sacarose, após 15 ciclos de recondicionamento e reuso na PSO, no preparo de compotas de pêssego. Os xaropes finais do estudo do reuso, descrito no capítulo anterior, foram empregados nestes ensaios. O objetivo foi avaliar uma alternativa ao descarte do xarope, aproveitando-o como ingrediente na elaboração de outro produto.

Capítulo 8 – Viabilidade econômica de uma unidade produtora de pêssego e abacaxi passa por processo combinado de pré-secagem osmótica e secagem com ar quente

No capítulo, apresentam-se os resultados da análise de viabilidade econômica de uma unidade industrial de produção de passas de pêssego e abacaxi pelo método combinado de PSO e secagem convencional. O abacaxi foi associado ao pêssego, matéria-prima sazonal, em

razão dos períodos de safra complementares. No estudo foram determinados: investimento fixo do empreendimento, capital de giro, custos fixos, custos variáveis, ponto de equilíbrio (PE), taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL).

Conclusões Gerais – Apresentam-se as conclusões gerais do estudo, em concordância com os objetivos iniciais.

As publicações resultantes do presente estudo, até a data da defesa, estão relacionadas no Anexo 1.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2003, v.25, n.2, p.341-344.

BUENO, C.R.F.; SACHS, R.C.C.; MARGARIDO, M.A. Perspectivas para o mercado brasileiro de frutas desidratadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: DCM/INCAPER, 2008. v.20, p.01-05.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/535/DesktopDefault.aspx?PageID=535>>. Acesso em: 17 mai. 2009.

GERMER, S.P.M.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A.; MONTES, S.M.; MENDONÇA, T.A. Aptidão das variedades de pêssego Régis, Tropical e IAC680 para produção de passas por secagem osmótica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO, 19., 2004, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: SBCTA, 2004. 1 CD ROM.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Ministério do Planejamento, Orçamento de Gestão. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/.../ProducaoBrasileiradeFrutasporEstado2007.pdf>> Acesso em: 13 ago.2009.

IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas. **Produção Brasileira de Frutas 2007**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 15 mai. 2009.

IBRAF – Instituto Brasileiro de Frutas. **Perspectivas da Fruticultura Brasileira**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/news/news_item.asp?NewsID=3345>. Acesso em: 16 mai. 2009.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.5, n.8, p.255 - 260, 1994.

RODRIGUES, M.G.V. Produção e Mercado de frutas desidratadas. **Toda Fruta**. 2004. Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 9 fev. 2005.

YONEYA, F. Qualidade em frutas processadas. **O Estado De São Paulo**. São Paulo, 18 out. 2006. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/suplementos/agricola.htm>>. Acesso em: 21 mai. 2009.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Apresentam-se, no presente capítulo, as principais características do pêssego como matéria-prima para a industrialização, e um breve panorama da persicultura no Estado de São Paulo. Em seguida, discorre-se sobre o estado da técnica da desidratação osmótica e sua aplicação como processo preliminar à secagem de frutas, reportando seus princípios teóricos e os principais fatores de influência. Ao final, apresenta-se uma revisão sobre os principais trabalhos que abordam o acondicionamento, o reuso e o reaproveitamento da solução osmótica.

2.1 O pêssego como matéria-prima

O pessegueiro é uma árvore pertencente à ordem Rosales, família Rosaceae, subfamília Prunóideae, gênero *Prunus* (L.), sendo que as variedades comerciais pertencem à espécie *Prunus persica* (L.) (ALMEIDA, 2006). Originário da China, o pessegueiro foi introduzido no Brasil a partir de mudas provenientes da Ilha da Madeira, Portugal, que foram plantadas na Capitania de São Vicente, atual Estado de São Paulo (PBMH e PIF, 2008).

O fruto do pessegueiro é do tipo drupa e possui um mesocarpo (polpa) carnoso, com epicarpo (casca) fino, e endocarpo esclerificado, formando um caroço duro que protege a semente (Figura 2.1). Estas características atribuem ao pêssego, assim como à nectarina e à ameixa, a denominação “fruta de caroço”. O pêssego é muito apreciado pelo sabor e aparência, todavia, o seu consumo vem sendo associado, também, às suas qualidades nutritivas e funcionais. Os carotenóides e os compostos fenólicos presentes nos pêssegos são apontados como responsáveis por propriedades antioxidantes e protetoras contra várias patologias, como inflamações, câncer e problemas circulatórios (RASEIRA, 2008). Em termos nutricionais, segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA/UNICAMP, 2006), destacam-se os seguintes constituintes do pêssego *in natura* (cultivar Aurora): fibras (1,4 g/100 g); potássio (124 mg/100 g); fósforo (15 mg/100 g) e magnésio (4 mg/100 g). As vitaminas também estão presentes, tais como tiamina (0,05 mg/100 g) e vitamina C (3,3 mg/100 g), assim como o cálcio (2 mg/100 g), contudo, em quantidades relativamente inferiores às de outras frutas.

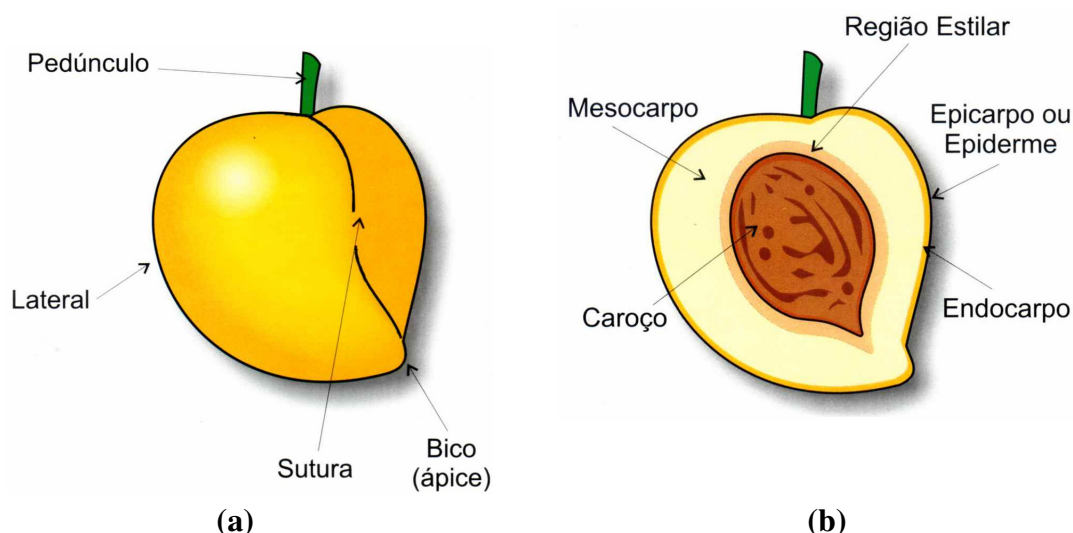


Figura 2.1 Ilustração do pêssgo inteiro (a) e com um corte transversal (b) (fonte: PBMH e PIF, 2008).

Os pêssgos podem ser consumidos *in natura*, ou processados na forma de compotas, doces, sucos, néctares, geléias e passas. No geral, as cultivares mais indicadas para a produção industrial são aquelas cuja polpa apresenta coloração amarelo-brilhante (ou alaranjada) e textura firme, resistente ao processamento. Para a secagem, maiores teores de sólidos totais são desejáveis para obtenção de bons rendimentos.

As cultivares que apresentam características mais apropriadas para a industrialização são conhecidas como de “dupla finalidade”, pois em geral, também se prestam ao consumo na forma fresca. As cultivares de polpa macia são conhecidas como “de mesa”, pois são mais indicadas para o consumo *in natura*. Segundo ROBERTSON et al. (1992), a relação de protopectina (pectina insolúvel) e pectina solúvel na polpa é responsável por esta diferenciação entre cultivares. Durante o amadurecimento de algumas cultivares, há a conversão de protopectina em pectina solúvel, resultando no amaciamento da polpa. Em outras, entretanto, o teor de protopectina varia muito pouco neste período e a firmeza da polpa não é alterada. No geral, as cultivares de polpa firme apresentam também uma adesão maior dos caroços à polpa, e são conhecidas por “caroço preso”. As cultivares de polpa macia apresentam, por outro lado, um caroço menos preso, sendo denominadas de “salta-caroço” (CHITARRA e CARVALHO, 1985).

Outras características desejáveis para a industrialização de pêssegos, segundo CHITARRA e CARVALHO (1985) são: formas arredondadas, cavidade peduncular relativamente profunda para facilitar o descaroçamento mecânico, tamanho grande, caroço pequeno sem ponta, maturação uniforme, polpa resistente à oxidação e boa acidez. A Tabela 2.1 apresenta a variação de alguns teores de componentes químicos e propriedades de pêssegos que são importantes do ponto de vista tecnológico.

Tabela 2.1 Teores de componentes químicos e propriedades de pêssegos maduros importantes para a industrialização.

Componentes	Teores
Sólidos solúveis (%)	8,5 a 15,9
Açúcares totais (%)	6,3 a 14,2
Sólidos totais * (%)	10 a 17
Açúcares redutores (glicose e frutose %)	2,0 a 3,2
Sacarose (%)	4,9 a 8
Acidez titulável (% de ácido cítrico)	0,36 a 0,65
pH	3,2 a 4,7
Relação sólidos solúveis/ acidez titulável*	13,1 a 44,2
Taninos totais (mg/100g)	18 a 225
Pectina total (% de ácido anidrouônico)	0,60 a 0,98

(Fontes: CHITARRA e CARVALHO, 1985; TACO, 2006)

*) calculado

Segundo CHITARRA e CARVALHO (1985), no pêssego há predominância da sacarose sobre açúcares redutores, sendo que na maturação esta diferença acentua-se. A acidez característica é conferida pela presença dos ácidos orgânicos tais como o quínico, succínico, málico e cítrico, com predominância dos dois últimos no período da colheita. O escurecimento está relacionado com as quantidades de taninos presentes, com as variações no pH e a temperatura de armazenamento. As enzimas responsáveis por este escurecimento são as fenolases e as peroxidases. A coloração da polpa é devido à presença de pigmentos como β -caroteno (pro-vitamina A), xantofilas e antocianinas.

O processo de maturação do pêssego é climatérico, ou seja, apresenta um pico na taxa respiratória, que antecede ou sucede um pronunciado aumento na síntese de etileno, resultando em amadurecimento mesmo após a colheita (ALMEIDA, 2006; SANTANA, 2009). No entanto, o pêssego deve ser colhido em estágio de completo desenvolvimento para apresentar boa qualidade. Normalmente, os pêssegos são colhidos no ponto de maturação comercial, isto é, maduro-firmes, mantidos sob refrigeração, e alguns dias antes do consumo, colocados em temperatura ambiente para completar o amadurecimento. As alterações associadas ao amadurecimento do pêssego são: alteração da cor do recobrimento (epiderme); alterações da cor de fundo, com perda da cor verde e desenvolvimento da coloração amarela (vermelha e outras tonalidades dependendo da cultivar); aumento do tamanho do fruto; perda de firmeza; decréscimo da acidez; aumento do teor de açúcar (sacarose) e produção de voláteis que dão o aroma característico (CRISOSTO, 1994). Um dos principais critérios empregados para determinar o ponto de colheita, principalmente quando o destino é o armazenamento refrigerado ou o transporte para longas distâncias, é a transformação da cor de fundo. As principais alterações sofridas no amadurecimento acompanham esta transformação, e o ponto de colheita é determinado quando a cor de fundo se altera de verde (imaturo) para verde esbranquiçado ou creme (maduro) (EMBRAPA, 2003). Embora subjetivo, o agricultor treinado tem condições de determinar com relativa precisão o ponto de colheita empregando este critério. Entretanto o monitoramento conjunto de características objetivas ajuda na determinação mais precisa do ponto de colheita: cor e firmeza da polpa, conteúdo de clorofila, acidez e percentual de sólidos solúveis da polpa (SALUNKE e DESAI, 1984).

Por suas características climatéricas, o pêssego amadurece e deteriora-se rapidamente a temperaturas ambientes, de forma que a estocagem normalmente é feita sob refrigeração, idealmente à temperatura na faixa de -0,5 a 0 °C com umidade relativa variando de 90 a 95% (SALUNKE e DESAI, 1984; CHITARRA e CHITARRA, 1990). Nestas condições, os pêssegos podem ser conservados de duas a quatro semanas. Contudo, é uma fruta de curto período de armazenamento refrigerado devido a problemas de desidratação, perda de firmeza e danos pelo frio (“chilling”). Os principais danos por frio que ocorrem no pêssego são a lanosidade e escurecimento interno da polpa (SANTANA, 2009). A lanosidade se caracteriza pela polpa seca e farinhenta, perda de sabor e firmeza e ausência de sucosidade. A suscetibilidade aos danos por frio varia com a genética, com a maturidade e com fatores do

campo, manifestando-se em geral, após duas ou três semanas de armazenamento refrigerado. Entretanto, BRON et al. (2002) reportaram que pêssegos da cultivar Aurora 1 foram conservados de 0 a 3 °C por 35 dias sem comprometer a qualidade dos frutos. O mesmo não ocorreu com frutos da cultivar Dourado-2, que nas mesmas condições de armazenamento apresentaram, após 7 dias, o desenvolvimento de lanosidade.

Os produtores de pêssegos do Estado de São Paulo têm adotado para a classificação na comercialização as normas do Programa Brasileiro para Modernização da Horticultura (PBMH e PIF, 2008). Este programa iniciou-se em 1997 como Programa Paulista para a Melhoria dos Padrões Comerciais e de Embalagens de Hortigranjeiros por iniciativa de câmaras setoriais da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo e das Centrais de Abastecimentos Gerais do Estado de São Paulo – CEAGESP, tornando-se nacional em 2000. Segundo esta norma, os lotes são caracterizados por: grupo (pêssego/nectarina); subgrupo (cor da polpa - branca e amarela), classe (calibre do maior diâmetro transversal do fruto variando de 0 a 8, correspondendo às medidas de 25 mm a mais de 80 mm), subclasse (estádio de maturação segundo a cor de fundo – de creme esverdeado a alaranjado) e categoria (Extra, I e II - qualidade definida pela tolerância a defeitos graves, variáveis e leves).

2.2 Produção de pêssegos no Estado de São Paulo

O pêssego é uma das frutas com maior número de variedades comerciais no Brasil. Somente o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) já lançou 64 materiais em seu programa de melhoramento genético (IAC, 2009). Outras cultivares produzidas comercialmente no país são resultados de pesquisa do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizado em Pelotas (RS), da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina (EPAGRI) e do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR).

O Estado de São Paulo produz comercialmente cultivares de pêssegos que são destinadas ao consumo *in natura*, como também aquelas de finalidade dupla. As cultivares da persicultura paulista são de baixa exigência ao frio, com maturação precoce e eventualmente mediana, ou seja, com ciclos da florada à maturação de 70 a 120 dias e de 121 a 160 dias respectivamente (BARBOSA et al., 1990). As safras vão de setembro a novembro, eventualmente dezembro. As principais regiões produtoras do estado na safra de 2005,

segundo LIMA (2008), foram Itapeva (27%), Avaré (25%), Campinas (18%) e Bragança Paulista (13%). Os municípios mais representativos das respectivas regiões foram: Guapiara (72%), Paranapanema (94%), Campinas - Valinhos (45%) e Atibaia (100%). Apesar da produção de pêssegos no estado de São Paulo estar concentrada conforme demonstram as estatísticas, o pessegueiro está presente em 172 municípios segundo BARBOSA et al. (2003).

As principais cultivares produzidas no Estado são: Jóia (1 e 5), Doçura (1, 2 e 4), Ouromel (2 e 3), Dourado (1, 2), Douradão, Aurora (1 e 2), Tropical 2 e Régis. Outras cultivares são produzidas em menor escala: Biuti, Coral, Marli, Diamante, Premier, Chimarrita, Eldorado, Maciel, Granada, Sunripe, Rubro-sol, Colombina, Sunblaze e Flordaprince (BARBOSA et al., 2003). Segundo LIMA (2008) as principais variedades comercializadas na safra de 2006 no estado de São Paulo foram: Douradão, série Dourado, série Aurora, Tropic Beauty, Biuti, San Pedro, Ouromel, IAC, Primavera, Flordaprince e Régis.

2.2.1 Cultivares de dupla finalidade com potencial para industrialização

Tendo em vista a industrialização, as cultivares Aurora-1, Régis, Douradão e Diamante destacam-se, dentre aquelas produzidas comercialmente no Estado de São Paulo, devido suas características de dupla finalidade. As cultivares Aurora-1, Régis e Douradão são resultados do programa de melhoramento genético do IAC (CAPTA-FRUTAS, 2005). A cultivar Diamante foi obtida por melhoramento genético pela Embrapa (EMBRAPA, 2005).

2.3 A secagem por processo osmótico

O processo de secagem osmótica é aquele no qual a retirada parcial da água de um alimento é obtida ao colocá-lo em contato com uma solução hipertônica de um ou mais solutos (PONTING et al., 1966). O processo também é conhecido como desidratação osmótica, ou desidratação por imersão e impregnação (SAUREL et al., 1994) e envolve três fluxos simultâneos de massa com direções e intensidades distintas: o principal é o da água com origem no produto em direção à solução osmótica; o secundário é o do soluto, com origem na solução osmótica em direção ao produto; e o terceiro, em menor proporção, é o da perda de solutos naturais do produto para a solução.

Este processo 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 (RAOULT-WACK, 1994). O fato da retirada da água não acontecer com mudança de estado físico e envolver temperaturas relativamente baixas e tempos curtos de processo proporciona boa manutenção da estrutura física das células, e, por conseguinte, da textura do alimento (BOLIN et al., 1983; RAOULT-WACK, 1994). A absorção do soluto pelo alimento colabora na proteção da estrutura dos tecidos, evitando o colapso ou o rompimento nos processos subseqüentes. Outras vantagens são atribuídas ao processo: inibição de atividade enzimática, estabilização dos pigmentos; manutenção da qualidade nutricional; equilíbrio do “ratio” (teor de sólidos totais/teor de acidez titulável) (PONTING et al., 1973; ISLAM e FLINK, 1982; KROKIDA e MAROULIS, 2000).

A secagem osmótica não garante a estabilidade microbiológica do produto e processos complementares, como secagem convencional, pasteurização, refrigeração ou congelamento, devem ser empregados para a conservação do produto final (GIANOTTI et al., 2001).

2.3.1 – O princípio da secagem osmótica

Segundo SHI e LeMAGUER (2003), a secagem osmótica é um processo de transferência de massa multicomponente, realizado através de uma interface, com fluxos de soluções em contracorrente e simultâneos. Durante o tratamento osmótico de um material biológico, a transferência de massa que se estabelece, segundo LeMAGUER et al. (2003), depende, tanto de variáveis de processo, como de propriedades do tecido celular.

Na secagem osmótica de frutas e hortaliças, a complexa microestrutura do tecido vegetal, segundo CHIRALT e FITO (2003), faz com que vários mecanismos sejam responsáveis pela transferência de massa. O fenômeno, segundo RIZZOLO et al. (2007), não pode ser explicado por um simples mecanismo osmótico ocorrendo através de uma membrana seletiva, que, por sua vez, funcione como uma barreira semipermeável, permitindo a passagem de água e evitando o ganho e a perda de solutos. Segundo SAUREL et al. (1994), a transferência de massa global que se estabelece no processo de desidratação osmótica é

resultado de processos osmóticos e difusionais. SHI e LeMAGUER (2003) afirmam que as forças motrizes das transferências da água e dos solutos através da matriz sólida do tecido são as diferenças de concentração e de potencial químico. Segundo os autores, outros fatores também influenciam a transferência de massa no processo, tais como a absorção molecular na matriz sólida, e a influência recíproca dos vários fluxos estabelecidos.

CHIRALT e TALENS (2005) afirmam que as transferências de massa na secagem osmótica são acompanhadas, com o prolongamento do tempo, de quebra de elementos celulares, trocas gasosas, encolhimento e deformação da matriz sólida. Segundo BARAT et al. (2001), estas alterações afetam tanto os fluxos de massa subseqüentes, como as propriedades físicas do produto e seus aspectos sensoriais.

Segundo CHIRALT e TALENS (2005), muitos são os fatores que afetam a PSO do ponto de vista da transferência de massa e da qualidade do produto final: as características da matéria-prima, tais como a cultivar, o grau de maturação no caso de frutas e hortaliças, e a microestrutura do tecido (a porosidade e o grau de compactação, bem como a permeabilidade da membrana); a relação superfície/volume; o pré-tratamento aplicado (descascamento, branqueamento, aplicação de coberturas, congelamento/descongelamento, etc.); parâmetros de processo tais como a composição da solução osmótica (binária ou ternária; peso molecular do soluto, etc.); a concentração; a temperatura; a pressão (atmosférica, positiva ou negativa); a forma de contato entre o produto e a solução (agitação, relação mássica solução/produto); e aplicação de novas tecnologias tais como ultra-som, altas pressões e campo elétrico. Todos estes fatores, segundo os autores, determinam a extensão dos mecanismos de transferência de massa no tecido ao longo do processo, influenciando as taxas globais de transferência de massa, a relação entre ganho de sólidos e perda de água, e mudanças estruturais no produto.

A complexidade das estruturas vegetais e o número de fatores de influência, portanto, impõem um grande desafio no equacionamento das transferências de massa estabelecidas na PSO (LeMAGUER et al., 2003).

2.3.2 Variáveis de processo da secagem osmótica

Nas últimas décadas, vários estudos tiveram por objetivo a obtenção experimental das melhores condições da PSO, avaliando, no geral, a influência de variáveis extrínsecas à matéria-prima na perda de água, no ganho de solutos e na qualidade do produto final. As

principais variáveis de processo estudadas são: composição e concentração da solução osmótica; tempo e temperatura de processo; agitação e aplicação de vácuo; dimensões e formatos dos pedaços. Apresenta-se, a seguir, uma breve revisão da influência destas variáveis na PSO.

2.3.2.1 Composição da solução osmótica

Os agentes osmóticos mais comumente empregados são açúcares e sais, ou combinações destes. Qualquer outro soluto, entretanto, ou solvente solúvel em água, pode ser utilizado para este fim: dextroses, amidos, etanol, polióis e outros (RAOULT-WACK, 1984).

O tipo de soluto afeta a cinética da PSO: os de alto peso molecular favorecem a perda de água, reduzindo o ganho de sólidos; os de baixo peso molecular têm a incorporação de sólidos favorecida, em detrimento da perda de água. A razão de tal fenômeno é a maior mobilidade das moléculas menores e a migração limitada dos solutos de maior peso molecular (TORREGIANI, 1993).

AGAIZ et al. (1994) verificaram que na PSO de mamão com xaropes de milho de diferentes graus de inversão (dextroses equivalentes) a perda de água diminuiu e o ganho de sólidos aumentou com o incremento deste parâmetro. HENG et al. (1990) reportaram uma perda de água maior e um ganho de sólidos menor com o emprego de xarope de milho na PSO de mamão, comparando com o uso de xarope de sacarose. Os autores observaram, entretanto, no ensaio com xarope de milho, uma redução do ganho de sólidos com a evolução do processo, passando a ser negativo após algumas horas, o que indica perda de solutos naturais da fruta. VIAL et al. (1991), por outro lado, em ensaios de PSO de kiwi, observaram poucas alterações na perda de água e no ganho de sólidos com soluções osmóticas de diferentes açúcares.

Segundo TORREGIANI (1993), o cloreto de sódio apresenta efeito sinérgico na cinética de processo se adicionado a outros solutos na solução osmótica. O abaixamento da atividade de água do alimento é outro efeito importante decorrente deste uso, o que contribui para a conservação do produto final. LERICI et al. (1985) verificaram que o uso de 1% de cloreto de sódio no xarope de sacarose provocou a redução da atividade de água de maçãs osmo-desidratadas de 0,93 para 0,91, para valores equivalentes de perda de água e ganho de sólidos. Todavia, o emprego do cloreto de sódio é limitado em razão da alteração de sabor,

comprometendo a aceitação sensorial do produto, principalmente no caso de frutas (HAWKES e FLINK, 1978).

O emprego, na solução osmótica, de alguns compostos (ácidos, sais e polióis) em pequenas proporções, tem sido estudado como coadjuvante de processo, visando melhorar características sensoriais dos produtos. ERBA et al. (1994) observaram efeitos positivos nas texturas finais de abricó e pêssegos osmoticamente desidratados com a adição de sorbitol no xarope de frutose. ARGANDOÑA et al. (2002) verificaram que o emprego de ácidos láctico e cítrico favoreceu a conservação da cor de melão na PSO. O mesmo foi reportado por PEREIRA et al. (2006) com o uso de lactato de cálcio na PSO de goiaba e mamão. Entretanto, um enrijecimento excessivo dos produtos foi relatado no trabalho. RODRIGUES et al. (2003) reportam que a aplicação de cloreto de cálcio teve efeito positivo na conservação da cor de mamão osmoticamente desidratado, e a alteração na textura foi evitada com um tempo curto de processo, de até 2 horas.

A escolha do agente osmótico, ou de eventuais aditivos, em uma aplicação industrial, deverá levar em conta aspectos como operacionalidade, praticidade, qualidade do produto final e custos. Neste sentido, o emprego da sacarose como agente osmótico tem sido apontado, por um conjunto de fatores, como muito vantajoso na PSO de frutas: custo factível; facilidade de obtenção; boa eficiência de secagem; excelentes resultados sensoriais; facilidade no manuseio, armazenamento e preparo de xaropes e bom desempenho nas operações de reuso da solução osmótica (PONTING et al., 1966; HAWKES e FLINK, 1978; BOLIN et al., 1983; GOULARTE et al.; 2000).

2.3.2.2 Tempo de processo

A cinética da perda de água no processo de desidratação osmótica apresenta, no geral, três fases distintas (ADAMBOUNOU et al., 1983): a inicial, com taxa constante e máxima, em virtude dos maiores gradientes; a segunda fase, com taxas decrescentes, devido à diminuição das forças motrizes; e a última, quando o equilíbrio é estabelecido, e as taxas praticamente se anulam. O equilíbrio, dependendo do sistema, pode levar longos períodos de tempo para ser atingido, de até dias.

Segundo LERICI et al. (1985), alguns fatores influenciam a cinética de secagem de um sistema fruta-solução osmótica: as características do tecido vegetal; a concentração e a

natureza do agente osmótico; a temperatura; a proporção entre as quantidades de fruta e de solução osmótica; e a agitação. Portanto, o tempo operacional da desidratação osmótica, em função da cinética de perda de água do sistema, definirá a eficiência da secagem. A extensão da PSO por tempos longos, todavia, pode não ser vantajosa, resultando em ganhos reduzidos de eficiência.

PONTING et al. (1966) afirmam não ser compensador prolongar a PSO após a perda de 50% do peso inicial, pois as taxas de secagem, a partir deste ponto, decrescem acentuadamente. Segundo os autores, o tempo médio para a obtenção desta eficiência é de 3 horas à temperatura de 50 °C. TORREGGIANI (1993), por sua vez, alega que em um processo de desidratação osmótica a perda de água ocorre principalmente nas duas primeiras horas, sendo que a taxa de ganho de sólidos é máxima em até 30 minutos de processo.

Alguns estudos corroboraram as afirmações anteriores.

EL-AQUAR e MURR (2003) observaram, no estudo da PSO de cubos de mamão com solução de sacarose (70 °Brix; relação mássica xarope:fruta de 10:1), que as taxas de perda de água foram maiores até quatro horas de processo, resultando em 45% da eficiência obtida no equilíbrio, atingido em 48 horas. VIAL et al. (1991) determinaram experimentalmente a cinética de perda de água e de ganho de solutos na PSO de fatias de kiwi com xarope de sacarose (55 e 62 °Brix), em diferentes temperaturas (30, 40 e 50 °C) e na razão mássica xarope:fruta de 10:1. As trocas mássicas foram consideradas insignificantes após 3,5 horas de processo. LIMA et al. (2004), por sua vez, não observaram variações significativas no ganho de sólidos e na perda de água após 4 horas de processo na PSO de melão em cubos (65 °C; 45, 55 e 65 °Brix; e relações mássicas de 1:2 e 1:4).

Alguns estudos reportam diferentes observações quanto à cinética de perda de água e ganho de solutos na PSO de pêssegos.

MOTA (2005) afirma que a perda de água e o ganho de sólidos foram mais intensos nos primeiros 90 minutos da PSO de pêssegos em metades com solução de sacarose (60 °Brix; 45 °C; relação mássica xarope:fruta de 4:1). Os resultados mostram que a perda de água se estabilizou em torno de 5 horas, e o ganho de sólidos em 2 horas. SAHARI et al. (2006), por sua vez, observaram nos ensaios de PSO de fatias de pêssegos com xarope de sacarose (diferentes concentrações; 22 °C; relação mássica xarope:fruta de 10:1) que a perda de água se estabilizou em torno de 4 horas, e o ganho de sólidos em aproximadamente 2 horas. BOEIRA

et al. (2007), em estudo sobre a PSO de pêssegos em metades com xarope de sacarose (40 °C, 65 °Brix, relação mássica xarope:fruta de 30:1), observaram que a perda de água obtida em 10 horas de processo foi equivalente a 77% da perda ocorrida no equilíbrio, estabelecido em 48 horas. O ganho de sólidos, por sua vez, ocorreu principalmente nos 30 minutos iniciais e foi equivalente a 64% do ganho obtido no equilíbrio, verificado em 6 horas.

2.3.2.3 Concentração da solução osmótica

Conforme já descrito, a força motriz da transferência de massa na desidratação osmótica é o diferencial de potencial químico, que está relacionado às diferenças de concentração. Portanto, soluções osmóticas mais concentradas tendem a promover maior retirada de água.

HAWKES e FLINK (1978) observaram que o aumento da concentração da solução de sacarose de 25% para 60% resultou em um incremento da perda de água de 5 g/100 g para 49 g/100 g na PSO de maçãs. A variação na concentração resultou, também, no incremento de ganho de sólidos, do valor de 9 g/100 g para 26 g/100 g. RAHMAN e LAMB (1990) obtiveram uma relação linear positiva entre os parâmetros perda de água e ganho de solutos com a concentração da solução de sacarose (40 a 70%) na PSO de abacaxi.

Alguns trabalhos, todavia, relatam que o aumento da concentração da solução osmótica apresenta pouco efeito no ganho de sólidos, que depende mais da estrutura do tecido celular do que das condições do processo. SAHARI et al. (2006) verificaram, na PSO de pêssegos, que o aumento da concentração da solução de sacarose de 50 para 60% não foi acompanhado de variação significativa no ganho de sólidos. Segundo os autores o comportamento se deve à estrutura pouco porosa do tecido vegetal do pêssego. Resultados semelhantes obtiveram VIAL et al. (1991) na PSO de kiwi e FERNANDES et al. (2006) na PSO de mamão.

Alguns estudos reportam que o aumento da concentração, em determinadas situações, pode resultar na diminuição do ganho de sólidos em contraposição ao aumento da perda de água. HENG et al. (1990), na PSO de mamão, observaram que o aumento da concentração de 45 °Brix para 65 °Brix a 60 °C provocou uma diminuição no ganho de sólidos de 18 g/100 g para menos da metade deste valor. A razão para tal comportamento, segundo os autores, é o fluxo intenso de perda de água estabelecido graças às altas temperaturas aliadas às altas concentrações, impedindo o fluxo contrário de entrada de soluto, que fica limitado à periferia

do tecido, formando uma barreira. O fenômeno, segundo os autores, também se deve às propriedades difusionais da água e da sacarose, que devido às diferenças de massas moleculares apresentam mobilidades distintas no tecido vegetal. PEREIRA et al. (2006) verificaram o mesmo fenômeno na PSO de goiabas com soluções de maltose a 40 e 60%.

Por outro lado, o aumento da concentração da solução osmótica pode resultar, em determinadas situações, em redução da perda de água devido ao incremento da viscosidade da solução, dificultando a agitação do sistema e as trocas mássicas. CUNHA et al. (2001), na PSO de maçã com solução de sacarose, observaram que aumentos da concentração resultaram em decréscimo das taxas de perda de água em temperaturas inferiores a 30 °C. Verificou-se, entretanto, em temperatura superior, uma inversão desta tendência devido à redução da viscosidade da solução. O efeito interativo temperatura/concentração na PSO foi reportada também por outros estudos (BERISTAIN et al. 1990; AZOUBEL et al., 2004; ANTONIO et al. 2004; ARAUJO, 2005).

2.3.2.4 Temperatura

A temperatura, no geral, é uma variável importante em processos que envolvem transferências de massa. O aumento da temperatura contribui para as trocas mássicas devido a fatores tais como diminuição das viscosidades, aumento das solubilidades e das difusividades das moléculas.

Segundo BERISTAIN et al. (1990), na PSO as taxas de perda de água são aceleradas com o aumento da temperatura, diminuindo o tempo para se atingir o equilíbrio. Os autores observaram que na PSO de abacaxi com solução de sacarose a 50 °Brix, o tempo de equilíbrio foi reduzido de 6 para 2 horas com o aumento da temperatura de 30 para 50 °C.

Alguns trabalhos relatam importantes contribuições do aumento da temperatura na perda total de água na desidratação osmótica. HENG et al. (1990) observaram que a perda de água passou de 48 g/100 g para 74 g/100 g com a elevação da temperatura de 30 para 60 °C na PSO de mamão com xarope de sacarose (65 °Brix). Da mesma forma, ALLAEDDINI e EMAM-DJOMEH (2004) verificaram, na PSO de kiwi com solução de sacarose, um aumento na perda de peso de 15 para 25 g/100 g com o incremento da temperatura de 20 para 60 °C. RAHMAN e LAMB (1990) obtiveram uma correlação linear positiva entre a perda de água e a temperatura (20 a 60 °C) na PSO de abacaxi com solução de sacarose a 60 °Brix.

Quanto ao ganho de sólidos, segundo alguns estudos, a temperatura da PSO tem efeito positivo, porém até certo valor, a partir do qual a influência passa a ser menor. RAHMAN e LAMB (1990) verificaram que na PSO de abacaxi com solução de sacarose a 60 °Brix houve aumento no ganho de sólidos da ordem de 40% com a elevação da temperatura de 20 para 50 °C. Entretanto, houve uma inversão desta tendência em temperaturas superiores, diminuindo o ganho de sólidos. A causa deste comportamento, segundo os autores, é o aumento da permeabilidade da parede celular com a temperatura, provocando a intensificação do fluxo de água e limitando a difusão de sólidos. Resultados de outros trabalhos se alinham a esta observação, reportando baixa dependência do ganho de sólidos com a temperatura na PSO (HENG et al., 1990; VIAL et al., 1991; GARROTE et al., 1992; CUNHA et al., 2003; AZOUBEL et al., 2004; BOEIRA et al., 2007).

Ao comparar os efeitos das variáveis de processo na perda de água da PSO, muitos estudos apontam a temperatura como o fator preponderante (GARROTE et al., 1992; SILVEIRA et al., 1996; PANAGIOTOU et al., 1998; ANTONIO et al., 2004). Relatos demonstram haver, em algumas situações, forte interação entre a temperatura e a concentração da solução osmótica na perda de água e no ganho de soluto, conforme descrito anteriormente (CUNHA et al., 2003; ARAUJO; 2005).

O aumento da temperatura em um processo de desidratação osmótica resulta, pelo exposto, em maiores eficiências de perda de água. Entretanto, alguns autores reportam que temperaturas altas devem ser evitadas, pois proporcionam alterações no produto, tais como escurecimento não-enzimático e mudanças no sabor e aroma. A temperatura limite da PSO segundo PONTING et al. (1966) é de 45 °C, já para TORREGGIANI (1993) seria 50 °C. Todavia, há relatos de estudos conduzidos em temperaturas mais elevadas (60 e 70 °C) com tempos de processo de até 3 horas, sem que alterações sensoriais significativas tenham sido reportadas (RAHMAN e LAMB, 1990; ASKAR, et al., 1996; SAUREL et al, 1994; ANTONIO et al., 2004).

2.3.2.4 Dimensões e formato dos pedaços

Na desidratação osmótica, o formato e as dimensões de um produto, segundo alguns estudos, influenciam as trocas mássicas, resultando em diferentes desempenhos em termos de perda de água, perda de peso e ganho de sólidos.

PANAGIOTOU et al. (1998) investigaram o efeito das dimensões de cilindros de maçã na PSO e verificaram que a redução dos diâmetros de 20 mm para 12 mm resultou na diminuição do tempo de equilíbrio em até 4 horas.

GINGIACOMO et al. (1987) compararam os desempenhos da desidratação osmótica de pêssegos cortados em fatias com os de cerejas inteiras, nas mesmas condições. As fatias perderam mais água e ganharam mais sólidos no processo, sendo o comportamento atribuído à maior área de exposição deste formato do que da fruta inteira. LERICI et al. (1985) compararam os ensaios de PSO de maçãs em diferentes formatos (fatias, cubos, cilindros), nas mesmas condições. Os autores verificaram que o ganho de sólidos é função da relação A/L (A = área superficial total; L = metade da espessura) dos formatos. Quanto maior o parâmetro, maior seria o ganho de sólidos. O cubo, com um A/L de aproximadamente 250, obteve um ganho de sólidos maior do que as fatias, cuja relação era próxima de 70. A perda de água apresentou pouca variação para os diferentes formatos. ANTONIO et al. (2004), entretanto, investigando o efeito do formato na PSO de mamão, obtiveram resultados diferentes. O corte em fatias, comparado aos cubos, resultou em maior perda de água e maior ganho de solutos. Os resultados antagônicos dos dois estudos podem estar relacionados aos diferentes tipos de tecidos vegetais das frutas.

2.3.2.6 Agitação e vácuo

A agitação na PSO tem por objetivo homogeneizar a solução osmótica durante o processo, evitando zonas de estagnação em termos de concentração e temperatura, contribuindo, desta forma, para as trocas mássicas.

Inicialmente, PONTING et al. (1966) afirmaram que a agitação seria desnecessária na PSO, pois envolveria gastos energéticos, resultando em possíveis danos ao produto. No entanto, em trabalho posterior, PONTING et al. (1973) sugeriram um sistema de bombeamento da solução, afirmando ser a melhor forma de agitação na PSO. HAWKES e FLINK (1978) verificaram, na PSO de maçãs, que uma agitação suave incrementou a perda de água, principalmente quando soluções mais concentradas de sacarose foram empregadas. MAVROUDIS et al. (1998) concluíram que a perda de água na PSO de maçãs foi maior em um regime turbulento de agitação, comparado ao resultado obtido em um regime laminar. GARROTE et al. (1992) verificaram que a injeção de ar na solução osmótica teve efeito

significativo em ensaios com peras, porém, no caso de morangos alterou pouco o desempenho. Por outro lado, MOREIRA et al. (2007) não observaram influência da agitação na relação perda de água/ganho de sólidos na PSO de castanhas com solução de sal e glicerol, e apontaram os parâmetros densidade e teor de umidade inicial do produto como fatores de influência.

A aplicação de vácuo na desidratação osmótica vem sendo amplamente estudada e resultados demonstram vantagens tais como aceleração das perdas de água, redução do tempo de processo, possibilidade do emprego de baixas temperaturas e melhoria da qualidade do produto final. Segundo Chiralt & Fito (citado por LIMA et al., 2004), a utilização do vácuo acelera as trocas mássicas devido à rápida ocupação dos poros da matriz sólida pela solução. Por este motivo, a aplicação de vácuo na desidratação osmótica é mais vantajosa em produtos porosos (SHI e MAUPOEY, 1993).

FITO (1994) observou, através de curvas cinéticas, que a aplicação de vácuo (1030 mbar) reduziu o tempo de equilíbrio de 9 para 4 horas na PSO de maçãs com solução de sacarose (65 °Brix a 50 °C). O ganho de sólidos, entretanto, não apresentou influência do vácuo. MÚJICA-PAZ et al. (2003), por sua vez, afirmam que a desidratação osmótica a vácuo promove, no geral, um maior ganho de solutos, e que este comportamento pode ser interessante quando a impregnação de compostos ativos é desejada.

SOUSA et al. (2003), contudo, alertam para o fato de que a aplicação de vácuo na desidratação osmótica, sobretudo em períodos longos, pode causar mudanças estruturais, e alterações indesejáveis no comportamento do produto durante a secagem complementar e no período de vida-de-prateleira.

2.4 Recondicionamento, reuso e aproveitamento da solução osmótica

O gerenciamento do xarope é considerado o principal problema tecnológico da PSO, sendo apontado como o maior entrave na implementação do processo em escala industrial (MAROUZÉ et al., 2001; DALLA ROSA & GIROUX, 2001; WARCZOK et al., 2007).

Durante um ciclo osmótico, devido à retirada de água do alimento, o xarope é diluído e perde seu potencial osmótico. Além disto, parte do soluto do xarope é absorvida no alimento, e no sentido contrário, há migração de solutos naturais (ácidos, pigmentos, proteínas e sais) para a solução. Ocorrem, por outro lado, perdas de partes sólidas do alimento (sementes e

fragmentos de polpa) que ficam em suspensão na solução. Esses fluxos alteram as propriedades físico-químicas da solução osmótica. Ao final do ciclo, por sua vez, na retirada do alimento e na drenagem do xarope, parte deste fica aderida ao produto e aos equipamentos, alterando a relação mássica inicial.

Pelo exposto, durante um ciclo osmótico, a solução desidratante é profundamente alterada e o seu emprego em ciclo subsequente, sem nenhum recondicionamento, pode comprometer a qualidade do produto final e resultar em baixos desempenhos. Por outro lado, o descarte desta solução pode inviabilizar economicamente o processo e causar impactos ambientais devido à alta carga orgânica (MAROUZÉ et al., 2001).

O recondicionamento da solução osmótica, segundo DALLA ROSA e GIROUX (2001) poderá, dependendo da situação, envolver as seguintes operações: filtração das partículas em suspensão por peneiramento e/ou filtração com coadjuvantes (terra diatomácea e carvão ativado); restauração da concentração inicial por evaporação (a vácuo ou a pressão atmosférica), adição de solutos, crio-concentração ou emprego de membranas; estabilização microbiológica por pasteurização, refrigeração e/ou uso de conservantes.

BOLIN et al. (1983) investigaram, durante 5 ciclos, o reuso da solução de sacarose e de solução de xarope de milho com altos teores de frutose na PSO de maçãs e abricó. As soluções osmóticas foram concentradas a vácuo, antes de cada ciclo, e a relação mássica mantida pela redução gradativa da quantidade de frutas. Verificaram-se, com os ciclos de reuso, aumentos dos teores de acidez e de açúcares redutores no xarope, bem como a redução do parâmetro L^* de cor (luminosidade), indicando escurecimento. Apesar das alterações observadas, os autores afirmam que a qualidade sensorial dos produtos finais não foi depreciada.

VALDEZ-FRAGOSO et al. (1998) conduziram um ensaio de 20 ciclos de recondicionamento e reuso na PSO de maçãs com solução de sacarose. O recondicionamento do xarope foi realizado pela adição de sacarose, tendo sido observado um incremento de 3% da massa em decorrência deste procedimento. A relação mássica no processo foi mantida com a eliminação do excesso de xarope. Os autores observaram, ao longo do ensaio, as seguintes alterações no xarope: redução do pH; aumento dos teores de acidez titulável, de açúcares redutores e de sólidos totais; aumento da turbidez e da condutividade elétrica; escurecimento e aumento da contagem microbiana a partir do 15º ciclo.

Em estudo posterior, VALDEZ-FRAGOSO et al. (2002) empregaram outro método de recondicionamento em ensaio de 20 ciclos na PSO de maçãs. A solução osmótica (60 °Brix) foi continuamente re-circulada durante o ciclo, passando por: um filtro com elemento filtrante tipo “bag” de 100 µm para retenção de partículas pequenas; um trocador de calor, para manutenção da temperatura em 50 °C; e um evaporador a vácuo para manutenção da concentração. Ao término do ciclo, o xarope passava, ainda, por outro filtro (com um “bag” de 5 µm) e recebia xarope novo, a fim de se manter a relação mássica. Os autores monitoraram o xarope, e verificaram algumas das mesmas alterações do ensaio anterior (pH, acidez, teor de açúcar redutor e cor), concluindo, entretanto, que o reuso não alterou os parâmetros da desidratação osmótica nem a cor do produto final. Apesar do emprego de filtros, a carga microbiana do xarope aumentou nos ciclos finais ($3,0 \times 10^3$ ufc/ml) e os autores recomendaram a realização de pasteurização antes das jornadas de trabalho.

GARCÍA-MARTINEZ et al. (2002) realizaram ensaios de 10 ciclos de reuso, sem recondicionamento, na PSO de kiwi com xarope de sacarose (55 °Brix), variando a relação mássica xarope:fruta inicial (20:1, 10:1 e 5:1). Observaram reduções da concentração do xarope ao longo dos ciclos, mais acentuadamente na relação mássica de 5:1. As propriedades das soluções foram alteradas em todas as situações: aumento da condutividade elétrica, abaixamento do pH; diminuição da viscosidade; diminuição do parâmetro L^* de cor (atribuído ao escurecimento não enzimático); e aumento do parâmetro a^* (atribuído ao ganho de pigmentos da fruta). Os resultados mostram variações de até 8% no teor de umidade das frutas osmo-desidratadas ao término de 10 ciclos, não havendo, entretanto, influência da cor do xarope nos produtos. A carga microbiana do xarope não aumentou nos ensaios (<10 ufc/ml de bolores e levedura; 25-100 ufc/ml de bactérias).

O reuso do xarope de sacarose (60 °Brix) na PSO de goiabas foi estudado por ARGANDOÑA (2005), em ensaios de 20 ciclos, variando as relações mássicas xarope:fruta (10:1, 5:1 e 3:1). Nos ensaios, o xarope foi continuamente circulado sobre as frutas, dispostas em bandejas perfuradas. Xarope novo foi adicionado, eventualmente, para correções. Na relação mássica com menos xarope, a contagem microbiana aumentou a partir do 5º ciclo até o valor de $3,8 \times 10^4$ ufc/ml de bolores e leveduras no último ciclo. Nas relações mássicas com mais xarope, a carga microbiana resultou menor no último ciclo ($9,5 \times 10^2$ ufc/ml em 5:1 e 2×10^1 ufc/ml em 10:1). Não houve influência do reuso nas propriedades físicas e químicas das

frutas osmo-desidratadas. Os resultados sensoriais foram semelhantes para os produtos dos 1º, 5º, 10º e 15º ciclos.

PEIRÓ et al. (2006) conduziram um ensaio de 8 ciclos de reuso, sem recondicionamento, na PSO de toranja com solução de sacarose. Observou-se um aumento de aproximadamente 3% do teor de umidade das frutas osmo-desidratadas ao término do ensaio. Os autores verificaram aumentos expressivos e contínuos das concentrações de ácidos cítrico e ascórbico no xarope e reduções dos teores destes ácidos na fruta. Verificaram-se reduções médias, por ciclo de PSO, de 28 a 59% dos minerais da fruta (potássio, cálcio, fósforo, manganês e sódio). Não houve, entretanto, influência do reuso nestas perdas. A condutividade elétrica da solução foi continuamente incrementada até o 8º ciclo. Os autores obtiveram correlações matemáticas entre as propriedades físico-químicas do xarope (teor de sólidos solúveis, atividade de água, condutividade elétrica e viscosidade) e o número de ciclos do reuso.

Segundo DALLA ROSA e GIROUX (2001), a contaminação microbiológica do xarope na PSO de frutas e hortaliças ($\text{pH} < 4,5$) ocorre por fungos, bolores e bactérias lácticas, podendo chegar, com o reuso, em até 10^5 ufc/ml. Os autores recomendam a pasteurização da solução em trocadores de calor de placa, alertando, porém, para problemas com as altas viscosidades da solução e com o escurecimento não enzimático decorrente. Segundo o trabalho, a pasteurização à temperatura de 72-75 °C por 30 segundos seria suficiente para reduzir a contagem total de 10^5 para 10^2 ufc/ml. O armazenamento da solução sob refrigeração ou em condições assépticas é indicado no caso de processos intermitentes. Alternativa apresentada é o uso de sorbato de potássio (2000 ppm), que conserva o xarope por até 50 dias. Os autores sugerem cuidados especiais na limpeza dos equipamentos e instalações e a adoção de um programa de Análise de Riscos e Pontos Críticos de Controle (ARPCC) nas unidades produtoras, principalmente no caso da comercialização dos produtos osmo-desidratados sob refrigeração.

Segundo alguns estudos, a solução osmótica pode ser aproveitada após uma série de ciclos de recondicionamento e reuso para a formulação de conservas, geléias, sucos/néctares de frutas, e refrigerantes (COHEN et al., 1995; DALLA ROSA e GIROUX, 2001; BUCHWEITZ, 2005). O xarope esgotado da PSO, conforme exposto anteriormente, é muito rico em nutrientes naturais dos alimentos desidratados, e o seu emprego na formulação de

produtos é uma alternativa de aproveitamento, evitando, por sua vez, impactos ambientais decorrentes do descarte.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMBOUNOU, T.L.; CASTAIGNE, F.; DILLON, J.C. Abaissement de l'activité de l'eau de légumes tropicaux par déshydratation osmotique partielle. **Sciences des aliments**, v.3, n.4, p.551-567, 1983.

AGAIZ, A.; LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI, J. Osmotic dehydration of papaya with corn syrup solids. **Drying Technology**, v.12, n.7, p.1709-1725, 1994.

ALLAEDDINI, B.; EMAM-DJOMEH, Z. Formulation and quality improvement of dried kiwifruit slices using an osmotic pre-treatment. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM, 14., 2004, São Paulo, Brasil, **Anais...São Paulo: IDS**, 2004, p.2127-2132.

ALMEIDA, G.V.B. **Características qualitativas de pêssegos produzidos em Paranapanema-SP, safra 2005, e sua valoração no mercado de São Paulo**. 2006, 66p., Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal, SP.

ANTONIO, G.C.; AZOUBEL, P. M.; ALVES, D. G.; EL-AOUAR. A. A; MURR, F. E. X. Osmotic dehydration of papaya (*Carica papaya* L.): influence of process variables. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM, 14., 2004, São Paulo, Brasil, **Anais...São Paulo: IDS**, 2004, p.1998-2004.

ARAUJO, E.A.F. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus pérsica*)**. 2005, 113p., Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos)- UNICAMP, Campinas, SP.

ARGANDOÑA, E.J.S.; NISHIYAMA, C.; HUBINGER, M.D. Qualidade final de melão osmoticamente desidratado em soluções de sacarose com adição de ácidos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.12, p.1803-1810, 2002.

ARGANDOÑA, E.J.S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade**. 2005, 172p., Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, SP.

ASKAR, A.; HEIKAL, Y.; GHONAIM, S.M.; ABDEL-FADEEL, M.G.; ALI, A.M.; EL-GAIED, A. Osmotic and solar dehydration of peach. **Fruit Processing**. v.7, p.258 – 262, 1996.

AZOUBEL, P.M.; TONON, R.V.; EL-AOUAR, A.A.; ANTONIO, G.C.; ARAUJO, E.A.F.; RIBEIRO, S.C.A.; MURR, F.E.X. Osmotic dehydration of cashew apple in corn syrup: influence of process variables. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL DRYING SYMPOSIUM, 14., 2004, São Paulo, Brasil, **Anais...São Paulo: IDS**, 2004, p.2091-2096.

BARAT, J.M.; FITO, P.; CHIRALT, A. Modeling of simultaneous mass transfer and structural changes in fruit tissues. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2-3, p.77-85, 2001.

BARBOSA, W.; OJIMA, M.; CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; MARTINS, F.P. Época e ciclo de maturação de pêssegos e nectarinas no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.49, n.2, p.221-226, 1990.

BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; RIBEIRO, M.D.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, 2003, v.25, n.2, p.341-344.

BERISTAIN, C.I.; AZUARA, E.; CORTÉS, R.; GARCIA, H.S. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. **International Journal of Food Science and Technology**, v.25, n.5, p.576-582, 1990.

BOEIRA, J.B.; STRINGARI, G.B.; LAURINDO, J.B. Estudo da desidratação de pêssegos por tratamento osmótico e secagem. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.25, n.1, p.77-90, 2007.

BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C.; JACKSON, R.; NG, K.C. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. **Journal of Food Science**, Chicago, v.48, n.1, p.202-204, 1983.

BRON, I.U.; JACOMINO, A.P.; APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos 'Aurora-1' e 'Dourado-2'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1349-1358, 2002.

BUCHWEITZ, P.R. **Avaliação da pré-secagem de kiwi (*Actinidia deliciosa*) complementada por processos convencionais**. 2005, 224p., Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, SP.

CAPTA-FRUTAS. **Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios das Frutas – APTA. Pêssego IAC Douradão**. 2005. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Frutas/Pessegos_Douradão.htm>. Acesso em: 28 mai.09.

CHIRALT, A.; FITO, P. Transport mechanisms in osmotic dehydration: the role of structure. **Food Science and Technology International**, v.9, n.3, p.179-188, 2003.

CHIRALT, A.; TALENS, P. Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. **Journal of Food Engineering**, v.67, n.1, p.167-177, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Qualidade e industrialização de frutos temperados: pêssegos, ameixas, figos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.125, p.56-65, 1985.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990, 320p.

COHEN, J.S.; YANG, T.C.S. Progress in food dehydration. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, n.1, p.20-25, 1995.

CRISOSTO, C.H. Stone fruit maturity: a descriptive review. **Postharvest News and Information**, v.5, n.6, p.65-68, 1994.

CUNHA, L. M.; OLIVEIRA, F. A. R.; ABOIM, A. P.; FRÍAS, J. M.; PINHEIRO-TORRES, A. Stochastic approach to the modeling of water losses during osmotic dehydration and improved parameter estimation. **International Journal of Food Science and Technology**, v.36, n.3, p.253-262, 2001.

DALLA ROSA, M.; GIROUX, F. Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2, p.223-236, 2001.

EL-AQUAR, A.A.; MURR, F. Estudo e modelamento da cinética de desidratação osmótica do mamão formosa (*Carica papaya* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.1, p.69-75, 2003.

EMBRAPA. Embrapa Uva e Vinho. **Sistema de Produção n.3 – Sistema de produção de pêssego de mesa na região da serra gaúcha**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 16 set. 2005.

EMBRAPA. Embrapa Clima Temperado. **Sistema de produção n.4 – Cultivo do pessegueiro**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007.

ERBA, M.L.; FORNI, E.; COLONELLO, A. Influence of sugar composition and air dehydration levels on the chemicals-physical characteristics of osmodehydrofrozen fruit. **Food Chemistry**, v.50, n.1, p.69-73, 1994.

FERNANDES, F.; RODRIGUES, S.; GASPARETO, O. C. P.; OLIVEIRA, E. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. **Food Research International**, v.39, n.4, p.492-498, 2006.

FITO, P. Modelling of vacuum osmotic dehydration of food. **Journal of Food Engineering**, v.22, n., p.313-328, 1994.

GARCÍA-MARTINEZ, E.; MARTINEZ-MONZO, J.; CAMACHO, M.M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Characterisation of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. **Food Research International**, v.35, n.2-3, p.307-313, 2002.

GARROTE, R.; SILVA, E.R.; BERTONE, R. Osmotic concentration at 5°C and 25°C of pear and Apple cubes and strawberry halves. **LWT – Food Science and Technology**, v.25, n.2, p.133-138, 1992.

GIANGIACOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E. Osmotic dehydration of fruit: Part 1. Sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.11, n.3, p.183-195, 1987.

GIANOTTI, A.; SACCHETTI, G.; GUERZONI, M.E.; DALLA ROSA, M. Microbial aspects on short-time osmotic treatment of kiwifruit. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2-3, p.265-270, 2001.

GOULARTE, V.D.S.; ANTUNES, E.C.; ANTUNES, P.L. Qualidade de maçã Fuji osmoticamente concentrada e desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.2, p.160-163, 2000.

HAWKES, J.; FLINK, J. Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration. **J. Food Processing and Preservation**, v.2, n.4, p.265-284, 1978.

HENG, K.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Osmotic dehydration of papaya: influence of process variable on the product quality. **Sciences des Aliments**, v.10, n.4, p.831 - 848, 1990.

IAC. Instituto Agrônomo de Campinas. **Cultivares – IAC**. [s/d]. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Cultivares/PesquisaCultivares.asp>>. Acesso em: 2 mai. 2009.

ISLAM, M.N.; FLINK, J.M. Dehydration of potato II. Osmotic concentration and its effects on air drying behaviour. **Journal of Food Technology**, v.17, n.3, p.387-403, 1982.

KROKIDA, M.; MAROULIS, B. Z. The effect of drying methods on viscoelastic behaviour of dehydrated fruits and vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**. v.35, p.391-400, 2000.

LeMAGUER, M.; SHI, J.; FERNANDEZ, C. Mass transfer behavior of plant tissues during osmotic dehydration. **Food Science Technology International**, v.9, n.3, p.187-192, 2003.

LERICI, C.R.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M.; BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food Science**, v.50, n.5, p.1217-1226, 1985.

LIMA, A.S.; FIGUEIREDO, R.W.; MAIA, G.A.; LIMA, J.R.; SOUZA NETO, M.A.; SOUZA, A.C.R. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p.282-286, 2004.

LIMA, M.L. **Valoração de atributos de qualidade no preço de pêssegos do Estado de São Paulo**. 2008, 159p. Tese (Doutorado em Ciências) - ESALQ(USP), Piracicaba, SP.

MAROUZÉ, C.; GIROUX, F.; COLLIGNAN, A.; RIVIER, M. Equipment design for osmotic treatments. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2-3, p.207-221, 2001.

MAVROUDIS, N.; GEKAS, V.; SJOHOLM, I. Osmotic dehydration of apples – effects of agitation and raw material characteristics. **Journal of Food Engineering**, v.35, n.2, p.191-208, 1998.

MOREIRA, R.; CHENLO, F.; TORRES, M. D.; VÁZQUEZ, G. Effect of stirring in the osmotic dehydration of chestnut using glycerol solutions. **LWT – Food Science and Technology**, v.40, n.9, p.1507-1514, 2007.

MOTA, R.V. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêssgo submetidas à desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.789-794, 2005.

MÚJICA-PAZ, H.; VALDEZ-FRAGOSO, A.; LÓPEZ-MALO, A.; WELTI-CHANES, J. Impregnation properties of some fruits at vacuum pressure. **Journal of Food Engineering**, v.56, n.4, 307-314, 2003.

NEPA/UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos – TACO -Versão II**, 2ºed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP. 2006. 113p.

PARANAGIOTOU, N.; KARATHANOS, V.T.; MAROULIS, Z.B. Mass transfer modelling of the osmotic dehydration. **International Journal of Food Science and Technology**, v.33, n.3, p.267-284, 1998.

PBMH e PIF Programa Brasileiro para a modernização da horticultura e produção integrada de frutas. **Normas de classificação de pêssgo e nectarina**. São Paulo: CEAGESP, 2008.

PEIRÓ, R.; DIAS, V. M. C.; CAMACHO, M. M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Micronutrient flow to the osmotic solution during grapefruit osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, v.74, n.3, p.299-307, 2006.

PEREIRA, L. M.; FERRARI, C. C.; MASTRANTONIO, S.D.S.; RODRIGUES, A.C.C.; HUBINGER, M.D. Kinetic aspects, texture, and color evaluation of some tropical fruits during osmotic dehydration. **Drying Technology**, v.24, n.4, p.475-484, 2006.

PONTING, J.D. Osmotic dehydration of fruits – recent modifications and applications. **Process Biochemistry**, v.8, n.12, p.18-20, 1973.

PONTING, J.D.; WATTERS, G.G.; FORREY, R.R.; JACKSON, R. STANLEY, W.L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Technology**, v.20, n.10, p.125-128, 1966.

RAHMAN, M.S.; LAMB, J. Osmotic dehydration of pineapple. **Journal of Food Science and Technology**, v.27, n.3, p.150-152, 1990.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.5, n.8, p.255 - 260, 1994.

RASEIRA, M. C. B. O charmoso e nutritivo pêssego. In: PBMH&PIF Programa Brasileiro para a modernização da horticultura & produção integrada de frutas. **Normas de classificação de pêssego e nectarina**. São Paulo: CEAGESP, 2008.

RIZZOLO, A.; GERLI, F.; PRINZIVALLI, C.; BURATTI, S.; TORREGGIANI, D. Headspace volatile compounds during osmotic dehydration of strawberries (cv Camarosa): influence of osmotic solution and processing time. **LWT – Food Science and Technology**, v.40, n.3, p.529-535, 2007.

ROBERTSON, J.A.; MEREDITH, B.G.; LYON, G.W.; CHAPMAN, G.W.; SHERMAN, W.B. Ripening and cold storage changes in the quality characteristics of non-melting clingstone peaches (FLA 9-20C). **Journal of Food Science**, Chicago, v.57, n.2, p. 462 – 465, 1992.

RODRIGUES, A.; CUNHA, R.; HUBINGER, M.D. Rheological properties and colour evaluation of papaya during osmotic dehydration processing. **Journal of Food Engineering**, v.59, n.2-3, p.129-135, 2003.

SAHARI, M. A.; SOUTI, M.; EMAM-JOMEH, Z. Improving the dehydration of dried peach by osmotic method. **Journal of Food Technology**, v.4, n.3, p.189-193, 2006.

SALUNKE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruit**. Boca Raton: CRC Press. Inc., 1984. 147p.

SANTANA, L.R.R. **Qualidade pós-colheita de pêssego ‘Douradão’ sob atmosfera controlada e modificada**. 2009, 176p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – UNICAMP, Campinas, SP.

SAUREL, R.; RAOULT-WACK, A. L.; RIOS, G.; GUILBERT, S. Mass transfer phenomena during osmotic dehydration for apple I. Fresh plant tissue. **International Journal of Food Science and Technology**, v.29, n.5, p.531-542, 1994.

SHI, J.; LeMAGUER, M. Mass transfer flux at solid-liquid contacting interface. **Food Science Technology International**, v.9, n.3, p.193-199, 2003.

SHI, X.Q.; MAUPOEY, P.F. Vacuum osmotic dehydration of fruits. **Drying Technology**, v.11, n.6, p.1429-1442, 1993.

SILVEIRA, E.T.F.; SHAFIUR RAHMAN, M.; BUCKLE, K.A. Osmotic dehydration of pineapple: kinetics and product quality. **Food Research International**, v.29, n.3-4, p.227-233, 1996.

SOUSA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.A.; MAIA, G.A.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W. Desidratação osmótica de frutos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37 (suplemento), p.94-100, 2003.

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

VALDEZ-FRAGOSO, A.; MUJICA-PAZ, H.; GIROUX, F.; WELTI-CHANES, J. Reuse of sucrose syrup in pilot-scale osmotic dehydration of apple cubes. **J. Food Process Engineering**, v.25, n.2, p.125-139, 2002.

VALDEZ-FRAGOSO, A.; WELTI-CHANES, J.; GIROUX, F. Properties of a sucrose solution reused in osmotic dehydration of apples. **Drying Technology**, v.16, n.7, p.1429-1445, 1998.

VIAL, C.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Osmotic dehydration of kiwi fruits: influence of process variables on the color and ascorbic acid content. **Science des Aliments**, v.11, n.1, p.63-84, 1991.

WARCZOK, J.; GIERSEWSKA, M.; KUJAWSKI, W.; GUELL, C.; Application of osmotic membrane distillation for reconcentration of sugar solutions from osmotic dehydration. **Separation and Purification Technology**, v.57, n.3, p.425-429, 2007.

3 APTIDÃO DE CULTIVARES DE PÊSSEGO DO ESTADO DE SÃO PAULO PARA A PRODUÇÃO DE PASSAS POR PROCESSO COMBINADO DE SECAGEM OSMÓTICA E SECAGEM COM AR QUENTE

3.1 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 (38%), seguido pela Itália (10,8%), Estados Unidos (9%) e Espanha (7,2%). O Brasil ocupa o décimo quarto lugar na produção mundial, 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 voltada para o consumo de mesa, ou *in natura* (SATO, 2001). Segundo BARBOSA et al. (2003), das frutíferas temperadas, a persicultura é a que mais evoluiu no estado de São Paulo em termos de plantas. A produção comercial de pêssegos, embora presente em 1,1 mil propriedades, localizadas em 153 municípios, encontra-se concentrada em três destes, que foram responsáveis em 2004 por 50% de toda produção paulista: Paranapanema, na região agrícola de Avaré, com 6,3 mil toneladas; Guapiara, na região agrícola de Itapeva, com 5,2 mil toneladas e Atibaia na região de Bragança Paulista com 3,4mil toneladas (ALMEIDA, 2006). As cultivares mais presentes no Estado de São Paulo são as de baixa exigência em frio, de maturação precoce (eventualmente mediana), com safras de setembro a novembro. A maior parte das cultivares é resultado de melhoramento genético do Instituto Agrônômico (IAC): Aurora-1, Dourado, Ouromel, Doçura, Jóia, Régis, Biuti e Douradão. Há, também, a produção de cultivares mais exigentes em frio, principalmente na região de Itapeva. Estas últimas são introduções da Embrapa, advindas do Rio Grande do Sul, tais como: Coral, Marli, Diamante, Premier, Chimarrita, Eldorado, Maciel e Granada. Conforme BARBOSA et al. (2003), existem, também, pomares contendo cultivares provenientes da Universidade da Flórida, a exemplo de Sunripe, Rubro-sol, Colombina, Sunblaze e outras.

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; COHEN e YANG, 1995). Neste processo, três fluxos de massa acontecem simultaneamente: um fluxo de água do produto para a solução; um fluxo de soluto da solução para o produto; e a perda, por lixiviação, de solutos naturais do produto para a solução. O

primeiro fluxo é o mais importante, sendo aquele que permite a secagem parcial do alimento. O segundo fluxo pode ser interessante quando se deseja a incorporação de princípios ativos tais como conservantes, açúcares, ou nutrientes. O terceiro fluxo em geral é indesejado, pois implica perdas de qualidade (PARK et al., 2002). 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 (VIDEV et al., 1990; JAYARAMAN e DAS GUPTA, 1992; RAOULT-WACK, 1994; AGUIRRE e GASPARINO FILHO, 2002). Pelo fato da retirada da água não acontecer com mudança de estado físico, e conseqüentemente envolver temperaturas relativamente baixas e tempos curtos, há uma boa manutenção da estrutura física das células, e, por conseguinte, da textura do alimento (BOLIN et al., 1983; RAOULT-WACK, 1994). A eventual absorção, pelo alimento, do soluto empregado, colabora na proteção da estrutura dos tecidos, evitando o colapso ou o rompimento nos processos subseqüentes (RAOULT-WACK, 1994). Outras vantagens são: inibição da atividade enzimática, dispensando a necessidade de branqueamento para alguns casos; estabilização dos pigmentos; manutenção da qualidade nutricional; equilíbrio do “ratio” (PONTING et al., 1966; ISLAM e FLINK, 1982; KROKIDA e MAROULIS, 2000). Por todas as vantagens, tem havido uma tendência crescente na utilização da pré-secagem osmótica (PSO) como tratamento preliminar a outros processos como congelamento, secagem convencional, liofilização e pasteurização (SOUSA et al., 2003).

A literatura internacional apresenta poucos trabalhos sobre a PSO de pêssgos. GIANGIACOMO et al. (1987), BOLIN et al. (1983), ASKAR et al. (1996) investigaram aspectos de processo, rendimentos e aceitação sensorial a partir de algumas cultivares estrangeiras. Em um estudo preliminar GERMER et al. (2004) avaliaram o desempenho das cultivares Régis, Tropical e IAC680-129 para a produção de passas de pêssgo por processo combinado de PSO (70 °Brix/ 45 °C/ 12 horas) seguida da SC. Os resultados mostraram bons rendimentos, e boa aceitação sensorial dos produtos, apontando para a viabilidade técnica do processo.

Pelo exposto, a persicultura do estado de São Paulo tem produção expressiva, e conta com muitos cultivares, inclusive com aqueles de dupla finalidade (mesa e indústria). Considerando os resultados preliminares promissores e a observação de um crescimento no

consumo de frutas desidratadas no Brasil (RABELO, 2000), o aproveitamento dos excedentes da persicultura na forma de fruta passa pode ser uma alternativa interessante para agregação de valor, geração de renda e empregos. O processo de PSO, por todas as vantagens preconizadas é uma alternativa a ser investigada. O objetivo deste trabalho, portanto, foi avaliar a aptidão de cultivares da persicultura paulista para a produção de passas de pêssego por processo combinado de PSO / SC levando-se em conta o desempenho nas etapas do processamento, rendimentos e aceitação sensorial.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Seleção das cultivares

Partiu-se do pressuposto que as cultivares de pêssego com potencial aptidão para a produção de passas seriam aquelas de polpa firme, com maiores chances da manutenção da textura. Segundo CHITARRA e CARVALHO (1985) estas são, também, as preferidas para a industrialização de conservas, sendo as de polpa fundente (mole) mais indicadas para consumo *in natura*. Fez-se, então, um levantamento inicial na literatura para selecionar as possíveis cultivares com estas características dentre aquelas de produção comercial no Estado de São Paulo. Consultaram-se especialistas, produtores de mudas (viveiristas) e produtores da fruta no estado para avaliar o potencial das culturas. Com base nestas informações, foram selecionadas as seguintes cultivares para o estudo: Régis, Aurora-1, Diamante e Douradão.

3.2.2 Processamento

As frutas das cultivares Régis, Aurora-1 e Douradão foram doadas pela Cooperativa Holambra II, localizada em Paranapanema/SP, e as frutas da cultivar Diamante foram fornecidas por produtor do município de Caldas, sul de Minas Gerais. As colheitas foram realizadas no ponto de maturação fisiológica, empregando como critério a alteração da cor de fundo da casca, que é um dos indicadores de maturação para pêssegos (CRISOSTO, 1994). Este critério, embora subjetivo, é muito empregado nos pomares, principalmente no caso de transporte para longa distância. Os frutos foram selecionados, classificados e acondicionados em embalagens de papelão. Para o estudo, empregaram-se frutos classificados na categoria Extra, classe 4 (SINDICATO RURAL DE JUNDIAÍ, 2005). Os frutos foram transportados e

armazenados em condições ambientes. O processamento iniciou-se quando o amadurecimento do fruto foi observado, isto é, o desenvolvimento de cor de polpa, sabor e aroma, mantendo-se, no entanto, a firmeza da polpa. O ponto considerado bom para o processamento foi caracterizado pelas seguintes análises físico-químicas: acidez titulável, pH, teor de sólidos totais, teor de sólidos solúveis, firmeza de polpa, teor de açúcares totais, açúcares redutores e não redutores. As análises químicas foram realizadas em amostra representativa do lote, em triplicata, empregando-se métodos padrões (CARVALHO et al., 1990). A análise de firmeza de polpa foi realizada em texturômetro TAXT2i (Stable Micro Systems, Inglaterra), empregando-se ponteira de 4 mm, carga de 25 kg, velocidade de 1 m/s. Mediu-se a força (N) para vencer a resistência da polpa em dois pontos opostos da região equatorial de 10 frutos sem casca. Para as cultivares Aurora-1, Diamante e Douradão, o processamento iniciou-se no terceiro dia após a colheita, e para a cultivar Régis, no quarto dia. O processamento consistiu das seguintes operações: seleção, lavagem, descascamento químico; enxágüe com água corrente; descaroçamento e corte manual; branqueamento químico; pré-secagem osmótica; enxágüe em água corrente; secagem convencional. Os ensaios partiram de aproximadamente 12 kg de matéria-prima. O descascamento químico deu-se em solução de soda cáustica a 7% (p/p) a 80 °C por 40 segundos, seguido de neutralização com solução de ácido cítrico 7% a 80 °C por 40 segundos, baseado no descrito por GINGIACOMO et al. (1987). Em testes preliminares, as cultivares estudadas apresentaram escurecimento da polpa após o descascamento e corte, provocado provavelmente pela atividade da enzima polifenoloxidase. Realizou-se, portanto, o branqueamento com solução aquosa de 4% (p/p) de ácido cítrico e 1% (p/p) de ácido ascórbico por 1 minuto, conforme preconizado por AGUIRRE e GASPARINO FILHO (2002). A retirada dos caroços foi realizada com descaroçador manual de aço inoxidável (faca no formato de colher). O corte, também manual, foi realizado com faca de aço inoxidável, partindo-se o fruto longitudinalmente em 6 pedaços iguais. Para o cálculo dos rendimentos, pesaram-se as matérias-primas iniciais já selecionadas e lavadas, assim como os produtos e os descartes de cada etapa do processo. As pesagens foram realizadas em balança Mettler (EUA), modelo P10N. As perdas ocorridas durante o processo, causadas por danos internos das frutas, foram consideradas como perdas iniciais, e não entraram no cálculo de rendimento de polpa. No entanto, para o cálculo do rendimento do processo, as perdas foram consideradas.

3.2.3 O processo combinado de pré-secagem osmótica/secagem convencional

A pré-secagem osmótica foi realizada em tanque piloto (Blue M, MR-3240C-1, capacidade de 100 l) provido de resistência elétrica, termostato e agitador. Como solução hipertônica, empregou-se xarope de sacarose a 65 °Brix, à razão mássica de 9:1 (massa de xarope:massa de fruta), à temperatura constante de 45 °C por 6 horas. Para o acompanhamento da variação do conteúdo de água da fruta durante a pré-secagem, empregaram-se 12 cestos enumerados (diâmetro de 5 cm e altura de 9 cm) construídos de malha de aço inoxidável, com capacidade de aproximadamente 50 g de frutas. Estes cestos foram colocados no tanque, em posições fixas, de forma aleatorizada. A cada 60 min de processo, aleatoriamente, dois cestos foram retirados do banho para análises do teor de umidade, realizadas após o enxágüe. As análises do teor de umidade foram conduzidas em estufa a vácuo a 70 °C, até peso constante, segundo CARVALHO et al. (1990). Para o acompanhamento da variação do peso das frutas, empregou-se um cesto maior (16x12x6 cm) construído de mesmo material, com capacidade de aproximadamente 200 g do produto. Posicionou-se o cesto maior no centro do banho, e seu peso foi monitorado a cada 60 min. Para a pesagem, procedeu-se o enxágüe dos frutos, e em seguida, o enxugamento superficial com papel toalha. Pesaram-se os pedaços enxutos em balança semi-analítica (Marte, AL500), retornando-os, em seguida, ao cesto e ao banho. Tomou-se o cuidado de realizar o enxágüe, tanto nesta operação, como na determinação do teor de umidade, sempre da mesma forma, e com a mesma quantidade proporcional de água.

Os parâmetros Perda de Água (PA), Perda de Massa (PM) e Incorporação de Sólidos (IS) do processo de secagem osmótica foram calculados a partir das seguintes relações:

$$PA = \frac{(U_t M_t - U_i M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g de água/100 g de massa inicial}) \quad (1)$$

$$PM = \frac{(M_t - M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g/100 g de massa inicial}) \quad (2)$$

$$IS = \frac{S T_t M_t - S T_i M_i}{M_i} \times 100 \quad (\text{g de soluto/100 g de massa inicial}) \quad (3)$$

O Percentual de Água Removida (AR) foi determinado pela seguinte relação:

$$AR = \frac{(U_i M_i - U_f M_f)}{U_i M_i} \times 100 \quad (\text{g de água/100 g de massa inicial}) \quad (4)$$

onde M_t = massa no tempo t ;

U_t = teor de umidade no tempo t ;

STt = teor de sólidos totais no tempo t;

Mi = massa inicial;

Ui = teor de umidade inicial;

STi = teor de sólidos iniciais;

Mf = massa no final;

Uf = teor de umidade no final;

STf = teor de sólidos totais no final.

Ao final da etapa de PSO, as fatias foram enxaguadas com água corrente, pesadas e colocadas em bandejas para secagem convencional. A secagem deu-se em secador de bandeja de gabinete, com circulação de ar, à velocidade de 1,5 m/s e temperatura de 65 °C. Os pesos das bandejas foram monitorados até que as amostras atingissem o teor de umidade na faixa de 20 a 22% (base úmida). Os pêssgos passas foram embalados em sacos de polietileno de 0,15 mm de espessura (por parede), e armazenados. Após um período de aproximadamente 15 dias, suficiente para o equilíbrio da umidade, realizaram-se os ensaios sensoriais.

Para a determinação dos rendimentos de processo, construíram-se fluxogramas quantitativos dos processos, incluindo as operações realizadas, e os respectivos fluxos de massa. Nos fluxogramas, elaborados a partir de 100 kg de matéria-prima, os valores foram calculados a partir dos rendimentos determinados experimentalmente. As umidades finais dos produtos foram corrigidas para 20%, considerando a matéria-seca constante, para se ter a mesma base de comparação. Calculou-se, então, o rendimento do processo, isto é, a massa de matéria-prima necessária para produção de 1 kg de produto final.

3.2.4 Ensaios sensoriais

Para avaliar a aceitabilidade dos produtos obtidos das diferentes cultivares de pêssgo empregaram-se equipes de 30 provadores não treinados, escolhidos dentre indivíduos consumidores de frutas secas. Realizaram-se sessões separadas, nas quais os provadores receberam amostras dos produtos em pratos de plástico branco. Empregou-se escala hedônica com 9 pontos para avaliar os atributos aparência, sabor, textura, cor e preferência geral. Na escala, o valor 9 correspondeu ao termo “gostei muitíssimo” e 1, ao termo “desgostei

multíssimo”. Os resultados foram analisados através de análise de variância, Teste F e Teste de Tukey, utilizando-se para os cálculos, o programa SAS.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.3.1 Caracterização das cultivares e desempenho nas etapas de preparo para a secagem

A Tabela 3.1 apresenta os resultados das análises físico-químicas de caracterização das diferentes cultivares realizadas no dia do processamento.

Tabela 3.1 Características físico-químicas das cultivares de pêssegos determinadas no dia do processamento.

Cultivar	Acidez titulável (g ac. cítrico/100g fruta)	SST (°Brix)	ratio	pH	ST (%)	AT (g/100g de fruta)	AR (g/100g de fruta)	ANR (g/100g de fruta)	Firmeza de polpa (N)
Régis	0,530	9,3	17,5	3,6	11,9	9,2	1,5	7,7	3,5
Aurora-1	0,267	10,5	39,3	4,1	12,7	7,5	1,9	5,6	10,5
Diamante	0,887	10,4	11,7	3,9	9,8	8,6	1,3	7,3	15
Douradão	0,197	16,8	84,4	4,9	16,8	17,2	1,9	15,3	2,1

SST = teor de sólidos solúveis totais; ST = teor de sólidos totais;
 AT = teor de açúcares totais; AR = teor de açúcares redutores;
 ANR = teor de açúcares não redutores; Ratio = SST/acidez titulável

A Tabela 3.2 apresenta, para as diferentes cultivares, os rendimentos obtidos nas etapas de preparo para a secagem.

Tabela 3.2 Rendimentos das cultivares nas etapas de preparo para a secagem.

Cultivar	Porcentagem de cascas^a %	Porcentagem de caroços^b %	Rendimento polpa^c %	Rendimento polpa^d
Régis	13,6	11,8	74,6	1,34:1
Aurora-1	10,9	6,3	82,6	1,21:1
Diamante	7,4	7,5	84,7	1,18:1
Douradão	8,9	12,2	78,7	1,27:1

a) (Massa de cascas/ Massa de matéria-prima descontadas perdas) x 100;

b) (Massa de caroços/ Massa de matéria-prima descontadas perdas) x 100;

c) (Massa de fruta descascada, descaroçada e cortada/ Massa de matéria-prima descontadas perdas) x 100;

d) Massa de matéria-prima necessária para produzir 1kg de fruta descascada, descaroçada e cortada descontando as perdas;

Observa-se, pelos resultados das análises, que o pêssgo Douradão apresenta o maior teor de sólidos totais, característica importante para a aplicação desejada, seguida das cultivares Régis, Aurora-1 e Diamante. O teor de sólidos solúveis é maior, por conseguinte, na cultivar Douradão, seguida das cultivares Aurora-1, Régis e Diamante. A cultivar Douradão apresentou, no estágio de maturação do estudo, uma polpa de pouca firmeza. A cultivar Diamante apresentou a maior firmeza de polpa, seguida das cultivares Aurora-1 e Régis. Quanto à acidez titulável, a cultivar Diamante apresentou o maior valor, e a Douradão, o menor. Segundo CHITARRA e CARVALHO (1985), a acidez característica de pêssgos situa-se na faixa de 0,36 a 0,65 g ácido cítrico/100 g fruta, mas esta propriedade é função, além da cultivar, do ponto da colheita, do estágio de maturação e da safra (CRISOSTO, 1994). Quanto aos açúcares, em todas as cultivares, a parcela dos não redutores, expressa em sacarose, é maior do que aquela de açúcares redutores, conforme esperado para os pêssgos (CHITARRA e CARVALHO, 1985). A cultivar Douradão se destaca pelo maior teor de açúcares. Entretanto, o melhor “ratio” verificado, isto é, o melhor equilíbrio entre o teor de sólidos solúveis e acidez,

parece ser, segundo CASCALES et al. (2005), da cultivar Aurora-1¹, entre 30 e 40, fato que pode influenciar positivamente na aceitação do produto final.

Com respeito às etapas de preparo para a secagem, algumas constatações importantes foram feitas, e são descritas a seguir. O descascamento químico realizado foi igualmente eficaz para todas as cultivares, permitindo a remoção da totalidade da casca no enxágue com água corrente. Observou-se maior facilidade de descaroçamento nos frutos da cultivar Diamante, seguida das cultivares Aurora-1 e Régis. Embora a cultivar Douradão tenha como característica o caroço pouco preso, em função dos frutos apresentarem a polpa mais mole no estágio de maturação desejado, o descaroçamento foi mais difícil, assim como o corte. A cultivar Aurora-1, por ter formato globoso-oblongo, apresentou pedaços assimétricos após o corte. O mesmo não foi observado nas outras cultivares. O branqueamento praticado foi eficaz para as cultivares no controle do escurecimento durante o preparo, até o início da PSO. Quanto aos rendimentos de polpa, a cultivar Diamante apresentou resultados melhores no geral, com menor percentagem de casca e caroço, seguida das cultivares Aurora-1, Douradão e Régis.

3.3.2 Resultados da pré-secagem osmótica

As Figuras 3.1, 3.2 e 3.3 apresentam, respectivamente, os valores dos parâmetros PA, PM e IS durante os processos de secagem osmótica, calculados a partir das equações (1), (2) e (3).

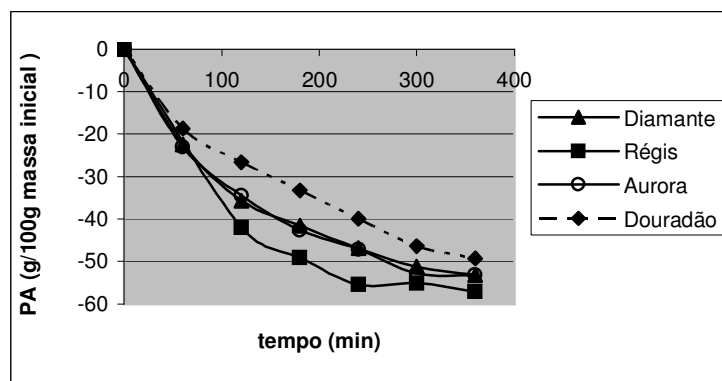


Figura 3.1 Perda de água (PA) durante o processo de secagem osmótica para as diferentes cultivares de pêssgo.

¹ Esta informação difere da que consta no artigo original (GERMER et al, 2007) relacionado no Anexo 1. Segundo a referência CASCALES et al. (2005) a melhor faixa de “ratio” para pêssgo (cultivar Caterin), em termos sensoriais, seria de 30 a 40. Portanto, a cultivar Aurora-1 teria um “ratio” mais equilibrado, e não a Régis como mencionado em GERMER et al. (2007).

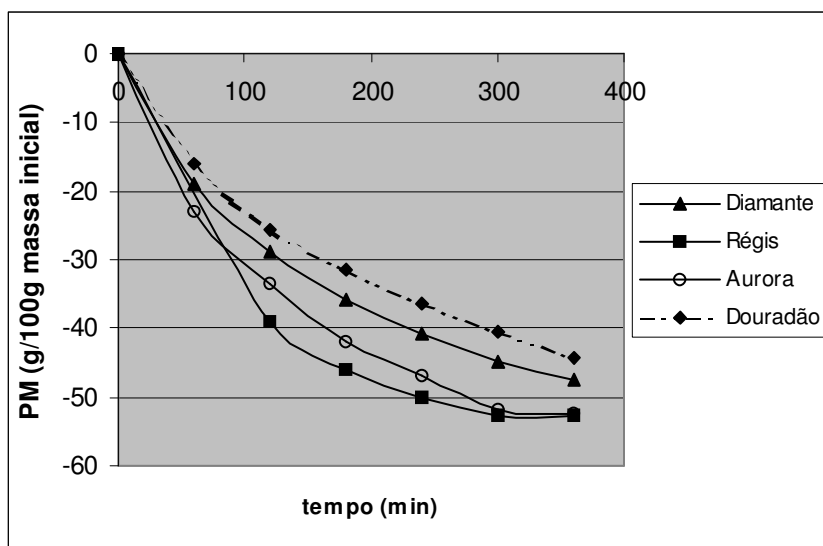


Figura 3.2 Perda de Massa (PM) durante o processo de secagem osmótica das diferentes cultivares de pêssgo.

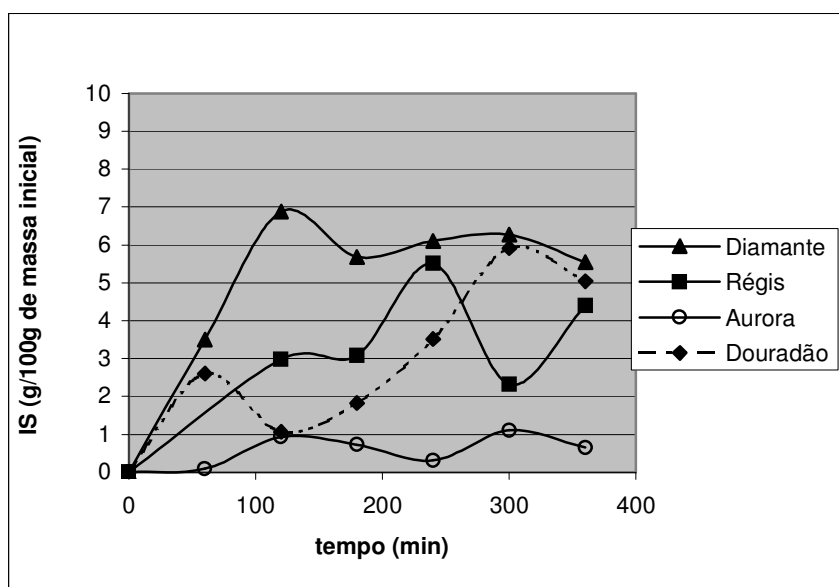


Figura 3.3 Incorporação de Sólidos (IS) durante o processo de secagem osmótica das diferentes cultivares de pêssgo.

Em todos os casos, a PM foi sempre menor que a PA, sendo ambos negativos. A diferença de PM e PA resulta em uma IS positiva. Conforme esperado, portanto, houve perda de água da fruta para a solução hipertônica, e migração de solutos em sentido contrário. Quanto ao fluxo hipotético de solutos da fruta para o xarope, não é possível, com os dados levantados, fazer alguma afirmação. Os valores de PA em 6 horas de processo foram em média 53,2 g/100 g de massa inicial, estando, portanto, dentro da faixa de 40 a 70 g/100 g de massa inicial, que segundo RAOULT-WACK (1994), são característicos dos processos de secagem osmótica. Os valores observados de IS foram em média 3,9 g/100 g de massa inicial, e ocorreram praticamente nas duas primeiras horas de processo, tendendo a um valor constante no tempo restante. Na média, os ganhos de sólidos observados se aproximam da média de 2 g/100 g de massa inicial obtida por GINGIACOMO et al. (1987) na secagem osmótica de pêsegos com solução mista de açúcares (70 °Brix, 25 °C). Os valores obtidos de IS podem ser considerados pequenos se comparados àqueles apresentados por RAOULT-WACK (1994) como característicos, os seja, de 5 a 25 g/100 g massa inicial. As oscilações das curvas da Figura 3, embora de pequenas proporções, podem ser atribuídas a desuniformidade natural das amostras e a prováveis imprecisões metodológicas. Os percentuais de água removida (AR), calculados pela equação (4), foram, de acordo com as cultivares, em ordem decrescente: 64,9% para a Régis; 60,9% para a Aurora-1; 59,3% para a Douradão; 58,9% para a Diamante. Os valores de AR verificados foram um pouco menores dos que os obtidos por GERMER et al. (2004), que na média estiveram em 75%. Há de se considerar, entretanto, as diferenças nas condições de processo. Uma possível explicação para as diferenças observadas no AR entre as cultivares, é o fato de existirem variações, ainda que pequenas, nas dimensões dos pedaços. Há uma faixa de variação aceitável nas dimensões das frutas de mesmo calibre de acordo com a norma de classificação empregada (SINDICATO RURAL DE JUNDIAÍ, 2005), além do fato de diferentes cultivares apresentarem diferenças nos seus formatos. O tempo de processo de 6 horas de secagem osmótica, praticado nos experimentos, mostrou-se adequado. No entanto, esta operação poderia ser diminuída para 4 horas, tendo em vista um processo industrial, comprometendo apenas 15% em média do rendimento de processo.

3.3.3 Rendimentos do processo combinado de secagem osmótica/secagem convencional

A Figura 3.4 apresenta, a título de exemplo, o fluxograma quantitativo básico obtido para o processamento de pêssego passa por processo combinado de PSO/SC a partir da cultivar Aurora-1. A Tabela 3.3 apresenta os tempos da SC praticados, as umidades dos produtos finais, e os rendimentos dos processos. O melhor rendimento de processo obtido foi com a cultivar Douradão, seguido das cultivares Aurora-1, Régis e Diamante. Embora o melhor rendimento de polpa tenha sido obtido com a cultivar Diamante, como descrito anteriormente, o fato desta cultivar apresentar o menor teor de sólidos totais (Tabela 3.1), resultou em um valor menor de rendimento de processo. A cultivar Douradão obteve o melhor rendimento por ter um teor de sólidos mais elevado. O tempo da SC foi em média 4,4 horas, variando um pouco entre as cultivares em função de alguns fatores: eficiência da PSO; dimensões dos pedaços; e no caso da cultivar Douradão, provavelmente, também, dado à consistência “mole” dos pedaços, fato que pode ter dificultado as trocas mássicas.

Tabela 3.3 Tempos de secagem convencional, umidades finais dos produtos e rendimentos do processo para as diferentes cultivares.

cultivar	Tempo da secagem convencional (h)	Teor de umidade do produto passa (%)	Rendimento do processo^a
Régis	4,3	21,4	6,9:1
Aurora-1	4	22,0	6,5:1
Diamante	4,3	20,0	7,3:1
Douradão	5	20,4	5,0:1

a) Massa de matéria-prima necessária para produzir 1kg de fruta passa na umidade de 20% (base úmida)

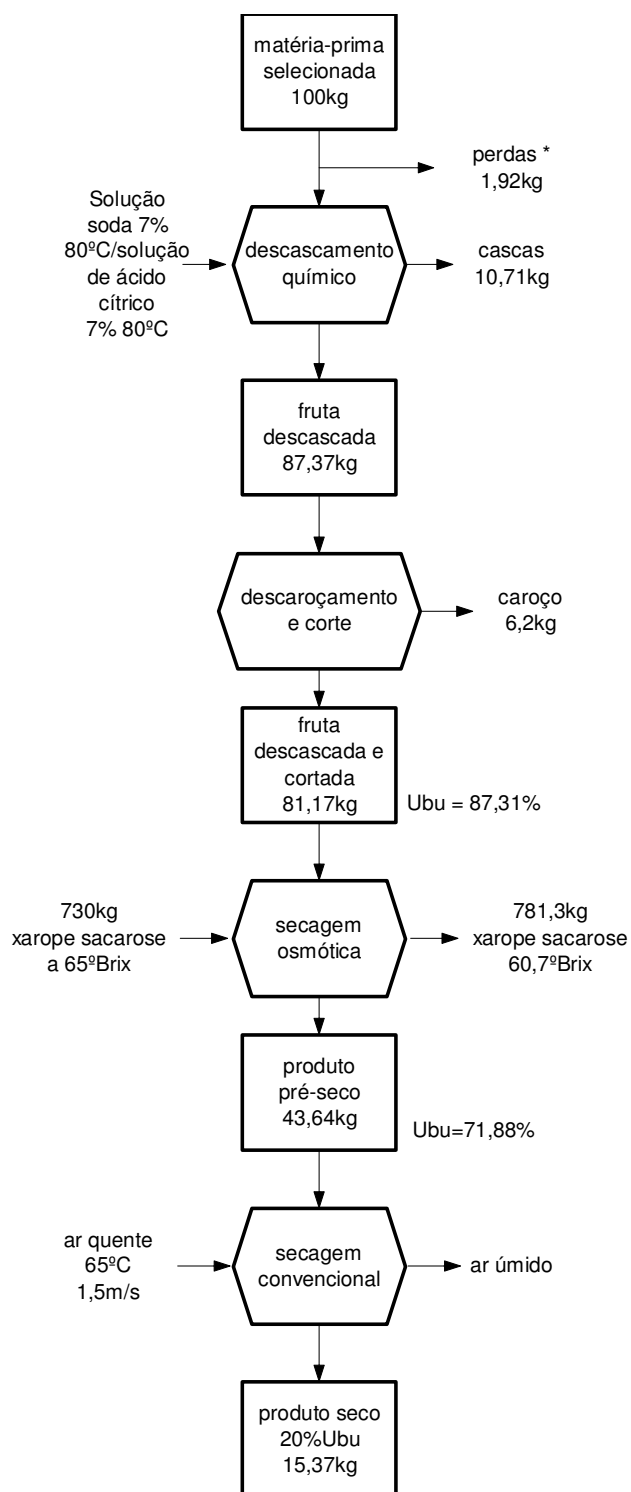


Figura 3.4 – Fluxograma quantitativo básico do processo de produção de pêssgo-passa por processo combinado secagem osmótica/secagem convencional com a cultivar Aurora-1 (* perdas causadas por frutos com danos internos ou frutos maduros de difícil manuseio).

3.3.4 – Aceitação sensorial dos produtos finais

A Tabela 3.4 apresenta os resultados obtidos nos ensaios sensoriais.

Tabela 3.4 Resultados médios dos ensaios sensoriais com pêssgo-passa obtido por processo combinado de secagem osmótica/ secagem convencional para as diferentes cultivares.

Cultivar	Cor	Textura	Aparência	Sabor	Preferência Geral
Diamante	7,00 ^a	6,77 ^a	6,77 ^a	7,64 ^a	7,00 ^{a,b,c}
Aurora-1	7,05 ^a	7,27 ^a	6,73 ^a	7,45 ^a	7,32 ^{a,b}
Douradão	5,95 ^b	7,00 ^a	5,55 ^b	7,50 ^a	6,68 ^c
Régis	7,05 ^a	7,14 ^a	6,68 ^a	7,73 ^a	7,32 ^{a,b}

Médias seguidas das mesmas letras nas colunas (comparação entre amostras) não diferem significativamente ao nível de erro de 5%.

Observa-se, dos resultados apresentados na Tabela 3.4, que não houve diferença significativa para as quatro cultivares estudadas quanto aos atributos de sabor e textura. As médias relativamente altas do atributo sabor (84,2% da escala), correspondente ao termo “gostei muito”, indicam boa aceitabilidade do pêssgo passa obtido com as cultivares estudadas. Quanto ao atributo cor, a cultivar Douradão diferiu significativamente das demais, e obteve média inferior, 5,95, que corresponde ao termo “não gostei nem desgostei” na escala utilizada. Assim sendo, em termos de cor, esta cultivar não foi considerada aceitável pela equipe de provadores. Os resultados de aparência concordam com os resultados de cor, indicando que a equipe de provadores não considerou o aspecto visual do produto da cultivar Douradão aceitável. Quanto à preferência geral, a cultivar Douradão obteve a menor média, 6,68, indicando baixo grau de aceitabilidade comparativamente às demais. Percebeu-se, de fato, um escurecimento relativamente maior nas passas da cultivar Douradão, causado, muito provavelmente, pela caramelização de açúcares, dado os altos teores desta cultivar. Além disto, foi perceptível, também, uma maior deformação dos pedaços da fruta desta cultivar ao longo do processo, em função da polpa de menor firmeza. As cultivares Aurora-1 e Régis obtiveram, de forma significativamente igual, as melhores médias em termos de preferência geral. Do ponto de vista sensorial, portanto, as cultivares Aurora-1, Régis e Diamante apresentaram-se mais adequadas para o processamento na forma de fruta passa.

3.4 CONCLUSÕES

As características e os desempenhos observados no estudo permitem as seguintes conclusões quanto à aplicabilidade das cultivares estudadas na obtenção de passas por um processo combinado de secagem osmótica/secagem convencional:

- A cultivar Douradão, embora tenha resultado no melhor rendimento de processo, apresentou dificuldades no manuseio/preparo para a secagem, em vista da menor firmeza de sua polpa. A mesma cultivar obteve baixa aceitação sensorial por apresentar escurecimento e deformação dos pedaços;
- A cultivar Diamante apresentou o rendimento mais baixo, e sua aceitação sensorial, em termos de preferência geral, foi menor em comparação às obtidas pelas cultivares Régis e Aurora-1;
- As cultivares Régis e Aurora-1, dentre as cultivares pesquisadas, reúnem características de melhor aptidão para o processo de produção de pêssego passa por processo combinado de secagem osmótica/secagem convencional, apresentando, ambas, facilidade no preparo, bom rendimento, e boa aceitação sensorial;
- A operação de secagem osmótica, nas condições realizadas, resultou em um percentual de água removida da ordem de 60%, variando pouco entre as diferentes cultivares. Houve, neste processo, um baixo ganho de sólidos, da ordem de 4 g/100 g massa inicial. Conclui-se que a pré-secagem osmótica é uma alternativa interessante para a produção de pêssego passa, resultando, ao final do processo global, em bons rendimentos e produto com ótima aceitação sensorial.

O estudo, portanto, conclui pela viabilidade técnica da produção de pêssego passa por processo combinado de secagem osmótica/secagem convencional a partir das cultivares Régis e Aurora-1. O processo pode representar uma alternativa para o aproveitamento de excedentes destas culturas. Faz-se necessário, entretanto, um aprofundamento no assunto, através da investigação das melhores condições de processo, reaproveitamento do xarope, assim como, na realização de um estudo de viabilidade econômica de unidades agroindustriais que venham a aplicar o processo em questão.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALMEIDA, G.V.B. **Características qualitativas de pêssgos produzidos em Paranapanema-SP, Safra 2005, e sua valoração no mercado atacadista de São Paulo**. 2006, 64p., Dissertação (Mestrado em Agronomia) – UNESP, Jaboticabal, SP

ASKAR, A.; HEIKAL, Y.; GHONAIM, S.M.; ABDEL-FADEEL, M.G.; ALI, A.M.; EL-GAIED, A. Osmotic and solar dehydration of peach. **Fruit Processing**. v.7, p.258 - 262, 1996.

BARBOSA, W.; POMMER, C.V.; DRUGOVICK, R.; VEIGA, R.F.A.; COSTA, A.A. Distribuição geográfica e diversidade varietal de frutíferas e nozes de clima temperado no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.2, p.341-344, 2003.

BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C.; JACKSON, R. ; NG, K.C. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. **Journal of Food Science**, v.48, n.1, p.202-204, 1983.

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

CASCALES, A.I.; COSTELL, E.; ROMOJARO, F. Effects of the degree of maturity on the chemical composition, physical characteristics and sensory attributes of peach (*Prunus persica*) vc. Caterin. **Food Science Technology International**, v.11, n.5, p.345-352, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Qualidade e industrialização de frutos temperados: Pêssgos, ameixas, figos. **Informe Agropecuário**, v.11, n.125, p.56-65, 1985.

COHEN, J.S.; YANG, T.C.S. Progress in food dehydration. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, n.1, p.20-25, 1995.

CRISOSTO, C.H. Stone fruit maturity: a descriptive review. **Postharvest News and Information**, v.5, n.6, 65-68, 1994.

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

GERMER, S.P.M. ; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A.; MONTES, S.M.; MENDONÇA, T.A. Aptidão das variedades de pêssgo Régis, Tropical e IAC680 para produção de passas por secagem osmótica. In: CONGRESSO BASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO, 19., 2004, Recife. **Anais eletrônicos...**Recife: SBCTA, 2004. 1 CD ROM.

GIANGIACOMO, R. ; TORREGGIANI, D.; ABBO, E. Osmotic dehydration of fruit: Part 1. Sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and Preservation**, v.11, n.3, p.183-195, 1987.

ISLAM, M.N.; FLINK, J.M. Dehydration of potato II. Osmotic concentration and its effects on air drying behaviour. **Journal of Food Technology**, v.17, n.3, p.387-403, 1982.

JAYARAMAN, K.S.; DAS GUPTA, D.K. Dehydration of fruits and vegetables – recent developments in principles and techniques. **Drying Technology**, v.10, n.1, p.1-50, 1992.

KROKIDA, M.; MAROULIS, B.Z. The effect of drying methods on viscoelastic behaviour of dehydrated fruits and vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, v.35, n.3, p.391-400, 2000.

PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R.; PARK, T.H.K.B. Osmotic dehydration kinetics of pear D'anjou (*Pyrus communis* L.). **Journal of Food Engineering**, v.52, n.3, p.293-298, 2002.

PONTING, J.D.; WATTERS, G.G.; FORREY, R.R.; JACKSON, R. STANLEY, W.L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Technology**, v.20, n.10, p.125-128, 1966.

RABELO, T. Mercado de desidratados está aberto. **Revista Frutas e Legumes**. Set-out, p. 22 - 25, 2000.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.5, n.8, p.255 - 260, 1994.

SATO, G.S. Produção de pêssgos de mesa e para Indústria no Brasil. **Informações Econômicas**, v.31, n.6, p.61-63, 2001.

SINDICATO RURAL DE JUNDIAÍ. **Normas de classificação de pêssgos e nectarinas**. Disponível em: <www.srjundiai.com.br>. Acesso em: 15 mar. 2005.

SOUSA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.A.; MAIA, G.A.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W. Desidratação osmótica de frutos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37 (suplemento), p.94-100, 2003.

VIDEV, K.; TANCHEV, S.; SHARMA, R.C.; JOSHI, V.K. Effect of sugar syrup concentration and temperature on the rate of osmotic dehydration of apples. **Journal Food Science Technology**, v.27, n.5, p.307-308, 1990.

4 PROCESS VARIABLES IN THE OSMOTIC DEHYDRATION OF SLICED PEACHES

4.1 INTRODUCTION

The State of São Paulo is the second largest peach producer in Brazil and drying of the fruit is one of the possible alternatives for using the excess in peach production. Applying osmotic dehydration (OD) as a preliminary stage in the fruit dehydration process followed by hot-air drying is an option which generally results in a product with greater quality as compared to those obtained using conventional processes.

The osmotic dehydration process involves the partial removal of water from a given food using a hypertonic solution consisting of one or more solutes (PONTING et al., 1966). The difference in osmotic pressure obtained from the system leads to a flow of water from the food to the solution, and an opposite flow of solutes from the syrup to the product, although in smaller proportions. Furthermore, a third flow of solids may take place from the food to the solution, which, although on a much smaller scale, may lead to a meaningful loss of product quality (RAOULT-WACK, 1994).

The application of osmotic dehydration as a preliminary process before hot-air drying in the production of dried peaches was recently reported by the following authors: GERMER et al., 2004; MOTA, 2005; SAHARI et al., 2006; GERMER et al., 2007. Many aspects were treated in these studies and, in general terms, the results indicated excellent sensory performances and good drying yields, indicating the technical feasibility of the process.

GERMER et al. (2007) assessed the performance obtained from the use of peach cultivars commercially produced in São Paulo (Regis, Diamante, Aurora-1 and Douradão) for the production of dried fruit using a combination of pre-osmotic dehydration (65 °Brix, 45 °C) and hot-air drying (65 °C). They concluded that the cultivars Aurora-1 and Regis presented the best characteristics, showing sensory acceptance of 81.3% in relation to overall preference and process yields of 14.5% and 15.4%, respectively. Considering the dehydration curves obtained, the same study concluded that the optimum osmotic dehydration time was four hours, resulting in water removal of about 50%.

The performance of osmotic dehydration has been widely investigated and the literature presents extensive results for both fruits and vegetables, amongst other products. According to

the findings, the mass transfer and final OD product quality depend on several factors, such as: tissue properties (SAUREL et al., 1994; RAOULT-WACK, 1994; KOWALSKA & LENART, 2001); ripeness level in the case of fruits (CHIRALT & FITO, 2003); process temperature (BERISTAIN et al., 1990; HENG et al., 1990); type of solute employed (HENG et al., 1990; VIAL et al., 1991); syrup concentration (HENG et al., 1990; PARK et al., 2002, FERNANDES et al., 2006); format and dimension of the fruit pieces (LERICI et al., 1985; PANAGIOTOU et al., 1998); process time (VIDEV et al., 1990; ARAUJO, 2005) and syrup: fruit mass ratio (LERICI et al., 1985). A few studies also reported on the influence of solution agitation (AZUARA et al., 1996; SAHARI et al., 2006) and the application of vacuum (SHI et al., 1995).

Therefore, as a follow-up to previous peach OD studies using sucrose syrup, this paper aimed to study the influence of syrup temperature and concentration on the variation in the following aspects: physical and chemical properties of the fruit, osmotic dehydration parameters and sensory performance. As indicated by previous results, the cultivar chosen for analysis was Aurora-1 and the process time remained unchanged (4 hours). A syrup to fruit mass ratio of 4:1 was used as this is more practical on an industrial scale. This paper presents the results obtained from the tests carried out with the format of the slice.

4.2 MATERIALS AND METHODS

The research was conducted using fruits from Holambra Agroindustrial Cooperative in Paranapanema, State of São Paulo, Brazil. They were harvested at the optimum commercial maturity, as determined by changes in skin background colour from green to yellow, and their diameters ranged from 56 to 61 mm. The peaches were held at 2 °C and 80-90% relative humidity and batches of fruits were periodically taken for processing. A central rotational composite design was employed with Response Surface Methodology (RSM) as described by BARROS NETO et al. (1995). The factors investigated were temperature (30 to 50 °C) and syrup concentration (45 to 65 ° Brix). The design comprised eight tests and three repetitions at the central point, as presented in Table 4.1.

Table 4.1 Encoded and decoded levels of the variables used in the osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches.

Trial	Temperature	Concentration	Temperature (°C)	Concentration (°Brix)
1	-1	-1	30	45
2	1	-1	50	45
3	-1	1	30	65
4	1	1	50	65
5	0	0	40	55
6	0	0	40	55
7	0	0	40	55
8	-1.41	0	25.9	55
9	0	1.41	40	69.1
10	1.41	0	54.1	55
11	0	-1.41	40	40.9

4.2.1 Experimental Tests

The fruits were selected, washed, peeled, stoned and manually cut into six regular slices. The fruits were chemically blanched using a mixed solution of citric acid (4 g/100 g) and ascorbic acid (1 g/100 g) mixed solutions for 40 seconds. Osmotic dehydration was carried out in two identical baths, each with a capacity for 30 litres and supplied with a 10 l/min circulation pump (Immersion Circulation, Model 1266-02, USA), using the conditions established by the experimental design (Table 4.1). The syrup to fruit mass ratio was 4:1 (about 18,400 g mass of syrup and 4,600 g mass of fruit) and the process time was four hours. At the end of osmotic dehydration, the fruit pieces were removed from the bath, drained, rinsed and lightly dried with paper towels. The raw and pre-dried fruits were weighed using a mechanical scale (Mettler, P10N, Germany).

The parameters water loss (WL), mass loss (ML) and solids incorporation (SI) resulting from the osmotic dehydration process were calculated from the following equations:

$$WL = \frac{(U_i M_i - U_t M_f)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g of water/100 g of initial mass}) \quad (1)$$

$$ML = \frac{(M_i - M_f)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g/100 g of initial mass}) \quad (2)$$

$$SI = \frac{S T_f M_f - S T_i M_i}{M_i} \times 100 \quad (\text{g of solute/100 g of initial mass}) \quad (3)$$

Where:

U_i = initial moisture content;

M_i = initial mass;

U_f = moisture content at the end of the process;

M_f = mass at the end of the process;

ST_f = total solid content at the end of the process;

ST_i = initial solids content;

After the OD process, the rinsed slices were placed in trays for supplementary drying, carried out in a cabinet tray dryer with air circulation at a speed of 1.5 m/s and a temperature of 65 °C. The weights of the trays were controlled until the samples reached a moisture content within the range from 20 to 22% (wet basis). The drying time was approximately five hours. The dried peaches were packed into 0.15 mm-thick polyethylene bags and stored for subsequent use. After approximately 15 days, a period sufficient for moisture equilibrium, the sensory tests were carried out.

4.2.2 Physical and Chemical Analyses

The following analyses were carried out on the raw materials and on the fruit after OD (osmotically pre-dried product): moisture content; soluble solids content; titratable acidity; reducing, non-reducing, and total sugar contents. The instrumental colour and texture were also analyzed in the raw material and in the final product (dry product), simultaneously with the sensory analyses.

The moisture content was determined in a vacuum oven at 70 °C up to constant weight according to CARVALHO et al. (1990). Titratable acidity (TA) was determined using an acidimetric method following the methodology described by CARVALHO et al. (1990). Soluble solids (SS) were determined by refractometry using the AO Abbe Refractometer (Model 10450, USA). The total sugar content (TSC), reducing sugar content (RSC) and non-reducing sugar content (NRSC) were determined by the Munson & Walker method as described by CARVALHO et al. (1990). The chemical analyses were performed in triplicate. The texture, expressed as the maximum cutting force (F_{max}), was determined using a texturemeter TAXT2i (Stable Micro Systems, England) equipped with the “blade set with knife” probe (pre-test speed of 5 mm/s, test speed of 1 mm/s, maximum force of 25 kg). The

colour was determined by the the CIELab system using a Minolta CR300 colorimeter (Minolta, Japan) making a direct reading of the sample using the configuration d/0, illuminant D65, obtaining the values for L* (luminosity), a* (green-red) and b* (blue - yellow).

4.2.3 Sensory Analyses

A team of 30 judges, all dried fruit consumers, evaluated the final product (dry product) acceptability, using a 9 point hedonic scale where: 9 = “I liked it very much” and 1 = “I disliked it very much”. The appearance, taste, texture, colour and overall quality were evaluated and the results analyzed by the analysis of variance (Anova), F Test and Tukey Test using the SAS program (SAS, Inst Inc.).

4.2.4 Multiple Regression Analyses

The mean values obtained for the dehydration parameters and the sensory attributes were treated by a multiple regression analysis to obtain the response surfaces (RS), using the Statistica Program version 6.0 (Statsoft, Inc.). In order to minimize raw material variability, in the case of the physical and chemical properties, the response surfaces were fitted using dimensionless values ($P_{adm} = \text{average product property} / \text{average raw material property}$). Statistically significant regressions were observed in the variance analysis (Anova) using the F test in the 95% interval of confidence, and the regression determination coefficient (R^2) when the non-significance of the lack of fit was evident. Non-significant terms were eliminated considering regressions with R^2 above 70%, and calculated F values (F_c) when greater than the tabulated F value (F_{tab}) at a 5% significance level ($p < 0.05$). The model was considered predictive when F_c / F_{tab} was equal or higher than 4, according to BARROS NETO et al. (1995).

4.3 RESULTS AND DISCUSSION

Tables 4.2, 4.3 and 4.4 present the experimental results obtained. Table 4.5 presents the results of the multiple regression analyses for the valid RS according to the previously presented criteria.

Table 4.2 Experimental and dimensionless values for the chemical properties of the raw material and products in the respective osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches.

Trial	SS (°Brix)			TA (g citric ac/100g)			TSC (g/100g)			RSC (g/100g)			NRSC (g/100g)		
	rm	pd	adm	rm	pd	adm	rm	pd	adm	rm	pd	adm	rm	pd	adm
1	9.6	20.1	2.09	0.30	0.35	1.18	9.35	15.37	1.64	1.59	1.96	1.23	7.77	13.42	1.73
2	10.8	28.8	2.67	0.25	0.22	0.89	10.32	21.05	2.04	1.80	1.75	0.97	8.52	19.3	2.27
3	10.6	22.2	2.09	0.27	0.39	1.43	9.53	16.29	1.71	1.7	1.33	0.78	7.84	14.95	1.91
4	10.8	29.2	2.70	0.27	0.33	1.22	8.64	17.25	2.00	1.55	1.76	1.14	7.09	15.5	2.19
5	10.4	23.3	2.24	0.28	0.27	0.93	9.35	18.56	1.99	1.59	1.76	1.11	7.77	16.8	2.16
6	10.2	22.4	2.19	0.31	0.25	0.80	8.05	18.73	2.33	1.60	2.21	1.38	6.45	16.52	2.56
7	10.8	22.6	2.09	0.26	0.26	1.01	8.64	17.39	2.01	1.55	1.6	1.03	7.09	15.8	2.23
8	11.2	19.0	1.69	0.24	0.33	1.39	9.53	14.54	1.53	1.7	1.87	1.10	7.84	12.67	1.62
9	10.9	21.6	1.97	0.33	0.36	1.12	9.94	17.18	1.73	1.66	1.7	1.02	8.28	15.48	1.87
10	10.2	32.2	3.15	0.24	0.30	1.26	9.94	23.76	2.39	1.66	1.75	1.05	8.28	22	2.66
11	11.6	21.4	1.86	0.29	0.22	0.75	10.32	16.93	1.64	1.80	1.58	0.88	8.52	15.35	1.80

rm = raw material; pd = pre-dried product; adm = (pre-dried or dried product property/raw material property);

Table 4.3 Osmotic dehydration parameters and experimental and dimensionless values for the physical properties of the raw material and products in the respective osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches.

Trial	L*			a*			b*			Fmax (N)			WL		ML (g/100g initial mass)	SI
	rm	d	adm	rm	d	adm	rm	d	adm	rm	d	adm				
1	72.2	68.4	0.9	1.6	8.7	5.4	37.3	46.2	1.2	7.1	30.9	4.3	26.2		24.1	2.2
2	69.6	74.8	1.1	6.0	8.3	1.4	35.4	39.4	1.1	8.5	40.7	4.8	39.0		34.5	4.5
3	71.3	66.9	0.9	3.3	8.4	2.5	38.5	40.4	1.1	9.2	45.3	4.9	36.7		34.2	2.5
4	69.1	73.4	1.1	4.5	7.3	1.6	37.7	42.3	1.1	6.7	41.1	6.1	42.5		35.0	7.5
5	69.3	70.0	1.0	4.6	10.6	2.3	37.2	42.6	1.1	6.6	35.9	5.4	37.6		34.5	3.1
6	70.4	71.2	1.0	3.7	10.0	2.7	37.0	37.3	1.0	7.2	42.1	5.8	38.6		35.0	3.6
7	68.6	71.6	1.0	4.3	8.1	1.9	40.5	42.9	1.1	6.5	32.1	4.9	37.5		33.9	3.6
8	70.6	66.2	0.9	3.1	9.9	3.2	37.0	41.8	1.1	9.1	37.3	4.1	28.8		26.5	2.3
9	69.1	64.9	0.9	3.7	9.5	2.5	39.8	39.8	1.0	7.4	34.2	4.6	39.1		37.2	1.9
10	69.8	75.7	1.1	4.5	6.1	1.4	42.4	44.5	1.0	5.9	36.1	6.1	50.2		45.2	5.0
11	69.6	72.0	1.0	4.3	9.7	2.3	37.3	41.9	1.1	7.9	35.5	4.5	29.9		25.1	4.8

rm = raw material; d = dried product; adm = (pre-dried or dried product property/raw material property);

Table 4.4 Mean scores obtained in the sensory analysis of the final products obtained in the osmotic dehydration trials carried out with sliced peaches.

attribute	1	2	3	4	5	trial 6	7	8	9	10	11
appearance	6.42 ^b	7.17 ^{a,b}	6.00 ^{b,c}	7.13 ^{a,b}	7.17 ^{a,b}	6.54 ^b	7.00 ^{a,b}	6.25 ^{b,c}	5.08 ^c	7.75 ^a	7.17 ^{a,b}
colour	6.5 ^{a,b,c}	7.46 ^a	6.25 ^{b,c}	7.17 ^{a,b}	7.33 ^{a,b}	6.54 ^{a,b,c}	7.08 ^{a,b}	5.83 ^c	5.42 ^c	7.42 ^a	7.04 ^{a,b}
taste	6.67 ^{a,b}	7.25 ^{a,b}	7.13 ^{a,b}	7.58 ^a	7.17 ^{a,b}	7.04 ^{a,b}	7.29 ^{a,b}	7.00 ^{a,b}	6.29 ^b	7.17 ^{a,b}	7.04 ^{a,b}
texture	6.29 ^a	7.08 ^a	6.63 ^a	7.29 ^a	6.88 ^a	6.21 ^a	6.58 ^a	6.88 ^a	6.17 ^a	7.25 ^a	6.96 ^a
overall quality	6.71 ^{a,b}	7.17 ^a	6.63 ^{a,b}	7.5 ^a	7.13 ^a	6.71 ^{a,b}	7.00 ^{a,b}	7.08 ^a	6.00 ^b	7.33 ^a	7.29 ^a

Means followed by the same letters in the same line (comparison between samples) showed no significant difference at the 5% error level in the Anova analysis.

Table 4.5 Results obtained in the multiple regression analysis of the dimensionless variations (physical/chemical properties), sensory attributes of appearance and colour, and the parameter WL.

Property Parameter	R ²	F _c	F _{tab}	F _c /F _{tab}	Response Surface Equation	Number
TSC _{adm}	0.82	18.53	4.46*	4.15	TSC _{adm} = 2.04 + 0.24T - 0.19C ²	(4)
NRSC _{adm}	0.82	23.83	4.46*	5.34	NRSC _{adm} = 2.24 + 0.29T - 0.21C ²	(5)
SS _{adm}	0.86	25.05	4.46*	5.62	SS _{adm} = 2.10 + 0.41T + 0.20T ²	(6)
TA _{adm}	0.92	25.39	4.35*	5.84	TA _{adm} = 0.93 - 0.09T + 0.21T ² + 0.14C	(7)
L* _{adm}	0.88	28.65	4.46*	6.42	L* _{adm} = 1.01 + 0.06T - 0.02C	(8)
WL	0.97	42.45	4.53*	9.30	WL = 38.56 + 6.36T + 3.62C - 1.99C ² - 1.24TC	(9)
Colour	0.68	8.41	3.11**	2.70	Cor = 6.73 + 0.52T - 0.35C	(10)
Appearance	0.80	9.4	3.07**	3.06	App = 6.98 + 0.50T - 0.43C - 0.38C ²	(11)

F_c = Calculated F; F_{tab} = Tabulated F;

* p<0.05

* * p<0.10

R² = Determination coefficient;

T = Encoded temperature; C = Encoded syrup concentration;

Cor = colour;

App = appearance

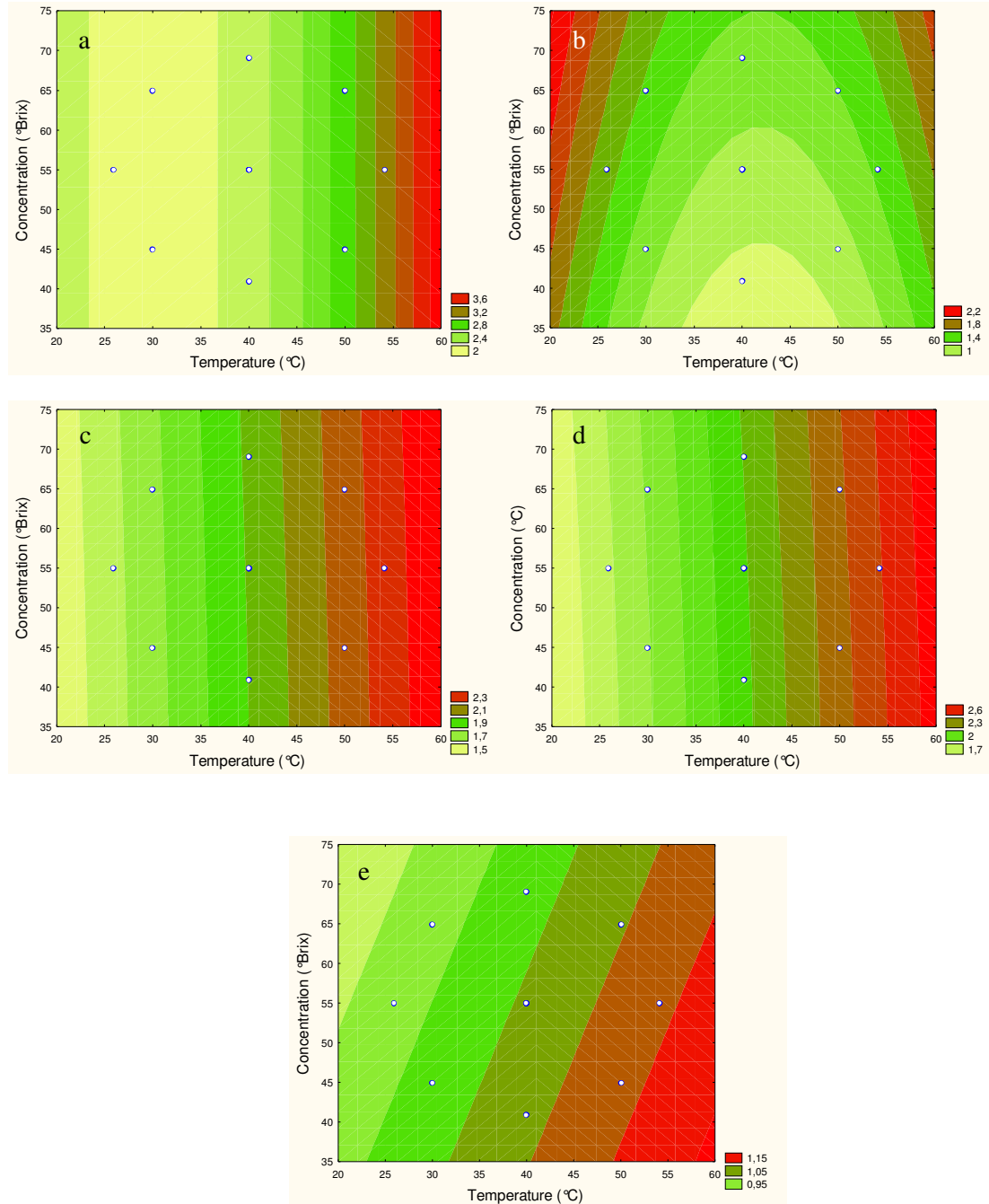


Figure 4.1 Contour curves of the response surfaces referring to the dimensionless variation in the physical/chemical properties as a function of process temperature and syrup concentration: a) SS; b) TA; c) TSC; d) NRSC; e) L*.

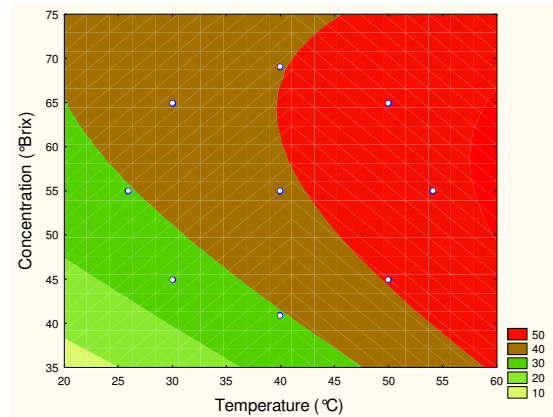


Figure 4.2 Contour curves for the response surfaces referring to the variation in the parameter water loss during OD as a function of process temperature and syrup concentration.

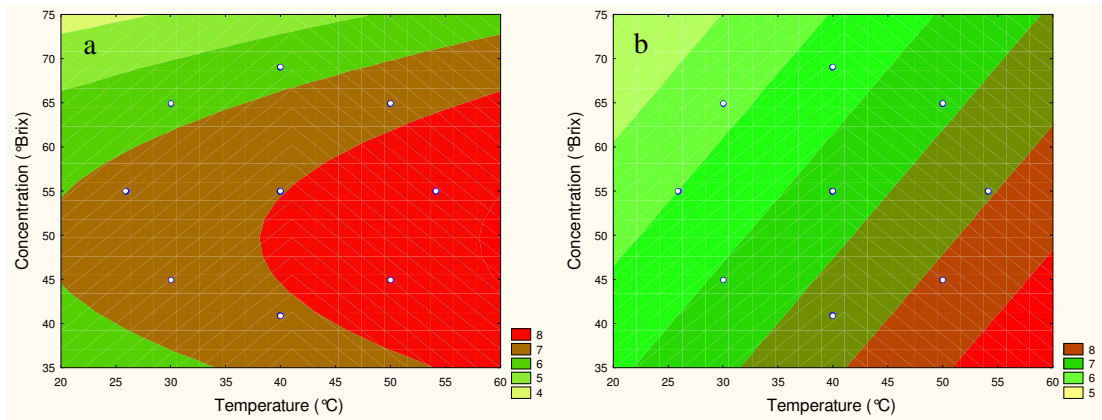


Figure 4.3 Contour curves for the response surfaces referring to the means for the sensory attributes of appearance (a) and colour (b) as a function of process temperature and syrup concentration.

As seen in Table 4.5, the RS fits for the dimensionless values obtained for SS, TA, TSC, NRSC and L*, as a function of process temperature and syrup concentration showed fairly good significance at the level of 5% ($p < 0.05$), and all these models obtained were

considered predictive. On the other hand, the response surfaces for the following dimensionless parameters were not considered valid: reducing sugar content; a^* and b^* colour parameters; maximum cutting force. The RS analysis of the WL parameter as a function of the same variables resulted in a highly significant model, which was also considered predictive. On the other hand, the model for the parameter ML, although significant, showed a significant lack of fit, and the model for the parameter SI was not significant. The multiple regression analysis of the RS resulted in statistically non-significant models for all the attributes of the sensory analysis at the 5% significance level ($p < 0.05$). However, since these were subjective determinations subject to greater deviations, the regressions were analyzed at a significance level of 10%. In this case, the regressions of the means for the attributes of appearance and colour were significant, although the models were not predictive. Nevertheless, these surfaces can be employed to analyze the tendency for the sensory variation of the product (dried peach) as a function of the variables studied.

Figure 4.1 presents the contour curves for the response surfaces of the dimensionless variations in SS, TA, TSC, NRSC and L^* . Figure 4.2 presents the contour curve for the response curve of variation in the parameter WL. Figure 4.3 presents the contour curves for the response surfaces of the mean scores obtained for the sensory attributes of appearance and colour.

Firstly, it is important to stress the fact that the dimensionless values employed in the analysis indicate the positive or negative variations in both the physical and chemical properties of the process. In such operations, in which dehydration is at issue, i.e., an operation in which water is removed, a rise in the value of the quantitative parameters is to be expected. Meanwhile, for osmotic dehydration, the variations can be negative due to losses of soluble solids from the fruit.

When analyzing the models referring to gains in solids with respect to fruit, equations (4), (5) and (6) of Table 4.5, a few considerations can be made concerned the relative flows. It can be seen that the TSC_{adm} model, represented by equation (4), presented an average value of 2.04 (linear coefficient), signifying that, in the $T=0$ and $C=0$ condition, the content of total sugars was doubled. For its part, the average value for the $NRSC_{adm}$ model was 2.24 according to equation (5), i.e., under the same conditions the content was more than doubled. Therefore, under this OD condition, the increase in the content of non-reducing sugars was higher than

that of total sugars, leading to the conclusion that the reducing sugar content decreased during the process. This hypothesis is in agreement with the experimental and dimensionless RSC values presented in Table 4.2, which increased relatively less and, in some tests, actually decreased. With respect to the SS_{adm} model, according to equation (6) the average equalled 2.10, which is considerably higher than the value determined for total sugars (4). This difference occurred due to the presence of other soluble solids in the fruit apart from the sugars, such as pigments, acids, and vitamins. Moreover, the determination of the soluble solids content using an optical refractometer, expressed as °Brix, provides an approximate value, which is subject to inaccuracy since the scale is calibrated for pure sucrose solutions.

Again with reference to equations (4), (5) and (6), it can be seen that the temperature showed a prevalent effect on all the models, being positive in all cases. Thus within the range studied, a rise in temperature led to increases in the total sugar, non-reducing sugar and soluble solids contents. Such results are in agreement with those of PEREIRA et al. (2006) in a study on the osmotic dehydration of tropical fruit. According to some authors (SARUEL et al., 1994; PEREIRA et al., 2006), the reason for such a phenomenon can be the change – due to the temperature rise – in the cell membrane permeability of the vegetable tissue, leading to a gradual increase in solids absorption. For sugar models, a minor negative influence of concentration was also noticed, i.e., greater concentration values contributed to a reduction in the increase in solids content of the fruit. According to some authors (HENG et al., 1990; CUNHA et al., 2001; PEREIRA et al., 2006), such behaviour can be explained by the formation – in concentrated syrups – of a superficial layer of solutes on the product, which makes mass transfer difficult. The high viscosity of concentrated syrups plus circulation difficulties also contributes to this phenomenon. As reported by RAOULT-WACK (1994) such barriers impair both the gain and loss of solutes by the product.

As far as the TA_{adm} is concerned, according to equation (7) in Table 4.5, the average value of 0.93 suggests that after OD, under the conditions of the central design, the product has a lower titratable acidity than the raw material. This suggests organic acid losses by the fruit during the OD process. In addition, since the model presents a negative linear temperature term and a positive quadratic term, it can be seen that the model results in a region of minimum variation in relation to this variable. Therefore, within the region of the central design (40 °C), an increase in temperature contributes to a loss in acid, thus decreasing its content in the pre-

dried product. This behaviour is in partial agreement with the study of ABUGOCH & GUARDA (1991), which reported on ascorbic acid residues in Kiwi during the OD process. According to these authors, the loss in acid increased with temperature, presenting a maximum at 40 °C, the upper limit investigated. However, as shown in Figure 4.1b, there was a temperature inversion effect on TA_{adm} after the central region. This behaviour possibly occurred due to competition, in the opposite direction, of an increasing flow of syrup solids towards the fruit when the temperature rose, as explained before. For its part, the concentration presented a positive term in the model, which contributed to the increase in TA_{adm} . This means that the increase in concentration decreased the loss of acid from the fruit to the syrup. A possible reason for this is the previously mentioned sugar barrier that is formed on the surface of the fruit at high concentrations, which makes it difficult to lose solids from the fruit. Such results are in agreement with those obtained by HENG et al. (1990), who showed that the use of concentrated sucrose syrups in OD implied greater amounts of ascorbic acid in the papaya.

As mentioned above, with respect to the colour variation during this process, only the L^* parameter was influenced by the variables examined. This is in agreement with the findings of TAN et al. (2001) in a study on the OD of pineapple. This study concluded that luminosity was the most important component in the colour variation as a result of concentration. In the L^*_{adm} model, as shown in equation (8), the temperature and concentration showed an influence with respect to their linear terms, which were respectively positive and negative. The term with the greater effect was that of temperature. The value for L^*_{adm} was 1 in the region of the central design (40 °C and 55 °Brix), indicating the non-existence of luminosity changes during the process. Under the combined conditions of higher temperature and lower concentration, an increase in L^*_{adm} was observed, i.e., the product became lighter in colour. This phenomenon was possibly caused by the deposition and crystallization of sucrose on the surface of the fruit, due to the greater absorption at higher temperatures, as mentioned before. This result is in agreement with data obtained by PEREIRA et al. (2006), who observed an increase in L^* with increase in temperature during the OD of guavas with a sucrose solution. On the other hand, an increase in concentration and reduction in temperature resulted in product darkening, the L^*_{adm} values being below 1. The negative effect of concentration can be related to the previously

mentioned barrier of solids formed on the surface of the fruit, which impairs sugar absorption and, as a consequence, decreases the deposition and crystallization.

Still in relation to changes in the colour parameters, even though there was apparently no influence of the variables examined on the parameters a^* (green-red) and b^* (blue-yellow), a few considerations should be made. As shown in Table 4.3, it can be seen that the yellow component of the colour of the peach Aurora-1, expressed by parameter b^* , presented the greatest intensity. This result agrees with CHITARRA & CARVALHO (1985), who stated that carotenoids were the main peach pigments, especially β -carotene (pro-vitamin A). Table 4.3 shows that there was a slight increase in parameter b^* during the process, indicating a slight intensification of the yellow colour. These results are similar to those of HENG et al. (1990) in the OD of papaya using sucrose syrup. In this study, the authors observed only a minimal loss of carotenoids during the process, resulting in good colour maintenance in the final product. The authors attributed this fact to pigment lipo-solubility. With respect to parameter a^* , Table 4.3 shows that its value – although smaller than that of b^* and more variable in the raw material – almost doubled during the process, indicating an important increase in red. This result partially agrees with those presented by RIVA et al. (2005) working with the OD of apricot. According to these authors, a considerable increase in parameter a^* can be an indication of either enzymatic or non-enzymatic browning reactions occurring during the process.

With respect to the osmotic dehydration parameter WL, as can be seen in equation (9) of Table 4.5, the linear temperature term showed the greatest effect followed by the linear concentration term. Both effects were positive, which contributed to the increase in water loss during OD. A rise in temperature usually accelerates and increases mass transfer. On the other hand, an increase in syrup concentration hypothetically accentuates the osmotic pressure gradient between the fruit and the solution, hence establishing an enhanced driving force for mass transfer. Nevertheless, the quadratic concentration term and the temperature/concentration interaction term, although smaller in magnitude, were negative in the model. The most probable explanation for the first effect was the difficulty found in agitation due to the high viscosities of the more concentrated syrups, forming stagnated regions and impairing mass transfer. The negative effect of the temperature/concentration interaction might be related to the increase in solids absorption, with damage to cell wall permeability,

causing a flow contrary to water loss. As a consequence it can be seen that the evolution of concentration in the central region limited the increase in WL and led to distortion of the curve. Such distortion was even greater with a combination of higher temperature and higher concentration, which resulted in an inflection of the curve. Consequently, an optimal region was observed on the curve, located in the temperature range from 50 to 54.1 °C and the concentration range from 45 to 65 °Brix. According to the model, the WL values varied from 45 to 48% in this region.

These results are partially in agreement with those of CUNHA et al. (2001), who investigated the influence of temperature and concentration on water loss during the dehydration of apples using a sucrose solution. They observed that at lower temperatures there was a limit to WL growth with increase in concentration, and attributed this to the negative effect caused by viscosity surpassing the positive effect of the increase in driving force. On the other hand, in the wider temperature ranges, they verified a continued increase in WL with increase in concentration, probably due to an inversion in the order of the effects. Therefore, there was no inflection in the curve, as can be seen in Figure 4.2. However, the above mentioned study was carried out in smaller ranges of the variables: temperature ranging from 20 to 40 °C; and concentration, from 54 to 65 °Brix, and as can be seen in Figure 4.2, an inflection in the curve was still not perceived in these ranges. Therefore it seems that in the case of the sliced peaches, the combination of temperatures higher than 40 °C and concentrations higher than 55 °Brix, resulted in potentizing of the effects contrary to water loss. The mathematical model for WL, represented by equation (9), is very similar to that obtained by ARAUJO (2005) in a study of the OD of nectarines using sucrose syrup. This comparison is quite pertinent when one considers that these fruits belong to the same botanical family. The authors investigated the influence of syrup concentration (40 to 60 °Brix), process temperature (30 to 50 °C) and process time (90 to 240 min) on water loss. However the model of ARAUJO (2005), unlike the model of equation (9), included the term of the variable process time and did not include the term of interaction between the variables. The ranges of variables employed were slightly smaller and the region under investigation was more restricted, due to the experimental design used. Thus, it is possible that in the study on nectarines, the contrary and combined effects of temperature and concentration were no longer significant in the working region. A comparison between the models for the condition of a temperature of 40 °C,

concentration of 50 °Brix and process time of 240 min led to the following results: WL = 41 g/100 g for the model of ARAUJO (2005) and WL=36.3 g/100 g for model (9), Table 4.5. These values are quite close to each other and it should also be considered that the conditions used by ARAUJO (2005) were more suitable in terms of mass transfer: the fruit slice was thinner, the syrup: fruit mass ratio employed was 10:1; and the experiment was performed on a smaller scale.

With respect to the sensory attributes, it is clear that the models obtained were influenced by both the temperature and the syrup concentration. Since the model for the attribute of colour presented a positive temperature term according to equation (10) of Table 4.5, it resulted in greater acceptance with increase in temperature. For its part, the variable of concentration showed a negative effect, resulting in an unfavourable effect on sensory performance with increase in concentration. A comparison of the RS of the sensory colour determination (Figure 4.3b) with that obtained from L^*_{adm} (Figure 4.1e), showed that they were very similar. It can also be seen that the best sensory performances in relation to product colour were related to larger values for L^*_{adm} , showing there was a preference for lighter products and therefore sugar deposition and crystallization on the surface of the product favoured acceptance. For its part, the model for the attribute of appearance in equation (11) was very similar to the model for the attribute of colour (10) with respect to the linear terms and the mean value. However, the quadratic term of the concentration was also in this model, and showed a negative value. Thus for this attribute, there was an additional negative effect of the variable concentration. On analyzing appearance, the judges probably took other visual transformations into account in addition to the colour, such as, for example, deformations in the pieces of fruit. It is important to mention here that after the storage period, the slices from tests 3 ($T=-1$, $C=1$), 8 ($T=-1.41$, $C=0$) and 9 ($T=0$, $C=-1.41$) adhered more to each other, although all the test products presented equivalent moisture contents. As a result, slight deformations of these pieces were observed when the samples were separated for the sensory tests. This was probably related to a lower rinsing efficiency, which resulted in higher syrup residues on the surface of some pieces. When equalizing the moisture content during storage, with migration of water from the inside to the surface of the pieces, the surface might have become sticky, followed by sticking together of the pieces. Since the rinsing operation was carried out in a standardized way, it is assumed that in these cases it was more difficult to

remove the syrup due to higher viscosities. It is important to remember that these tests were carried out with more concentrated syrups and within the lower process temperature range. Indeed, the product from test 9, which was carried out with a more concentrated syrup, gave the worst sensory performance in relation to appearance and colour, as shown in Table 4.4, which probably influenced the analysis of the other attributes as well.

With respect to the attribute of texture, Table 4.4 shows that the mean scores presented no significant differences and corresponded to the term “I liked it moderately” on the scale. This result complies with the conclusions of the objective determination of texture, expressed as maximum cutting force ($F_{\max}$), since in the multiple regression analysis, no influence of process temperature or syrup concentration on the responses obtained was found.

With respect to the attribute of taste, the product from test 4 obtained the highest mean – equivalent to “I liked it very much” – which differed significantly from the others. The product from test 9 obtained the worst result, equivalent to “I liked it slightly”.

Finally, the mathematical models obtained can also be employed to establish better process conditions. Considering an industrial process, it is understood that the best conditions are those combining the best water removal rates during the OD with the best sensory performances. Thus, by comparing the RS for the parameter WL in Figure 4.2 with the RS for the sensory attributes of appearance and colour in Figure 4.3, it can be seen that the region comprising the temperature range from 50 to 54.1 °C and syrup concentrations from 45 to 65 °Brix combined the best water loss values with the best sensory performances. It is important to stress the fact that the test for the best performance in relation to the attribute taste, as previously mentioned, was carried out under a condition inserted in this region. Therefore it can be affirmed that this is the optimum region for the pre-osmotic dehydration of sliced peaches using sucrose syrup, in a process combined with conventional hot air drying.

4.4 CONCLUSIONS

- This study demonstrated that the variables of temperature and syrup concentration had a strong influence on the pre-osmotic drying process of sliced peaches using sucrose syrups;

- The variable temperature was the prevalent factor in most of the variations studied, usually showing a positive effect. Concentration had a smaller effect and the influence was usually negative;
- Regarding the variation in objective colour, only the values for luminosity (L*) suffered the influence of the factors investigated, a result supported by the sensory colour evaluation;
- Lighter products were preferred, and thus sugar deposition and crystallization on the surface contributed to greater acceptance;
- The sensory evaluation of product appearance was also influenced by the variables studied, including the perception of deformations in the pieces processed under conditions of low temperature and high concentration;
- The region corresponding to the temperature range from 50 to 54.1 °C and concentration range from 45 to 65 °Brix can be indicated as the optimum process region, since it presented the best performances in terms of water loss during pre-dehydration and in the sensory results.

5 REFERENCES

ABUGOCH, J. L.; GUARDA, M. A. Estudo de la perdida de acido ascórbico total em rodajas de kiwi, durante la deshidratacion osmótica. **Alimentos**, v.16, n.5, p.15-19, 1991.

ARAUJO, E.A. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (Prunus persica)**. 2005, 113p., Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, SP.

AZUARA, E.; GARCIA, H.S.; BERISTAIN, C.I. Effect of the centrifugal force on osmotic dehydration of potatoes and apples. **Food Research International**, v.29, n.2, p.195-199, 1996.

BARROS NETO, B.; SCARMINO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2^a edição. Campinas: Editora da Unicamp. 1995, 299p.

BERISTAIN, C.; AZUARA E.; CORTES, R.; GARCIA, H.S. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. **International Journal of Food Science and Technology**, v.25, n.5, p.576-582, 1990.

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

CHIRALT, A.; FITO, P. Transport mechanisms in osmotic dehydration: the role of structure. **Food Science and Technology International**, v.9, n.3, p.179-186, 2003.

CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Qualidade e industrialização de frutos temperados: pêssegos, ameixas, figos. **Informe Agropecuário**, v.11, n.125, p.56-65, 1985.

CUNHA, L.M.; OLIVEIRA, F.A.R.; ABOIM, A.P.; FRÍAS, J.M.; PINHEIRO-TORRES, A. Stochastic approach to the modelling of water losses during osmotic dehydration and improved parameter estimation. **International Journal of Food Science and Technology**, v.36, n.3, p.253-262, 2001.

FERNANDES, F.; RODRIGUES, S.; GASPARETO, O.C.P.; OLIVEIRA, E.L. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. **Food Research International**, v.39, n.4, p.492-498, 2006.

GERMER, S.P.M.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A.; MONTES, S.M.; MENDONÇA, T.A. Aptidão das variedades de pêssego Régis, Tropical e IAC680 para produção de passas por secagem osmótica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19., 2004, Recife, Brasil, **Anais eletrônicos...**Recife: SBCTA, 2004. 1 CD ROM.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BARBOSA, W.; BERBARI, S.A.; SIGRIST, J.M.M.; QUAST, E. Aptidão de cultivares de pêssego do Estado de São Paulo para a produção de passas por processo combinado de secagem osmótica e secagem com ar quente. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.3, p.151-158, 2007.

HENG, K.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Osmotic dehydration of papaya: influence of process variables on the product quality. **Science des Aliments**, v.10, p.831-848, 1990.

KOWALSKA, H.; LENART, A. Mass exchange during osmotic pre-treatment of vegetables. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.(2,3), p.137-140, 2001.

LERICI, C.R.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M.; BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food Science**, v.50, n.5, p.1217-1226, 1985.

MOTA, R.V. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêssego submetidas à desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.1, p.789-794, 2005.

PANAGIOTOU, N.; KARATHANOS, V.T.; MAROULIS, Z.B. Mass transfer modeling of the osmotic dehydration of some fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v.33, n.3, p.267-284, 1998.

PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R.; PARK, T.H.K.B. Osmotic dehydration kinetics of pear D'anjou (*Pyrus communis* L.). **Journal of Food Engineering**, v.52, n.3, p.293-298, 2002.

PEREIRA, L.M.; FERRARI, C.C.; MASTRANTONI, D.S.; RODRIGUES, A.C.C.; HUBINGER, M.D. Kinetic aspects, texture, and colour evaluation of some tropical fruits during osmotic dehydration. **Drying Technology**, v.24, n.4, p.475-484, 2006.

PONTING, J.D.; WATTERS, G.G.; FORREY, R.R.; JACKSON, R.; STANLEY, W.L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Technology**, v.20, n.10, p.125-128, 1966.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.5, n.8, p.255 - 260, 1994.

RIVA, M.; CAMPOLONGO, S.; LEVA, A.A.; MAESTRELLI, A.; TORREGGIANI, D. Structure-property relationships in osmo-air-dehydrated apricot cubes. **Food Research International**, v.38, n.5, p.533-542, 2005.

SAHARI, M.A.; SOUTI, M.; EMAM-JOMEH, Z. Improving the dehydration of dried peach by osmotic method. **Journal of Food Technology**, v.4, n.3, p.189-193, 2006.

SAUREL, R.; RAOULT-WACK, A.L.; RIOS, G.; GUILBERT, S. Mass transfer phenomena during osmotic dehydration of apple. I. Fresh plant tissue. **International Journal of Food Science and Technology**, v.29, n.5, p.531-542, 1994.

SHI, X.Q.; FITO, P.; CHIRALT, A. Influence of vacuum treatment on mass transfer during osmotic dehydration of fruits. **Food Research International**, v.28, n.5, p.445-454, 1995.

TAN, M.; CHUA, K.J.; MUJUMDAR, A.S.; CHOU, S.K. Effect of osmotic pre-treatment and infrared radiation on drying rate and color changes during drying of potato and pineapple. **Drying Technology**, v.19, n.9, p.2193-2207, 2001.

VIAL, C.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Osmotic dehydration of kiwi fruits: influence of process variables on the color and ascorbic acid content. **Science des Aliments**, v.11, n.1, p.63-84, 1991.

VIDEV, K.; TANCHEV, S.; SHARMA, R.C.; JOSHI, V.K. Effect of sugar syrup concentration and temperature on the rate of osmotic dehydration of apples. **Journal of Food Science and Technology**, v.27, n.5, p.307-308, 1990.

5 VARIÁVEIS DE PROCESSO NA DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE PÊSSEGOS EM METADES

5.1 INTRODUÇÃO

O Estado de São Paulo é o segundo maior produtor brasileiro de pêssegos (IBGE, 2009), e embora produza cultivares de dupla finalidade (mesa e indústria), a industrialização é praticamente inexistente (SATO, 2001). A produção de fruta passa é uma das alternativas para o aproveitamento dos excedentes da persicultura paulista.

A aplicação da pré-secagem osmótica (PSO) como etapa inicial da desidratação de frutas, seguida por secagem com ar quente, é uma opção de processo, que no geral, resulta em produto de qualidade superior aos obtidos por meios convencionais.

O processo de desidratação osmótica é aquele em que a retirada parcial da água de um alimento é obtida com o emprego de solução hipertônica com um ou mais solutos (PONTING et al., 1966). A diferença de pressão osmótica estabelecida no sistema promove o fluxo de água do alimento para a solução, constituindo-se, também, um fluxo contrário de solutos, em menor proporção, do xarope para o produto. Há, ainda, um terceiro fluxo, o de retirada de sólidos do alimento para a solução, de menor relevância quantitativa, mas que pode causar importante perda de qualidade do produto (RAOULT-WACK, 1994).

A aplicação da desidratação osmótica como processo preliminar à secagem convencional na produção de pêssegos passas foi reportada, mais recentemente, pelos seguintes autores: MOTA (2005); SAHARI et al. (2006); GERMER et al. (2007) e GERMER et al. (2008). Vários aspectos foram abordados nestes estudos, e no geral, os resultados mostram excelentes desempenhos sensoriais e bons rendimentos de secagem, apontando para a viabilidade técnica do processo.

GERMER et al. (2007) avaliaram o desempenho de cultivares de pêssegos produzidos comercialmente em São Paulo (Régis, Diamante, Aurora-1 e Douradão) para a produção de passas por processo combinado de PSO (65°Brix, 45°C) e secagem com ar quente (65°C). Concluíram que as cultivares Aurora-1 e Régis reúnem características de melhor aptidão.

Em trabalho subsequente, GERMER et al. (2008) avaliaram a influência da temperatura e da concentração do xarope de sacarose nos parâmetros da desidratação osmótica e na variação das propriedades físicas e químicas de pêssegos cortados em fatias, assim como no

desempenho sensorial do produto final . Os autores concluíram que a faixa ótima de trabalho seria de 50 a 54,1°C e 45 a 65°Brix, resultando em perda de água da ordem de 50%. Os tratamentos realizados nestas condições obtiveram, também, os melhores resultados em termos de aceitação sensorial.

O desempenho da desidratação osmótica tem sido largamente investigado, e a literatura apresenta, dentre outros produtos, muitos resultados para frutas e hortaliças. A transferência de massa e a qualidade do produto final da PSO, segundo os estudos, dependem de vários fatores, quais sejam: propriedades do tecido (SAUREL et al., 1994; RAOULT-WACK, 1994; KOWALSKA & LENART, 2001); grau de maturação, no caso das frutas (CHIRALT & FITO, 2003); temperatura de processo (BERISTAIN et al., 1990; HENG et al., 1990); tipo de soluto empregado (HENG et al., 1990; VIAL et al., 1991); concentração do xarope (HENG et al., 1990; PARK et al., 2002, FERNANDES et al., 2006); formato e dimensões dos pedaços (LERICI et al., 1985; PANAGIOTOU et al., 1998); tempo de processo (VIDEV et al., 1990; ARAUJO, 2005) e razão mássica de xarope por produto (LERICI et al., 1985). Alguns trabalhos relatam, também, a influência da agitação da solução (AZUARA et al., 1996) e a aplicação de vácuo (SHI et al., 1995).

O objetivo deste trabalho, portanto, dando continuidade aos estudos anteriores sobre PSO de pêssegos com xarope de sacarose, foi verificar a influência da temperatura e da concentração do xarope na variação de propriedades físicas e químicas da fruta, nos parâmetros da desidratação osmótica, e no desempenho sensorial do produto final. A cultivar empregada foi a Aurora-1, conforme resultados anteriores, e o tempo de processo foi mantido fixo (4 horas). Adotou-se a razão mássica de 4:1, por ser mais factível em termos industriais. O presente trabalho apresenta os resultados obtidos nos ensaios conduzidos com os pêssegos cortados em metades.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido com frutos da Cooperativa Agroindustrial Holambra, de Paranapanema, Estado de São Paulo, Brasil. Os pêssegos foram colhidos no estágio de maturação ótimo para a comercialização, quando da mudança da cor de fundo da casca de verde para amarelo. Empregaram-se os frutos classificados na Categoria I (quanto aos defeitos) e classe/calibre 2 (diâmetro de 45 a 51mm) segundo a norma do PBMH e PIF (2008). Os

pêssegos foram mantidos a 2°C e 80-90% de umidade relativa, e lotes dos frutos foram periodicamente retirados para os ensaios.

Empregou-se o delineamento experimental central composto rotacional, baseado na Metodologia de Superfície de Resposta (MSR), de acordo com o descrito por BARROS NETO et al. (1995). Os fatores investigados foram temperatura (30 a 50 °C) e concentração do xarope (45 a 65 °Brix). O delineamento consistiu em 8 ensaios e 3 repetições no ponto central, de acordo com o apresentado na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 Níveis codificados e decodificados das variáveis dos ensaios de pré-secagem osmótica de pêssegos em metades.

Ensaio	Temperatura	Concentração	Temperatura (°C)	Concentração (°Brix)
1	-1	-1	30	45
2	1	-1	50	45
3	-1	1	30	65
4	1	1	50	65
5	0	0	40	55
6	0	0	40	55
7	0	0	40	55
8	-1,41	0	25,9	55
9	0	1,41	40	69,1
10	1,41	0	54,1	55
11	0	-1,41	40	40,9

5.2.1 Ensaios experimentais

Os frutos foram selecionados, lavados, descascados, descaroçados e cortados manualmente em metades. Realizou-se branqueamento químico com solução de ácido cítrico (4% p/p) e ácido ascórbico (1% p/p), por 40s. A secagem osmótica foi conduzida em 2 banhos idênticos com capacidade de 30 litros providos de bomba de circulação (10 l/min) (Immersion Circulation, Model 1266-02, EUA), nas condições estabelecidas pelo delineamento experimental. A razão de massa de xarope por massa de fruta foi de 4:1 (aproximadamente 18400g de massa de xarope e 4600g de massa de fruta), e o tempo de processo foi de 4 horas.

Ao final da operação de desidratação osmótica, os pedaços foram retirados do banho, drenados, enxaguados, e secos superficialmente com papel absorvente. Pesaram-se as matérias-primas e as frutas pré-secas em balança mecânica (Mettler, P10N, Alemanha), reservando-se amostras para análise dos teores de umidade.

Os parâmetros perda de água (PA), perda de massa (PM) e incorporação de sólidos (IS) do processo de secagem osmótica foram calculados a partir das seguintes relações:

$$PA = \frac{(U_f M_f - U_i M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g de água/100g de massa inicial}) \quad (1)$$

$$PM = \frac{(M_f - M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g/100g de massa inicial}) \quad (2)$$

$$IS = \frac{(ST_f M_f - ST_i M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g de soluto/100g de massa inicial}) \quad (3)$$

Onde:

U_f = teor de umidade no final do processo;

M_f = massa no final do processo;

U_i = teor de umidade inicial;

M_i = massa inicial;

ST_f = teor de sólidos totais no final do processo;

ST_i = teor de sólidos iniciais;

Em seguida a PSO, as metades foram enxaguadas e colocadas em bandejas para secagem complementar em secador de gabinete, com circulação de ar, à velocidade de 1,5 m/s e temperatura de 65 °C. Os pesos das bandejas foram monitorados até que as amostras atingissem o teor de umidade na faixa de 20 a 22% (base úmida). O tempo de secagem foi de aproximadamente 5 horas. Os pêssegos passas foram embalados em sacos de polietileno de 0,15 mm de espessura e armazenados em temperatura ambiente. Após um período de aproximadamente 15 dias, suficiente para o equilíbrio da umidade, realizaram-se os ensaios sensoriais.

5.2.2 Análises Físicas e Químicas

Realizaram-se, em cada ensaio, as seguintes análises com a matéria-prima e com a fruta após a PSO (produto pré-seco): teor de umidade; teor de sólidos solúveis; acidez titulável; teores de açúcares redutores, não redutores e totais. Analisaram-se, na matéria-prima, cor (L^* , a^* , b^*) e textura ($F_{\max}$) instrumentais. Analisaram-se, também, a textura e a cor do produto final obtido após a secagem convencional (produto seco), à mesma época das análises sensoriais.

As análises dos teores de umidade foram realizadas em estufa com vácuo a 70 °C até peso constante segundo CARVALHO et al. (1990). A acidez titulável (AT) foi determinada por método acidimétrico, segundo metodologia descrita por CARVALHO et al. (1990). Os sólidos solúveis (SS) foram determinados por refratometria, empregando-se o refratômetro ótico de bancada Abbe (AO Abbe Refractometer, Modelo 10450, EUA).

Os teores de açúcares totais (AÇT), redutores (AÇR) e não redutores (AÇNR) foram determinados pelo método de Munson e Walker apresentado por CARVALHO et al. (1990). As análises químicas foram realizadas em triplicata. A análise de textura, expressa em força máxima de corte (F_{max}), foi realizada em texturômetro TAXT2i (Stable Micro Systems, Inglaterra) equipado com o probe “blade set with knife” (velocidade de pré-teste de 5 mm/s, velocidade de teste de 1 mm/s, Força máxima de 25 kg).

As análises de cor foram determinadas pelo Sistema CIElab no colorímetro Minolta CR300 (Minolta, Japão), por leitura direta na amostra com configuração d/0, iluminante D65, obtendo-se os valores de L^* (luminosidade), a^* (verde-vermelho) e b^* (azul-amarelo).

5.2.3 Análises Sensoriais

Para avaliar a aceitabilidade do produto final (produto seco) foi empregada uma equipe de 30 provadores, escolhida entre indivíduos consumidores de frutas secas. Utilizou-se uma escala hedônica com 9 pontos, sendo o valor 9 correspondente à avaliação “gostei muitíssimo”, e 1 à avaliação “desgostei muitíssimo”. Foram avaliados os atributos de aparência, sabor, textura, cor e qualidade geral. As amostras de pêssego passa foram apresentadas aos provadores em pratos de plástico branco. Os resultados foram avaliados através de análise de variância (Anova), Teste F e Teste de Tukey, empregando-se o programa SAS (SAS, Inst Inc.).

5.2.4 Análises de Regressão Múltipla

As médias dos parâmetros da desidratação osmótica e dos atributos sensoriais foram tratadas a partir de análises de regressão múltipla, para a obtenção de superfícies de resposta (SR), empregando-se o Programa STATISTICA versão 6.0 (Statsoft, Inc.).

Nos casos das propriedades físicas e químicas, para minimizar a variabilidade da matéria-prima, fez-se o ajuste das superfícies aos valores adimensionais (P_{adm} = propriedade média do produto/ propriedade média da matéria-prima). Observaram-se as regressões

estatisticamente significativas pela análise de variância (Anova), com base no teste F, para o 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}), no nível de 5% de significância ($p < 0,05$). Considerou-se o modelo preditivo quando o F_c/F_{tab} foi maior ou igual 4, de acordo com BARROS NETO et al. (1995).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Tabelas 5.2 e 5.3 apresentam os valores experimentais médios e adimensionais das propriedades químicas e físicas da matéria-prima, do produto pré-seco e/ou seco. Os parâmetros da desidratação osmótica se encontram na Tabela 5.3, e a Tabela 5.4 traz os resultados médios da análise sensorial dos respectivos produtos. A Tabela 5.5 apresenta os resultados da análise de regressão múltipla das SR válidas.

Tabela 5.2 Valores experimentais e adimensionais de propriedades químicas da matéria-prima e dos produtos para os respectivos ensaios de desidratação osmótica de pêssegos em metades.

ensaio	SS (°Brix)			AT (g ac cítrico/100g)			AÇT (g/100g)			AÇR (g/100g)			AÇNR (g/100g)		
	mp	ps	adm	mp	ps	adm	mp	ps	adm	mp	ps	adm	mp	ps	adm
1	12,6	19,6	1,6	0,27	0,25	0,95	10,67	13,81	1,29	2,29	2,02	0,88	8,39	11,79	1,41
2	12,2	26,8	2,2	0,28	0,19	0,68	10,91	14,27	1,31	1,71	1,87	1,09	9,20	12,40	1,35
3	13,3	22,2	1,7	0,22	0,32	1,46	10,79	14,50	1,34	2,38	2,20	0,92	8,41	12,13	1,44
4	13,1	30,4	2,3	0,32	0,23	0,74	10,86	16,56	1,52	1,89	2,34	1,24	8,97	13,85	1,54
5	11,6	23,5	2,0	0,28	0,30	1,04	10,79	16,19	1,50	2,38	2,50	1,05	8,41	13,68	1,63
6	13,6	24,1	1,8	0,35	0,26	0,74	9,41	13,75	1,46	2,31	2,59	1,12	7,10	11,16	1,57
7	13,1	22,9	1,8	0,29	0,35	1,23	10,86	14,57	1,34	1,89	3,39	1,79	8,97	11,46	1,28
8	13,3	19,4	1,5	0,31	0,28	0,90	10,67	12,97	1,22	2,29	1,36	0,60	8,39	11,61	1,38
9	12,6	26,2	2,1	0,28	0,29	1,05	9,47	16,64	1,76	2,03	2,91	1,43	7,43	13,73	1,85
10	14,6	30,1	2,1	0,26	0,25	0,97	9,47	19,56	2,07	2,03	2,56	1,26	7,43	17,00	2,29
11	12,1	20,7	1,7	0,26	0,27	1,06	10,91	14,57	1,34	1,71	1,98	1,16	9,20	12,60	1,37

mp = matéria prima; ps = produto pré-seco; adm = adimensional que indica a relação ps/mp;

Tabela 5.3 Parâmetros da PSO e valores experimentais e adimensionais de propriedades físicas da matéria-prima e dos produtos secos para os respectivos ensaios da desidratação osmótica de pêssegos em metades.

ensaio	L*		a*			b*			Fmax			PA			PM	IS
	mp	s	adm	mp	s	adm	mp	s	adm	(N)	mp	s	adm	(g/100g massa inicial)		
1	68,3	64,5	0,9	5,8	7,0	1,2	41,0	37,2	0,9	23,5	66,9	2,8	22,7	19,4	3,2	
2	66,3	65,5	1,0	7,3	6,9	1,0	37,0	32,9	0,9	18,2	60,2	3,3	29,4	28,4	1,0	
3	71,3	59,2	0,8	2,9	8,9	3,1	35,2	38,6	1,1	21,1	53,7	2,5	32,5	27,7	4,9	
4	68,4	65,6	1,0	3,4	8,3	2,4	43,2	37,2	0,9	24,3	65,4	2,7	46,3	40,6	5,8	
5	69,0	62,0	0,9	4,0	10,5	2,6	41,8	35,5	0,8	19,9	65,3	3,3	34,6	28,1	6,5	
6	68,9	63,7	0,9	4,8	9,3	2,0	36,1	37,4	1,0	16,9	62,6	3,7	32,7	29,9	2,8	
7	69,4	62,5	0,9	5,3	9,3	1,8	44,0	43,6	1,0	17,6	56,6	3,2	32,3	28,6	3,7	
8	69,5	57,3	0,8	0,8	11,2	14,3	37,7	33,1	0,9	19,6	54,7	3,2	20,3	20,0	0,3	
9	70,7	60,1	0,9	2,5	9,9	4,0	37,8	31,3	0,8	17,5	64,2	2,8	36,5	33,5	3,1	
10	68,0	69,3	1,0	3,9	6,7	1,7	37,0	39,8	1,1	21,0	66,0	3,7	46,0	39,5	6,5	
11	68,4	63,5	0,9	2,5	8,4	3,3	34,5	35,2	1,0	20,9	74,0	3,1	24,2	22,0	2,2	

mp = matéria prima; s = produto seco; adm = adimensional que indica a relação s/mp;

Tabela 5.4 Médias dos atributos sensoriais dos produtos finais para os ensaios de secagem osmótica de pêssegos em metades.

atributo	ensaio										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
aparência	6,77 ^{a,b}	6,86 ^{a,b}	6,32 ^{a,b}	6,77 ^{a,b}	5,95 ^{b,c}	6,59 ^{a,b}	6,05 ^{a,b,c}	5,09 ^c	6,41 ^{a,b,c}	7,36 ^a	6,73 ^{a,b}
cor	6,95 ^a	6,45 ^{a,b}	6,45 ^{a,b}	6,95 ^a	6,18 ^{a,b,c}	6,81 ^{a,b}	6,59 ^{a,b}	4,91 ^c	6,59 ^{a,b}	7,18 ^a	6,45 ^{a,b}
sabor	6,73 ^a	6,82 ^a	6,91 ^a	6,91 ^a	6,41 ^{a,b}	6,86 ^a	6,41 ^{a,b}	6,32 ^{a,b}	7,23 ^a	7,45 ^a	7,18 ^a
textura	6,73 ^{a,b,c}	7,45 ^{a,b}	6,09 ^c	6,86 ^{a,b,c}	6,00 ^c	6,77 ^{a,b,c}	6,18 ^{b,c}	6,55 ^{b,c}	7,45 ^{a,b}	7,86 ^a	7,00 ^{a,b,c}
qualidade geral	7,18 ^a	6,91 ^a	6,64 ^a	6,73 ^a	6,23 ^{a,b}	6,73 ^a	6,5 ^a	6,27 ^{a,b}	7,09 ^a	6,91 ^a	7,00 ^a

Médias seguidas das mesmas letras na mesma linha (comparação entre amostras) não diferem significativamente no nível de erro de 5% pela análise Anova.

Tabela 5.5 Resultados das análises de regressão múltipla das variações adimensionais do teor de sólidos solúveis, do L* de cor, e dos parâmetros PA e PM.

propriedade/ parâmetro	R ²	F _c	F _{tab}	F _c /F _{tab}	Equação da Superfície de Resposta	número
SS _{adm}	0,74	25,63	5,12*	5,01	SS _{adm} = 1,87 + 0,27T	(4)
L* _{adm}	0,84	21,29	4,46*	4,77	L* _{adm} = 0,92 + 0,06T - 0,032C	(5)
PA	0,93	21,38	4,53*	4,72	PA = 33,4 + 7,11T + 5,53C - 1,24C ² + 1,76TC	(6)
PM	0,97	117,37	4,46*	26,32	PM = 28,87 + 6,18T + 4,57C	(7)

F_c = F calculado; F_{tab} = F tabelado;

* p<0,05

R² = coeficiente de determinação;

T = temperatura codificada; C = concentração do xarope codificada;

Os ajustes das SR dos adimensionais de SS e L* em função da temperatura de processo e da concentração do xarope mostraram um nível bom de significância (p<0,05), e os modelos obtidos foram considerados preditivos pelos critérios adotados, como pode ser visto na Tabela 5.5. A análise da SR do parâmetro PM em função das mesmas variáveis resultou em modelo altamente significativo, considerado, também, preditivo. O modelo do parâmetro PA, da mesma forma, resultou significativo e preditivo. Entretanto, não foram consideradas válidas, segundo os critérios anteriormente apresentados, as superfícies dos adimensionais das seguintes propriedades físicas e químicas: teores de açúcar total, redutor, e não redutor; acidez titulável, parâmetros a* e b* de cor; força máxima de corte. A análise da regressão múltipla da SR resultou em modelos estatisticamente não significativos para todos os atributos da análise sensorial no nível de 5%, assim como no nível de 10% de significância.

A Figura 5.1 apresenta as curvas de contorno das superfícies de resposta das variações adimensionais de SS e L*. A Figura 5.2 apresenta as curvas de contorno das superfícies de resposta da variação do parâmetro PA e PM.

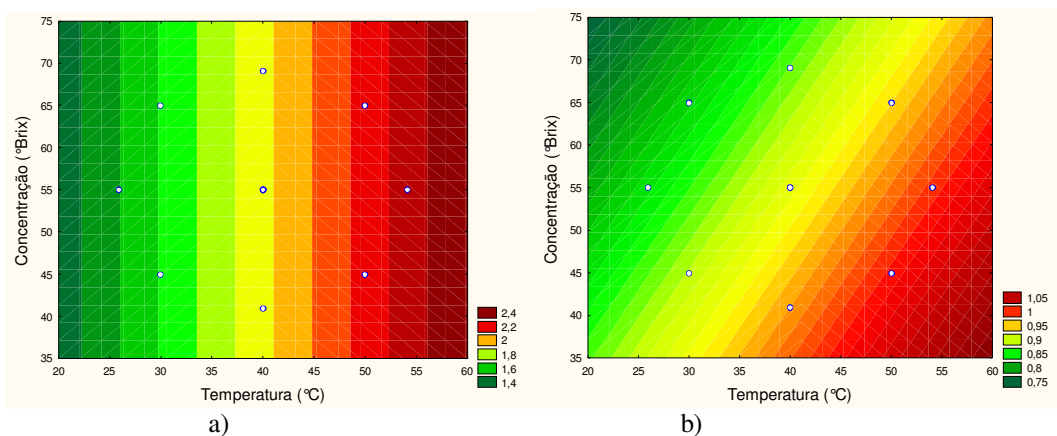


Figura 5.1 Curvas de contorno das superfícies de resposta para a variação adimensional do teor de sólidos solúveis (a) e do parâmetro L^* (b) em função da temperatura de processo e concentração de xarope.

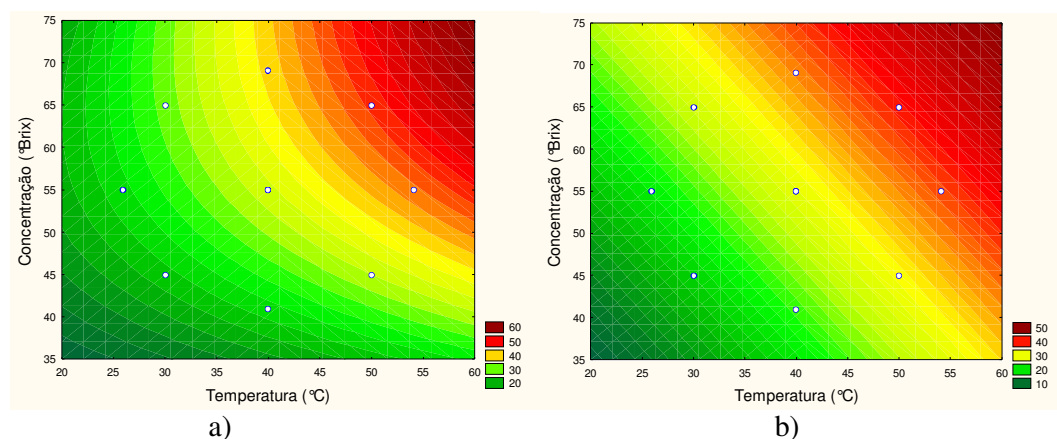


Figura 5.2 Curvas de contorno das superfícies de resposta para a variação do parâmetro perda de água (a) e perda de massa (b) na PSO em função da temperatura de processo e concentração de xarope.

Ressalta-se, primeiramente, o fato de que o valor adimensional empregado na análise indica a variação positiva ou negativa das propriedades físicas e químicas no processo. Nesta operação, por se tratar de secagem, ou seja, uma operação de retirada de água, um aumento no valor dos parâmetros quantitativos é esperado. No entanto, no caso de secagem osmótica, as variações podem ser negativas em função das possíveis perdas de solúveis da fruta.

Analisando-se o modelo referente à variação adimensional do teor de sólidos solúveis, equação (4), observa-se que a média é 1,87. Ou seja, na condição $T=0$ e $C=0$, a propriedade praticamente dobrou no processo. Observa-se na Tabela 5.2, que os valores dos teores de açúcar total são menores do que dos teores de sólidos solúveis, sendo que a média dos adimensionais destes foi de 1,47. Esta diferença ocorre em função da presença de outros solúveis na fruta além de açúcares, tais como pigmentos, ácidos e vitaminas. Além disto, a determinação do teor de sólidos solúveis com refratômetro ótico, expresso em °Brix, fornece um valor aproximado, estando sujeita a imprecisões, pois a escala é calibrada para soluções puras de sacarose.

Por sua vez, vê-se na mesma tabela, que os adimensionais dos teores de açúcar não redutor são ligeiramente maiores que dos açúcares totais, com média de 1,56. Há, portanto, nesta condição da PSO, um incremento do teor de açúcares não redutores superior ao do teor de açúcares totais, levando à conclusão que há diminuição de açúcares redutores no processo. Esta hipótese está de acordo com os valores experimentais e adimensionais de AÇR apresentados na Tabela 5.2, que aumentaram relativamente menos, com média de 1,14.

Ainda com respeito à equação (4), observa-se que a temperatura é o único efeito significativo, sendo este positivo. O incremento da temperatura, portanto, provoca, no intervalo estudado, aumento do teor de sólidos solúveis. Estes resultados estão em concordância com os de PEREIRA et al. (2006) em estudo sobre secagem osmótica de frutas tropicais. A razão para este fenômeno, segundo alguns autores (SAUREL et al., 1994; PEREIRA et al., 2006), pode ser a alteração, com o incremento da temperatura, da permeabilidade da membrana celular do tecido vegetal, provocando um crescente aumento da absorção de sólidos. Por outro lado, a concentração do xarope não apresenta efeito significativo no modelo, assim como os termos quadráticos e de interação entre as variáveis.

Com relação à variação da acidez titulável, observa-se na Tabela 5.2 que os adimensionais estão próximos do valor 1, e em alguns casos ligeiramente menores. A média de 0,98 dos valores sugere ter havido perdas de ácidos orgânicos por parte da fruta no processo de PSO. No entanto, pelo fato de não se ter obtido um ajuste significativo para esta variação, segundo os critérios propostos, não é possível correlacioná-la às variáveis estudadas, temperaturas e concentrações de processo.

Com relação à variação da textura instrumental, observa-se pelos valores da Tabela 5.3, que a média do adimensional da força máxima de corte é 3,12. O pêssego passa, portanto, obtido pelo processo combinado de PSO/SC, nas condições experimentais e faixas de teor de umidade praticados, requer uma força três vezes maior para o corte se comparado à fruta in natura. No entanto, como não houve ajuste da SR, não há, segundo o modelo proposto, influência das variáveis estudadas na variação desta propriedade física.

Com respeito à variação da cor no processo, conforme já apontado, apenas o parâmetro L^* apresentou influência das variáveis investigadas. Esta observação está em concordância com os resultados de TAN et al. (2001) em estudo da PSO de abacaxi, que concluíram ser a luminosidade o componente da cor que mais sofre influência das condições de processo. No modelo de L^*_{adm} , conforme mostra a equação (5), a temperatura e a concentração têm influência através de seus termos lineares, sendo estes, respectivamente, positivo e negativo. O termo de maior efeito é o da temperatura.

O valor de L^*_{adm} na região central do delineamento (40 °C e 55 °Brix), segundo o modelo é de 0,92, indicando haver um leve escurecimento da fruta no processo. Observa-se pela Figura 5.1, que em condições combinadas de temperatura maior e concentração menor, há uma tendência de aumento do L_{adm} , ou seja, uma tendência de “clareamento” do produto. Possivelmente este fenômeno seja provocado pela deposição e cristalização da sacarose na superfície da fruta, em decorrência, como já comentado, da maior absorção desta em temperaturas mais altas. Este resultado está em concordância com o obtido por PEREIRA et al. (2006) que observaram, na PSO de goiabas com solução de sacarose, um aumento do L^* com a temperatura.

O efeito negativo da concentração no modelo (5) pode estar relacionado à formação, em xaropes concentrados, de uma camada superficial de solutos na fruta, dificultando as trocas mássicas (HENG et al., 1990; CUNHA et al., 2001; PEREIRA et al., 2006), e minimizando o ganho de solutos. A alta viscosidade dos xaropes concentrados, e a dificuldade na agitação contribuem, também, para o fenômeno.

Por outro lado, o aumento da concentração e a redução da temperatura resultam em escurecimento do produto, já que os valores de L_{adm} são menores que 1 nesta região. Este resultado está em concordância com RIVA et al. (2005) que observaram a diminuição do

parâmetro L^* na secagem osmótica de abricó e apontaram como causa possível o escurecimento não enzimático.

Com respeito às alterações dos outros parâmetros da cor, a^* (verde-vermelho) e b^* (azul-amarelo), mesmo não havendo correlação destes com as variáveis investigadas, algumas considerações podem ser feitas. Vê-se na Tabela 5.3, que na coloração do pêssego Aurora-1, o componente amarelo, expresso pelo parâmetro b^* , é o de maior intensidade. Este resultado está de acordo com CHITARRA e CARVALHO (1985), que afirmam ser os carotenóides os principais pigmentos dos pêssegos, em especial o β – caroteno (pró-vitamina A).

Observa-se, ainda, na Tabela 5.3, que houve no processo, um ligeiro decréscimo do parâmetro b^* em alguns casos, e em outros, um pequeno aumento. A média dos valores adimensionais de b^* foi de 0,95, indicando que houve na prática a conservação da coloração amarela. Estes resultados se assemelham aos obtidos por HENG et al.(1990) na PSO de mamão e por AZOUBEL et al. (2008) na PSO de manga. No primeiro trabalho, os autores atribuem este fato à lipossolubilidade do pigmento, e no segundo artigo, aponta-se para a menor exposição da fruta ao ar, o que causaria menor oxidação do pigmento.

Quanto ao parâmetro a^* , verifica-se na Tabela 5.3, que seu valor, embora menor que o anterior, e mais variável na matéria-prima, triplicou em média no processo, indicando um aumento importante da coloração vermelha. Este resultado está parcialmente de acordo com os apresentados por RIVA et al. (2005) na PSO de abricó, quando foi observado um incremento importante do parâmetro a^* conjuntamente à diminuição do parâmetro L^* . Estas alterações, segundo os mesmos autores, podem estar associadas a reações de escurecimento não enzimático e/ou enzimático no processo.

Com relação ao modelo do parâmetro de secagem PA, conforme pode ser conferido pela equação (6) da Tabela 5.5, o termo linear da temperatura é o de maior efeito, seguido pelo termo linear da concentração. Ambos os efeitos são positivos, contribuindo para o incremento da perda de água na PSO.

O aumento da temperatura, no geral, acelera e incrementa as trocas mássicas. Por outro lado, em tese, o aumento da concentração do xarope, acentua o gradiente de pressão osmótica entre a fruta e a solução, estabelecendo uma força motriz maior para a transferência de massa.

No entanto, no modelo (6), o termo quadrático da concentração, embora de magnitude menor, se apresenta negativo. A explicação mais provável para este fato é a possível formação

de regiões de estagnação provocada pela dificuldade de agitação nos xaropes mais concentrados devido às maiores viscosidades, dificultando as trocas mássicas.

Por outro lado, o termo da interação temperatura/concentração se apresenta positivo no modelo (6). O que levar a crer que o aumento da temperatura minimiza o efeito negativo, anteriormente comentado, da concentração. Neste caso, há um efeito positivo da combinação das variáveis, contribuindo para o aumento da perda de água. Conseqüentemente, quanto maior a temperatura e a concentração, maior a perda de água.

O modelo da equação (6) se assemelha ao obtido por GERMER et al. (2008) para a variação da PA no estudo da PSO de pêssegos em fatias realizado nas mesmas condições ($PA = 38,56 + 6,36T + 3,62C - 1,99C^2 - 1,24TC$). No entanto, algumas diferenças são observadas, e provavelmente estas se devem às formas distintas dos pedaços. A média da equação (6) é menor se comparada ao valor obtido para fatias, indicando uma perda de água inferior para as metades na condição central do delineamento. O termo quadrático da concentração na equação (6) também é menor se comparado ao modelo de GERMER et al. (2008). Possivelmente, para as metades, o aumento da viscosidade dos xaropes mais concentrados prejudique menos a agitação. Provavelmente, o formato arredondado das metades dificulte a adesão entre os pedaços, mantendo-se espaços para circulação do xarope, e minimizando, desta forma, o estabelecimento de zonas de estagnação.

Além disto, no modelo das fatias, diferentemente do modelo (6), o termo de interação temperatura e concentração é negativo. Possivelmente, neste caso, o aumento de temperatura não seja suficiente para melhorar a agitação e distribuição dos xaropes mais viscosos entre as fatias. Pode haver, ainda, um efeito deletério maior da temperatura nos tecido das fatias em função da menor espessura.

Os resultados do modelo (6) também se assemelham aos obtidos por MOTA (2005) na secagem osmótica de pêssegos cortados em metades. O referido estudo foi conduzido com a cultivar Biuti, a 65 °Brix, temperatura de 45 °C, por 5 horas, e com a relação massa de xarope:massa de fruta de 4:1. O percentual de redução de água obtido por MOTA (2005) foi de aproximadamente 48%, enquanto que pelo modelo (6) a perda de água foi de aproximadamente 42% para as mesmas condições. Há de se considerar, no entanto, que além dos diferentes tempos de processo, outros aspectos experimentais podem ter influenciado, tais como tipo de agitação, dimensões das frutas e outros.

Quanto ao modelo da variação de PM (7), observa-se ser este muito semelhante ao obtido para PA (6), tendo, no entanto, coeficientes menores e não apresentando os termos quadráticos. A temperatura é efeito preponderante e positivo. A concentração também apresenta efeito importante, sendo este positivo. Portanto, a variação da massa da fruta na PSO é maior, quanto maior a temperatura e a concentração.

Comparando os modelos (6) e (7), e os dados experimentais da Tabela 5.3, observa-se que os valores de PM são menores do que os valores de PA. Portanto, nas condições estudadas, ocorrem ganhos de sólidos solúveis por parte da fruta no processo, sendo que a média experimental foi de 3,6 g/100 g de massa inicial. Este resultado é ligeiramente menor ao valor médio de 3,9 g/100 g de massa inicial obtido por GERMER et al. (2007) para pêssegos cortados em fatias.

Com relação aos atributos sensoriais, algumas considerações sobre as médias da Tabela 5.4 podem ser feitas, ainda que não tenha sido possível observar influência das variáveis. Em termos do atributo cor, a amostra do ensaio 10 obteve o melhor resultado, estatisticamente igual das amostras dos ensaios 1 e 4, com médias equivalentes a “gostei moderadamente”. O pior desempenho quanto a este atributo foi da amostra 8 com média equivalente à “indiferente”.

Em termos da aparência, o melhor desempenho foi obtido pela amostra do ensaio 10, com média equivalente a “gostei moderadamente”, e significativamente superior às das outras amostras. As amostras dos ensaios 1, 2 e 4 estão na sequência das notas. O pior desempenho com relação a este atributo foi da amostra do ensaio 8, com média equivalente à “indiferente”. As médias do atributo aparência são semelhantes às do atributo cor, embora, no geral, com valores ligeiramente menores.

A amostra do ensaio 10 obteve o melhor desempenho quanto ao atributo “sabor”, com média correspondente à “gostei muito” e estatisticamente igual às dos ensaios 9, 11, 3, 4, 6 e 2 e 1. A amostra do ensaio 8 obteve a menor média, equivalente a “gostei ligeiramente”.

Em termos de textura subjetiva, o ensaio 10 resultou na amostra de melhor desempenho, estaticamente superior às restantes, e com média equivalente a “gostei muito”. O pior desempenho quanto a este atributo foi da amostra do ensaio 5, com média equivalente a “gostei ligeiramente”.

Em termos do atributo qualidade global, com exceção da amostra do tratamento 5 que apresentou o pior desempenho, as restantes se equivalem estatisticamente e no nível de “gostei moderadamente”.

Observa-se que há muita coerência entre os resultados da cor sensorial (Tabela 5.4) e da cor instrumental (Tabela 5.3). O produto do ensaio 8 obteve a pior média com relação ao atributo sensorial cor, sendo que para esta amostra, verificou-se o maior aumento do parâmetro L^* , indicando escurecimento no processo. Além disto, o parâmetro a^* , que expressa a cor vermelha, apresenta para esta amostra um incremento considerável, o maior de todos. Por outro lado, a amostra do tratamento 10, que obteve a maior média para este atributo sensorial, não apresentou alteração do parâmetro L^* , e pouca alteração no parâmetro b^* . Ainda que tenha havido um aumento do parâmetro a^* para esta amostra, este foi relativamente menor se comparado ao da amostra 8. Houve, portanto, preferência pela amostra que não apresentou escurecimento, tendendo a um leve “clareamento” segundo o modelo obtido.

Quanto à textura, não foi possível estabelecer uma relação entre os resultados subjetivos (Tabela 5.4) e instrumentais (Tabela 5.3). Possivelmente, pequenas diferenças de umidade e de espessura das metades tenham influenciado as discrepâncias dos resultados. A única comparação possível, é que ambas as propriedades não apresentam influência das variáveis investigadas segundo o modelo proposto.

Do exposto, conclui-se que as amostras 10 e 4 apresentaram, no geral, os melhores desempenhos sensoriais.

Comparando-se os resultados sensoriais anteriormente apresentados, com aqueles obtidos por GERMER et al. (2008) para o formato de fatias, observa-se que as médias dos atributos sensoriais das metades são ligeiramente inferiores. O atributo textura é uma exceção, com resultados um pouco melhores para as metades. Pode-se afirmar, portanto, que os níveis de aceitação sensorial das metades e das fatias de pêssegos praticamente se equivalem, com pequena vantagem para as fatias.

Por fim, os modelos matemáticos obtidos podem ser empregados, também, no estabelecimento das melhores condições de processo. Tendo em vista um processo industrial, entende-se que as melhores condições sejam aquelas nas quais haja uma combinação das maiores taxas de retirada de água na PSO, com os melhores desempenhos sensoriais do produto final.

Desta forma, comparando-se a SR do parâmetro PA na Figura 5.2, com os resultados sensoriais da Tabela 5.4, observa-se que a região compreendida pelas faixas de temperatura de 50 a 54,1 °C e concentração do xarope de 55 a 65 °Brix combina os maiores valores de perda de água, na faixa de 41 a 47%, e melhores desempenhos sensoriais.

5.5 CONCLUSÕES

- As variáveis temperatura e concentração de xarope apresentaram, segundo modelo proposto, forte influência nos parâmetros de pré-secagem, e menor influência nas variações físicas e químicas do pêssego em metades no processo de pré-secagem osmótica com xarope de sacarose.
- A variável temperatura é o fator preponderante na maior parte dos modelos obtidos, tendo, no geral, efeito positivo.
- A concentração também tem efeito importante, embora em menor grau, sendo negativo em alguns casos.
- Quanto à variação da cor objetiva, apenas a luminosidade do produto (L*) apresentou, segundo o modelo proposto, influência dos fatores investigados.
- Não houve, segundo o modelo proposto, influência dos fatores investigados nos resultados sensoriais. Entretanto, diferenças significativas entre as médias foram observadas, principalmente em relação aos atributos sabor e cor.
- A região correspondente ao intervalo de temperatura de 50 a 54,1 °C e de concentração de 55 a 65 °Brix apresentou os melhores desempenhos, em termos de perda de água na pré-secagem e resultados sensoriais dos produtos finais, podendo ser apontada como a região ótima de processo.

5.6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAUJO, E.A. **Estudo do processo de desidratação osmótica e secagem de nectarina (*Prunus persica*)**. 2005, 113p., Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, SP.

AZOUBEL, P.M.; OLIVEIRA, S.B.; ARAUJO, A.J.B.; SILVA, I.R.A.; PARK, K.J. Influence of osmotic pretreatment on the total carotenoids content of dried mango. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, BRAZILIAN

CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 37., 2008, Foz do Iguaçu, Brasil, **Anais Eletrônicos...**Foz do Iguaçu: SBEA/CIGR/ASABE, 2008. 1 CD ROM.

AZUARA, E.; GARCIA, H.S.; BERISTAIN, C.I. Effect of the centrifugal force on osmotic dehydration of potatoes and apples. **Food Research International**, v.29, n.2, p.195-199, 1996.

BARROS NETO, B.; SCARMINO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e otimização de experimentos**. 2^a ed.. Campinas: Editora da Unicamp, 1995. 299p.

BERISTAIN, C.; AZUARA, E.; CORTES, R.; GARCIA, H.S. Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple rings. **International Journal of Food Science and Technology**, v.25, n.5, p.576-582, 1990.

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

CHIRALT, A.; FITO, P. Transport mechanisms in osmotic dehydration: the role of structure. **Food Science and Technology International**, v.9, n.3, p. 179-186, 2003.

CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Qualidade e industrialização de frutos temperados: pêssegos, ameixas, figos. **Informe Agropecuário**, v.11, n.125, p.56-65, 1985.

CUNHA, L.M.; OLIVEIRA, F.A.R.; ABOIM, A.P.; FRÍAS, J.M.; PINHEIRO-TORRES, A. Stochastic approach to the modelling of water losses during osmotic dehydration and improved parameter estimation. **International Journal of Food Science and Technology**, v.36, n.3, p.253-262, 2001.

FERNANDES, F.; RODRIGUES, S.; GASPARETO, O.C.P.; OLIVEIRA, E.L. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. **Food Research International**, v.39, n.4, p.492-498, 2006.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BARBOSA, W.; BERBARI, S.A.; SIGRIST, J.M.M.; QUAST, E. Aptidão de cultivares de pêssego do Estado de São Paulo para a produção de passas por processo combinado de secagem osmótica e secagem com ar quente. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.3, p.151-158, 2007.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A. The influence of process variables on the osmotic drying and on sensory tests of sliced dehydrated peaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, BRAZILIAN CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 37., 2008, Foz do Iguaçu. **Anais Eletrônicos...**Foz do Iguaçu: SBEA/CIGR/ASABE. 2008. 1 CD ROM.

HENG, K.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Osmotic dehydration of papaya: influence of process variables on the product quality. **Science des Aliments**, v.10, p.831-848, 1990.

KOWALSKA, H.; LENART, A. Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2-3, p.137-140, 2001.

LERICI, C.R.; PINNAVAIA, G.; DALLA ROSA, M.; BARTOLUCCI, L. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. **Journal of Food Science**, v.50, n.5, p.1217-1226, 1985.

MOTA, R.V. Avaliação da qualidade físico-química e aceitabilidade de passas de pêssego submetidas à desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.789-794, 2005.

PANAGIOTOU, N.; KARATHANOS, V.T.; MAROULIS, Z.B. Mass transfer modeling of the osmotic dehydration of some fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v.33, n.3, p.267-284, 1998.

PBMH e PIF - Programa Brasileiro para a modernização da horticultura e Produção integrada. Normas de Classificação de Pêssego e Nectarina. 2008. São Paulo: CEAGESP, 2008.

PARK, K.J.; BIN, A.; BROD, F.P.R.; PARK, T.H.K.B. Osmotic dehydration kinetics of pear D'anjou (*Pyrus communis* L.). **Journal of Food Engineering**, v.52, n.3, p.293-298, 2002.

PEREIRA, L.M.; FERRARI, C.C.; MASTRANTONI, D.S.; RODRIGUES, A.C.C.; HUBINGER, M.D. Kinetic aspects, texture, and colour evaluation of some tropical fruits during osmotic dehydration. **Drying Technology**, v.24, n.4, p.475-484, 2006.

PONTING, J.D.; WATTERS, G.G.; FORREY, R.R.; JACKSON, R.; STANLEY, W.L. Osmotic Dehydration of Fruits. **Food Technology**, v.20, n.10, p. 125-128, 1966.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.5, n.8, p.255 – 260, 1994.

RIVA, M.; CAMPOLONGO, S.; LEVA, A.A.; MAESTRELLI, A.; TOTTEGGIANI, D. Structure-property relationships in osmo-air-dehydrated apricot cubes. **Food Research International**, v.38, n.5, p.533-542, 2005.

SAHARI, M.A.; SOUTI, M.; EMAM-JOMEH, Z. Improving the dehydration of dried peach by osmotic method. **Journal of Food Technology**, v.4, n.3, p.189-193, 2006.

SATO, G.S. Produção de pêssegos de mesa e para Indústria no Brasil. **Informações Econômicas**. v.31, n.6, p.61-63, 2001.

SAUREL, R.; RAOULT-WACK, A.L.; RIOS, G.; GUILBERT, S. Mass transfer phenomena during osmotic dehydration of apple. I. Fresh plant tissue. **International Journal of Food Science and Technology**, v.29, n.5, p.531-542, 1994.

SHI, X.Q.; FITO, P.; CHIRALT, A. Influence of vacuum treatment on mass transfer during osmotic dehydration of fruits. **Food Research International**, v.28, n.5, p.445-454, 1995.

TAN, M.; CHUA, K.J.; MUJUMDAR, A.S.; CHOU, S.K. Effect of osmotic pre-treatment and infrared radiation on drying rate and color changes during drying of potato and pineapple. **Drying Technology**, v.19, n.9, p.2193-2207, 2001.

VIAL, C.; GUILBERT, S.; CUQ, J.L. Osmotic dehydration of kiwi fruits: influence of process variables on the color and ascorbic acid content. **Science des Aliments**, v.11, n.1, p.63-84, 1991.

VIDEV, K.; TANCHEV, S.; SHARMA, R.C.; JOSHI, V.K. Effect of sugar syrup concentration and temperature on the rate of osmotic dehydration of apples. **Journal of Food Science and Technology**, v.27, n.5, p.307-308, 1990.

6 REUSE OF SUCROSE SYRUP IN THE OSMOTIC PRE-DRYING OF PEACHES

6.1 INTRODUCTION

Drying is one of the oldest food preservation methods and is still widely employed, especially in fruit production, avoiding post-harvest losses, promoting the use of excesses and adding value to the production. According to FERNANDES et al. (2008), osmotic dehydration has been the treatment most cited in the scientific literature as a preliminary treatment before hot air drying. The technique consists of immersing the fruit in a hypertonic solution of one or more solutes such that the partial removal of water occurs as a function of the difference in chemical potential established (CHIRALT e TALENS, 2005). During this process, other fluxes apart from the removal of water, but of smaller dimensions, are established, such as a gain of soluble solids and loss of natural soluble solids from the food. This process shows advantages in comparison to conventional methods, such as an expressive reduction in water content with relative economy of energy and an increase in quality of the final product (FALADE et al., 2007).

However some operational limitations have made it difficult to adopt this process on an industrial scale. Management of the syrup represents the greatest technological problem in the osmotic pre-drying process (OPD) (WARCZOK et al., 2007), since it is diluted during the process, its volume increasing with this gain in water. Discarding the diluted syrup can make the process economically non-viable and also cause severe environmental impact since it is an effluent with a high organic load (MAROUZÉ et al., 2001).

Some studies have reported different ways of reusing the OPD osmotic solution, with or without reconditioning, such as: addition of more solute to re-establish the initial concentration and direct reuse (VALDEZ-FRAGOSO et al., 1998); use of the syrup for various cycles without reconditioning (OSORIO et al., 2007; PEIRÓ et al., 2006); use for various cycles interspersed with the addition of extra solute (MOYANO & ZÚÑICA, 2003; GARCÍA-MARTINEZ et al., 2002); use for various cycles interspersed with vacuum concentration, pasteurization and filtration (CAMARGO, 2005); concentration at atmospheric pressure and reuse (ANGELINI, 2002); vacuum concentration and reuse (BOLIN et al., 1983); continuous circulation during the process with the intermittent addition of fresh syrup (ARGANDOÑA, 2005); continuous circulation during the process plus filtration, pasteurization and vacuum

concentration (VALDEZ-FRAGOSO, 2002); use of osmotic distillation membranes (WARCZOK et al., 2007). In addition, some studies have reported the use of the syrup as one of the ingredients in preserves, nectars and fruits in syrup (COHEN & YANG, 1995; BUCHWEITZ, 2005).

According to DALLA ROSA & GIROUX (2001), during successive OPD cycles the syrup can suffer the following alterations: increase in microbial count as a result of continuous handling; decrease in osmotic potential due to dilution; increase in titratable acidity due to the removal of acids from the food; lowering of the pH value; acid hydrolysis of the sucrose; enzymatic and non-enzymatic browning; increase in electrical conductivity due to gains in acid and salts from the food; and an increase in turbidity due to a gain in insoluble solids from the food. Depending on the reconditioning and reuse method employed and the food in question, these alterations can vary in proportion, influencing or otherwise the quality of the final product. Thus when proposing a reconditioning and reuse method for a determined combined OPD plus conventional drying (CD) process, it is fundamental to know the behavior of the syrup throughout the re-usage cycles and also that of the final product.

As a sequence to earlier studies, the objective of the present study was to determine the technical viability of reusing the syrup during 15 production cycles of dehydrated peach by a combined OPD/CD process using sucrose syrup. Two different reconditioning methods were employed, investigating the alterations presented by the syrup throughout the re-usage period and the influence of these on the final products.

6.2 MATERIAL & METHODS

Based on earlier results (GERMER et al., 2007), peaches of the Aurora-1 variety were chosen for the present trials, donated by the Holambra Agro-industrial Cooperative, Paranapanema, São Paulo State, Brazil. The fruits were harvested in the stage of maturity ideal for commercialization, characterized by the point where the background color of the skin changes from green to yellow. Fruits classified into Category 1 (with respect to defects) and class 4 (diameter from 56 to 61,mm) according to the PBMH & PIF norms (2008), were used in these trials. The peaches were maintained under conditions controlled at 2 °C and 80-90% relative humidity until removed as required for the trials.

6.2.1 Experimental methods

Two trials were carried out concomitantly employing two different syrup reconditioning methods. In trial 1 the following reconditioning operations were used: sieving (1 mm sieve), vacuum concentration and syrup replacement. A similar process was used in trial 2, but with the addition of a filtration operation before concentration. The reconditioning processes used in each trial are described in detail in the next item. Fifteen OPD cycles were carried out in each trial, starting the first cycle with fresh syrup and employing the reconditioned syrup in the subsequent cycles. Thus for each cycle, the syrup from the previous cycle was reconditioned and employed with a new batch of fruits. The fruits were selected, washed, peeled, de-stoned and cut manually into slices. They were then chemically blanched by immersion in a citric acid (4 g/100 g) plus ascorbic acid (1 g/100 g) solution for 40 s to avoid enzymatic browning. The surfaces of the fruits were then dried with paper towels. Two identical baths with a 10 l/min circulation pump (Immersion Circulation, Model 1266-02, USA) were prepared, each with a capacity for 8 liters, for use in the trials. The first cycle of each trial started with fresh sucrose syrup (6 kg) with a concentration of 65 °Brix. According to procedures established in the previous study (GERMER et al., 2008), the following parameters were used in the OPD: syrup mass:fruit ratio of 4:1, process temperature of 50 °C and process time of 4 hours. At the end of the operation, the pieces of fruit were removed from the bath, drained, rinsed in water and carefully dried with absorbent paper. The pieces of fruit and the syrup were weighed at the beginning and end of the OPD operation. The pre-dried fruit pieces were then dried in a conventional tray dryer with air circulation (velocity of 1.5 m/s) at 65 °C until they reached a final moisture content between 16 and 19% (dry fruit). The drying time was approximately 5 hours. For all the OPD cycles, fruit (250 g) and syrup (500 g) samples were removed before and after the operation, independently of whether they were to be analyzed or not. The syrups were then submitted to the reconditioning operation for use in the next cycle.

6.2.2 Reconditioning of the syrup

In trial 1 the following operations were carried out: sieving through a steel sieve (1 mm mesh); concentration in a vacuum vat; addition of sugar and water to return to the original mass and concentration. Trial 2 consisted of the same operations with the addition of a filtration

stage through diatomaceous earth before concentration. In both cases the final concentration of the syrup was carried out in an evaporator (vat with vacuum) with a steam jacket and constant agitation (Mecamau, model C055, Brazil), and the vacuum applied was approximately 0.5 to 0.7 kgf/cm² (manometric), corresponding to boiling points in the range from 68 to 75 °C. The syrup removed at the end of the OPD operation (diluted syrup), with approximately 59 °Brix, was concentrated to approximately 65 °Brix (initial concentration). In method 2, the filtration operation was carried out using a Buchner funnel (diameter 12.3 cm) and kitassato (4 liters) attached to a vacuum pump (Tito Manzini & Figli, model AM1, Italy). Qualitative filter paper pre-coated with the diatomaceous earth Celite (Diactive 11F, Chile) enriched with cellulose fiber, was placed in the funnel. The pre-coating was formed preliminarily using a mixture of earth and water so as to obtain a 1 kg/m² layer, according to the manufacturer's instructions. This procedure aimed to simulate the pre-coating filter operation used in the clarification of syrups and beverages. After concentration, the initial syrup mass was recovered by adding sugar and water in amounts calculated from the mass balance, so as to maintain the mass ratio of 4:1. This replacement was necessary, since during the OPD/reconditioning cycle, part of the syrup mass adhered to the fruit pieces and to the equipment, in addition to the amounts removed by sampling. The reconditioned syrup was maintained at room temperature until the next cycle, carried out the next day.

The parameters of water loss (WL) and solids incorporation (SI) of the fruits during the osmotic drying process were calculated for all the cycles of both trials, using the following equations:

$$WL = \frac{(U_i M_i - U_f M_f)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g of water/100 g of initial mass}) \quad (1)$$

$$SI = \frac{ST_f M_f - ST_i M_i}{M_i} \times 100 \quad (\text{g of solute/100 g of initial mass}) \quad (2)$$

where:

U_i = initial moisture content;

M_i = initial mass;

U_f = moisture content at the end of the process;

M_f = mass at the end of the process;

ST_f = total solid content at the end of the process;

STi = initial solids content;

The soluble solids contents of the initial and final syrups were determined for all the cycles, as also the moisture and total solids contents of the raw materials and pre-dried fruits. Every third cycle the following analyses were also carried out on the syrups: pH, total acidity, nephelometric turbidity, electrical conductivity, instrumental color and the reducing sugar content, and the following analyses on the raw and pre-dried fruits: reducing sugar content, pH and titratable acidity. The instrumental color and water activity of the raw fruits and final products (dried fruits) were also determined. The microbiological analyses were carried out on the raw material, pre-dried fruits and initial and final syrups from the 1st, 5th, 10th and 15th cycles of both trials, and samples of the dried fruits resulting from the same cycles reserved for the sensory analysis.

6.2.3 Analytical methods

The soluble solids were determined using an optical bench refractometer (AO Abbe Refractometer model 10450, USA) and total acidity (TA) by an acidimetric method. The moisture content was determined in a vacuum oven at 70 °C for 24 hours and the sugar content using the Munson & Walker method, both based on methodologies adapted by CARVALHO et al. (1990). Water activity was determined using a hygrometer (Decagon Devices, Aqualab-3TE, USA) at 25 °C. Turbidity was determined using a turbidimeter (Hach, model 2100P, USA) and electrical conductivity in a conductivimeter (Digimed, model DM 31, Brazil). The above cited analyses were all carried out in triplicate. The initial masses of the fruit pieces, as also those of the pre-dried fruit, were weighed on a mechanical balance (Mettler, P10N, Germany). The yeast and mold counts were based on the methodology described by DOWNES & ITO (2001). A Chromameter colorimeter (Minolta, CR300, Japan) was used for the color analyses using the Cielab system, making a direct reading from the sample with the d/0 configuration and D65 illuminant. The special support for liquids, CRA-70 (Minolta, Japan) was used for the syrups. The analyses were carried out with ten repetitions for the fruits, with two shots of reading each, whereas only three repetitions were made for the syrups, with three shots each. The parameters of Chroma (C) and Hue angle (h) were calculated from equations 3 and 4, respectively, from the values for a* and b*.

$$C = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}} \quad (3)$$

$$h = \arctan(b^*/a^*) \quad (4)$$

The results obtained were analyzed by the Analysis of Variance (Anova) using Tukey's test with the Statistica program v 6.0 (Statsoft Inc., USA).

6.2.4 Sensory analysis

The sensory analyses of the two trials (1 and 2) were carried out in separate sessions, evaluating samples of the final products (dried fruits) from the following cycles: 1, 5, 10 and 15. The Difference from Control Method was used (FARIA & YOTSUYANAGI, 2002) with a panel of 20 trained judges, and products from the first cycle were used as the standard. The attributes evaluated were appearance, color, texture and flavor of the product. The scale for the attribute appearance was divided into 5 levels, varying from “better than S” to “worse than S”, where S was the standard. The scale for the attribute color (characteristic peach yellow) was divided into 7 levels, varying from “much less intense than S” to “much more intense than S”. The scale for the attribute texture also had 7 levels, varying from “much softer than S” to “much harder than S”. Finally the scale for the attribute of flavor was divided into 6 levels, varying from “better flavor than that of S” to “worse flavor than that of S with strong off-flavor”. The results were analyzed by the Variance Analysis (F test) and Dunnett Test (difference between means) employing the SAS program (Statistical Analysis System, SAS Institute, Inc, USA).

6.3 RESULTS & DISCUSSION

In both trials the syrup reconditioning operations were carried out such that, in terms of concentration, the initial conditions remained very close with means of 65.0 ± 0.6 °Brix in trial 1 and 65.1 ± 0.5 °Brix in trial 2. At the end of the cycles the syrups presented mean concentrations of 58.7 ± 0.8 °Brix in trial 1 and 58.4 ± 0.6 °Brix in trial 2. Thus under the process conditions employed, the loss of concentration in the syrups was to the order of 10% for each cycle. The percentages of syrup mass (water plus sugar) added after concentration in order to recover the initial masses were $16.5 \pm 1.2\%$ and $19.4 \pm 2.1\%$ for trials 1 and 2,

respectively. Trial 2 resulted in a greater percent loss of syrup, probably attributable to the additional operation of filtration. The values obtained were greater than those reported by VALDEZ-FRAGOSO et al. (1998) in their study of reuse in the OPD of apples, with losses to the order of 2.2%. However, in that study, the initial syrup was more dilute (60 °Brix), making drainage easier, and reconditioning consisted of just two operations: sieving and the addition of sugar. On the other hand, BOLIN et al. (1983) cited syrup losses in the 19 - 29% range in their study of reuse in the OPD of apples with 70% sucrose syrup. Thus this study, carried out on a laboratory scale, using an even more concentrated syrup, was therefore even more difficult to drain due to its greater viscosity. According to VALDEZ-FRAGOSO et al. (1998), during OPD and reconditioning, the syrup losses can vary depending on the operations employed, the viscosity of the syrup, way used in drainage and type of equipment employed. However it must be considered that on an industrial, and hence larger scale, the percent losses of syrup tend to be smaller.

Figure 6.1 shows the variation in the drying parameters WL and SI in trials 1 and 2 throughout the 15 cycles of reconditioning and reuse.

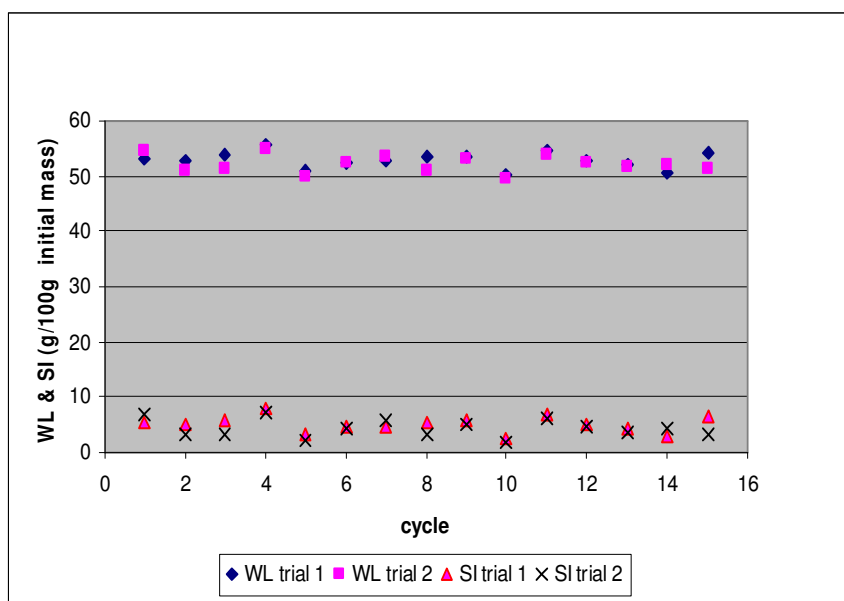


Figure 6.1 Water loss (WL) and solids incorporation (SI) in sliced peaches during 15 osmotic pre-drying cycles with reconditioning and reuse of the syrup.

It can be seen in Figure 6.1 that fluctuations in the drying parameters occurred throughout the reuse cycles in both trials. Such oscillation could be attributed to variability in

the raw material or to small variations in the process conditions (mass ratio, temperature and agitation). However, no such tendencies for variation were observed in the parameters throughout the cycles, which could characterize the influence of reuse in the operation. The mean values for WL were $52.9 \pm 1.5\%$ in trial 1 and $52.1 \pm 1.6\%$ in trial 2, and the mean values for SI were $5.0 \pm 1.5\%$ in trial 1 and $4.3 \pm 1.6\%$ in trial 2. In the same way, VALDEZ-FRAGOSO et al. (2002) and ARGANDOÑA (2005) observed no influence of reuse during 20 cycles in the performance of osmotic drying with apples and guavas, respectively.

Figure 6.2 shows the results for titratable acidity (TA) of the initial syrups in the cycles submitted to sampling throughout the study for both trials.

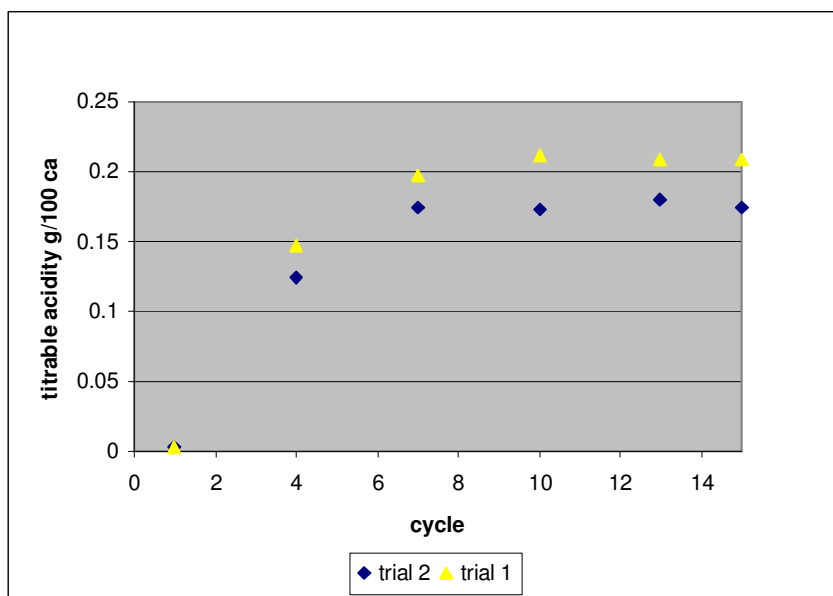


Figure 6.2 Titratable acidity of the initial syrups for some of the cycles in the OPD of peaches, with reconditioning and reuse of the syrup.

In both reuse trials (Figure 6.2) there was an expressive increase in TA of the syrup in the initial cycles, followed by stabilization of the value around the sixth cycle, corresponding to values of 0.20 g citric acid/100 g in trial 1 and 0.18 g citric acid/100 g in trial 2. The acidity of the raw fruit showed a mean value of 0.35 ± 0.07 g citric acid/100 g, the mean values for TA of the pre-dried fruit being 0.36 ± 0.08 g citric acid/100 g in trial 1 and 0.39 ± 0.06 g citric acid/100 g in trial 2. The observed increase in TA of the syrup was due to leaching of natural

acids from the fruit and also of the acids acquired during chemical blanching. Stabilization probably occurred due to the formation of an acid equilibrium between the fruit and syrup, and to the constant replacement of part of the syrup mass. BOLIN et al. (1983) reported similar results in their study on the reuse of sucrose syrup in the OPD of apples, stabilization of the TA occurring at about the fifth cycle in the range of 0.13 g citric acid malic acid/100 g for a syrup:fruit mass ratio of 4:1.

With respect to pH there was a fall in the values from 7.47 ± 0.04 in the initial syrups for both trials to 4.13 ± 0.02 and 4.27 ± 0.04 at the end of the first cycles for trials 1 and 2, respectively. In both trials the values became stable in the following cycles with means of 4.02 ± 0.08 and 4.11 ± 0.06 for trials 1 and 2, respectively. The raw fruits showed mean pH values of 4.31 ± 0.09 and the pre-dried fruits 4.26 ± 0.19 . Thus an equilibrium was already attained between the syrup and the fruits with respect to pH in the first cycle, and was maintained throughout the study. This same equilibrium was cited by ARGANDOÑA (2005) and VALDEZ-FRAGOSO et al. (2002). According to GARCÍA-MARTINEZ et al. (2002), this lowering of the syrup pH could be of benefit with respect to its conservation, making microbial growth more difficult during reuse. On the other hand, according to DALLA ROSA & GIROUX (2001), such a lowering of the syrup pH could accelerate acid hydrolysis of the sucrose and result in enzymatic browning.

Figure 6.3 shows the results for the nephelometric turbidity and electrical conductivity determinations for the initial syrups in the cycles sampled throughout the study.

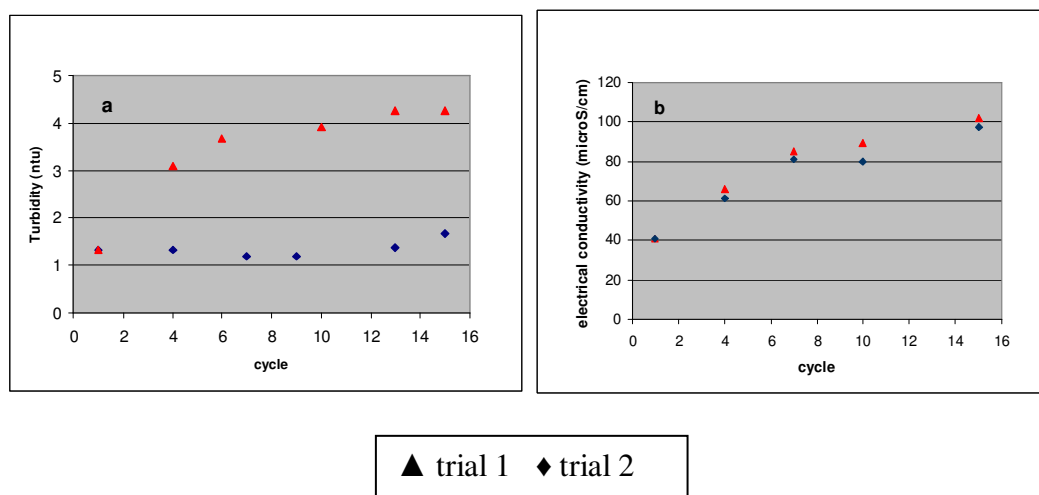


Figure 6.3 Nephelometric turbidity (a) and electrical conductivity (b) of the initial syrups for some of the cycles in the OPD of peaches, with reconditioning and reuse of the syrup.

An expressive increase in turbidity can be seen in trial 1 (Figure 6.3a), the initial value almost tripling by the twelfth cycle and then stabilizing, whereas in trial 2 the values remained almost constant, showing a mean value of 1.31 ± 0.18 ntu in the syrups. In trial 1 however, small solid particles removed from the fruit during OPD passed through the sieve used, remaining in suspension and altering the turbidity of the syrup. In trial 2, on the other hand, these particles were removed by the diatomaceous earth pre-coating, maintaining the turbidity of the syrup almost unaltered. According to VALDEZ-FRAGOSO et al. (1999), an increase in turbidity of an osmotic solution due to the accumulation of particles in suspension can result in an increase in microbial load, also compromising the sensory acceptance of the final product, thus limiting reuse of the syrup in OPD. The turbidity can also be a problem when the reused syrup is eventually used as an ingredient in other products such as nectars, preserves and other fruits in syrup. In such cases the introduction of a filtration phase in the reconditioning process can become necessary.

Figure 6.3b shows an expressive increase in electrical conductivity (EC) of the syrups throughout the reuse cycles in both trials. The total increase found was about 150% during the fifteen cycles, with no sign of stabilization. According to PEIRÓ et al. (2006), the increase in EC in reused syrup is due to the accumulation of soluble compounds removed from the fruit during OPD, mainly mineral salts and organic acids. In their work on the reuse of sucrose syrup in the OPD of grapefruit, PEIRÓ et al. (2006) showed an increase in EC of 400%, this

property correlating mathematically with the concentrations of various components. GARCÍA-MARTÍNEZ et al (2002) also showed a lack of equilibrium in EC during 10 cycles of reuse of the sucrose syrup in the OPD of kiwi. According to these authors the explanation for this behavior was that the fruit is much richer in salts and acids than the syrup, prolonging the time required to reach equilibrium. According to CHITARRA & CARVALHO (1985), the mineral concentration of ripe peaches is also high: potassium (124 mg/100 g); phosphorus (15 mg/100 g); iron (2.5 mg/100 g); calcium (2 mg/100 g). In addition the titratable acidity of peach varies from 0.36 to 0.65 g citric acid/100 g, citric acid being the most important acid in this composition (50%), followed by malic, fumaric and succinic acids. These data corroborate the observation of GARCÍA-MARTÍNEZ et al (2002).

Table 6.1 shows the results for the reducing sugar contents of the initial and final syrups, the raw fruit and the pre-dried products from the cycles sampled in both trials.

Table 6.1 Reducing sugar contents of the raw fruits, the pre-dried fruits and the initial and final syrups in some of the OPD cycles for peach, with reconditioning and reuse.

cycle	fruit (g .100 g ⁻¹ DM)			syrup (g .100 g ⁻¹ DM)			
				trial 1		trial 2	
	F	FD ₁	FD ₂	Si	Sf	Si	Sf
1	20.8	8.3	7.3	0.0	3.1	0.0	0.0
4	20.1	9.3	10.5	5.4	9.4	4.9	5.9
7	16.6	12.0	10.3	6.6	9.4	5.0	5.9
10	9.4	12.4	9.0	6.0	6.7	5.7	5.9
13	19.3	12.0	13.9	6.8	8.6	5.3	6.5
15	19.0	14.2	11.0	5.7	7.2	6.4	6.7

F = raw fruit; FD₁ = pre-dried fruit from trial 1; FD₂ = pre-dried fruit from trial 2; DM= dry matter; Si= initial syrup; Sf= final syrup

Table 6.1 shows that in both trials there was an expressive increase in the RS contents during the first 4 cycles, from 0 g/100 g dry mass (DM) to approximately 5 g/100 g DM in the initial syrup (X_i). According to DALLA ROSA & GIROUX (2001) and BOLIN et al. (1983), two mechanisms are responsible for the increase in RS content during reuse: the flow of RS from the fruit to the syrup and the acid hydrolysis of non-reducing sugars. However the RS contents remained stable from the 4th to 15th cycles in both trials, showing mean values for X_i

of 6.09 ± 0.58 g/100 g DM in trial 1 and 5.46 ± 0.62 g/100 g DM in trial 2, and mean values of 8.26 ± 1.22 g/100 g DM and 6.17 ± 0.37 g/100g DM for trials 1 and 2, respectively, in the final syrups (X_f). The stabilization observed weakens the hypothesis of acid hydrolysis of non-reducing sugars, since if this reaction were important, the RS content would increase throughout the reuse cycles due to the heating to which the syrup was submitted during the OPD and concentration operations. This result is in line with that presented by VALDEZ-FRAGOSO et al. (1998) in their study on reuse in the OPD of apple, in which they concluded that the increase in RS in the syrup was due to extraction from the fruit and not to enzymatic reactions or acid hydrolysis. The same table also presents the RS contents of the raw and pre-dried fruits in both trials (FS_1 and FS_2). The results confirm the loss of reducing sugars by the fruits, being greater during the first cycles and stabilizing as from the 4th cycle (with the exception of cycle 10). Thus initially there was a greater loss of RS from fruit to syrup due to a higher gradient. With the reconditioning and reuse cycles, equilibrium was established in the fruit-syrup system between the flows of sugars and the losses and replacements in the osmotic solution.

The average values of water activity of dried fruit were 0.718 ± 0.015 in trial 1, and 0.712 ± 0.010 in trial 2. These variations must be related to the variations of moisture content ($17.04 \pm 0.59\%$ in trial 1, $17.59 \pm 0.89\%$ in trial 2), and it was not possible to correlate them with changes in reducing sugar content.

Figure 6.4 shows the results for the instrumental color parameters for the initial syrups of the cycles sampled in both trials. The values for hue angle (h) were obtained from equation (4).

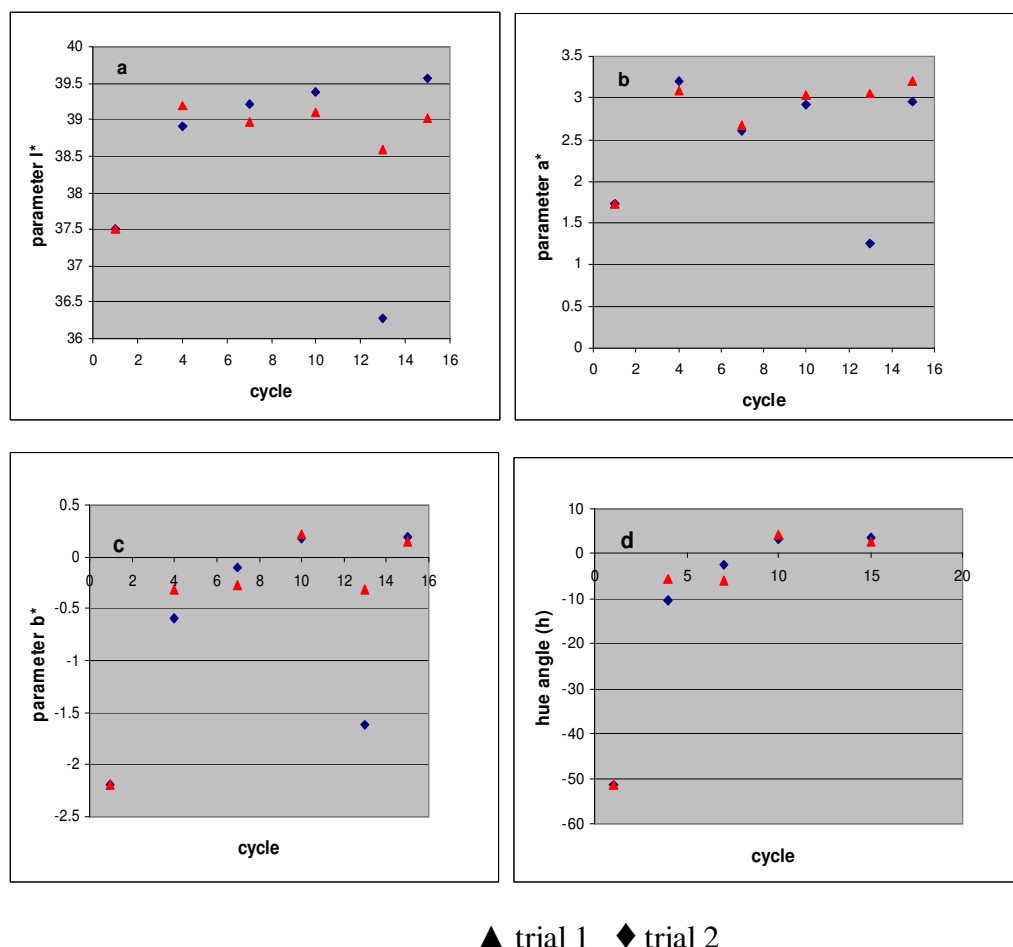


Figure 6.4 Instrumental color parameters of the initial syrups for some of the cycles in the OPD of peaches, with reconditioning and reuse of the syrup: a) L*; b) a*; c) b* and d) hue angle (h).

There was a slight increase in L* for the syrup (5%) in both trials (Figure 6.4a). This behavior differed from that reported by VALDEZ-FRAGOSO et al. (2002), who observed a decrease in this parameter in the reuse of syrup during the OPD of apple. The reason given for this fact was enzymatic browning occurring during the stages prior to OPD, such as peeling, de-coring and cutting. The behavior observed in the present study was possibly due to a combination of two factors: the non-development of dark compounds by the fruits due to chemical blanching; and a probable antioxidant action by the ascorbic acid used in blanching. Figure 6.4c illustrates the increase in the parameter b*, which was to the order of 110% in both

trials, varying from the blue ($b^* < 0$) to the yellow ($b^* > 0$) region. This increase was possibly due to the extraction of pigments from the peaches during OPD. GARCÍA-MARTÍNEZ et al. (2002) also observed positive variations in b^* with the reuse of syrup in the OPD of kiwi, explaining the fact by the extraction of pigments such as β -carotenes, chlorophylls and xanthophylls from the fruit. As can be seen in Figure 6.4b, in both trials there were also increases in the values for a^* (70%), varying from the neutral ($a^* \approx 0$) to the red ($a^* > 0$) region. In the same way, according to Figure 4d, h showed an important variation, from the blue ($h < 0$) to the red ($h > 0$) region. The same behavior was observed by BOLIN et al. (1983) during the reuse of syrup in the OPD of apple, and the reason given was non-enzymatic browning caused by the presence of reducing sugars in the syrup. Despite the variations, the values for a^* and b^* of the syrup were low, such that the value for C calculated in equation (3) also remained very small, indicated little color intensity with no tendency to vary throughout the cycles. The increases observed in the color parameters occurred in a more accentuated way during the first cycles, becoming stable by about the tenth cycle.

Table 6.2 shows the results for the instrumental color parameters of the fruit and final product (dried fruit) in the cycles sampled in both trials.

Table 6.2 Color parameters for the raw fruits and the dried fruits in some of the OPD cycles for peach, with reconditioning and reuse.

raw fruit			dried fruit							
cycle			C	h	trial 1		trial 2		C	h
1	a*	2.2 ^a	41.2 ^a	85.5 ^a	4.8 ^{abc}	45.5 ^a	84.2 ^{ab}	4.1 ^a	43.4 ^a	84.7 ^a
	b*	42.8 ^a			43.1 ^a			43.1 ^a		
	L*	67.1 ^a			71.7 ^a			61.4 ^a		
4	a*	1.6 ^a	44.6 ^{ab}	87.3 ^a	6.9 ^b	51.8 ^b	82.5 ^b	5.5 ^a	51.7 ^b	83.9 ^a
	b*	44.8 ^{ab}			51.9 ^b			51.9 ^b		
	L*	71.1 ^b			71.7 ^a			71.7 ^{bc}		
5	a*				4.3 ^{abc}	51.0 ^b	85.2 ^a	4.0 ^a	48.4 ^b	85.3 ^a
	b*				49.5 ^b			49.5 ^b		
	L*				72.2 ^a			72.2 ^{bc}		
7	a*	1.9 ^a	42.4 ^a	87.58 ^a	5.1 ^{abc}	50.6 ^b	84.4 ^{ab}	5.3 ^a	48.6 ^b	83.8 ^a
	b*	43.4 ^a			49.0 ^b			49.0 ^b		
	L*	68.8 ^{ab}			73.1 ^a			73.1 ^b		
10	a*	2.7 ^a	45.4 ^{ab}	85.7 ^a	5.5 ^{ab}	51.9 ^b	84 ^{ab}	4.4 ^a	49.0 ^b	84.8 ^a
	b*	43.7 ^a			50.1 ^b			50.4 ^b		
	L*	69.1 ^{ab}			71.3 ^a			71.3 ^{bc}		
13	a*	1.8 ^a	46.5 ^b	87.4 ^a	3.2 ^c	45.8 ^a	85.2 ^a	9.0 ^b	49.5 ^b	79.5 ^b
	b*	46.9 ^b			49.7 ^b			49.7 ^b		
	L*	68.6 ^{ab}			70.5 ^a			70.5 ^{ac}		
15	a*	2.2 ^a	45.3 ^{ab}	87.0 ^a	4.8 ^{ac}	51.0 ^b	84.9 ^a	4.4 ^a	50.5 ^b	85.0 ^a
	b*	44.5 ^{ab}			50.4 ^b			50.5 ^b		
	L*	69.9 ^{ab}			72.0 ^a			72.0 ^{bc}		

Means for the same parameters followed by the same letters in the same column (comparison between cycles) do not differ significantly ($p < 0.05$) according to Anova

It can be seen in Table 6.2 that the parameter b* (yellow) was the most important component of the color of the raw material, and according to CHITARRA & CARVALHO (1985), the main pigment of yellow pulp peaches (such as the cultivar Aurora-1) is β -carotene. It can also be seen that with the exception of cycle 13, the mean values found for the parameters b* and a* of the raw fruits in the various cycles were significantly the same ($p < 0.05$). In terms of L*, only the means for cycles 1 and 4 presented differences between themselves. The mean values for h presented no significant differences between themselves ($p < 0.05$), and were very close to those of pure yellow (90°). Thus one could affirm that the raw material did not suffer variation in color throughout the study. On the other hand, comparing the values obtained in each cycle for the color of the fruit, with those of the dried product obtained in the same cycle (same line in Table 6.2), it can be seen that, on average, the OPD/CD process caused an increase in the parameters L*, a*, b* and C. The increase in the last three parameters was probably due to the concentration of the pigments that occurred

during the drying process. However, the increase in the parameter L^* was possibly due to the deposition and crystallization of sucrose on the fruit surface. This behavior was also observed by PEREIRA et al. (2006) during the osmotic drying of guavas. On the other hand there was a slight decrease in h from the yellow ($h=90$) to the red ($h=0$) region, possibly due to non-enzymatic browning occurring during the drying process. These results partially agree with those of FALADE et al. (2007), who reported increases in L^* , b^* , C and h during the OPD of melon. Analyzing Table 6.2 with respect to the values for C of the different reuse cycles in both trials (7th and 10th columns), it can be seen that the mean for this parameter for the product of cycle 1 was significantly lower than the means obtained for the other cycles (with the exception of cycle 13 in trial 1). Since the raw materials were equivalent in color, this result led to the supposition that greater migration of pigments from fruit to syrup occurred in the first cycle due to the higher gradient and that decreased throughout subsequent reuse cycles, probably due to an equilibrium of these compounds between the fruit and the osmotic solution. This fact agrees with the increase observed in the parameter b^* for the syrup throughout the cycles, as described before. Thus apparently the reconditioning and reuse of the syrup in the OPD of peach, up to 15 cycles, favored maintenance of the fruit color intensity.

Table 6.3 shows the results of the microbiological analyses for the syrups at the start of the cycles sampled and for the pre-dried products (after OPD).

Table 6.3 Yeast & mold counts in the initial syrups and pre-dried fruits throughout the OPD cycles with reconditioning and reuse.

		Syrup		Pre-dried fruit	
cycle		trial 1	trial 2	trial 1	trial 2
1	yeast	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	mold	$<10^2$	$<10^2$	$2.0 \times 10^{2**}$	$1.0 \times 10^{2**}$
5	yeast	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	mold	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
10	mold	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	mold	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
15	yeast	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$	$<10^2$
	mold	$<10^2$	$<10^2$	$2.0 \times 10^{2**}$	$1.0 \times 10^{2**}$

** estimated count: below the quantification limit of the method

According to the data in Table 6.3, in both trials the microbial loads did not increase throughout the 15 cycles of OPD with reconditioning and reuse, maintaining very low values. Similarly, the microbial counts of the pre-dried fruits remained very low, making it possible to consume the resulting products up to the 15th cycle. One must consider the fact that the mean microbial load of the fruit at the start of OPD (after the operations of washing, peeling, cutting and chemical blanching) was relatively low: $<10^2$ cfu/g molds and 1.5×10^3 cfu/g yeasts. The good practices adopted during this study certainly contributed to this result, considering that the initial microbial load of the raw fruit (when received from the orchard) was quite high: 2.1×10^4 cfu/g molds and 1.1×10^5 cfu/g yeasts. The heat treatment carried out during the concentration of the syrup before each cycle apparently also had fundamental importance in controlling the microbial load. In this stage of the reconditioning process, in both trials the syrup was held for approximately 5 minutes at temperatures varying from 68 to 75 °C. According to DALLA ROSA & GIROUX (2001), a heat treatment of 72 to 75 °C for 30 s would be sufficient to pasteurize the syrup coming from an OPD operation, resulting in a three logarithmic reduction in the microbial load (for example, from 10^5 to 10^2 cfu/g). This behavior is different from that reported by VALDEZ-FRAGOSO et al. (2002), who observed a microbial count to the order of 2.5×10^3 cfu/ml of syrup in the last stages of a trial involving 20 cycles of OPD in apples. In this study, micro-filtration was employed as a means of controlling the microbial load, and although the syrup was concentrated, the operational conditions were not informed. In the same way, ARGANDOÑA (2005) observed increasing microbial loads in the syrup as from the 10th cycle, reaching 3.8×10^4 cfu/g in the 20th cycle of a study on the reuse of sucrose syrup in the OPD of guavas. However no heat treatment was used in this study and reconditioning was carried out by adding new syrup.

Table 6.4 shows the sensory results obtained for the dried peaches obtained in the cycles sampled in both trials.

Table 6.4 Sensory results for the dried peaches obtained in different OPD cycles with reconditioning and reuse.

Attributes	trial	cycle			
		1	5	10	15
appearance	1	3.7 ^a	2.1 ^b	1.9 ^c	1.1 ^d
	2	3.0 ^a	2.3 ^b	2.3 ^b	1.0 ^c
color	1	3.5 ^a	5.9 ^c	5.0 ^b	6.1 ^c
	2	4.0 ^a	5.2 ^b	4.1 ^a	5.8 ^c
texture	1	3.5 ^a	3.7 ^a	3.7 ^a	3.3 ^a
	2	3.8 ^a	4.8 ^b	4.0 ^{ab}	3.2 ^a
flavor	1	2.5 ^a	2.3 ^a	2.7 ^a	1.9 ^a
	2	2.2 ^a	2.6 ^a	2.4 ^a	2.4 ^a

Means followed by the same letter in the same line (same trial) do not differ significantly ($p < 0.05$)

It can be seen from Table 6.4 that in both trials the means for the attribute of color increased significantly throughout the cycles (with the exception of the products obtained from cycle 10). The judges attributed an intensity of yellow color equal to the standard for the product from cycle 1 (the very same sample), and a moderately greater intensity than the standard to the product from the 15th cycle. This means that from the sensory point of view a slight intensification of the yellow color of the products was observed with the increase in number of reuse cycles, in agreement with the observations from the instrumental determinations of the color of the fruit and the syrup, as described above. With respect to appearance, the products from trial 1 presented significant differences between themselves ($p < 0.05$) for the different cycles and also with respect to the standard. The same result was observed for trial 2, except that the products from cycles 5 and 10 were significantly equivalent. It should be remembered that the scale was inverted for the attribute of appearance, such that the lower the score, the better the attribute as compared to the standard. Thus for the judges, the appearance of the products improved with the increase in number of cycles, varying from “appearance equal to S” in cycle 1 to “appearance better than S” in the last cycle. It is apparent that, in the analysis of appearance, the color of the product showed considerable influence, since both showed the same tendency, that is, to improve with increase in the number of cycles. In addition, no adverse factor appears to have had any effect on the

appearance of the dried products, such as, for example, adhesion of solids to the surface or the deformation of pieces. With respect to the attribute of texture, the judges did not note any significant differences between the products of the various cycles (with the exception of the product from cycle 5 of trial 1). Similarly, as can be seen in Table 6.2, the mean scores given for the attribute of flavor in both trials were significantly equivalent for the products from the different cycles, corresponding to “flavor equal to S”.

Thus in both trials the judges failed to observe differences in the flavor or texture of the products resulting from the OPD of peach with reconditioning and reuse of the syrup, up to the 15th cycle.

6.4 CONCLUSIONS

The results of the present study led to the following conclusions with respect to the reconditioning and reuse of the sucrose syrup used in the combined OPD/CD processing of peaches:

- The reconditioning and reuse of the syrup had no influence on the water loss and solids gain during OPD up to 15 cycles, independent of the inclusion of the filtration step;
- The following alterations occurred in the syrup during the OPD cycles with reconditioning and reuse, independent of the inclusion of the filtration step: increase in titratable acidity, lowering of the pH, increase in electrical conductivity and an increase in the reducing sugar content;
- The microbial load remained low in the syrups and pre-dried fruits up to the 15th OPD cycle with reconditioning and reuse, independent of the inclusion of the filtration step. This was probably due to the low pH value of the syrup/fruit system and the heat treatment used in the concentration step;
- The absence of the filtration step in the reconditioning and reuse of the syrup resulted in an expressive increase in turbidity. However this alteration did not affect the sensory results or the microbiological contamination;
- With the exception of the electrical conductivity, the chemical and physical alterations observed in the syrup reached equilibrium by the 10th cycle;

- Independent of the inclusion of the filtration step, the reconditioning and reuse of the syrup contributed to maintenance of the yellow color of the dried peach, positively influencing the sensory evaluation of the final products;
- Up to at least 15 cycles, the use of reconditioning and reuse of the syrup did not affect the sensory evaluation of the flavor and texture of the final products, independent of the inclusion of the filtration step.
- With the exception of turbidity, the methods employed in reconditioning the syrup were practically equivalent in terms of the chemical, physical and microbiological alterations of the syrup and sensory alterations of the dried products, throughout the 15 cycles of OPD.

Thus it was concluded that both of the reconditioning and reuse methods investigated were technically viable for the sucrose syrup used in the OPD of peaches for at least 15 cycles. The use of filtration through diatomaceous earth in the reconditioning process maintained the clarity of the syrup, a characteristic that could be important if the reused syrup were subsequently used as an ingredient in other products. However it must be recognized that the inclusion of a filter in the processing line would imply in greater costs and additional operational difficulties.

6.5 REFERENCES

ANGELINI, R. **Desidratação osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa* L): estudo da reutilização da solução osmótica**. 2002, 72p., Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, SP:

ARGANDOÑA, E.J.S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade**. 2005, 172p., Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, SP.

BOLIN, H.R.; HUXSOLL, C.C.; JACKSON, R. ; NG, K.C. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. **Journal of Food Science**, v.48, n.1, p.202-204, 1983.

BUCHWEITZ, P.R. **Avaliação da pré-secagem de kiwi (*Actinidia deliciosa*) complementada por processos convencionais**. 2005, 224p., Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – UNICAMP, Campinas, SP.

CAMARGO, G. A. **Novas tecnologias e pré-tratamentos: tomate seco embalado a vácuo**. 2005, 162p., Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos)). – UNICAMP, Campinas, SP.

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

CHIRALT, A.; TALENS, P. Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. **Journal of Food Engineering**, v.67, n.1, p.167-177, 2005.

CHITARRA, M.I.F.; CARVALHO, V.D. Qualidade e industrialização de frutos temperados: pêssegos, ameixas, figos. **Informe Agropecuário**, v.11, n.125, p.56-65, 1985.

COHEN, J.S.; YANG, T.C.S. Progress in food dehydration. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, n.1, p.20-25, 1995.

DALLA ROSA, M.; GIROUX, F. Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2, p.223-236, 2001.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 2001, 676p.

FALADE, K.O.; IGBEKA, J.C.; AYANWUYI, F.A. Kinetics of mass transfer, and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. **Journal of Food Engineering**, v.80, n.3, p.979-985, 2007.

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas: ITAL. 2002, 116p.

FERNANDES, F.A.N; GALLÃO, M.I; RODRIGUES, S. Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: melon dehydration. **LWT- Food Science and Technology**, v.41, n.4, p.604-610, 2008.

GARCÍA-MARTINEZ, E.; MARTINEZ-MONZO, J.; CAMACHO, M.M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Characterisation of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. **Food Research International**, v.35, n.2-3, p.307-313, 2002.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BARBOSA, W.; BERBARI, S.A.; SIGRIST, J.M.M.; QUAIST, E. Aptidão de cultivares de pêssego do Estado de São Paulo para a produção de passas por processo combinado de secagem osmótica e secagem com ar quente. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.3, p.151-158, 2007.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A. The influence of process variables on the osmotic drying and on sensory tests of sliced dehydrated peaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 37., 2008,. Foz do Iguaçu, Brasil, **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: CIGR/SBEA, 2008. 1 CD ROM.

MAROUZÉ, C.; GIROUX, F.; COLLIGNAN, A.; RIVIER, M. Equipment design for osmotic treatments. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2-3, p.207-221, 2001.

MOYANO, P.C.; ZÚÑICA, R.N. Kinetic analysis of osmotic dehydration carried out with reused sucrose syrup. **Food Engineering and Physical Properties**, v.68, n.9, p.2701-2705, 2003.

OSORIO, C.; FRANCO, M.S.; CASTAÑO, M.P.; GONZÁLEZ-MIRET, M.L.; HEREDIA, F.J.; MORALES, A.L. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.8, n.3, p.353-359, 2007.

PBMH & PIF - **Programa Brasileiro para a modernização da horticultura & Produção integrada. Normas de Classificação de Pêssego e Nectarina**. 2008. São Paulo: CEAGESP, 2008.

PEIRÓ, R.; DIAS, V. M. C.; CAMACHO, M. M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Micronutrient flow to the osmotic solution during grapefruit osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, v.74, n.3, p.299-307, 2006.

PEREIRA, L. M.; FERRARI, C. C.; MASTRANTONIO, S.D.S.; RODRIGUES, A.C.C.; HUBINGER, M.D. Kinetic aspects, texture, and color evaluation of some tropical fruits during osmotic dehydration. **Drying Technology**, v.24, n.4, p.475-484, 2006.

VALDEZ-FRAGOSO, A.; MUJICA-PAZ, H.; GIROUX, F.; WELTI-CHANES, J. Reuse of sucrose syrup in pilot-scale osmotic dehydration of apple cubes. **J. Food Process Engineering**, v.25, n.2, p.125-139, 2002.

VALDEZ-FRAGOSO, A.; WELTI-CHANES, J.; GIROUX, F. Properties of a sucrose solution reused in osmotic dehydration of apples. **Drying Technology**, v.16, n.7, p.1429-1445, 1998.

VALDEZ-FRAGOSO, A.; WELTI-CHANES, J. GIROUX, F. Physical-chemical characteristics of sucrose syrup used for the osmotic dehydration of apples. **Food Science Technology International**, v.5, n.3, p.255-261, 1999.

WARCZOK, J.; GIERSEWSKA, M.; KUJAWSKI, W.; GUELL, C.; Application of osmotic membrane distillation for reconcentration of sugar solutions from osmotic dehydration. **Separation and Purification Technology**, v.57, n.3, p.425-429, 2007.

7 AVALIAÇÃO SENSORIAL DE COMPOTAS DE PÊSSEGOS PREPARADAS COM SOLUÇÃO OSMÓTICA RECONDICIONADA E REUTILIZADA

7.1 INTRODUÇÃO

A pré-secagem osmótica (PSO) vem sendo amplamente estudada como um processo preliminar na desidratação de alimentos. Contudo, a sua aplicação tem sido limitada, principalmente devido à dificuldade de gerenciamento da solução osmótica (xarope), que é diluída e alterada no processo. A viabilidade econômica e a sustentabilidade ambiental do processo produtivo da PSO dependem da possibilidade de reutilização e/ou aproveitamento do xarope esgotado.

Alguns trabalhos reportam métodos de recondicionamento através de operações tais como concentração, filtração, pasteurização e/ou adição de xarope novo (DALLA ROSA e GIROUX, 2001; VALDEZ-FRAGOSO et al., 2002; GARCIA MARTINEZ et al., 2002), assim como o emprego do xarope na formulação de outros produtos, visto ser este rico em ingredientes naturais do alimento (DALLA ROSA e GIROUX, 2001; PEIRÓ et al., 2006).

Dando seqüência ao estudo sobre o reuso do xarope de sacarose na PSO de pêssegos, o presente trabalho teve por objetivo avaliar sensorialmente o emprego do xarope esgotado no preparo de compota de pêssago.

7.2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo envolveu o processamento de compotas de pêssago (cultivar Aurora 1) com três tratamentos diferentes quanto à formulação das caldas: (A) preparada com xarope resultante da PSO de pêssagos sem filtração (ensaio 1); (B) preparada com xarope com as mesmas características, porém com filtração (ensaio 2); e (C) preparada com xarope novo. Ambos os ensaios foram conduzidos em 15 ciclos de recondicionamento e reuso de xarope de sacarose da PSO de pêssagos (cultivar Aurora 1), realizados em banho térmico com agitação nas condições definidas por GERMER et al. (2008), ou seja: 65 °Brix, 50 °C, por 4 horas, razão mássica xarope:fruta de 4:1. Em ambos os ensaios, no primeiro ciclo, empregou-se xarope novo, e este foi recondicionado e reutilizado no ciclo seguinte. O procedimento foi repetido até o 15º ciclo.

No ensaio 1, realizaram-se as seguintes operações de recondicionamento: peneiramento (malha de aço de 1mm) e concentração/pasteurização em tacho a vácuo (0,5 a

0,7 kgf / cm²). O recondicionamento do ensaio 2 consistiu das mesmas operações, acrescidas da etapa de filtração com terra diatomácea, antes da concentração. A operação de concentração/pasteurização, nos dois ensaios, foi realizada em tacho a vácuo, com camisa de vapor, provido de agitação (Mecamau, Brasil). A operação de filtração foi realizada em aparato constituído de funil de Buchner, kitassato e bomba de vácuo. No funil, empregou-se papel de filtro com pré-capa (1 kg/m²) de terra diatomácea Celite (Diactive 11F, Chile). Em ambos os ensaios, ao final do recondicionamento, e antes do ciclo seguinte, acrescentaram-se açúcar e água para a recuperação da massa e concentração iniciais do xarope, alteradas em razão de perdas nas frutas e nos equipamentos. Realizaram-se as seguintes análises nos xaropes por métodos padrões: teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, turbidez, cor objetiva, contagem de bolores e leveduras.

As caldas das compotas (A) e (B) foram preparadas com água filtrada (60% p/p) e xaropes de 65 °Brix (40% p/p) provenientes, respectivamente, dos ensaios 1 e 2 de reuso da PSO. As massas foram calculadas visando formular uma calda leve de 26 °Brix (MACHADO e DA MATTA, 2006), em concordância com a Resolução CTA n°5/1979 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 1979), que estabelece a concentração de equilíbrio das caldas de compotas de frutas na faixa de 14 a 40 °Brix. A calda do tratamento (C) foi preparada com igual concentração, usando açúcar refinado e água filtrada. Acrescentou-se ácido cítrico nas caldas em quantidades suficientes para a obtenção do pH de 4,00 no produto final. Os pêssegos foram manualmente descascados, descaroçados e cortados na metade. Empregaram-se potes de vidro de 600 ml com tampa twist-off. As frutas foram colocadas nas caldas em ebulição, mantendo-se o aquecimento por 3 minutos. O enchimento foi feito a quente, na proporção de aproximadamente 250 g de fruta e 300 g de calda por pote. A pasteurização foi realizada em banho-maria por 15 minutos, seguida de resfriamento.

Após 30 dias, realizou-se o ensaio sensorial com 15 provadores treinados, empregando-se o Método da Diferença do Controle (FARIA e YOUTSUYANAGI, 2002). O padrão empregado foi o produto do tratamento C. As caldas drenadas das amostras foram apresentadas em tubos fechados sobre fundo branco, e as frutas foram oferecidas, cortadas em fatias. Analisaram-se os atributos turbidez e cor da calda, assim como cor da fruta e sabor da fruta. Para a calda, as escalas de ambos os atributos variaram de 1 a 7, correspondendo a “muito mais turvo que o padrão (P)” e “muito menos turvo que P” para a turbidez, e “muito

mais amarelo que P” e “muito menos amarelo que P” para a cor da calda. A escala do atributo cor da fruta, na mesma faixa, variou de “muito mais amarelo que P” a “muito menos amarelo que P”. A escala do atributo sabor da fruta variou de “melhor que P” a “inferior a P, com forte sabor estranho”, na faixa de 1 a 6. Os resultados foram avaliados por Análise de Variância (Teste F) e Teste de Dunnet empregando-se o programa SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute, Inc, EUA).

7.3 RESULTADOS

A Tabela 7.1 apresenta os resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas do estudo de recondicionamento e reuso da PSO de pêssego. As compotas de pêssego do presente estudo, após o período de armazenamento, se apresentaram em condições normais, sem sinais de deterioração microbiana, vazamentos ou estufamentos. Os produtos do tratamento A, B e C apresentaram, respectivamente, os seguintes valores médios de pH e acidez: $(4,08 \pm 0,01)$ e $(0,226 \pm 0,004)$ g de ácido cítrico/100 g; $(4,07 \pm 0,05)$ e $(0,269 \pm 0,05)$ g de ácido cítrico/100 g; $(4,01 \pm 0,01)$ e $(0,241 \pm 0,004)$ g de ácido cítrico/100 g. A Tabela 7.2 apresenta os resultados das análises sensoriais realizadas com as compotas de pêssego.

Tabela 7.1 Resultados das análises físicas, químicas e microbiológicas dos xaropes de sacarose no 1° e 15° ciclos de recondicionamento e reuso da PSO de pêssego.

ensaio	ciclo	bolores	leveduras	pH	acidez	turbidez	cor
		ufc/100g	ufc/100g		g ácido cítrico/ 100g	ntu	parâmetro a*
1	1	$<10^2$	$<10^2$	7,47	0,003	1,31	-2,19
	15	$<10^2$	$<10^2$	3,95	0,21	4,26	0,186
2	1	$<10^2$	$<10^2$	7,47	0,003	1,31	-2,19
	15	$<10^2$	$<10^2$	4,1	0,17	1,67	0,15

Tabela 7.2 Médias sensoriais dos diferentes tratamentos de compotas de pêssego.

atributos	tratamentos*		
	A	B	C**
turbidez de xarope	3,70 ^a	3,40 ^a	4,10 ^a
cor do xarope	3,50 ^a	3,50 ^a	4,20 ^b
sabor da fruta	2,10 ^a	3,00 ^b	2,30 ^a
cor da fruta	3,90 ^a	4,20 ^a	4,40 ^a

* as médias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem significativamente no nível de erro de 5%;

** empregado como padrão

Observa-se pela Tabela 7.1, que o xarope de sacarose sofreu alterações importantes em ambos os ensaios, ao longo de 15 ciclos de recondicionamento e reuso da PSO. Não houve aumento da carga microbiana em ambos os ensaios, fato que pode ser atribuído ao tratamento térmico obtido na concentração, realizada na faixa de 68 a 75 °C por 5 minutos. O pH variou, em ambos os ensaios, da faixa da neutralidade no ciclo 1 a valores próximos do pH da fruta (4,0 a 4,3). A acidez titulável, por sua vez, aumentou consideravelmente nos 15 ciclos e a causa provável foi a transferência de ácidos da fruta ao xarope. O parâmetro a* (azul/amarelo) da cor instrumental variou da faixa do “neutro levemente azulado”, para o “neutro amarelado”, apontando para o ganho de pigmentos da fruta (carotenóides). Estas variações apresentaram-se muito semelhantes em ambos os ensaios. Houve, entretanto, um aumento maior da turbidez do xarope no ensaio 1, cujo processo de recondicionamento não incluiu filtração. Quanto aos resultados sensoriais das compotas de pêssego, observa-se pela Tabela 7.2, que não houve diferença significativa entre os tratamentos para o atributo “turbidez do xarope”. Provavelmente, a diluição dos xaropes da PSO feita no preparo da calda atenuou as diferenças observadas instrumentalmente e estas não foram percebidas sensorialmente. Em relação à cor do xarope, os tratamentos A e B diferiram significativamente da amostra C, sendo consideradas “ligeiramente mais amarelas que o padrão”. Vê-se, também, na Tabela 7.2, que as médias dos resultados de cor da fruta não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. O provador, portanto, observou uma ligeira diferença da intensidade de amarelo das caldas preparadas com as soluções osmóticas, quando estas foram apresentadas separadamente das frutas. Este resultado está em concordância com as medidas instrumentais de cor dos xaropes originais, conforme apresentado anteriormente. Entretanto, para as frutas,

os resultados sensoriais demonstram que, quanto à intensidade da cor amarela, não houve influência da cor da calda. Quanto ao sabor da fruta, observa-se pela Tabela 7.2, que as médias dos tratamentos A e C se equivalem estatisticamente, correspondendo a “igual ao padrão em sabor”. O tratamento B apresentou diferença significativa com relação aos outros tratamentos, com média correspondendo a “inferior ao padrão em sabor, sem nenhum sabor estranho”. O provador, portanto, não percebeu, em termos de sabor, diferenças entre a compota preparada com calda nova e a compota cuja calda levou xarope de PSO recondicionado por processo sem filtração. Assim, pode-se afirmar que o emprego de terra diatomácea como meio filtrante no recondicionamento da solução osmótica, da forma que foi realizado, pode ter conferido sabor ao xarope, que por sua vez alterou, ainda que sutilmente, o sabor da compota.

7.4 CONCLUSÕES

- É possível aproveitar o xarope de sacarose após 15 ciclos de recondicionamento e reuso na PSO de pêssego para o preparo de compotas da mesma fruta;
- O xarope da PSO que foi recondicionado apenas por peneiramento, concentração/pasteurização e adição de xarope novo apresentou o melhor desempenho, não alterando a percepção do provador quanto à turbidez da calda, à cor da fruta e ao sabor desta, ainda que uma leve alteração da intensidade da cor amarela da calda tenha sido apontada.

7.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALLA ROSA, M.; GIROUX, F. Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2, p.223-236, 2001.

FARIA, E.V.; YOTSUYANAGI, K. **Técnicas de Análise Sensorial**. Campinas: ITAL. 2002, 116p.

GARCÍA-MARTINEZ, E.; MARTINEZ-MONZO, J.; CAMACHO, M.M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Characterisation of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. **Food Research International**, v.35, n.2-3, p.307-313, 2002.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A. The influence of process variables on the osmotic drying and on sensory tests of sliced dehydrated peaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 37., 2008,. Foz do Iguaçu, Brasil, **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: CIGR/SBEA, 2008. 1 CD ROM.

MACHADO, R.L.P.; DA MATTA, V.M. **Preparo de Compotas e Doces em Massa**. Embrapa -. Documentos 72, 2006, 20p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Resolução CTA, nº05 de 1979**. Disponível em <<http://anvisa.gov.br/legis>> . Acesso em: 20 fev. 09).

PEIRÓ, R.; DIAS, V. M. C.; CAMACHO, M. M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Micronutrient flow to the osmotic solution during grapefruit osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, v.74, n.3, p.299-307, 2006.

VALDEZ-FRAGOSO, A.; MUJICA-PAZ, H.; GIROUX, F.; WELTI-CHANES, J. Reuse of sucrose syrup in pilot-scale osmotic dehydration of apple cubes. **J. Food Process Engineering**, v.25, n.2, p.125-139, 2002.

8 VIABILIDADE ECONÔMICA DE UMA UNIDADE PRODUTORA DE PÊSSEGO E ABACAXI PASSA POR PROCESSO COMBINADO DE PRÉ-SECAGEM OSMÓTICA E SECAGEM COM AR QUENTE

8.1 INTRODUÇÃO

A desidratação osmótica vem sendo amplamente estudada nas últimas décadas como etapa preliminar da secagem de frutas (FERNANDES et al., 2008). A grande vantagem deste processo, também conhecido como pré-secagem osmótica (PSO), ou desidratação por imersão e impregnação, é a obtenção de um produto de qualidade superior se comparado aos obtidos por processos convencionais. A técnica consiste em imergir a fruta em uma solução hipertônica de um ou mais solutos, de forma que a retirada parcial da água ocorra principalmente devido ao diferencial do potencial químico estabelecido (CHIRALT & TALENS, 2005).

Entretanto, a adoção do processo em escala industrial é limitada, em grande parte, pela dificuldade no gerenciamento da solução osmótica, que durante o ciclo de PSO, ganha água e solutos da fruta, perdendo o seu potencial osmótico, e tendo suas propriedades físico-químicas alteradas. Em estudo sobre PSO de pêssegos, GERMER et al. (2009) propuseram um método de recondicionamento e reuso, em que o xarope de sacarose é reutilizado por até 15 ciclos, sem comprometer a qualidade do produto, nem o rendimento em termos de retirada de água. Outros autores também pesquisaram o reuso da solução osmótica na PSO, propondo, para diversos produtos, diferentes métodos de recondicionamento (ARGANDOÑA, 2005; GARCÍA-MARTÍNEZ et al., 2002; VALDEZ-FRAGOSO et al., 2002).

A viabilidade econômica da aplicação desta tecnologia em escala industrial, por sua vez, é outra questão importante que se coloca. Alguns autores afirmam que o reuso do xarope é fundamental para a viabilização econômica do processo (SOUSA et. al., 2003; GARCÍA-MARTÍNEZ et al., 2002; DALLA ROSA & GIROUX, 2001; RAOULT-WACK, 1994). A PSO é apontada, em alguns trabalhos, como uma alternativa para o aproveitamento dos excedentes de frutas (LIMA et al., 2004; DIONELLO et al., 2007), e em outros como uma opção de baixo custo para a agricultura familiar (GOMES et al., 2007). Entretanto, nos estudos mencionados, não se apresentam dados econômicos para fundamentar as afirmações.

Complementando estudos anteriores (GERMER et al., 2007; GERMER et al., 2009; GERMER et al. 2009b), portanto, o objetivo deste trabalho foi determinar a viabilidade econômica da produção de pêssegos passas pelo processo combinado de PSO e secagem com

ar quente. Para tanto, elaborou-se e analisou-se um projeto de implantação de uma unidade, localizada hipoteticamente no Estado de São Paulo, e que produzisse pêssego passa, associado ao abacaxi passa, de forma a evitar a ociosidade decorrente de sazonalidades.

8.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo de viabilidade, considerou-se que a unidade produtora seria instalada no município de Paranapanema, responsável pela maior produção de pêssegos no Estado de São Paulo, cuja safra ocorre de setembro a novembro. Dentre outras frutas, a região também produz abacaxi no período de janeiro a maio. Entretanto, há oferta desta fruta no Estado durante todo ano, proveniente de Minas Gerais, Pará e Rio Grande do Norte (CEAGESP, 2009), dentre outras regiões produtoras. Para evitar a ociosidade das instalações, portanto, optou-se pelo abacaxi, juntamente com o pêssego, na relação de matérias-primas, de forma que a unidade operasse durante todo o ano.

A unidade hipotética, portanto, produzirá: pêssego passa, no período de setembro a novembro, a partir de matéria-prima da região e abacaxi passa, de dezembro a agosto, com matéria-prima da região e de outras localidades. A capacidade da unidade industrial, em termos de matéria-prima, foi estabelecida com base em informações fornecidas por produtores da região, levando-se em conta os equipamentos de linha existentes no mercado nacional. O regime de trabalho considerado é de dois (2) turnos de oito horas por dia, vinte e dois (22) dias por mês, durante todo o ano (12 meses). A Tabela 8.1 apresenta o consumo de matéria-prima da unidade.

Tabela 8.1 Necessidades de matéria-prima da unidade hipotética produtora de frutas passas por processo combinado de PSO e secagem com ar quente.

Produtos	kg/dia	kg/mês	kg/ano
Abacaxi (9 meses)	1.400	30.800	277.200
Pêssego (3 meses)	850	18.700	56.100

As Figuras 8.1 e 8.2 apresentam, respectivamente, os fluxogramas quantitativos básicos dos processos de produção de pêssego e abacaxi por PSO combinada à secagem com ar quente. Os respectivos fluxogramas foram obtidos experimentalmente em estudos anteriores (GERMER et al., 2009; GERMER et al., 2009b).

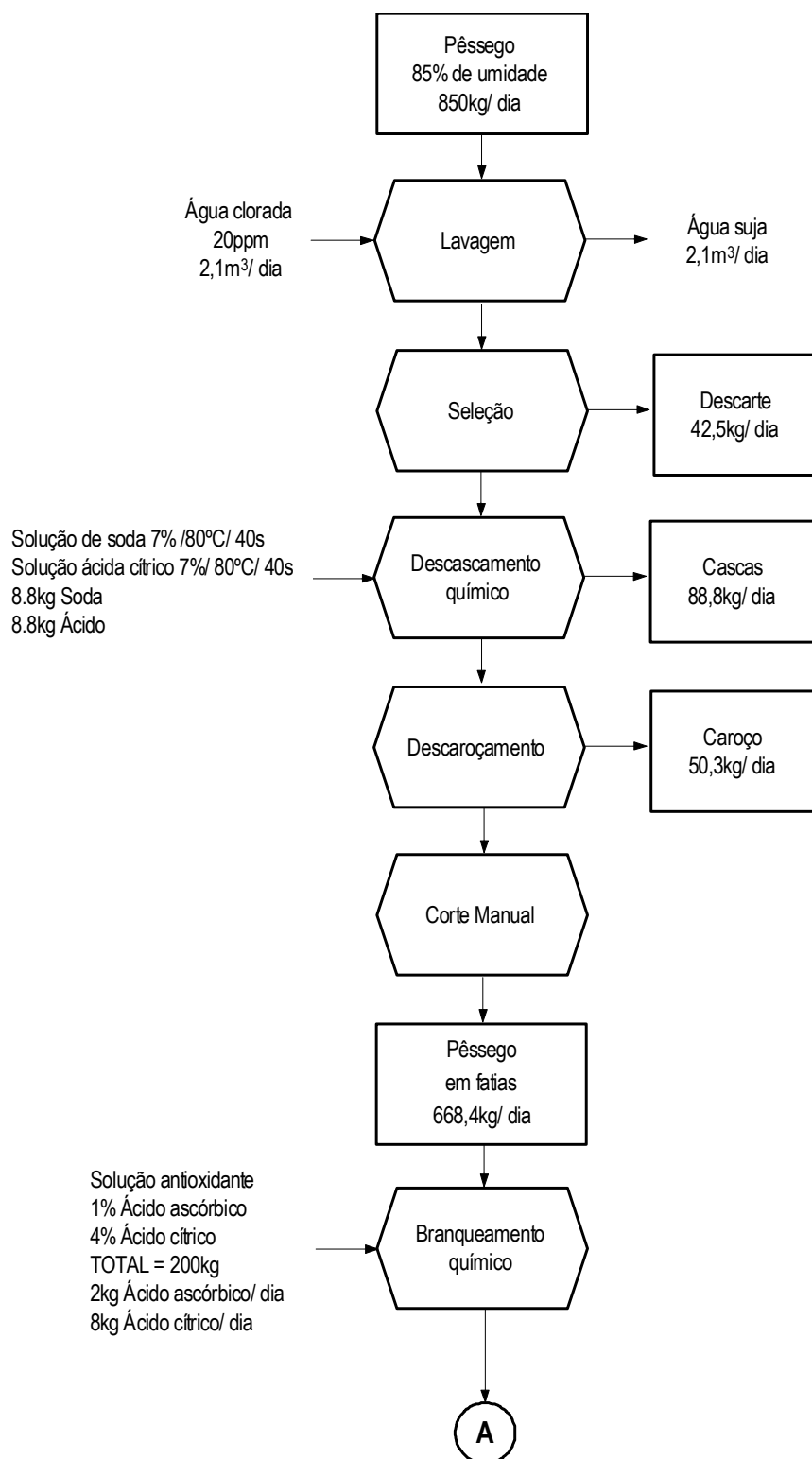


Figura 8.1 Fluxograma quantitativo básico do processo de produção de pêssego passa por PSO combinada à secagem com ar quente.

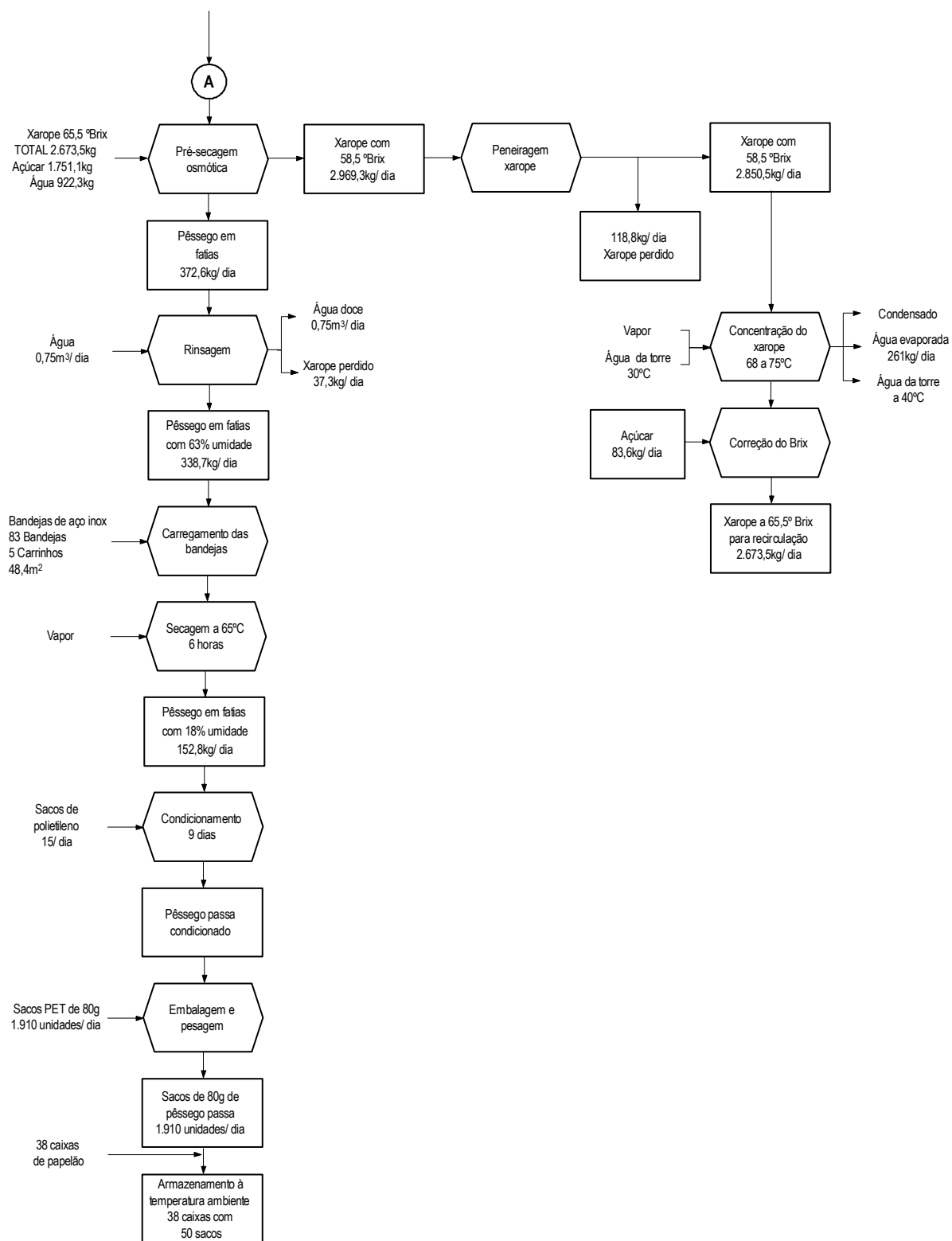


Figura 8.1 – continuação.

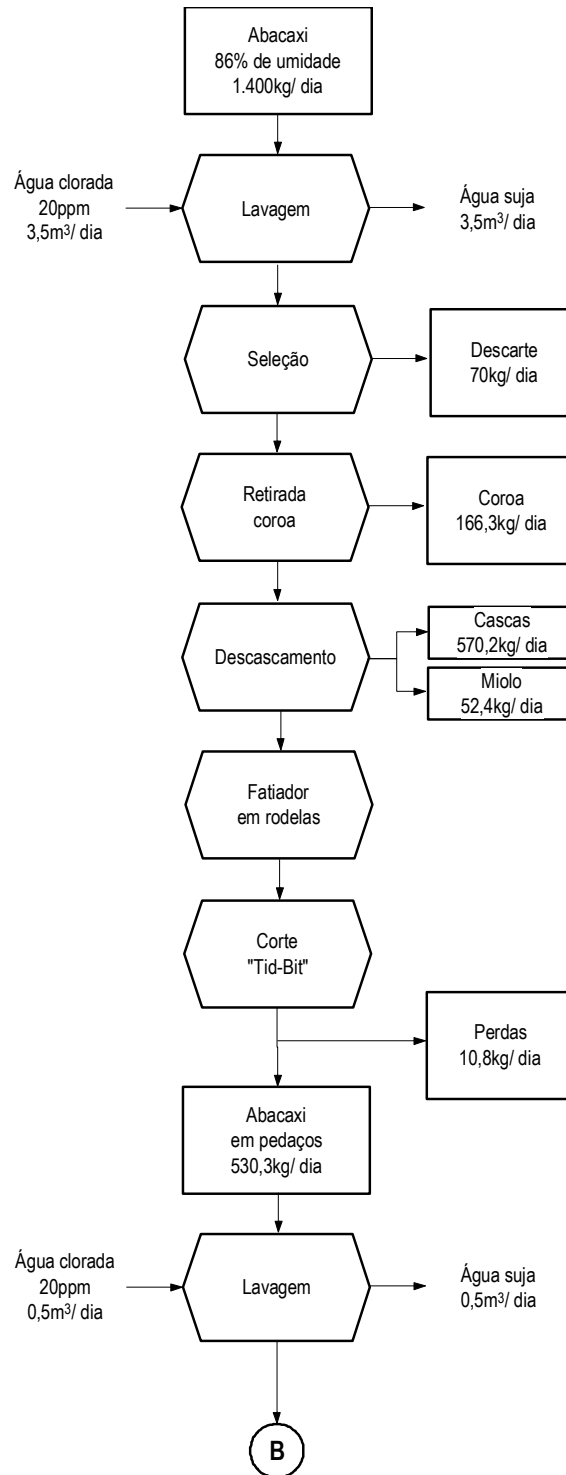


Figura 8.2 Fluxograma quantitativo básico do processo de produção de abacaxi passa por PSO combinada à secagem com ar quente.

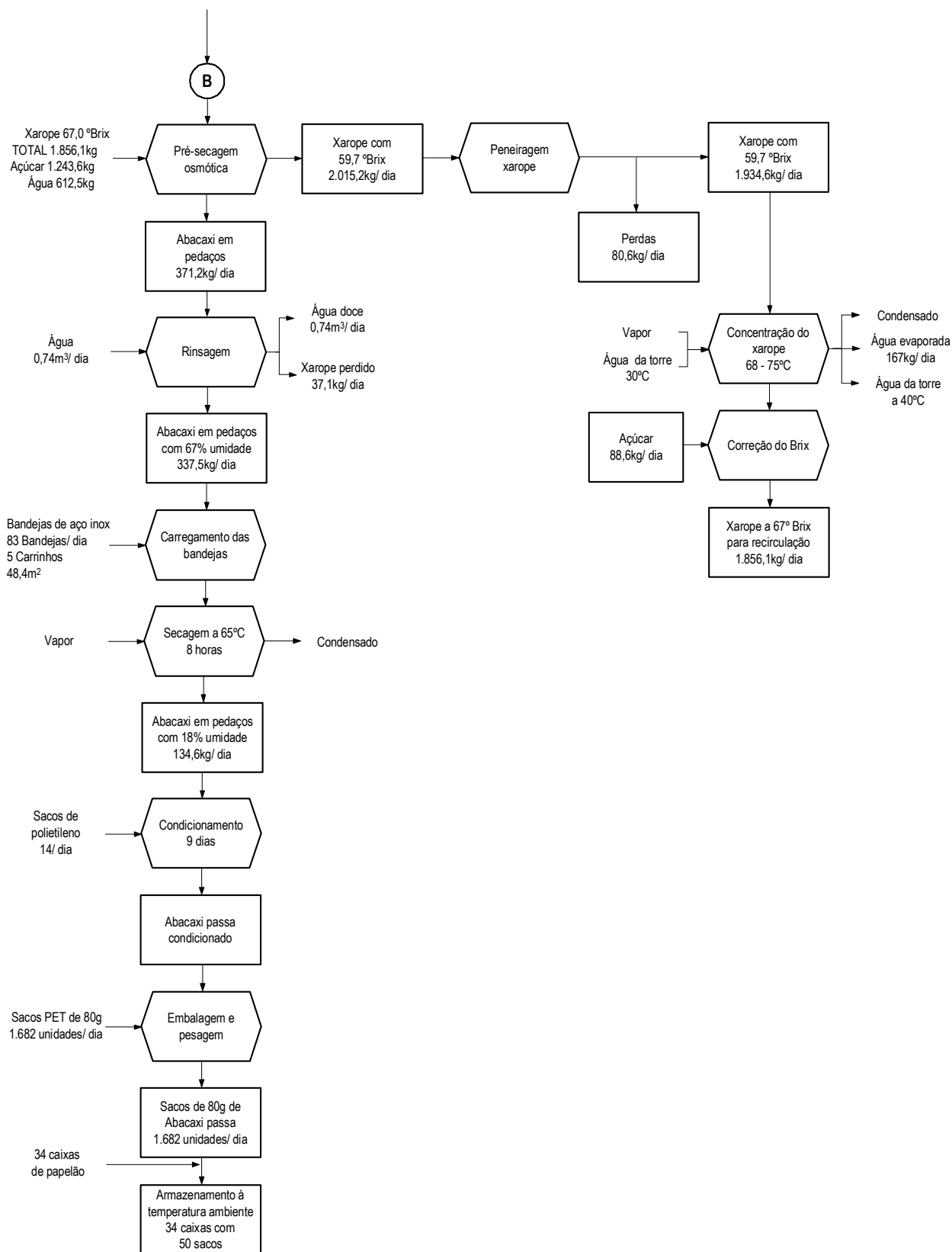


Figura 8.2 – continuação.

No processo, como pode ser observado, foram incluídas as operações de recondicionamento e reuso do xarope, em ambos os casos, com 15 ciclos de PSO. O xarope reutilizado, portanto, será substituído por um xarope novo a cada 15 ciclos. O xarope descartado do processo poderá ser comercializado como ingrediente para a formulação de compotas, segundo GERMER et al. (2009a), ou outros produtos.

A seguir estão descritas detalhadamente as etapas de ambos os processos da unidade industrial.

8.2.1 Processo de produção do pêssego passa

Serão empregados pêssegos maduros da variedade Aurora-1 e Régis. A lavagem será feita com água clorada em um lavador contínuo universal localizado em anexo a planta. Após esta etapa, os frutos serão colocados em uma esteira contínua, e manualmente selecionados para o processamento aqueles que estiverem no estágio de maturação adequado e livres de machucaduras que possam comprometer a qualidade do produto final. Os frutos selecionados serão colocados em caixas plásticas e mergulhados, sequencialmente, por 40 segundos, em dois tanques posicionados ao lado da linha para o descascamento químico: o primeiro contendo solução aquosa de soda (NaOH) (7% p/p); o segundo com solução aquosa de ácido cítrico (7% p/p) para a neutralização. Os tanques serão aquecidos indiretamente com vapor, mantendo a temperatura das soluções em aproximadamente 80 °C. Em seguida, os frutos serão enxaguados com jatos de água corrente para eliminação dos resíduos de cascas. Os frutos descascados serão colocados sobre mesas com tampo de aço inox, e, em seguida, descaroçados e cortados em fatias com auxílio de descaroçadores manuais e facas. As fatias serão colocados em caixas plásticas e mergulhados, por aproximadamente 30 segundos, em um tanque contendo solução aquosa de ácido cítrico (4% p/p) e ácido ascórbico (1% p/p) para o branqueamento químico.

Os pedaços serão transportados por esteira e elevador de talisca para os tanques de secagem osmótica. Serão empregados três tanques, com capacidade de 1200 litros cada, contendo xarope de sacarose, a 65 °Brix, na proporção de 4 partes para 1 parte de fruta. Os tanques serão encamisados e providos de tampa perfurada para completa imersão dos pedaços de frutas no xarope, que será recirculado por bombeamento. A temperatura de processo será de 50 °C, e o tempo de 4 horas. Após o término do ciclo, a carga do tanque será descarregada sobre uma esteira, por meio de uma abertura inferior. O xarope será recolhido em tanque

retangular, localizado abaixo da esteira, e será bombeado para o sistema de acondicionamento (descrito no item 8.2.3). O enxágüe da fruta será feito sob um chuveiro de água no final da esteira. Ao término desta, os pedaços de frutas serão recolhidos em bandejas, na proporção de aproximadamente 7 kg/m², e manualmente espalhados. As bandejas carregadas serão colocadas em carrinhos e transportadas ao secador. A secagem complementar dar-se-á em um secador tipo túnel estático, com circulação de ar, que será aquecido, indiretamente, através de um radiador de vapor. O secador empregado terá uma área de secagem de 50 m². A temperatura do ar de secagem deverá ser de 65 °C, e o tempo de processo de aproximadamente 6 horas, até a obtenção de um produto com 18% de umidade. Para a equalização da umidade, o produto será armazenado por aproximadamente 7 dias em sacos de polietileno de baixa densidade (PEBD) (50 µm de espessura) colocados dentro de tambores de fibra. Após esta etapa, as frutas serão encaminhadas ao setor de embalagem para serem acondicionadas em sacos de poliéster metalizado (PET) com capacidade de 80 g (62 µm de espessura), e em caixas de papelão (com 50 sacos). O produto será despachado, então, para a expedição e comercialização.

8.2.2 Processo de produção do abacaxi passa

Serão empregados abacaxis maduros da variedade Havaí (Smooth cayenne), ou Pérola. As coroas serão retiradas manualmente, e a lavagem será feita no lavador contínuo universal com água clorada. Após esta etapa, os frutos serão colocados na esteira contínua, onde será feita a seleção manual, retirando-se os frutos danificados. As extremidades serão removidas e o descascamento realizado em descascador tipo “ginaca”, que elimina simultaneamente a casca e o coração. Em seguida, será feito, sobre uma mesa de tampo de aço inoxidável, o acabamento (“manicure”) nos frutos descascados, para completa eliminação de cascas e “olhos”. Os frutos serão cortados em fatias (10 a 12 mm) empregando-se um fatiador, e posteriormente em pedaços “tid bits” com auxílio de um gabarito. A partir deste ponto, o processo será basicamente igual ao processo descrito para o pêssego. No entanto, na PSO, a temperatura será de 45°C e o xarope deverá ter uma concentração de 67 °Brix, sendo a proporção xarope /fruta empregada de 3,5 partes. O tempo no secador também diferirá, sendo de aproximadamente 8 horas, até a obtenção de um produto com 18% de umidade.

8.2.3 Descrição das etapas do processo de condicionamento do xarope

O xarope recolhido no tanque retangular será bombeado para o concentrador, passando por um filtro de linha, com malha de 1 mm, para retirada das partículas maiores. A concentração será realizada em tacho a vapor, encamisado, provido de agitação e bomba de vácuo. A operação deverá ser interrompida quando a concentração do xarope atingir o valor do início da PSO. A operação deverá ser realizada em temperatura entre 68 a 75 °C, por alguns minutos, para proceder, assim, à pasteurização do xarope, de acordo com GERMER (2009). O xarope concentrado será descarregado pela parte inferior do tanque, caindo, por gravidade, no tanque pulmão. Será, então, adicionado ao xarope, açúcar ou xarope previamente formulado, para ajuste da massa e da concentração. Em seguida, o xarope já recondicionado, será bombeado de volta ao tanque de PSO para uso na operação seguinte.

8.2.4 Análise de viabilidade econômica de um projeto

Segundo NORONHA (1981), ao se avaliar um projeto de investimento, deve-se considerar as conseqüências futuras de decisões tomadas no presente. Qualquer investimento de capital implica em dispêndio em bens de capital destinados a produzir outros bens durante certo período de tempo no futuro.

Em princípio, a análise de projeto consiste em uma análise dos fluxos de caixa da unidade industrial, ano a ano, para um período definido (10, 20 ou 30 anos), que é considerado como a vida útil do empreendimento (NORONHA, 1981; HESS et al., 1985). O fluxo de caixa é determinado levando-se em conta os investimentos, a receita anual, e os custos operacionais.

Normalmente, o investimento total é subdividido em dois itens: investimento fixo e capital de giro. O investimento fixo são os recursos destinados para a aquisição de um conjunto de bens da empresa, comprados na instalação desta (NORONHA, 1981; CANTO et al., 1987): projeto, terreno, obras civis, equipamentos, móveis, e outros. O capital de giro corresponde aos recursos requeridos para iniciar e manter o processo produtivo em operação (NORONHA, 1981; CANTO et al., 1987): matéria-prima; insumos; ingredientes, combustível e outros. Em sua estimativa levam-se em conta as quantidades mínimas de venda, os prazos de entrega, a indivisibilidade dos itens de despesa e a capacidade de estocagem da empresa (BROCHADO DE ALMEIDA, 1981).

Os custos totais são compostos por custos fixos e custos variáveis, de acordo com a relação (1).

$$C_{\text{total}} = C_{\text{fixo}} + C_{\text{variável}} \quad (1)$$

Onde: C_{total} = custo total;

C_{fixo} = custo fixo;

$C_{\text{variável}}$ = custo variável.

Os custos fixos oneram a empresa, obrigatoriamente, independentemente do nível de produção alcançado dentro da capacidade nominal de produção instalada, sendo necessários para dar estrutura e possibilitar o funcionamento normal da empresa: mão-de-obra fixa, encargos sociais, depreciação, seguros, e outros. Os custos variáveis dependem das quantidades dos bens produzidos, numa determinada faixa, dentro da escala de produção nominal instalada: mão-de-obra variável, encargos sociais, matéria-prima, água, energia elétrica, combustível, material de limpeza, material de embalagem e outros (BROCHADO DE ALMEIDA, 1981).

Por sua vez, o custo unitário de produção é obtido dividindo-se o custo total de produção pela quantidade de produto produzida, como mostra a relação (2):

$$CU_{\text{produção}} = CP_{\text{total de produção}} / QP_{\text{produzida}} \quad (2)$$

Onde: $CU_{\text{produção}}$ = custo unitário de produção;

$CP_{\text{total de produção}}$ = custo total de produção;

$QP_{\text{produzida}}$ = quantidade produto produzida (subdivido na embalagem definida);

A receita total do empreendimento é dada pela relação (3):

$$R_{\text{total}} = PV_{\text{produto}} \times QP_{\text{produzida}} \quad (3)$$

Onde: R_{total} = receita total;

PV_{produto} = preço de venda do produto FOB-fabrica

Os fluxos de caixa são calculados, ano a ano, subtraindo-se da receita total os investimentos e o custo operacional (BROCHADO DE ALMEIDA, 1981) conforme a relação (4):

$$X = R_{\text{total}} - (I + C_{\text{operacional}}) \quad (4)$$

Onde:

X = fluxo de caixa;

I = Investimentos totais = Investimento fixo + capital de giro;

C_{operacional} = custo operacional.

O custo operacional é definido como o custo total de produção menos a depreciação, que é considerada no custo fixo, mas que no fluxo de caixa é retirada para não ser duplamente contabilizada, uma vez que no investimento fixo serão depreciados os equipamentos, edificações e veículos em função da vida útil estipulada (BROCHADO DE ALMEIDA, 1981).

A lucratividade potencial do empreendimento pode ser estimada pela análise conjunta dos seguintes parâmetros: taxa interna de retorno ao investimento (TIR), valor presente líquido (VPL) e ponto de equilíbrio (PE) (SANTOS, 2005; CANTO et al., 1987).

A taxa interna de retorno ao investimento representa as maiores taxas de juros, para a qual o projeto apresenta valor atual não negativo (HESS et al., 1985). Ou seja, a TIR de um fluxo de caixa é a taxa de juros composta “i” tal que seu valor atual seja nulo, sendo a raiz real e positiva da relação (5). A TIR deve ser maior que as taxas de juros alternativas existentes no mercado (ZILIO, 2009). Se a taxa de juros for inferior à taxa de retorno, as receitas futuras compensarão o capital e o investimento é considerado viável. Se a taxa de juros real do mercado for igual ou superior à taxa de retorno encontrada, o investimento não se revela favorável.

$$\sum_{j=0}^n X_j(1+i)^{-j} = 0 \quad (5)$$

Onde:

X = fluxo de caixa

j = 0, 1,n

i= taxa interna de retorno

n = número de períodos de vida do projeto

O VPL de um projeto é o valor presente de seus fluxos de caixa esperados no futuro, descontados a uma taxa de juros apropriada que reflita o risco do negócio e as incertezas de mercado (SANTOS, 2005). Algebricamente, o VPL é encontrado subtraindo-se o investimento inicial de um projeto, do valor presente de seu fluxo de caixa, descontados a uma determinada taxa, denominada, também, de taxa de atratividade de acordo com a relação (6).

$$VPL = \sum_{j=1}^n \frac{X}{(1+t)^j} - FC_o \quad (6)$$

Onde:

X = fluxo de caixa;

FC_o = investimento inicial;

t = taxa de desconto.

O ponto de equilíbrio mostra o nível da produção, em que o custo total e a receita total da unidade industrial são igualados, ou seja, o nível em que a fábrica não terá lucros nem prejuízos com a capacidade instalada prevista (CANTO et al., 1987; BROCHADO DE ALMEIDA, 1981). O ponto de equilíbrio é calculado pela relação (7):

$$PE = C_{\text{fixo}} / (R_{\text{real}} - C_{\text{variável}}) \quad (7)$$

Onde: PE = ponto de equilíbrio;

R_{real} = receita total – impostos incidentes;

8.2.5 Premissas da análise de viabilidade

O investimento fixo para a implantação da unidade industrial, bem como o capital de giro e os custos totais foram estimados a partir dos dados de capacidade contidos nos

fluxogramas quantitativos básicos apresentados anteriormente (Figuras 8.1 e 8.2). Os custos dos equipamentos da linha de produção, bem como de equipamentos auxiliares e de laboratório foram obtidos junto a fornecedores (detalhamento no Anexo 2). Estimou-se o número de funcionários, e seus respectivos salários, levando-se em conta as atividades de suporte e as atividades diretamente ligadas ao processamento, considerando-se para tanto dois turnos de trabalho (detalhamento no Anexo 3). Os custos variáveis, tais como matéria-prima, ingredientes, energia, combustíveis e outros, foram calculados com base em tarifas e valores estimados e/ou obtidos junto a fornecedores (detalhamento Anexo 4). Para o cálculo do capital de giro, considerou-se a compra de insumos e de matéria-prima para a “posta-em-marcha” da unidade (detalhamento Anexo 5).

O horizonte econômico do projeto de instalação da unidade industrial foi fixado em 20 anos, admitindo-se que os preços considerados no ano 0 (zero) permaneçam inalterados, e que a taxa de inflação afete igualmente os preços dos insumos e produtos. Considerou-se a vida útil dos prédios e instalações de 20 anos para o cálculo do valor residual do projeto. No 20º ano, 40% do valor investido na construção civil foram considerados como valor residual. Para os equipamentos, a vida útil foi estipulada em 10 anos. Novos investimentos nesse item serão efetuados no 10º ano, considerando-se um valor residual de 40% no final do projeto. Quanto ao item referente aos veículos, a vida útil foi estipulada em 5 anos, e novos investimentos foram realizados, respectivamente, no 5º, 10º e 15º ano, considerando-se um valor residual de 40% no final do projeto. O valor residual, mais o montante do capital de giro, foram contabilizados como receita no 20º ano.

Na análise, desconsiderou-se a utilização de capital de terceiros, sendo os fluxos de caixa calculados sem os juros sobre o capital investido. Não foi considerada, na receita, a captação de recursos provenientes da comercialização do xarope reutilizado e eliminado do processo.

Os dados do projeto foram organizados na forma de fluxo de caixa (Anexo 6) e analisados no programa Microsoft Office Excel 2003. Os fluxos de caixa (X), a TIR e o VPL foram calculados pelo referido programa, empregando-se, para o último parâmetro, diferentes taxas de desconto.

8.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

8.3.1 Investimento fixo, capital de giro e custos da unidade produtora

A Tabela 8.2 apresenta, por produto, a produção anual da unidade industrial, em termos de massa total, número de embalagens primárias (sacos de 80 g), e as respectivas participações ponderais.

Tabela 8.2 Produção anual quantitativa e percentual dos produtos finais da unidade produtora de frutas passas.

produto	produção		percentual
	kg/ano	número de sacos de 80g/ano	%
abacaxi passa	26.557	331.963	72,5
pêssego passa	10.074	125.925	27,5
Total	36.631	457.888	100

A seguir, a Tabela 8.3 apresenta o investimento fixo previsto, enquanto que a Tabela 8.4 traz os valores correspondentes ao capital de giro. A Tabela 8.5 apresenta o custo fixo anual de produção e as Tabelas 8.6 e 8.7, os custos variáveis anuais envolvidos nas etapas de produção de abacaxi e pêssego respectivamente.

Tabela 8.3 Investimento fixo necessário para a implantação da unidade produtora de frutas passas.

Item	R\$
Estudos e projeto	26.000,00
Terreno/ obras de terraplanagem e obras especiais (Tabela A.8)	39.400,00
Obras civis (Tabela A.7)	269.564,00
Equipamentos para o processamento das frutas (Tabela A.1 menos o item 1)	314.815,00
Equipamentos para preparo e reuso do xarope (Tabela A.2)	66.455,00
Equipamentos auxiliares (Tabela A.3)	62.960,00
Equipamentos de laboratório (Tabela A.4)	10.900,00
Veículos de movimentação de carga (Tabela A.6)	1.700,00
Móveis e instalações de escritórios (Tabela A.9)	25.706,00
Caixas plásticas (item 1 da Tabela A.1)	6.300,00
Paletes	2.000,00
Montagem e instalações (10%)	45.513,00
Imprevistos (2,5%)	21.782,83
TOTAL	893.095,83
TOTAL U\$*	451.058,50

(*)US\$ 1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

Tabela 8.4 Capital de giro necessário para a implantação da unidade produtora de frutas passas.

Item	R\$
Ingredientes (açúcar)	5.211,00
Material de limpeza	2.937,00
Matéria-prima	3.920,00
Peças de reposição (1%)	4.551,30
Combustível (lenha)	2.560,00
Material de embalagem	2.556,55
Produto em estoque	51.316,20
Caixas e bancos (2,5%)	543,40
TOTAL	73.595,45
TOTAL U\$*	37.169,42

(*) US\$1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

Tabela 8.5 Custo fixo anual da unidade produtora de frutas passas.

Item	R\$
Mão-de-obra fixa (Tabela A.10)	94.740,00
Encargos sociais*	56.275,56
Depreciação (A.12)	65.333,46
Seguro (A.12)	6.146,25
Despesas gerais (2,5%)	5.562,38
TOTAL	228.057,65
TOTAL U\$**	115.180,63

(*) Considerado o índice de 59,4% (Fonte: STF, 2007)

(**) US\$1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

Tabela 8.6 Custo variável anual da etapa de processamento de abacaxi por processo combinado de PSO e secagem com ar quente

Item	R\$
Mão-de-obra variável (Tabela A.11)	92.070,00
Encargos sociais*	54.694,92
Manutenção	10.756,61
Energia elétrica	68.217,47
Matéria-prima	155.232,00
Água	12.076,50
Ingredientes (açúcar)	44.920,65
Material de Limpeza	25.551,90
Combustível	11.059,20
Material de embalagem	22.241,30
Caixas plásticas	1.370,25
Paletes	290,00
Despesas gerais (2,5%)	12.462,02
TOTAL	510.942,82
TOTAL U\$**	258.051,93

(*) Considerado o índice de 59,4% (Fonte: STF, 2007)

(**) US\$1.00 = R\$ 1,98 em -05/06/2009

Tabela 8.7 Custo variável anual da etapa de processamento de pêssego por processo combinado de PSO e secagem com ar quente.

Item	R\$
Mão-de-obra variável (Tabela A.11)	30.690,00
Encargos sociais*	18.229,86
Manutenção	4.080,09
Energia elétrica	25.876,58
Matéria-prima	38.148,00
Água	4.580,70
Ingredientes (açúcar)	17.611,10
Outros produtos químicos	12.407,67
Material de Limpeza	9.692,10
Combustível	19.660,80
Material de embalagem	8.437,40
Caixas plásticas	519,75
Paletes	110,00
Despesas gerais (2,5%)	4.751,10
TOTAL	194.795,15
TOTAL U\$**	98.381,39

(*) Considerado o índice de 59,4% (Fonte: STF, 2007)

(**) US\$1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

8.3.2 Custos unitários de produção

A fim de se determinar o custo de produção específico do produto, considerou-se a participação ponderal de cada produto na produção total (Tabela 8.2.), atribuindo-se sua parcela no custo fixo. Desta forma, os custos específicos de produção foram obtidos pela relação (8):

$$CP_{\text{produto}} = C_{\text{fixo ponderado}} + C_{\text{variável}} \quad (8)$$

Onde:

CP_{produto} = custo de produção específico do produto;

$C_{\text{fixo ponderado}}$ = custo fixo ponderado;

$C_{\text{variável}}$ = custo variável específico do produto;

Substituindo-se os valores tem-se:

$$CP_{\text{abacaxi}} = (\text{R\$ } 228.057,65 \times 0,725) + \text{R\$ } 510.942,82 = \text{R\$ } 676.284,62 \quad (9)$$

$$CP_{\text{pêssego}} = (\text{R\$ } 228.057,65 \times 0,275) + \text{R\$ } 194.795,15 = \text{R\$ } 257.511,00 \quad (10)$$

O custo unitário de produção por produto (CU_{produto}), portanto, foi obtido substituindo-se na relação (2) os custos específicos de produção (9) e (10), e as quantidades produzidas de cada produto, indicadas na Tabela 8.2.

$$CU_{\text{abacaxi}} = \text{R\$ } 676.284,61 / 331.963 = 2,037 = \text{R\$ } 2,04 / \text{ saco de 80 g} \quad (11)$$

$$CU_{\text{pêssego}} = \text{R\$ } 257.511,01 / 125.925 = 2,045 = \text{R\$ } 2,05 / \text{ saco de 80 g} \quad (12)$$

8.3.3 Receita total do empreendimento

A definição dos preços de venda dos produtos pela unidade produtora (FOB-fábrica) foi baseada nos preços de comercialização de frutas passas (acondicionadas em embalagens e porções equivalentes) pela rede Pão de Açúcar. Os valores foram obtidos em maio de 2009 no

site da empresa (<http://www.paodeacucar.com.br>). A média dos preços, convertidos para o peso dos produtos do estudo, foi de R\$8,00 a unidade de 80 g.

Desta forma, os preços de venda FOB-fábrica dos produtos foram fixados em:

$$PV_{\text{abacaxi}} = \text{R\$ } 4,00 / \text{ saco de } 80 \text{ g} \quad (13)$$

$$PV_{\text{pêssego}} = \text{R\$ } 3,80 / \text{ saco de } 80 \text{ g} \quad (14)$$

Onde:

$$PV_{\text{produto}} = \text{preço de venda FOB-fábrica;}$$

A diferença entre os preços dos produtos se deve à maior valorização do abacaxi passa frente ao pêssego passa no mercado. Os preços FOB-Fábrica estipulados envolvem uma margem de lucro para a unidade produtora de 58% em média, descontados os impostos incidentes. Comparando com os preços de mercado, os preços permitem ainda uma margem de lucro para os distribuidores e supermercadistas, que em média varia de 60 a 100%.

As receitas parciais, e a receita total foram, então, calculadas, pelas relações (15) e (16), respectivamente.

$$R_{\text{produto}} = PV_{\text{produto}} \times QP_{\text{produto}} \quad (15)$$

$$R_{\text{total}} = R_{\text{abacaxi}} + R_{\text{pêssego}} \quad (16)$$

Substituindo-se os valores correspondentes tem-se:

$$R_{\text{abacaxi}} = \text{R\$ } 4,00 / \text{ saco} \times 331.963 \text{ saco} = \text{R\$ } 1.327.852,00 \quad (17)$$

$$R_{\text{pêssego}} = \text{R\$ } 3,80 / \text{ saco} \times 125.925 \text{ saco} = \text{R\$ } 478.515,00 \quad (18)$$

$$R_{\text{total}} = \text{R\$ } 1.806.367,00 \quad (19)$$

8.3.4 Lucro bruto do empreendimento

O lucro bruto é definido como a receita real menos o custo total, de acordo com a relação (20). A receita real, por sua vez, é determinada descontando-se da receita total os impostos incidentes, segundo a relação (21), ou seja:

$$L_{\text{bruto}} = R_{\text{real}} - C_{\text{total}} \quad (20)$$

$$R_{\text{real}} = R_{\text{total}} - I_{\text{incidentes}} \quad (21)$$

Onde: L_{bruto} = lucro bruto;

R_{real} = receita real;

R_{total} = receita total;

C_{total} = custo total;

$I_{\text{incidentes}}$ = Impostos incidentes.

Empregando a equação (1) e os valores de custo fixo e custos variáveis das Tabelas 8.5 e 8.6 e 8.7, tem-se o custo total:

$$C_{\text{total}} = \text{R\$ } 228.057,65 + \text{R\$ } 510.942,82 + \text{R\$ } 194.795,17 = \text{R\$ } 933.795,62 \quad (22)$$

Os impostos incidentes são calculados sobre a receita total.

$$I_{\text{incidentes}} = \text{Impostos} \times R_{\text{total}} \quad (23)$$

Como impostos incidentes, considerou-se o percentual de 33,25%, que é a soma das seguintes contribuições e custos: ICMS (Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços) de 18% (SECRETARIA DA FAZENDA – GESP, 2009); PIS/COFINS (Programa de Integração Social / Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social) de 9,25% (RECEITA FEDERAL DO BRASIL, 2009); comissão de venda e frete (total de 6%).

$$I_{\text{incidentes}} = 0,3325 \times R_{\text{total}} = 0,3325 \times \text{R\$ } 1.806.367,00 = \text{R\$ } 600.617,00 \quad (24)$$

Substituindo-se valores correspondentes em (21), tem-se:

$$R_{\text{real}} = R\$ 1.806.367,00 - R\$ 600.617,00 = R\$1.205.750,00 \quad (25)$$

Substituindo os valores correspondentes em (20), tem-se:

$$L_{\text{bruto}} = R\$ 271.954,35 \quad (26)$$

Sobre o Lucro Bruto será calculada a parcela que a empresa terá que recolher de Imposto de Renda (25%) e de Contribuição Social sobre o Lucro Líquido (CSLL) (9%) (RECEITA FEDERAL, 2009). Para efeito de comparação entre projetos, a TIR normalmente é calculada sem levar em conta a incidência destes impostos (BROCHADO DE ALMEIDA, 1981), sendo denominada *TIR do projeto*. Entretanto, para a determinação do VPL, o lançamento dos referidos impostos dá uma dimensão melhor do ganho de capital do investimento (SANTOS, 2005). Para este cálculo, as parcelas dos recolhimentos é lançada no Fluxo de Caixa como mais uma despesa, ou seja, subtraindo-se na equação (4), obtendo-se assim a *TIR pós IR/CSLL*.

8.3.5 Ponto de equilíbrio

Substituindo-se na relação (7) os valores de custo fixo (Tabela 8.5), custos variáveis (Tabelas 8.6 e 8.7), receita total real (25), determina-se o ponto de equilíbrio (PE) de operação da unidade industrial :

$$PE = R\$228.057,65 / (R\$1.205.750,00 - R\$705.526,81)$$

$$PE = 45,61\% \quad (27)$$

O ponto de equilíbrio corresponde à produção anual de 151.410 embalagens (sacos de 80 g) de abacaxi passa e 57.435 embalagens (sacos de 80 g) de pêssego passa. Ou seja, a unidade deverá processar no mínimo 16.700 kg de frutas por ano para não ter prejuízo.

8.3.6. Viabilidade econômica

A Tabela 8.8 apresenta um resumo dos indicadores econômicos determinados para a implantação da unidade produtora de pêssego e abacaxi passa por processo combinado de PSO e secagem com ar quente.

Tabela 8.8 Resumo dos indicadores econômicos da unidade produtora de frutas passas por processo combinado de PSO e secagem com ar quente

Item		quantidades, valores e /ou percentagens	
Consumo anual de Matéria-prima			
	pêssego (kg)	56.100	
	abacaxi (kg)	277.200	
Capacidade anual de produção			
	pêssego passa (sacos de 80g)	125.925	
	abacaxi passa (sacos de 80g)	331.963	
Investimento fixo		R\$ 893.095,83	
Capital de giro		R\$ 73.595,45	
Investimento total		R\$ 966.691,27	
Custo fixo anual		R\$ 228.057,65	
Custo variável anual para o pêssego		R\$ 194.795,15	
Custo variável anual para o abacaxi		R\$ 510.942,82	
Custo total anual		R\$ 933.795,62	
Custo unitário produção			
	pêssego passa	R\$ 2,05	
	abacaxi passa	R\$ 2,04	
Preço de venda FOB-fábrica			
	pêssego passa	R\$ 3,80	
	abacaxi passa	R\$ 4,00	
Receita total anual		R\$ 1.806.367,00	
Impostos incidentes		R\$ 600.617,03	
Lucro bruto		R\$ 271.954,35	
Ponto de equilíbrio		45,61%	
TIR do projeto antes IR/CSLL		34,30%	
TIR pós IR/CSLL		24,31%	
VPL	taxas de desconto	18%	R\$ 303.146,16
		16%	R\$ 430.782,69
		12%	R\$ 809.690,31
		10%	R\$ 1.064.315,94

A TIR *do projeto*, como pode ser visto na Tabela 8.8, é de 34,3%, ou seja, superior às principais aplicações financeiras no ano de 2008: o rendimento acumulado da Cardeneta de Poupança foi de 7,9%; o rendimento do Certificado de Depósito Bancário (CDB) resultou em 12,17%; o rendimento do Fundo de Investimento (FIF) foi de 11,84%; e o rendimento do Fundo de Ações totalizou 31,37% negativos (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 2008). Portanto, o empreendimento se mostra muito favorável frente às principais opções de investimento do mercado financeiro.

O VPL do empreendimento, por sua vez, apresentou-se positivo nas taxas de desconto estudadas. Segundo a análise, o investimento resultará em ganho de capital se comparado às opções de investimento com rendimentos equivalentes às taxas consideradas. Ou seja, ao final do período de vida útil do projeto, o capital empregado, em valores atuais, seria mais do que dobrado se comparado a um investimento cuja taxa fosse de 10% ao ano.

O ponto de equilíbrio obtido, por outro lado, é muito interessante, dando uma margem segura à unidade produtora, que poderá, eventualmente, operar com uma ociosidade de até 54% sem obter prejuízos, embora tendo sua rentabilidade reduzida.

Quanto à estrutura dos custos totais do empreendimento, os principais itens que os compõe, em ordem decrescente, são: salários e encargos (37%); matéria-prima (21%); energia e combustível (13%); ingredientes (açúcar) (7%); material de limpeza (4%) e material de embalagem (3,3%).

Com respeito à estrutura de custos, algumas conjecturas podem ser feitas visando avaliar riscos e oportunidades de maiores rentabilidades.

Os gastos com pessoal representam parcela importante na estrutura de custos, principalmente em razão do regime de dois turnos de trabalho da unidade. A agroindústria, no geral, é bastante intensiva em mão de obra, e, portanto, importante geradora de empregos, com impactos sociais reconhecidamente positivos. Esta situação, por um lado onerosa, pode ser benéfica em eventuais negociações de empréstimos e isenções.

Dada a importância dos gastos com matéria-prima, é fundamental um bom controle na aquisição deste item. Excedentes e lotes de frutas não classificadas por tamanho, ou por pequenos defeitos que não comprometam a qualidade do produto final,

podem ser adquiridos por preços melhores, aumentando a rentabilidade do negócio. Além disso, contratos de compra das matérias-primas proporcionam maior segurança, evitando as flutuações de preços do mercado.

Os gastos com ingredientes, no caso açúcar, são relativamente baixos frente aos outros itens, mas a rentabilidade da unidade pode ser melhorada se os recursos com a venda do xarope reutilizado, que não foram contabilizados na análise econômica, compensarem parte destas despesas.

Na análise realizada, não se considerou a tomada de capital no mercado financeiro. Entretanto, os indicadores do investimento em questão, frente às taxas de juros cobradas pelo BNDES para o financiamento de agroindústrias, que variam de 10% a 12% ao ano (BNDES, 2009), favorecem a tomada de empréstimos, podendo ser uma alternativa interessante de capitalização do negócio, resultando em melhores rentabilidades para o empreendedor.

8.4 CONCLUSÕES

O estudo leva às seguintes conclusões:

- a taxa de retorno do investimento da unidade produtora é de aproximadamente 34%, que comparada às principais taxas de remuneração de capital, permite afirmar que o investimento terá ganho positivo;
- os custos relativos à mão-de-obra e à matéria-prima constituem os itens mais dispendiosos, representando 58% dos custos totais;
- os gastos com a compra de açúcar, principal ingrediente, representa 7% dos custos totais, os quais podem ser reduzidos com a venda do xarope reutilizado para emprego em outros processos;
- a unidade poderá eventualmente operar, sem prejuízos, com até 54% de ociosidade, ou seja, no processamento de aproximadamente 600 kg/dia de fruta.

Conclui-se, portanto, que há viabilidade econômica para a implantação de uma unidade produtora de pêssego e abacaxi passa na região de Paranapanema (SP), empregando o processo combinado de pré-secagem osmótica e secagem com ar quente, com capacidade média de processamento de 1300 kg/dia de fruta.

8.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARGANDOÑA, E.J.S. **Goiabas desidratadas osmoticamente e secas: avaliação de um sistema osmótico semicontínuo, da secagem e da qualidade.** Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos). 2005, 157p, UNICAMP, Campinas, SP.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Relatório Anual 2008.** Volume 44. Disponível em: <<http://WWW.bcb.gov.br/?BOLETIMANO2008>>. Acesso em: 15 out. 2009.

BROCHADO DE ALMEIDA, L.S. **Viabilidade econômica e localização de unidades produtoras de farinha de milho para utilização em mistura com o trigo no Estado de São Paulo.** 1981, 159p. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária) – ESALQ /USP, Piracicaba, SP.

CANTO, W.L.; SILVEIRA, E.T.F.; LEITE, R.S.S.F.; MAIA, M.L.; GASPARINO FILHO, J.; YOTSUYANAGI, K. Processamento e mercado de frutas secas. **Série de Estudos Econômicos Alimentos Processados**, v.23, p.1-208, 1987.

CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Disponível em:<<http://www.ceagesp.gov.br/cotacoes>>. Acesso em: 15 out.2009.

CHIRALT, A.; TALENS, P. Physical and chemical changes induced by osmotic dehydration in plant tissues. **Journal of Food Engineering**, v.67, p.167-177, 2005.

DALLA ROSA, M.; GIROUX, F. Osmotic treatments (OT) and problems related to the solution management. **Journal of Food Engineering**, v.49, n.2, p.223-236, 2001.

DIONELLO, R.G.; BERBERT, P.A.; MOLINA, A.V.; CARLESSO, V.O.; QUEIROZ, V.A.V. Desidratação por imersão-impregnação de abacaxi em soluções de sacarose e em xarope de açúcar investido. **Ciência e Tecnologia de Alimentos. Campinas**, v.27, n.4, p.701-709, 2007.

FERNANDES, F.A.N; GALLÃO, M.I; RODRIGUES, S. Effect of osmotic dehydration and ultrasound pre-treatment on cell structure: melon dehydration. **LWT- Food Science and Technology**, v.41, n.4, p.604-610, 2008.

GARCÍA-MARTINEZ, E.; MARTINEZ-MONZO, J.; CAMACHO, M.M.; MARTINEZ-NAVARRETE, N. Characterisation of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. **Food Research International**, v.35, p.307-313, 2002.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BARBOSA, W.; BERBARI, S.A.; SIGRIST, J.M.M.; QUAST, E. Aptidão de cultivares de pêssego do Estado de São Paulo para a produção de passas por processo combinado de secagem osmótica e secagem com ar quente. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.10, n.3, p.151-158, 2007.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; NISIDA, A.L.C.; BERBARI, S.A., VITORINO, A. Avaliação de compotas de pêssego preparadas com solução osmótica recondicionada e reutilizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Petrolina/Juazeiro, Brasil, **Anais Eletrônicos...** Petrolina/Juazeiro: SBEA, 2009. 1 CD ROM.

GERMER, P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; SILVEIRA, N.F.A.; CARVALHO, D. Reuse of sucrose solutions in the production of osmotically dried peach. In: INTERNATIONAL TECHNICAL SYMPOSIUM ON FOOD PROCESSING, MONITORING TECHNOLOGY IN BIOPROCESSES AND FOOD QUALITY MANAGEMENT, 5., 2009, Potsdam, Alemanha, **Anais Eletrônicos...** Potsdam: CIGR/ATB, 2009. 1 CD ROM.

GOMES, A.T.; CEREDA, M.P.; VILPOUX, O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v.3, n.3, p.212-226, 2007.

HESS, G.; MARQUES, J.L.; ROCHA PAES, L.C.; PUCCINI, A. **Engenharia econômica**. São Paulo: Difel, 1985, 244p.

LIMA, A.S.; FIGUEIREDO, R.W.; MAIA, G.A.; LIMA, J.R.; SOUZA NETO, M.A.; SOUZA, A.C.R. Estudo das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p.282-286, 2004.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamentação e avaliação econômica**. Piracicaba: Fealq, 1981, 274p.

SANTOS, J.O. **Avaliação de empresas - cálculo e interpretação do valor das empresas : um guia prático**. São Paulo: Editora Saraiva, 2005, 261p.

SECRETARIA DA FAZENDA - GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. ICMS. Disponível em: <http://WWW.fazenda.sp.gov/oqueue/oq_icms.shtm>. Acesso em: 25 out. 2009.

STF Supremo Tribunal Federal 2007. Disponível em:<STF.jus.br/arquivos/cms/Encargos_Sociais_03102007.pdf>. Acesso em: 02 out. 09.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.5, n.8, p.255 - 260, 1994.

RECEITA FEDERAL DO BRASIL. Disponível em : <<http://www.fazenda.fazenda.gov.br/Aliquotas>>. Acesso em: 02 out. 09.

SOUZA, P.H.M.; SOUZA NETO, M.A.; MAIA, G.A.; SOUZA FILHO, M.S.M.; FIGUEIREDO, R.W. Desidratação osmótica de frutos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.37 (suplemento), p.94-100, 2003.

VALDEZ-FRAGOSO, A.; MUJICA-PAZ, H.; GIROUX, F.; WELTI-CHANES, J. Reuse of sucrose syrup in pilot-scale osmotic dehydration of apple cubes. **Journal of Food Process Engineering**, v.25, n.2, p.125-139, 2002.

ZILIO, L.B. **Análise comparativa da viabilidade econômico financeira para instalação de destilaria de etanol de cana-de-açúcar no norte de Goiás e Vale do São Francisco/BA: um estudo de caso.** 2009, 119p., Dissertação (Mestrado em Ciência/Economia Aplicada) - ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

9 CONCLUSÕES GERAIS

A seguir, relacionam-se as principais conclusões do estudo frente aos objetivos iniciais:

- Dentre as cultivares de pêssegos produzidas comercialmente no Estado de São Paulo, as cultivares Régis, Aurora-1, Douradão e Diamante apresentam bom potencial para a industrialização, pois possuem polpas firmes, apropriadas para o manuseio no processamento;
- Para a produção de passas por processo combinado de pré-secagem osmótica e secagem com ar quente, as cultivares Régis e Aurora-1 apresentaram melhores resultados, como maior facilidade no preparo, bons rendimentos de processo e bons desempenhos sensoriais;
- As variáveis temperatura e concentração do xarope de sacarose apresentaram forte influência nos parâmetros da pré-secagem osmótica, tanto para o pêssego em fatias (parâmetro perda de água) como para o corte em metades (parâmetros perda de água e perda de massa);
- No formato de fatias, as seguintes variações apresentaram influência da temperatura e da concentração do xarope: teor de acidez titulável; teor de açúcar total; teor de açúcar não redutor; teor de sólidos solúveis; parâmetro L^* de cor (luminosidade). No corte em metades, apenas as alterações do teor de sólidos solúveis e do parâmetro L^* de cor (luminosidade) apresentaram influência das referidas variáveis;
- Com respeito aos resultados sensoriais, apenas nos ensaios com as fatias foram verificadas influências da temperatura e da concentração do xarope ($p < 0,10$), especificamente para os atributos cor e aparência. Os níveis de aceitação sensorial das metades e das fatias de pêssegos praticamente se equivalem, com pequena vantagem para as fatias;
- As faixas de temperatura e de concentração que resultaram em melhores desempenhos, em termos de perda de água na pré-secagem e médias sensoriais, correspondem aos intervalos de 50 a 54,1 °C e 45 a 65 °Brix nas fatias, e 50 a 54,1 °C e 55 a 65 °Brix nas metades;
- Alterações físicas e químicas ocorreram no xarope ao longo dos ciclos de acondicionamento e reuso na PSO, independente da inclusão da operação de filtração: aumento da acidez titulável, abaixamento do pH; aumento da condutividade elétrica; aumento do teor de açúcares redutores;

- Não houve influência do recondicionamento e do reuso do xarope de sacarose, em até 15 ciclos, na perda de água e no ganho de sólidos na PSO de pêssego, independente do método de recondicionamento avaliado;
- A turbidez do xarope aumentou ao longo dos ciclos de reuso no método de recondicionamento sem filtração, constituindo-se na principal diferença entre os métodos avaliados;
- A carga microbiana foi mantida baixa nos xaropes e nas frutas pré-secas até o 15º ciclo de PSO, independente do método de recondicionamento, provavelmente devido à combinação do baixo pH do sistema xarope/fruta e do tratamento térmico na operação de concentração;
- Apesar das variações observadas no xarope, não houve influência do recondicionamento e do reuso no sabor e na textura sensorial dos produtos finais, por pelo menos 15 ciclos, independente do método avaliado;
- O recondicionamento e o reuso do xarope, em ambos os métodos, contribuíram para a manutenção da intensidade da cor amarela do pêssego passa, influenciando positivamente a avaliação sensorial dos produtos finais;
- Após 15 ciclos de reuso, o xarope obtido do recondicionamento sem filtração apresentou melhor desempenho sensorial no preparo de compota de pêssegos, não sendo apontadas alterações de turbidez da calda, da cor e do sabor da fruta;
- Há viabilidade econômica para a implantação de uma unidade produtora de pêssego e abacaxi passa empregando o processo combinado de pré-secagem osmótica e secagem com ar quente na região de Paranapanema (SP) com capacidade média de processamento de 1300 kg de fruta /dia, considerando o recondicionamento sem filtração e reutilizando o xarope por 15 ciclos de pré-secagem consecutivos, ao final dos quais, o xarope poderá ser comercializado para o preparo de compotas e/ou outros produtos;
- A taxa interna de retorno (TIR) do investimento para implantação da unidade é de aproximadamente 34%, e o valor presente líquido (VPL) obtido indica duplicação do capital no prazo de 20 anos. A unidade poderá eventualmente operar, sem prejuízos, com até 54% de ociosidade, ou seja, no processamento de aproximadamente 600 kg de fruta/dia.

ANEXOS

1 Publicações resultantes do estudo

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BARBOSA, W.; BERBARI, S.A.; SIGRIST, J.M.M.; QUAIST, E. Aptidão de cultivares de pêssego do Estado de São Paulo para a produção de passas por processo combinado de secagem osmótica e secagem com ar quente. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.10, n.3, p.151-158, jul/set. 2007.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A.; ANJOS, V.D. Process variables in the osmotic drying of sliced peaches. **Ciência e Tecnologia de Alimentos** (aceito para publicação).

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A. The influence of process variables on the osmotic drying and on sensory tests of sliced dehydrated peaches. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF AGRICULTURAL ENGINEERING, BRAZILIAN CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 37., 2008, Foz do Iguaçu. **Anais Eletrônicos...**Foz do Iguaçu: SBEA/CIGR/ASABE. 2008. 1 CD ROM.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A.; ANJOS, V.D. Secagem osmótica de pêssegos em metades: desempenho e atributos sensoriais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro (BA)/Petrolina (PE). **Anais Eletrônicos...** Juazeiro (BA)/Petrolina (PE): SBEA/CIGR/ASABE. 2009. 1 CDROM.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A.; SILVEIRA, N.F.A.; CARVALHO, D. Reuse of sucrose syrup in the production of osmotically dried peaches. In: INTERNATIONAL TECHNICAL SYMPOSIUM ON FOOD PROCESSING, MONITORING TECHNOLOGY IN BIOPROCESSES AND FOOD QUALITY MANAGEMENT, 5., 2009, Potsdam, Alemanha. **Anais Eletrônicos...** Potsdam, Alemanha: CIGR/ASABE/ATB. 2009. 1 CD ROM.

GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; NISIDA, A.L.C.; BERBARI, S.A.; VITORINO, A. Avaliação sensorial de compotas de pêssegos preparadas com solução osmótica recondicionada e reutilizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 38., 2009, Juazeiro (BA)/Petrolina (PE). **Anais Eletrônicos...** Juazeiro (BA)/Petrolina (PE): SBEA/CIGR/ASABE. 2009. 1 CDROM.

2 Detalhamento dos custos de investimento do estudo de viabilidade econômica

Tabela A.1 Equipamentos para o processamento de frutas por processo combinado PSO secagem com ar quente.

Item	Quantidade	Descrição	Preço (R\$)	Energia Elétrica (HP)	Água (m³/dia)	Vapor (kg/h)
01	420	Caixas plásticas “tipo cruzeiro”	6.300,00	-	-	-
02	01	Lavador de frutas	23.500,00	3,5	7,0	-
03	01	Esteira para seleção	14.020,00	2,0	-	-
04	01	Lavador tipo “spray” para frutas fatiadas	8.945,00	1,5	1,0	-
05	01	Elevador de taliscas sanitárias	17.475,00	2,0	-	-
06	01	Esteira para carregamento dos tanques	18.395,00	1,5	-	-
07	03	Tanques para pré-secagem osmótica	53.000,00	6,0	-	30,0
08	01	Plataforma de sustentação	15.200,00	-	-	-
09	01	Esteira para transporte das fatias semi-secas	13.225,00	2,0	-	-
10	01	Lavador tipo “spray” para lavar fatias	9.495,00	1,5	2,0	-
11	01	Mesa para recepção de fatias lavadas	3.100,00	-	-	-
12	03	Carrinhos tipo prateleiras	3.910,00	-	-	-
13	72	Bandejas de (0,60 x 1,0)m		-	-	-
14	01	Túnel de secagem, completo		-	-	-
15	01	Sistema de ventilação	45.100,00	3,0	-	-
16	01	Sistema de aquecimento do ar a vapor		-	-	70,0
17	02	Indicadores de temperatura		-	-	-
18	02	Mesas de madeira	1.000,00	-	-	-
19	01	Balança para controle de peso	800,00	-	-	-
20	01	Conjunto para abacaxi	15.300,00	3,0		
21	01	Conjunto para pêssego	8.500,00	-		140,0
22	01	Máquina de envase	60.000,00			
23	01	Quadro elétrico para comando e proteção	3.850,00	-	-	-
TOTAL			321.115,00	26,0	10,0	240,0
TOTAL EM US\$*			162,179.30			

(*) US\$ 1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2000

Tabela A.2 Equipamentos para condicionamento do xarope.

Item	Quantidade	Denominação	Preço (R\$)	Energia elétrica (H.P.)	Vapor (kg/h)
01	01	Tanque pulmão de 2,0m ³	8.970,00	-	-
02	01	Bomba positiva sanitária	3.500,00	2,0	-
03	01	Concentrador a vácuo	44.160,00	15,0	195
04	01	Tanque pulmão 1,0m ³ com agitador	6.325,00	2,5	-
05	01	Bomba centrífuga sanitária	3.500,00	1,5	-
TOTAL			66.455,00	21,0	195
TOTAL EM US\$*			33,563.10		

(*) US\$ 1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

Tabela A.3 Equipamentos auxiliares para a unidade industrial.

Item	Quantidade	Descrição	Preço (R\$)	Potência (H.P.)	Água (m ³ /h)	Lenha (kg/h)
01	01	Balança de plataforma	2.600,00	-	-	-
02	01	Caldeira a lenha 600kg/hora de vapor a 10,5 kgf/cm ²	33.600,00	2,5	0,60	109
03	01	Tanque de água (800 l) para caldeira	850,00	-	-	-
04	01	Caixa d'água elevada 10m ³	(**)	-	-	-
05	01	Cabine para transformação de energia elétrica de 100kVA	8.230,00	-	-	-
06	01	Lavadora KARCHER, mod. HD 655	1.960,00	4,0	0,60	-
07	01	Torre de resfriamento para 30m ³ /h	14.500,00	7,5	-	-
08	01	Bomba d'água	950,00	1,5	-	-
TOTAL			62.690,00	15,5	1,20	109
TOTAL EM US\$*			31,661.60			

(*) US\$ 1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

(**) Vide Tabela A.8

Tabela A.4 Equipamentos de laboratório.

Item	Quantidade.	Denominação	Preço (R\$)	Potência (watts)
01	01	Balança semi-analítica digital	1.200,00	6
02	01	Estufa a vácuo completa	7.850,00	250
03	01	Refratômetro manual de 58 a 90%	950,00	-
04	01	Conjunto de vidraria (Tabela A.5)	900,00	-
TOTAL			10.900,00	256

Tabela A.5 Vidraria para o laboratório

Item	Quant.	Denominação	Preço (R\$)
01	02	Balões volumétricos de 1.000ml	32,00
02	02	Balões volumétricos de 500ml	12,00
03	04	Beckers de 200ml	20,00
04	01	Funil de vidro de 10cm	2,00
05	01	Peneira	2,00
06	05	Bacias de plástico	20,00
07	05	Bandejas de plástico ou ágata	10,00
08	01	Lote de material de consumo:	802,00
TOTAL			900,00

Tabela A.6 Veículos de movimentação de carga.

Item	Quant.	Denominação	Preço (R\$)
01	02	Paleteiras	1.700,00
TOTAL			1.700,00

Tabela A.7 Estimativa do investimento em obras civis.

Edificação	Área (m ²)	Preço por m ² ou m	Total (R\$)
Ruas (guias, sargetas e brita)	733,50	-	(*)
Jardins	999,65	10,00	9.996,50
Cercas	200 metros	-	(*)
Sala de técnicos	4,0 x 2,8 = 11,2	400,00	4.480,00
Almoxarifado	3,0 x 4,0 = 12,0	350,00	4.200,00
Sala do ventilador	3,0 x 4,0 = 12,0	350,00	4.200,00
Casa da caldeira	6,0 x 4,0 = 24,0	350,00	8.400,00
Laboratório	3,50 x 4,0 = 14,0	550,00	7.700,00
Galpão industrial(Processamento)	20,0 x 9,70 = 194	550,00	106.700,00
Depósito de produto acabado	13,0 x 6,0 = 78,0	380,00	29.640,00
Depósito de matéria-prima	12,5 x 6,0 = 75,0	380,00	28.500,00
Sala de quarentena	7,0 x 6,0 = 42,0	380,00	15.960,00
Sanitário/Vestiário (feminino)	4,0 x 4,0 = 16,0	500,00	8.000,00
Sanitário/Vestiário (masculino)	4,0 x 4,0 = 16,0	500,00	8.000,00
Refeitório	4,0 x 5,0 = 20,0	430,00	8.600,00
Escritório e Recepção	8,0 x 3,0 = 24,0	400,00	9.600,00
Plataformas e rampas	(5,0 x 2,0) = 20,0	180,00	3.600,00
Cabina de força	1,50 x 1,50 = 2,25	350,00	787,50
Estacionamento interno	12,50 x 4,0 = 50,0	100,00	5.000,00
Portaria	2,0 x 2,0 = 4,0	350,00	1.400,00
Estacionamento externo	15,0x 4,0 = 60,0	80,00	4.800,00
Caixa d'água elevada	8,0	-	(*)
TOTAL	-	-	269.564,00

- Área total do terreno: (50 x 50)m = 2.500 m²

- Área construída: 682,45 m²

- Preço médio por m² = R\$ 395,00

(*) Vide obras especiais Tabela A.8

Tabela A.8 Estimativa do investimento em obras especiais.

Descrição	Valor em R\$
Terreno de 2.500m ² ao preço simbólico de R\$ 1,00/ m ²	2.500,00
Terraplanagem, cercas, ruas e benfeitorias no terreno	21.600,00
Caixa d'água elevada com tubulões de concreto	15.300,00
TOTAL	39.400,00
TOTAL EM US\$*	19,899.00

(*) US\$ 1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

Tabela A.9 Lista de móveis e instalações de escritório, utensílios, informática, telefonia e sistema de proteção e incêndio.

Material	Preço (R\$)
Móveis e instalações de escritório	6.850,00
Telefonia	2.700,00
Informática	7.223,00
Utensílios diversos	3.928,00
Sistema de segurança e proteção contra incêndio	5.005,00
TOTAL	25.706,00
TOTAL EM US\$*	12,982.80

(*) US\$ 1.00 = R\$ 1,98 em 05/06/2009

3 Detalhamento dos custos de mão-de-obra do estudo de viabilidade econômica

Tabela A.10 Estimativa da mão-de-obra fixa e dos salários.

Quantidade	Função	Salário Base (R\$)	Total (R\$)
01	Responsável pela industrialização das frutas	1.400,00	1.400,00
01	Controlador de estoque de insumos, matéria-prima e produto acabado	650,00	650,00
01	Ajudante almoxarifado	465,00	465,00
01	Mecânico / eletricista/ responsáveis/ sistema hidráulico/caixa d'água/esgoto	600,00	600,00
01	Laboratório / controle de qualidade	700,00	700,00
01	Recepcionista / telefonista	550,00	550,00
02	Porteiros/vigias para os 2 turnos	500,00	1.000,00
02	Caldeiristas	800,00	1.600,00
02	Faxineiros (internos)	465,00	930,00
TOTAL MENSAL			7.895,00

Tabela A.11 Estimativa da mão-de-obra variável e dos salários.

Quantidade	Função	Salário base ^(*) (R\$)	Total (R\$)
06*	Recepção e preparo das matérias-primas	465,00	2.790,00
01	Operadores do tanque de osmose	465,00	465,00
01	Operador do sistema de recuperação de xarope	465,00	465,00
03*	Enchimento e preparo das bandejas	465,00	-
01	Operador do secador	465,00	465,00
02	Sala de embalagem	465,00	930,00
11/turno	TOTAL MENSAL		5.115,00

(*) mesmos funcionários

4 Base de cálculo dos custos variáveis e custos fixos do estudo de viabilidade econômica

4.1 Custo da matéria-prima

Considerou-se que o pêssego terá um custo de R\$0,68/kg na região de Paranapanema/SP, e que o abacaxi terá um custo médio de 0,56/kg ao longo do ano (parte será produzida na região, e parte será comprada de outras regiões). Estes valores foram obtidos junto a produtores da região e no portal do CEAGESP (<http://www.ceagesp/cotacoes>).

Considerando-se a produção anual (Tabela 8.1) e os custos das matérias-primas, tem-se:

$$\text{Custo matéria-prima}_{\text{abacaxi}} = 277.200 \text{ kg/ano} \times 0,56 = \text{R\$ } 155.232,00$$

$$\text{Custo matéria-prima}_{\text{pêssego}} = 56100 \text{ kg/ano} \times 0,68 = \text{R\$ } 38.148,00$$

4.2 Investimento em Paletes

Considerando-se que serão necessários 100 paletes para a unidade, e que o custo unitário é de R\$ 20,00, tem-se:

$$\text{Investimento paletes}_{\text{inicial}} = 100 \times 20 = \text{R\$ } 2.000,00$$

Considerando-se que anualmente 20% dos paletes terão que ser repostos, tem-se:

$$\text{Custo reposição paletes}_{\text{anual}} = \text{R\$ } 400,00$$

4.3 Investimento em caixas plásticas

Considerando-se que serão necessárias 420 caixas plásticas, e que o custo unitário é de R\$15,00, tem-se:

$$\text{Investimento caixas plásticas}_{\text{inicial}} = 420 \times 15,00 = \text{R\$ } 6.300,00$$

Considerando-se que anualmente 30% das caixas terão que ser repostas, tem-se:

$$\text{Custo caixas reposição caixas plásticas}_{\text{anual}} = \text{R\$ } 1.890,00$$

4.4 Custos com depreciação, seguros e manutenção

Tabela A.12 – Cálculo dos custos de depreciação, seguros e manutenção

Itens	investimento	depreciação		seguros		manutenção	
	R\$	%	R\$	%	R\$	%	R\$
obras	308.964,00	4	12.358,56	0,12	370,75	1	3.089,60
equipamentos	526.349,00	10	52.634,90	1,07	5.631,00	2,2	11.577,70
veículo	1.700,00	20	340,00	8,5	144,50	10	170,00
TOTAL			65.333,46		6.146,25		14.836,70

4.5 Custo dos ingredientes (açúcar)

4.5.1 No processamento do pêssego

Considerou-se que o xarope será reutilizado por 15 vezes. Portanto, de acordo com o fluxograma da Figura 8.1, no período de 15 dias, o consumo será de 1.751,1 kg para o preparo inicial, e 83,6 kg para a reposição em cada dia restante. Para efeito de cálculo, considerou-se que a média diária de consumo será, portanto, de 194,8 kg/dia

Considerando o custo do açúcar de R\$1,37/kg, tem-se:

Custo anual de açúcar_{pêssego} = 194,8kg/dia x R\$1,37/kg x 22 dia/mês x 3 mês=

R\$ 17.611,10

4.5.2 No processamento do abacaxi

Considerou-se que o xarope também será reutilizado por 15 vezes. Portanto, de acordo com o fluxograma da Figura 8.2, no período de 15 dias, o consumo será de 1.243,6 kg para o preparo inicial, e 88,6 kg por dia para a reposição nos dias restantes. Para efeito de cálculo, considerou-se que a média diária de consumo será, portanto, de 165,6 kg/dia;

Custo anual de açúcar_{abacaxi} = 165,6kg/dia x R\$1,37/kg x 22 dia/mês x 9 mês=

R\$44.920,55

Custo anual total açúcar = R\$62.531,75

4.6 Custo do material de limpeza

Considerou-se que para a limpeza da planta de processamento haverá o consumo dos seguintes produtos: 50 kg de sabão neutro por dia, a um custo unitário de R\$1,20/kg; e 60 kg de soda em escamas, a um custo unitário de R\$4,90/kg. Tem-se, portanto:

$$\text{Custo anual de sabão} = 50\text{kg/dia} \times 22 \text{ dia/mês} \times 12 \text{ mês} \times \text{R\$1,20/ kg} = \text{R\$15.840,00}$$

$$\text{Custo anual de soda} = 60\text{kg/dia} \times 22 \text{ dia/mês} \times 12 \text{ mês} \times \text{R\$4,90/ kg} = \text{R\$19.404,00}$$

$$\text{Custo anual total material de limpeza} = \text{R\$ 35.244,00}$$

4.7 Custo dos produtos químicos

3.7.1 Para o descascamento químico do pêssego:

De acordo com o Fluxograma da Figura 8.1, serão empregados 17,55 kg de soda e ácido cítrico no descascamento por dia. Considerando um custo médio de R\$4,90/kg para estes ingredientes, tem-se:

$$\text{Custo anual produtos químicos do descascamento} = 17,55\text{kg/dia} \times 22 \text{ dia/mês} \times 3 \text{ mês} \times \text{R\$4,90/kg} = \text{R\$ 5.676,50}$$

3.7.2 – Para o branqueamento químico

Considerando um consumo de 200 litros de solução antioxidante (1% ácido ascórbico e 4% de ácido cítrico) por dia, tem-se que o consumo de ácido ascórbico será de 2 kg por dia e de ácido cítrico de 8 kg por dia.

Considerando que os custos unitários destes insumos são de R\$36,00/kg de ácido ascórbico, e R\$3,7/kg de ácido cítrico, tem-se:

$$\text{Custo anual produtos branqueamento} = (2\text{kg} \times \text{R\$ 36,00} + 8\text{kg} \times \text{R\$ 3,7}) \times 22 \text{ dias/mês} \times 3 \text{ meses} = \text{R\$ 6.732,00}$$

$$\text{Custo anual total produtos químicos} = \text{R\$} = 12.407,67$$

4.8 Custo das Embalagens

O custo da embalagem unitária é de R\$0,05/saco, e o custo da caixa de papelão empregada como embalagem secundária (capacidade de 50 sacos) é de R\$0,85/caixa. Calculando separadamente para os produtos, tem-se:

4.8.1 Para o abacaxi passa:

$$\text{Custo embalagem primária} = 331.962 \text{ saco} \times \text{R\$ 0,05/saco} = \text{R\$ 16.598,10}$$

$$\text{Custo embalagem secundária} = 6639 \text{ caixa} \times \text{R\$0,85/caixa} = \text{R\$ 5643,15}$$

$$\text{Custo anual embalagem}_{\text{abacaxi}} = \text{R\$ } 22.241,25$$

4.8.2 Para o pêssego passa:

$$\text{Custo embalagem primária} = 125.925 \text{ saco} \times \text{R\$ } 0,05/\text{saco} = \text{R\$ } 6.296,25$$

$$\text{Custo embalagem secundária} = 2519 \text{ caixas} \times \text{R\$ } 0,85/\text{caixa} = \text{R\$ } 2.141,15$$

$$\text{Custo anual embalagem}_{\text{pêssego}} = \text{R\$ } 8.437,40$$

$$\text{Custo anual total embalagens} = \text{R\$ } 30.678,65$$

4.9 Custo com energia elétrica

A potência instalada dos equipamentos é de 62,5HP (Tabelas 8.9, 8.10, 8.11), ou 46,6 kW.

Considerando-se que para iluminação emprega-se 15 W/m^2 , a partir da área da unidade (Tabela 8.13) calculou-se a potência necessária para iluminação:

$$\text{Potência iluminação} = 15 \text{ W/m}^2 \times 682,45 \text{ m}^2 = 10,24 \text{ kW}$$

Somando-se as potências dos equipamentos e do sistema de iluminação, tem-se:

$$\text{Potência total instalada} = 56,84 \text{ kW}$$

Calculou-se o custo mensal de energia considerando-se uma tarifa de R\$0,32/kWh:

$$\begin{aligned} \text{Custo mensal energia} &= 56,84 \text{ kW} \times 16 \text{ hora/dia} \times 22 \text{ dia} \times \text{R\$ } 0,32/\text{kWh} \\ &= \text{R\$ } 6.402,24 \end{aligned}$$

A concessionária cobra, também, pela demanda instalada. Este custo é calculado sobre a potência instalada, a uma tarifa de R\$4,27/kW mês. Tem-se, portanto:

$$\text{Custo mensal da demanda instalada} = 56,85 \text{ kW} \times \text{R\$ } 4,27/\text{kW mês} = \text{R\$ } 242,75/\text{mês}$$

Para o cálculo do custo total com energia, deve-se considerar a cobrança de 18% de ICMS sobre a soma do custo mensal de energia e o custo mensal da demanda instalada:

$$\text{Custo mensal total energia elétrica} = 1,18 \times (6402,24 + 242,75) = \text{R\$ } 7841,09$$

Calculando-se o custo anual tem-se:

$$\text{Custo anual total energia elétrica} = \text{R\$ } 7.841,09/\text{mês} \times 12 \text{ mês} = \text{R\$ } 94.043,08$$

4.10 Custo com combustível

A caldeira empregada será a lenha, com consumo de 109 kg lenha/hora (Tabela A.3).

Considerando-se que o custo da lenha seja de R\$40,00/m³, e que 1 m³ tenha 600 kg de lenha, tem-se:

$$\text{Custo anual com lenha} = 109 \text{ kg/hora} \times 16 \text{ hora / dia} \times 22 \text{ dia / mês} \times 12 \text{ mês} \times 600 \text{ kg/m}^3 \times \text{R\$ } 40,00/\text{m}^3 = \text{R\$ } 30.720,00$$

$$\text{Custo total anual combustível} = \text{R\$ } 30.720,00$$

4.11 Custo com água

O consumo de água dos equipamentos será de 11,20 m³/dia (Tabelas A.1 e A.3).

Considerando-se que o consumo de água na limpeza da planta, e em outras atividades no processamento será de 4 m³/dia, e o consumo de água em higiene pessoal será de 2,8 m³ /dia, tem-se:

$$\text{Consumo total de água} = 18 \text{ m}^3/\text{dia}.$$

Considerando que a tarifa de água é R\$3,51/m³, tem-se:

$$\text{Custo anual total de água} = 18 \text{ m}^3 / \text{dia} \times 22 \text{ dia / mês} \times 12 \text{ mês} = \text{R\$ } 16.657,20$$

Observação: para compor o custo variável de cada produto com relação aos itens 3.2, 3.3, 3.4 (custo de manutenção), 3.6, 3.9 e 3.11 considerou-se o percentual de produção apresentados na Tabela 8.2. Por exemplo, o custo com energia elétrica para o processamento do abacaxi corresponderá a 72,5% do custo total com energia, e para o processamento do pêssego será 27,5% do custo total. No caso de combustível, item 3.10, devido à etapa do descascamento químico, considerou-se um consumo maior para o processamento do pêssego, de 64%.

5 Base de cálculo do capital de giro - estudo de viabilidade econômica

Os seguintes itens foram contabilizados para o cálculo do capital de giro necessário para iniciar as atividades da unidade e apresentados na Tabela 8.4 (Capítulo 8): matéria-prima; ingredientes (açúcar); material de limpeza; embalagens; lenha; peças de reposição; formação de um estoque de produtos; compra de caixas e bancos (2,5% do total).

Considerou-se, para o caso dos insumos, a compra de material para 22 dias de atividade (1 mês). No caso da matéria-prima, contabilizou-se o custo para a compra de uma quantidade necessária para um período de 5 dias de atividades (1 semana). Levou-se em consideração a forma que normalmente estes itens são comercializados (lotes maiores), assim como a possibilidade de armazenamento.

O capital de giro foi calculado, então, empregando-se os custos anuais apresentados no Anexo 4:

5.1 Custo dos ingredientes (Açúcar)

$$\text{Custo}_{\text{ingredientes}} = (\text{R\$}62.531,75 / \text{ano}) \times (1 \text{ ano} / 12 \text{ mês}) \times (1 \text{ mês})$$

$$\text{Custo}_{\text{ingredientes}} = \text{R\$ } 5.211,00$$

5.2 Custo com material de limpeza

$$\text{Custo}_{\text{mat. limpeza}} = (\text{R\$}35.244,00 / \text{ano}) \times (1 \text{ ano} / 12 \text{ mês}) \times (\text{mês})$$

$$\text{Custo}_{\text{mat. limpeza}} = \text{R\$ } 2.937,00$$

5.3 Custo com a matéria-prima

Considerou-se que a unidade iniciará suas atividades com o processamento do abacaxi. Do item 4.1(Anexo 4), calculou-se o custo da matéria-prima para 5 dias:

$$\text{Custo}_{\text{matéria-prima}} = (\text{R\$ } 155.232,00 / \text{ano}) (1 \text{ ano} / 12 \text{ mês}) (1 \text{ mês} / 22 \text{ dia}) \times 5 \text{ dia}$$

$$\text{Custo}_{\text{matéria-prima}} = \text{R\$}3.920,00$$

5.4 Peças de reposição

Considerou-se que o valor necessário para a compra de peças de reposição equivalia a 1% do total gasto com equipamentos (Tabela 8.5 do Capítulo 8).

$$\text{Custo}_{\text{peças}} = \text{R\$}4.551,30$$

5.5 Custo com Combustível

Do item 4.10 (Anexo 4) tem-se que o custo para a compra de um estoque de lenha para 1 mês (22 dias) de atividades será:

$$\text{Custo}_{\text{combustível}} = (\text{R\$}30.720,00 / \text{ano}) \times (1 \text{ ano} / 12 \text{ meses}) \times (1 \text{ mês})$$

$$\text{Custo}_{\text{combustível}} = \text{R\$ } 2.560,00$$

5.6 Custo com Material de Embalagem

Do item 4.8 (Anexo 4) tem-se que custo para o estoque de 1 mês (22 dias) de embalagem será:

$$\text{Custo}_{\text{embalagem}} = (\text{R\$}30.678,65 / \text{ano}) \times (1 \text{ ano} / 12 \text{ meses}) \times (1 \text{ mês})$$

$$\text{Custo}_{\text{embalagem}} = \text{R\$}2.556,55$$

5.7 Custo com estoque de produto

Visando o atendimento de pedidos de compra, considerou-se o custo para formar um estoque de 15 dias de produção.

Do item 8.3.2 (Capítulo 8) tem-se que o custo unitário do abacaxi passa é R\$2,04. Da Tabela 8.2 (Capítulo 8) sabe-se que a produção diária deste produto é de 1.677 sacos de 80 g por dia. Portanto, o custo deste item é:

$$\text{Custo}_{\text{estoque}} = 1677 \text{ saco} / \text{dia} \times \text{R\$}2,04 / \text{saco} \times 15 \text{ dia}$$

$$\text{Custo}_{\text{estoque}} = \text{R\$ } 51.316,20$$

5.8 Caixas e Bancos

Considerou-se um percentual de 2,5% da soma total na compra destes itens.

$$\text{Custo}_{\text{caixas e bancos}} = \text{R\$ } 543,82$$

6 Fluxo de caixa do empreendimento – Estudo de Viabilidade Econômica

Tabela A.13 – Fluxo de caixa do empreendimento no período de análise do projeto (*)

	ano 0	ano 1	ano5	ano 7	ano 10	ano14	ano 15	ano 20
	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)	(R\$)
1) Investimento Fixo	0,00							
Estudos, projetos	26.000,00							
Terreno	39.400,00							
Obras civis	269.564,00							-107.825,60
Equipamentos/processamento	314.815,00				188.889,00			-125.926,00
Equipamentos/ xarope	66.455,00				39.873,00			-26.582,00
Equipamentos auxiliares	62.960,00				37.776,00			-25.184,00
Equipamentos/laboratório	10.900,00				6.540,00			-4.360,00
Veículos de movimentação	1.700,00		1.020,00		1.020,00		1.020,00	-680,00
Móveis e instalações escritórios	25.706,00							-10.282,40
Caixas plásticas	6.300,00			3.150,00		3.150,00		-2.520,00
Paletes	2.000,00				1.200,00			-800,00
Montagens e instalações	45.513,00							
Imprevistos	21.782,83							
Total	893.095,83	0,00	1.020,00	3.150,00	275.298,00	3.150,00	1.020,00	-304.160,00
2) Capital de Giro	73.595,45							-73.595,45
3) Receita	0,00	1.205.749,97	1.205.749,97	1.205.749,97	1.205.749,97	1.205.749,97	1.205.749,97	1.205.749,97
4) Custo Operacional Anual								
Mão-de-Obra Fixa		94.740,00	94.740,00	94.740,00	94.740,00	94.740,00	94.740,00	94.740,00
Encargos Sociais		56.275,56	56.275,56	56.275,56	56.275,56	56.275,56	56.275,56	56.275,56
Seguros		6.146,25	6.146,25	6.146,25	6.146,25	6.146,25	6.146,25	6.146,25
Despesas gerais		5.562,38	5.562,38	5.562,38	5.562,38	5.562,38	5.562,38	5.562,38
Mão-de-Obra Variável (abacaxi)		92.070,00	92.070,00	92.070,00	92.070,00	92.070,00	92.070,00	92.070,00
Encargos sociais (abacaxi)		54.694,92	54.694,92	54.694,92	54.694,92	54.694,92	54.694,92	54.694,92
Manutenção (abacaxi)		10.756,61	10.756,61	10.756,61	10.756,61	10.756,61	10.756,61	10.756,61
Energia Elétrica (abacaxi)		68.217,47	68.217,47	68.217,47	68.217,47	68.217,47	68.217,47	68.217,47
Matéria-prima (abacaxi)		155.232,00	155.232,00	155.232,00	155.232,00	155.232,00	155.232,00	155.232,00
Água (abacaxi)		12.076,50	12.076,50	12.076,50	12.076,50	12.076,50	12.076,50	12.076,50
Ingredientes (abacaxi)		44.920,65	44.920,65	44.920,65	44.920,65	44.920,65	44.920,65	44.920,65
Material de limpeza (abacaxi)		25.551,90	25.551,90	25.551,90	25.551,90	25.551,90	25.551,90	25.551,90
Combustível (abacaxi)		11.059,20	11.059,20	11.059,20	11.059,20	11.059,20	11.059,20	11.059,20
Material de embalagem (abacaxi)		22.241,30	22.241,30	22.241,30	22.241,30	22.241,30	22.241,30	22.241,30
Caixas Plásticas (abacaxi)		1.370,25	1.370,25	1.370,25	1.370,25	1.370,25	1.370,25	1.370,25
Paletes (abacaxi)		290,00	290,00	290,00	290,00	290,00	290,00	290,00
Despesas gerais (abacaxi)		12.462,02	12.462,02	12.462,02	12.462,02	12.462,02	12.462,02	12.462,02
Mão-de-Obra Variável (pêssego)		30.690,00	30.690,00	30.690,00	30.690,00	30.690,00	30.690,00	30.690,00
Encargos sociais (pêssego)		18.229,86	18.229,86	18.229,86	18.229,86	18.229,86	18.229,86	18.229,86
Manutenção (pêssego)		4.080,09	4.080,09	4.080,09	4.080,09	4.080,09	4.080,09	4.080,09
Energia Elétrica (pêssego)		25.876,58	25.876,58	25.876,58	25.876,58	25.876,58	25.876,58	25.876,58
Matéria-prima (pêssego)		38.148,00	38.148,00	38.148,00	38.148,00	38.148,00	38.148,00	38.148,00
Água (pêssego)		4.580,70	4.580,70	4.580,70	4.580,70	4.580,70	4.580,70	4.580,70
Ingredientes (pêssego)		17.611,10	17.611,10	17.611,10	17.611,10	17.611,10	17.611,10	17.611,10
Outros produtos químicos (pêssego)		12.407,67	12.407,67	12.407,67	12.407,67	12.407,67	12.407,67	12.407,67
Material de limpeza (pêssego)		9.692,10	9.692,10	9.692,10	9.692,10	9.692,10	9.692,10	9.692,10
Combustível (pêssego)		19.660,80	19.660,80	19.660,80	19.660,80	19.660,80	19.660,80	19.660,80
Material de embalagem (pêssego)		8.437,40	8.437,40	8.437,40	8.437,40	8.437,40	8.437,40	8.437,40
Caixas Plásticas (pêssego)		519,75	519,75	519,75	519,75	519,75	519,75	519,75
Paletes (pêssego)		110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00	110,00
Despesas gerais (pêssego)		4.751,10	4.751,10	4.751,10	4.751,10	4.751,10	4.751,10	4.751,10
Total		868.462,16	868.462,16	868.462,16	868.462,16	868.462,16	868.462,16	868.462,16
Fluxo de Caixa	-966.691,27	337.287,81	336.267,81	334.137,81	61.989,81	334.137,81	336.267,81	715.043,26

(*) os dados dos anos 2, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 19 são idênticos aos dados do ano 1;