



Universidade Estadual de Campinas  
Faculdade de Engenharia de Alimentos  
Departamento de Tecnologia de Alimentos



**DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE KIWI (*Actinidia deliciosa* L):  
ESTUDO DA REUTILIZAÇÃO DA SOLUÇÃO OSMÓTICA.**

Dissertação apresentada à Faculdade  
de Engenharia de Alimentos da  
UNICAMP como requisito para a  
obtenção do título de Mestre em  
Tecnologia de Alimentos.

**Rodrigo Angelini**  
**Farmacêutico Industrial**

PARECER

Este exemplar corresponde à  
redação final da tese defendida  
por **Rodrigo Angelini** aprovada  
pela Comissão Julgadora em 29  
de janeiro de 2003.

**Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes**  
**Orientadora**

Campinas, 29 de janeiro de 2003.

**Prof. Dr. José Gilberto Jardine**  
**Co-Orientador**

  
**Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes**  
Presidente da Banca

Campinas – (SP) 2002

200307574

UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	TUNICAMP
	An43d
V	EX
TOMBO BC/	52732
PROC.	
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	
Nº CPD	

T11

2

CM00184077-9

7

BIB ID 293989

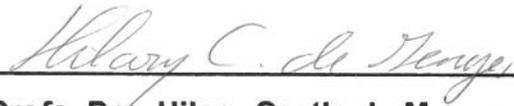
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

An43d Angelini, Rodrigo  
Desidratação osmótica de kiwi (*Actinidia deliciosa* L.):  
estudo da reutilização da solução osmótica / Rodrigo Angelini. –  
Campinas, SP: [s.n.], 2002.

Orientador: Hilary Castle de Menezes  
Co-orientador: José Gilberto Jardine  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

I.Desidratação. 2.Osmose. 3.Xarope. 4.Kiwi. I.Menezes,  
Hilary Castle de. II.Jardine, José Gilberto. III.Universidade  
Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.  
III.Título.

**BANCA EXAMINADORA**



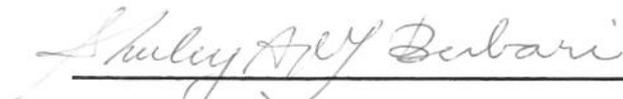
---

**Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes**  
**Orientadora**



---

**Prof. Dr. Nelson-Horacio Pezoa Garcia**  
**(Membro)**



---

**Dra. Shirley Aparecida Garcia Berbari**  
**(Membro)**

---

**Profa. Dra. Silvana Mariana Srebernich**  
**(Suplente)**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por me proporcionar mais essa oportunidade na vida...

Ao CNPq, pela bolsa concedida.

A Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes, pela orientação, apoio e paciência ao longo do trabalho.

Ao Prof. Dr. José Gilberto Jardine, pela co-orientação, dicas e questionamentos valiosos.

Ao Prof., em breve Dr. da UFPel: Paulo Renato Buchweitz, pela amizade e cooperação.

Aos colegas da Pós-graduação, pelo companheirismo.

Aos membros da banca examinadora pelas sugestões e “benevolência”.

Aos funcionários da FEA, em especial às técnicas Ana e Priscila, do Laboratório de frutas, hortaliças e produtos açucarados, pelo auxílio técnico.

Aos meus pais, “Toninho” e “Joce”, que jamais irão deixar de me amar, estimular e apoiar - já está comprovado... E aos meus irmãos Camila e Rodolfo.

A “Tata”, pelo carinho, e presença marcante a praticamente 5 anos, em nossas vidas.

A todos que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização desse trabalho.

## Índice Geral

Índice de Tabelas.....	viii
Índice de Gráficos e Figuras.....	ix
Resumo.....	x
Summary.....	xii
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Objetivo.....	2
1.1.1. Geral.....	2
1.1.2. Específicos.....	2
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Desidratação osmótica.....	3
2.1.1. Transferência de massa.....	4
2.1.2. Variáveis da desidratação osmótica.....	6
2.1.2.1. Temperatura.....	6
2.1.2.2. Tamanho do material.....	8
2.1.2.3. Agente osmótico.....	9
2.1.2.4. Tempo.....	11
2.1.2.5. Agitação.....	12
2.1.3. Reutilização da solução osmótica.....	12
2.2. O kiwi como matéria prima.....	16
3. MATERIAL E MÉTODO.....	19
3.1. Matéria prima.....	19
3.2. Desidratação osmótica.....	19
3.3. Análises.....	22
3.3.1. Caracterização física e química do xarope e do fruto.....	22
3.3.1.1. Sólidos solúveis.....	22
3.3.1.2. pH.....	22
3.3.1.3. Atividade de água no fruto.....	22

3.3.1.4. Acidez titulável.....	22
3.3.1.5. Ácido ascórbico.....	23
3.3.1.6. Sólidos totais e umidade.....	23
3.3.1.7. Perda de peso no fruto.....	24
3.3.1.8. Açúcares.....	25
3.3.1.9. Avaliação da cor.....	25
3.3.1.10. Avaliação da turbidez no xarope.....	27
3.3.2. Avaliação microbiológica.....	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. Frutos.....	28
4.1.1. Caracterização física e química do kiwi <i>in natura</i> .....	28
4.1.2. Perda de massa.....	29
4.1.3. Umidade final e perda de umidade.....	30
4.1.4. Sólidos totais e incorporação de sólidos.....	31
4.1.5. Sólidos solúveis.....	32
4.1.6. Atividade de água.....	33
4.1.7. pH.....	34
4.1.8. Acidez titulável.....	35
4.1.9. Ácido ascórbico.....	36
4.1.10. Açúcares.....	37
4.1.11. Avaliação da cor.....	39
4.1.12. Avaliação microbiológica.....	41
4.2. Xarope.....	43
4.2.1. Sólidos solúveis.....	43
4.2.2. Sólidos totais.....	44
4.2.3. Acidez titulável.....	46
4.2.4. Ácido ascórbico.....	48
4.2.5. pH.....	49
4.2.6. Açúcares redutores.....	51
4.2.7. Avaliação da cor.....	53

4.2.8. Avaliação da turbidez.....	56
4.2.9. Avaliação microbiológica.....	57
5. CONCLUSÕES.....	59
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61

## Índice de Tabelas

TABELA 1 – Características físicas e químicas do kiwi “in natura”.....	22
TABELA 2 - Perda de massa (%) das fatias de kiwi osmo-desidratadas.....	29
TABELA 3 - Umidade final e perda de umidade nos frutos osmo-desidratados.....	30
TABELA 4 - Sólidos totais e aumento dos valores destes nos frutos osmo-desidratados.....	31
TABELA 5 - Sólidos solúveis nos frutos osmo-desidratados.....	32
TABELA 6 - Atividade de água final nos frutos osmo-desidratados.....	33
TABELA 7 - pH nos frutos osmo-desidratados.....	34
TABELA 8 - Acidez titulável nos frutos osmo-desidratados.....	35
TABELA 9 - Ácido ascórbico nos frutos osmo-desidratados.....	36
TABELA 10 - Açúcares totais, redutores e não redutores nos frutos osmo-desidratados.....	37
TABELA 11 – Valores dos parâmetros de cor L*, a* e b*. Calibração RSIN; D65/10 <sup>0</sup> ; Sistema CIELAB.....	39
TABELA 12 - Diferença total de cor e diferença de croma nos frutos osmo-desidratados.....	39
TABELA 13 - Contagem total e de bolores e leveduras nos frutos “in natura” e osmo-desidratados.....	41
TABELA 14 - Contagem máxima permitida de microorganismos.....	41
TABELA 15 - Valores dos parâmetros de cor L*, a* e b*. Calibração RSIN; D65/10 <sup>0</sup> ; Sistema CIELAB.....	53
TABELA 16 - Contagem total e de bolores e leveduras no xarope.....	57

## Índice de Gráficos e Figuras

FIGURA 1 - Kiwi.....	17
FIGURA 2 - Fluxograma das desidratações consecutivas.....	21
GRÁFICO 1 - Variação dos sólidos solúveis no xarope.....	43
GRÁFICO 2 - Variação do teor de sólidos totais do xarope.....	44
GRÁFICO 3 - Variação da acidez titulável no xarope.....	46
GRÁFICO 4 - Variação do teor de ácido ascórbico do xarope.....	48
GRÁFICO 5 - Variação do pH no xarope.....	49
GRÁFICO 6 - Açúcares redutores no xarope.....	51
GRÁFICO 7 - Diferença total de cor e diferença de croma no xarope.....	53
GRÁFICO 8 - Variação da turbidez no xarope.....	56

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da reutilização do xarope proveniente da desidratação osmótica de kiwis em fatias, em processamentos subseqüentes. Seis desidratações consecutivas, de quatro horas cada, foram realizadas, utilizando o mesmo xarope que havia sido reconcentrado antes de cada reutilização. A reconcentração foi conseguida pelo aquecimento do xarope até a ebulição, manutenção da temperatura por um minuto e posterior adição de sacarose comercial e água até a concentração de 65<sup>o</sup>Brix. As demais condições utilizadas nas desidratações osmóticas das fatias de kiwi foram: relação xarope/fruto de 4:1; temperatura de 40<sup>o</sup>C, ( $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ); agitação constante de 75rpm e fatias com espessura de 10mm ( $\pm 1\text{mm}$ ). Os frutos osmo-desidratados foram analisados física, química e microbiologicamente. Os resultados obtidos nos frutos, mostraram perda percentual média de massa de 36,36%; redução média percentual de umidade de 17,43%; incorporação média percentual de sólidos de 96,10%; sólidos solúveis médio equivalente a 26,5<sup>o</sup>Brix; atividade de água final média de 0,971; pH médio de 3,32; acidez média de 1,53g/100g de ácido cítrico; redução média percentual de ácido ascórbico de 31,54%; aumento percentual médio de 64,60% no teor de açúcares totais; diminuição de 97,03% para 83,76% do teor de açúcares redutores no fruto, em relação aos açúcares totais, e aumento de 0,27g/100g para 2,46g/100g dos açúcares não redutores no mesmo. A análise microbiológica demonstrou a aptidão do produto recém desidratado para ser consumido. A avaliação da cor identificou a formação de um "lustro" na superfície dos frutos desidratados. Quanto ao xarope, os sólidos solúveis variaram de 65<sup>o</sup>Brix a 59<sup>o</sup>Brix; houve aumento de 7,26% no teor de sólidos totais; aumento da acidez titulável em 202,12% em relação ao valor dos frutos "in natura"; teor final de ácido ascórbico de 13,03mg/100ml; queda acentuada do pH após a primeira desidratação (de 6,64 para 3,56), e manutenção do valor próximo a este último até o final das seis desidratações; aumento significativo do teor de açúcares redutores do xarope até a terceira desidratação (de 0,62g/100ml para 2,78g/100ml), e

manutenção de um valor aproximado a este último até o final das seis desidratações. A análise da cor do xarope indicou uma intensificação gradativa no parâmetro  $b^*$ , que representa a cor amarela. Um aumento na turbidez do xarope também foi verificada. A contagem microbiológica indicou uma contaminação aceitável em todas as desidratações, no entanto, um aumento dessa contaminação foi verificado ao final da sexta desidratação. Ao final desse estudo, pode-se afirmar que é possível reutilizar o xarope por até seis desidratações osmóticas consecutivas, realizando a reconcentração por aquecimento e adição de sacarose. A reutilização do xarope não provocou alterações negativas no fruto desidratado. No entanto, deve-se atentar para o crescimento microbiano, pois esse é o principal limitante para o reaproveitamento da solução osmótica em desidratações.

## SUMMARY

The objective of the present work was to evaluate the viability of the reutilization of the syrup proceeding from the osmotic dehydration slices of kiwi, in subsequent processings. Six consecutive dehydrations, each of four hours, were carried out, using the same syrup that had been reconcentrated before each reutilization. The reconcentration was obtained by heating the syrup to boiling, maintaining this temperature for one minute; and subsequent addition of sucrose and water to a concentration of 65<sup>0</sup>Brix. The other conditions used in the osmotic dehydrations were: rate syrup/fruit of 4:1; temperature of 40<sup>0</sup>C, ( $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ); constant agitation at 75rpm and slices of 10mm ( $\pm 1\text{mm}$ ) thickness. Physical, chemical and microbiological analyses were carried out on the osmo-dehydrated fruits. The results obtained for the fruits showed an average percent loss of mass of 36.36%; average percent reduction of moisture of 17.43%; average percent solids incorporation of 96.10%; average soluble solids equivalent to 26.50<sup>0</sup>Brix; final average water activity of 0.971; average pH of 3.32; average total acidity of 1.53g/100g as citric acid; average percent loss of ascorbic acid of 31.54%; average percent increase of total sugars of 64.60%; reduction in the percent of reducing sugars of the total sugars from 97.03% to 83.76% and an increase in non-reducing sugars from 0.27g/100g to 2.46g/100g. The microbiological analysis demonstrated the aptitude of the recently dehydrated product for consumption. The color evaluation identified the formation of shine on the surface of the dehydrated fruits. With respect to the syrup, the soluble solids varied from an equivalence of 65<sup>0</sup>Brix to one of 59<sup>0</sup>Brix; the total solids increased by 7.26%; the total titrable acidity increased by 202.12% as compared to that of the "in nature" fruit.; final ascorbic acid content of 13.03mg/100ml; accentuated fall in pH after the first dehydration (from 6.64 to 3.56), remaining constant at this value up to the end of the six dehydrations; a significant increase in the reducing sugar content of the syrup up to the third dehydration (from 0.62g/100ml to 2.78g/100ml), and maintenance of this value up to the end of the six dehydrations. The color analysis of the syrup showed a gradual intensification of the b\* parameter, which represents the color yellow. An

increase in the turbidity of the syrup was also verified. The microbiological count indicated an acceptable level of contamination in all the dehydrations, although an increase of this contamination was verified at the end of the sixth dehydration. From the results of this study, it can be affirmed that it is possible to reuse the syrup for up to six consecutive osmotic dehydrations, carrying out the reconcentration of the syrup by heating and subsequent addition of sucrose. The reuse of the syrup did not result in negative alterations to the dehydrated fruit. However, one must be alert for microbiological growth, since this is the main factor limiting the reuse of the osmotic solution in dehydrations.

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o enfoque principal dos estudos em desidratação osmótica tem sido dado à influência das variáveis do processo na qualidade do produto final e eficiência deste. A partir dessas pesquisas, é possível definir quais são as condições mais freqüentemente utilizadas para o processamento e realizar um estudo visando avaliar a viabilidade da reutilização do xarope proveniente de desidratações osmóticas consecutivas.

O uso da desidratação osmótica é interessante devido à grande similaridade sensorial e organoléptica dos produtos desidratados em relação aos "in natura" (AGUILERA & CHIRIFE, 1994; CHANES *et al.*, 1994; LOPEZ-MALO *et al.*, 1994), e pela economia energética conseguida quando a água é eliminada do produto sem evaporação. No entanto, parte da viabilidade econômica do processo depende da reciclagem da solução osmótica, pois ela é progressivamente diluída após cada utilização, levando à uma diminuição da taxa de transferência de massa (VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998).

A reutilização de soluções concentradas para a desidratação osmótica deve ser compreendida como requisito para garantir a viabilidade econômica do processo (VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998).

A escolha do Kiwi como matéria-prima para a desidratação osmótica deve-se à expansão da cultura no Estado de São Paulo e no Brasil. O fruto é consumido principalmente na forma "in natura", sendo que aproximadamente 20% da produção não atende às especificações exigidas pelo mercado. O aproveitamento industrial é limitado, principalmente pela escassez de dados científicos de pesquisa. A desidratação osmótica poderá constituir-se numa possível alternativa de aproveitamento industrial para a obtenção de produtos aceitáveis pelo consumidor.

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade da reutilização do xarope proveniente da desidratação osmótica de fatias de Kiwis, através da realização de processamentos subseqüentes de frutos “*in natura*” (com o mesmo xarope). As variáveis envolvidas no processo foram definidas com base na revisão bibliográfica realizada.

## **1.1. Objetivo**

### **1.1.1. Geral**

Estudar a viabilidade da reutilização do xarope proveniente da desidratação osmótica de Kiwis fatiados, em processamentos subseqüentes.

### **1.1.2. Específicos**

- Avaliar as alterações físicas, químicas e microbiológicas na composição do xarope utilizado em desidratações subseqüentes.

- Verificar possíveis modificações na composição dos Kiwis osmo-desidratados, em decorrência da utilização do xarope proveniente de seguidos processamentos e avaliar se tais alterações beneficiaram ou prejudicaram a qualidade do fruto desidratado.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Desidratação Osmótica

PONTING et al. (1966), sugeriram um processo de remoção de água do alimento por efeito da pressão osmótica, que seria realizado pela imersão desse, em uma solução hipertônica de um determinado soluto.

Os gradientes de concentração entre o alimento e a solução provocam a formação de dois fluxos principais, em contra-corrente, através das paredes celulares. Um fluxo de água a partir da fruta para o exterior (desidratante); e um fluxo de soluto da solução para a fruta (RAOULT-WACK, 1994).

Além dos dois fluxos principais, ocorre ainda um terceiro de menor importância quantitativa, mas nutricional e sensorialmente relevante, que é constituído pela saída de solutos das células do alimento. Dentre esses solutos, podemos agrupar açúcares, ácidos orgânicos, sais minerais, vitaminas, etc (TORREGGIANI, 1993; RAOULT-WACK, 1994).

RAOULT-WACK (1994) observou que a remoção de água esteve entre 40 a 70% (p/p) em relação ao peso inicial do produto, enquanto que a incorporação de solutos manteve-se entre 5 a 25% (p/p); considerando a utilização de soluções osmóticas de concentração entre 50 a 75%.

A desidratação osmótica é eficiente na redução de 30 a 50% do peso do material pois com o tempo há uma redução da taxa de osmose (PONTING et al., 1966; LERICI et al., 1977; MOY et al., 1978; VIDEV et al., 1990; RAOULT-WACK 1994). A eficiência do processo de desidratação osmótica pode ser quantificado pelos valores de perda de peso e incorporação de sólidos (QUERIDO, 2000).

O processo de desidratação osmótica pode fornecer algumas vantagens em relação aos métodos convencionais de desidratação. Pelo fato da desidratação ocorrer em um meio líquido, verifica-se melhores coeficientes de transferência de calor e de massa, que somada ao fato da ausência de mudança de estado físico durante o processo, pode levar a uma economia de energia (RAOULT-WACK, 1994).

Freqüentemente, a desidratação osmótica vem sendo aplicada como processo de pré-desidratação seguida por um processamento complementar (secagem com ar, a vácuo, liofilização, etc), podendo levar à redução do gasto de energia e melhoria da qualidade do produto (RAOULT-WACK, 1994).

Quando utilizada em combinação com outros métodos, a desidratação osmótica pode fornecer produtos que, apesar da alta atividade de água (entre 0,94 a 0,97), podem ser estáveis a temperatura ambiente, e com grande similaridade sensorial e organoléptica aos produtos "in natura" (AGUILERA & CHIRIFE, 1994; CHANES *et al.*, 1994; LOPEZ-MALO *et al.*, 1994).

### **2.1.1 Transferência de massa**

A transferência de massa depende das propriedades do tecido, principalmente, do espaço intercelular presente. As características da microestrutura biológica inicial, como porosidade (ISLAM & FLINK, 1982; LENART & FLINK, 1984), e as variáveis do processo (pré-tratamento, temperatura, natureza e concentração do agente osmótico, agitação e tempo de processo), exercem influência sobre a transferência de massa e qualidade final do produto (PONTING *et al.*, 1966; LERICI *et al.*, 1985a; RAOULT-WACK & GUILBERT, 1990).

TORREGGIANI (1993) afirmou que numa situação osmótica ideal, a membrana semi-permeável seria permeável às moléculas do solvente, mas não às do soluto.

QUERIDO (2000) discorre sobre a mobilidade estrutural das células vivas das paredes celulares de frutas e verduras, destacando a capacidade dessas expandirem e esticarem sob influência do crescimento natural e da pressão de turgor gerada em seu interior. Essas membranas celulares parenquimatosas permitem a livre passagem de solventes, mas também, em menor intensidade, um fluxo de moléculas do soluto em sentido contrário, podendo assim, serem classificadas como diferencialmente permeáveis.

QUERIDO (2000) ainda relata a possibilidade das moléculas da solução osmótica não necessariamente migrarem para o interior da célula, mas simplesmente penetrarem nos espaços intercelulares. Esse fenômeno seria favorecido pela grande modificação na permeabilidade e estrutura dos tecidos, influenciada pelo estágio de maturação, pelas condições de estocagem, exposição ao calor ou à pré-tratamentos.

ISLAM & FLINK, 1982; LENART & FLINK, 1984 e PONTING, 1973, concordam com a autora acima e acrescentam que os fenômenos de branqueamento ou congelamento modificam as características dos tecidos e podem favorecer a incorporação de sólidos, comparada à perda de água, devido ao aumento da permeabilidade, diminuição da seletividade e ruptura da membrana celular.

PONTING *et al.*, 1966; HENG *et al.*, 1990; RAOULT-WACK, 1994 e VIAL *et al.*, 1994 observaram que a transferência de massa é favorecida pelo aumento da concentração das soluções e pela redução do tamanho das partículas do agente até certo nível, acima do qual os sólidos incorporados aumentam (ISLAM & FLINK, 1982; LERICI *et al.*, 1985a; LENART & FLINK, 1984a).

RAOULT-WACK (1994) verificou que ao longo do processo de desidratação, há um decréscimo da taxa de osmose. A perda de água ocorre principalmente durante as duas primeiras horas; a partir de então, a desidratação diminui progressivamente até cessar por completo. No entanto, a incorporação de solutos continua, conseqüentemente, o alimento tende a voltar a ganhar peso, resultando em um produto rico em solutos.

### **2.1.2. Variáveis da desidratação osmótica**

#### **2.1.2.1. Temperatura**

Trata-se de um fator essencial para a dinâmica do processo de desidratação osmótica, já que influencia diretamente sua cinética, principalmente, por diminuir a viscosidade da solução osmótica, aumentando o coeficiente de difusão de água (LENART & LEWICKI, 1990; QUERIDO, 2000). PONTING *et al.* (1966) confirmaram a tendência de aumento da taxa de osmose com o aumento da temperatura. Entretanto, acima de 45–50°C, há risco de escurecimento da amostra e deterioração do sabor (VIDEV *et al.*, 1990; VIAL *et al.*, 1991), e ultrapassando-se 60°C, a velocidade tende a diminuir (TOMASULA & KOZEMPEL, 1989).

Diversos autores observaram que há aceleração da perda de água e modificação na incorporação de sólidos quando a temperatura é aumentada (PONTING *et al.*, 1966; LENART & FLINK, 1984b; VIAL *et al.*, 1991; ISLAM & FLINK, 1982). Porém, aos 45°C o escurecimento enzimático e a deterioração dos sabor tem início. Acima dos 60°C, as características dos tecidos são alteradas e a incorporação de sólidos é favorecida; e em condições mais amenas, a transferência de massa também diminui (FARKAS & LAZAR, 1969; HENG *et al.*, 1990; LENART & LEWICK, 1990a; TORREGGIANI, 1993; LENART & FLINK, 1984b; VIAL *et al.*, 1991).

RASTOGI & RAGHAVARAO (1995) estudando os efeitos da temperatura e concentração do agente osmótico sobre a desidratação osmótica de rodela de coco, e utilizando sacarose como agente (40 a 70<sup>o</sup>Brix), e temperaturas de 25 a 45<sup>o</sup>C, demonstraram que os coeficientes de difusividade aumentaram com o aumento da temperatura e concentração do xarope. HENG *et al.* (1990), além das alterações teciduais, observaram uma significativa perda de ácido ascórbico em temperaturas superiores a 60<sup>o</sup>C. FENNEMA (1976), constatou que as maiores perdas de Vitamina C ocorrem devido à oxidação por efeito da temperatura, embora a degradação desse ácido seja dependente de cada processo em particular.

Desidratando osmoticamente kiwis em várias temperaturas, ABUGOCH & GUARDA (1991), verificaram que a 40<sup>o</sup>C a perda de Vitamina C ocorreu apesar da temperatura moderada. VIAL *et al.* (1991), explicou que a perda deve-se, principalmente pela difusão do ácido ascórbico para a solução osmótica (em baixas temperaturas) e degradação química (em temperaturas mais elevadas).

GARRUTI *et al.* (1996) estudando a desidratação osmótica do pedúnculo do caju após estes serem cozidos no agente desidratante, verificaram que o tratamento térmico propiciou a aceleração do escurecimento enzimático e deterioração do sabor, alterando também as características do tecido da fruta e induzindo uma significativa perda de Vitamina C (FARKAS & LAZAR, 1969; HENG *et al.*, 1990; LENART & LEWICKI, 1990a; TORREGGIANI, 1993; LENART & FLINK, 1984b; VIAL *et al.*, 1991).

FARKAS & LAZAR (1969) realizaram estudos sobre os efeitos da temperatura e concentração do xarope sobre as taxas de desidratação osmótica em maçãs. Avaliaram, em termos sensoriais, que o produto com pré-tratamento osmótico (antes do congelamento), apresentou melhores resultados.

### 2.1.2.2. Tamanho do material

PONTING (1973) afirmou que as dimensões e o formato do material a ser desidratado osmoticamente tem pouca importância sobre a cinética do processo.

GIANGIACOMO *et al.*, (1987); LERICI *et al.*, (1985a); LENART & FLINK, (1984a); ISLAM & FLINK, (1982) e HARVEY (apud BILHALVA, 1976) sugerem que o corte do material em pedaços é uma operação vantajosa para o processo de desidratação osmótica, pois aumenta a superfície de contato entre o material e a solução osmótica para o intercâmbio de água e solutos, aumentando-se também a transferência de massa.

GIANGIACOMO *et al.*, (1987) completa que a influência das dimensões dos pedaços do material deve-se basicamente à relação entre o volume e a superfície. Assim, quanto maior for a área de contato entre o material e o meio hipertônico, maior será a taxa de desidratação. No entanto, o ganho de sólidos sofre menor influência deste fator.

LERICI & FLINK, (1984a); LERICI *et al.*, (1985a); e ISLAM & FLINK, (1982) sugeriram que a transferência de massa e o rendimento do processo de desidratação osmótica podem ser aumentados até certo grau pela diminuição do tamanho dos pedaços, a partir do qual, seria desvantajoso pelo aumento da incorporação de sólidos.

BILHALVA, (1976) propôs que fossem perfurados os pedaços de matéria-prima com agulhas de aço inoxidável para aumentar a área de contato entre os meios.

### 2.1.2.3. Agente osmótico

No caso de frutas, os agentes osmóticos geralmente são açúcares, por sua compatibilidade sensorial (PONTING *et al.*, 1966).

Segundo BOLIN *et al.*, (1983) essas soluções de açúcares, depois de utilizadas, podem ser filtradas, reconcentradas e reutilizadas como agente osmótico por até cinco vezes; a partir de então, a reutilização desses xaropes ficaria comprometida devido a alterações significativas em suas propriedades, podendo ocasionar efeitos adversos à fruta desidratada.

Uma forma de aumentar a concentração da solução seria pela adição de mais açúcar. Isso é possível pois ocorrem perdas do volume da solução pela aderência à superfície dos pedaços da fruta (PONTING, 1973).

O tipo de açúcar afeta a cinética de remoção de água, a incorporação de sólidos e o equilíbrio da água interna. O aumento do peso molecular dos solutos propicia uma diminuição dos sólidos incorporados e um aumento da água removida, favorecendo a perda de peso e o processo desidratante (ISLAM & FLINK, 1982; HENG *et al.*, 1990; LERICI *et al.*, 1985a).

BOLIN *et al.*, (1983) avaliaram os efeitos da utilização dos xaropes de sacarose e frutose no processo de desidratação osmótica de maçãs. Os resultados demonstraram que após cinco horas, as frutas desidratadas em xarope de frutose incorporaram 70% mais sólidos do que aquelas desidratadas com xarope de sacarose.

LENART & LEWICKI, (1990) observaram que o uso de agentes osmóticos de menor peso molecular promove uma redução no tempo do processo de desidratação, mas ao mesmo tempo, ocorre uma redução na relação entre perda de umidade e incorporação de sólidos, apontando para uma maior incorporação.

Utilizando xaropes de mesma concentração, mas diferentes agentes osmóticos, BOLIN *et al.*, (1983) verificaram haver uma diferença na redução da atividade de água durante o processo de desidratação osmótica: frutas tratadas com xarope de frutose atingem menor atividade de água do que aquelas tratadas com xarope de sacarose de mesma concentração. Os autores atribuíram o fenômeno à maior taxa de penetração da frutose em relação à sacarose; e à maior doçura do primeiro carboidrato. Concluíram, portanto, que a sacarose é mais adequada ao processo de desidratação osmótica, quando comparada à frutose, devido à possibilidade de reciclagem do xarope por pelo menos cinco vezes, sem prejuízos para a qualidade do produto; menor absorção da sacarose ao longo do processo e melhor resposta sensorial em termos gerais.

ARGAIZ *et al.*, (1994) desidrataram mamão osmoticamente em xarope de milho com diferentes valores de dextrose equivalente (DE). Os autores constataram que um aumento da DE ocasiona ganho de sólidos; diminuição da perda de água e diminuição da perda de peso. O aumento observado na capacidade de redução da atividade de água pode ser explicado apenas pelo aumento da incorporação de sólidos, já que houve uma redução na perda de água (LARANJEIRA, 1997).

Polialcoóis, como o sorbitol e o glicerol, podem ser usados como agentes osmóticos alternativos. MAURO, (1992) utilizando conjuntamente sacarose e glicerol, observou uma maior redução na atividade de água, do que quando apenas um agente fora utilizado. ERBA *et al.* (1994) demonstraram que a presença de sorbitol no xarope promove diminuição da incorporação de sólidos e aumento da perda de peso.

HERNER & ANAGNOSTOPOULOS, (1993) observaram que os bolores e as leveduras se mostraram mais tolerantes ao glicerol do que à sacarose, no que se refere ao crescimento desses microorganismos.

HAWKES & FLINK, (1978) utilizaram cloreto de sódio como agente osmótico na desidratação de frutas. Os autores observaram efeitos sinérgicos entre o sal e a sacarose sobre a cinética do processo. O cloreto de sódio demonstrou muita eficácia sobre a desidratação devido sua alta capacidade de baixar a atividade de água, entretanto, sua aplicação é limitada pelo sabor salgado.

#### **2.1.2.4. Tempo**

Diversos autores demonstraram uma relação direta entre o tempo de tratamento osmótico e a perda de peso do material (MOY *et al.*, 1978; HAWKES & FLINK, 1978; RAHMAN & LAMB, 1990; CONTRERAS & SMYRL, 1991; GARRUTI *et al.*, 1996).

Os intercâmbios entre a amostra e a solução hipertônica ocorrem principalmente nas duas primeiras horas de processo (TORREGGIANI *et al.*, 1987).

Desidratando osmoticamente vagens em solução com 17% de cloreto de sódio, VIDEV *et al.*, (1990) constataram que a taxa de remoção de água e a incorporação de sal foram máximas no início do processo, decrescendo gradualmente com o tempo de contato.

LENART & LEWICKI, (1990) observaram que independentemente da substância osmótica utilizada, as transferências de massa ocorreram nas primeiras 4 a 5 horas.

CONWAY *et al.*, (1983); GIANGIACOMO *et al.*, (1987) e TORREGGIANI, (1983) afirmaram não ser conveniente pretender uma redução de peso de mais de 50% em desidratações osmóticas, devido à diminuição da taxa de osmose com o

tempo. Os mesmos autores ainda reportam que a perda de água ocorre principalmente nas duas primeiras horas, e o ganho máximo de sólidos em cerca de 30 minutos.

#### **2.1.2.5. Agitação**

O processo de desidratação osmótica é mais eficiente quando conduzido sob agitação, porém, deve-se realizar um controle para que não haja danos ao produto, além de se levar em consideração os custos relacionados com equipamentos, energia, entre outros (PONTING *et al.*, 1966; GARRUTI *et al.*, 1996).

A agitação da solução com alta concentração de sólidos favorece a diminuição da viscosidade e da resistência à transferência de massa (HAWKES & FLINK, 1978).

#### **2.1.3. Reutilização da solução osmótica**

Nos últimos 30 anos inúmeras pesquisas com desidratação osmótica foram realizadas, principalmente, buscando avaliar a influência das principais variáveis do processo sob a transferência de massa e qualidade do produto osmo-desidratado (VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998).

A partir dessas pesquisas, é possível definir quais são as condições de desidratação osmótica mais frequentemente utilizadas para o processamento de frutas e vegetais: 60 a 70g de soluto/100g de solução; relação xarope/amostra de 3 a 5:1; agitação; temperatura moderada (30 a 50°C) e tempo de processamento variando de 90 a 240 minutos (TORREGGIANI, 1993; RAOULT-WACK, 1994; VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998).

O uso da desidratação osmótica é interessante devido à economia energética conseguida quando a água é eliminada do produto sem evaporação. No entanto, parte da viabilidade econômica do processo depende da reciclagem da solução osmótica, pois ela é progressivamente diluída após cada utilização, levando à uma diminuição da taxa de transferência de massa (VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998).

A reutilização de soluções concentradas para a desidratação osmótica deve ser compreendida como requisito para garantir a viabilidade econômica do processo (VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998).

A solução usada na desidratação osmótica pode ser reconcentrada para sua concentração inicial e reutilizada no processo por até cinco vezes (BOLIN *et al.*, 1983). As sugestões propostas para a reconcentração são: adição de soluto (PONTING, 1973; BONGIRWAR & SREENIVASAN, 1973; LEVI *et al.*, 1983; GIROUX, 1992); evaporação à pressão atmosférica (JARAYAMAN *et al.*, 1974; LERICI *et al.*, 1977 e 1983; PAVASOVIC *et al.*, 1986; LENART & LEWICKI, 1990; JARAYAMAN, 1988); evaporação sob vácuo (BONGIRWAR & SREENIVASAN, 1977; BOLIN *et al.*, 1983; TOMASICCHIO *et al.*, 1986; DELL ARCIPRETE, 1987; JARAYAMAN, 1988) e evaporação solar (JACKSON & MOHAMED, 1971; GRABOSKI & MUJUMDAR, 1992).

JACKSON & MOHAMED, (1971) propuseram a realização de uma filtração do xarope após cada utilização, com a finalidade de remoção das partículas da fruta que estariam em suspensão.

Poucas pesquisas têm sido realizadas sob a reconcentração e reutilização das soluções osmóticas e avaliação de suas propriedades físicas, químicas e microbiológicas (VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998). Os mesmos autores afirmaram que, até aquele ano, nenhum trabalho havia sido realizado sobre os efeitos da

reciclagem e reutilização dos xaropes provenientes do processo de desidratação osmótica, no que se refere às propriedades físicas e químicas.

BOLIN *et al.*, (1983) observaram uma acidificação, hidrólise parcial e escurecimento da sacarose do xarope (70<sup>o</sup>Brix, 70<sup>o</sup>C), usado para a realização de cinco desidratações osmóticas de maçãs. Essa solução osmótica havia sido reconcentrada sob vácuo a 60<sup>o</sup>C.

TOMASICCHIO *et al.*, (1986) reutilizou por quatro vezes um xarope 60<sup>o</sup>Brix, constituído por 42% de frutose, 52% de dextrose, 3% de maltose e 3% de outros polissacarídeos, (xarope "frudex"), que havia sido reconcentrado sob vácuo após cada ciclo. O autor reportou que a reutilização do xarope levou a uma importante perda de solutos de baixo peso molecular.

DELL ARCIPRETE, (1987) reutilizou uma solução constituída por 35% de dextrose, 45% de maltose e 20% de outros polissacarídeos, (xarope "frudex") Quando a solução atingia 28<sup>o</sup>Brix, parte da água era evaporada sob vácuo até 60<sup>o</sup>Brix, e reutilizada em cinco desidratações.

GIROUX, (1992) reutilizou por 9 vezes, um xarope de sacarose 60<sup>o</sup>Brix, realizando a reconcentração por adição de açúcar. O autor observou um aumento da condutibilidade elétrica do xarope, bem como, um decréscimo do pH e manutenção da densidade ao longo das reutilizações.

VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, (1998) conduziram um estudo para determinar as modificações que a solução de açúcar sofre quando é usada por vinte vezes, durante a desidratação osmótica de maçãs em cubos. Antes de iniciar cada desidratação, a concentração do xarope foi ajustada para o seu valor inicial pela adição de sacarose. Devido à essa adição, um acréscimo de 3,4% na massa do xarope foi observada após cada processo de desidratação osmótica. Os autores ainda verificaram que o pH do xarope estabilizou-se após três utilizações,

enquanto que sua acidez, açúcares redutores e condutibilidade elétrica estabilizaram-se após seis ciclos, a valores similares aqueles das maçãs osmo-desidratadas. Nenhuma hidrólise ácida ou enzimática na solução de sacarose foi constatada. A análise microbiológica mostrou altos níveis de leveduras e bolores após a décima quinta utilização. Progressivos aumentos da turbidez e sólidos insolúveis foram observados no xarope, durante o curso das suas utilizações.

Para garantir o desenvolvimento da desidratação osmótica em escala industrial, os aspectos microbiológicos devem ser considerados (TORREGGIANI, 1993).

Sob esse foco, MOREYRA (1971) conduziu uma avaliação microbiológica do xarope durante a osmo-desidratação de maçãs. O autor concluiu que valores altos de pressão osmótica não favorecem o crescimento microbiológico.

Em outro estudo, realizado por ARGALIZ *et al.*, (1994), foi demonstrado que o xarope empregado na desidratação osmótica de abacaxi, mamão e pêsego pode ser utilizado por 4 a 7 vezes, dependendo mais de sua qualidade microbiológica, do que do processo em si.

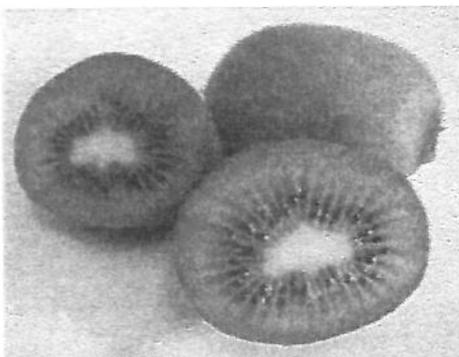
O xarope não reutilizado pode ser considerado como lixo industrial e aumenta consideravelmente o custo da osmo-desidratação de produtos. A reutilização das soluções hipertônicas provenientes de osmo-desidratações é muito importante para tornar o processo economicamente e ecologicamente corretos, pois seu descarte implicaria no despejo de lixo orgânico na natureza. No entanto, a possibilidade da reutilização das soluções osmóticas não tem sido intimamente estudadas. Poucas pesquisas até o momento, foram realizadas com o objetivo de avaliar as propriedades dos xaropes durante a desidratação osmótica (VALDEZ-FRAGOSO *et al.*, 1998).

## 2.2. O kiwi como matéria-prima

O kiwi (*Actinidia deliciosa*) é uma fruta exótica originária das regiões montanhosas da China. No início do século passado, foi domesticada na Nova Zelândia, onde mais tarde recebeu melhoramentos genéticos, sendo esse país também o responsável pela sua propagação mundial. Seu nome de origem foi Groselha Chinesa (Chinese Gooseberry), mas seu nome usual é Yong-Tao, ostentando também o apelido de “fruta da saúde”. O nome Kiwi surgiu em decorrência da semelhança de seus frutos com um pássaro tradicional da Nova Zelândia, também chamado de Kiwi (BORSATTO, 1991).

A Itália e Nova Zelândia preponderantemente, seguidos da França e Chile, são os principais países produtores atualmente. Basicamente, o interesse do Brasil pela cultura deve-se aos preços alcançados pela fruta; ao potencial produtivo; ao baixo custo de produção e à pequena exigência em tratamentos fitosanitários (SCHUCK, 1995).

No Brasil, essa espécie foi introduzida pelo psicanalista Leon Boaventura, em 1970, no município de Campos do Jordão, interior paulista. Posteriormente, expandiu-se para a Região Sul, onde na Serra Gaúcha encontrou excelentes condições para seu desenvolvimento (SANTOS, 1989). A cultura vem expandindo-se também nos estados de Santa Catarina, Paraná e São Paulo.



**Figura 1 - Kiwi**

O fruto desta cultivar, densamente coberto por pêlos finos e sedosos, apresenta cor marrom-clara externamente, peso médio de 120g e internamente é bastante verde (SALE, 1985).

O Kiwi geralmente é consumido na forma fresca, sendo seu aproveitamento industrial ainda relativamente limitado. Por outro lado, conforme WILSON & BURNS (1983), o percentual dos frutos que não atendem aos padrões exigidos pelo mercado interno e de exportação, ambos para o consumo "in natura", é de 20% aproximadamente. Apesar da maioria das pesquisas realizadas até o momento terem sido direcionadas ao armazenamento frigorífico, tanto em atmosfera convencional, como em atmosfera controlada e modificada, alguns estudos têm focado a sua possível utilização pela indústria.

Lodge & Robertson (1990), citados por STEELE & JOHNSON (1995) afirmaram que produtos processados de Kiwi que tenham retido os atributos sensoriais desejáveis da fruta fresca são difíceis de obter. Enfatizam também, que os consumidores tem dificuldade em relacionar a aparência do produto; como, por exemplo, no suco de Kiwi (que possui cor verde oliva, ao invés do verde brilhante da fruta fresca). A cor atrativa da polpa fresca de Kiwi é devida aos pigmentos de clorofila, que por sua vez, pela acidez natural da fruta, podem ser facilmente degradados durante o processamento, resultando em coloração oliva-marrom.

ROBERTSON & SWINBURNE (1981), mencionaram que 90% da clorofila é degradada durante o processo de enlatamento.

O conteúdo de ácido ascórbico é um importante parâmetro de qualidade para consumidores de Kiwi. Este componente (em concentração média de 140mg/100g de polpa), não é importante somente pelo aspecto nutritivo mas também por evitar outras reações indesejáveis que prejudicariam o aroma, a cor e a textura do produto (VIAL *et al.*, 1991).

A utilização da desidratação osmótica pode constituir-se numa alternativa viável à obtenção de produtos de Kiwi bastante estáveis e aceitáveis, no que concerne à manutenção das propriedades organolépticas e valor nutritivo.

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

O presente trabalho foi realizado no Laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas. Também foi utilizado o Laboratório de Microbiologia pertencente ao mesmo departamento.

#### **3.1. Matéria-prima**

Frutos de kiwi (*Actinidia deliciosa*), variedade Hayward, foram adquiridos junto ao comércio local de Campinas (CEASA). Os frutos têm procedência chilena, e a safra utilizada foi a de 2001.

Os kiwis foram conservados sob refrigeração (4<sup>o</sup>C), até o momento de sua utilização. Previamente ao início do trabalho, os frutos foram selecionados pelo aspecto da casca e textura. Aqueles inadequados foram descartados.

#### **3.2. Desidratação osmótica**

Os Kiwis, anteriormente selecionados, foram lavados em água corrente, descascados manualmente e cortados em fatias homogêneas com 10mm ( $\pm 1$ mm) de espessura. As pontas dos frutos fatiados foram desprezadas.

A desidratação osmótica foi realizada em um agitador automático com temperatura controlada de marca Marconi, modelo M.A 830. Este possui capacidade para acondicionar 6 erlenmeyers de 2000 mL; oscila com movimentos horizontais de 1cm de amplitude e pode manter a temperatura em 40<sup>o</sup>C, variando apenas em  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ ; (embora consiga atingir temperaturas mais baixas ou elevadas com a mesma exatidão). A agitação empregada foi 75rpm.

A solução osmótica (xarope), foi preparada com sacarose comercial (açúcar marca União), com a concentração inicial de 65g/100g de xarope (65<sup>o</sup>Brix). Uma relação fruto/xarope de 1:4 (p/p) foi utilizada.

Seis desidratações consecutivas, de 4 horas cada, foram realizadas, utilizando o mesmo xarope que foi reconcentrado antes de cada reutilização. A reconcentração foi realizada com um prévio aquecimento do xarope até a ebulição, e manutenção da temperatura por 1 minuto; seguida da adição de sacarose e água (este último componente, com objetivo de aumentar o volume do xarope), de tal forma que a concentração do xarope retomasse a 65<sup>o</sup>Brix.

A Figura 2 apresenta o fluxograma das desidratações osmóticas consecutivas. Após cada desidratação, os frutos foram retirados do xarope e drenados com auxílio de uma peneira. A seguir, foram enxaguados com água destilada (por cerca de 30 segundos) e enxugados em papel absorvente até a remoção do excesso de água.

O xarope diluído proveniente de cada desidratação foi reservado para os seguintes propósitos:

- AMOSTRA 1- análises físicas e químicas.
- AMOSTRA 2- análise microbiológica.

O xarope restante, (após a retirada das amostras), retornou para o processamento seguinte após passar pela operação de reconcentração. Entre cada desidratação, o xarope permaneceu armazenado em recipiente plástico de polipropileno que encontrava-se envolvido por papel alumínio; e mantido sob temperatura controlada, conseguida em congelador horizontal a -24,0<sup>o</sup>C.

As amostras de xarope retiradas para suas respectivas análises, permaneceram acondicionadas em frascos de vidro âmbar e em congelador

horizontal. As análises foram realizadas após um período de estocagem de, no máximo, 48 horas, com o objetivo de diminuir a influência deste período nos resultados obtidos.

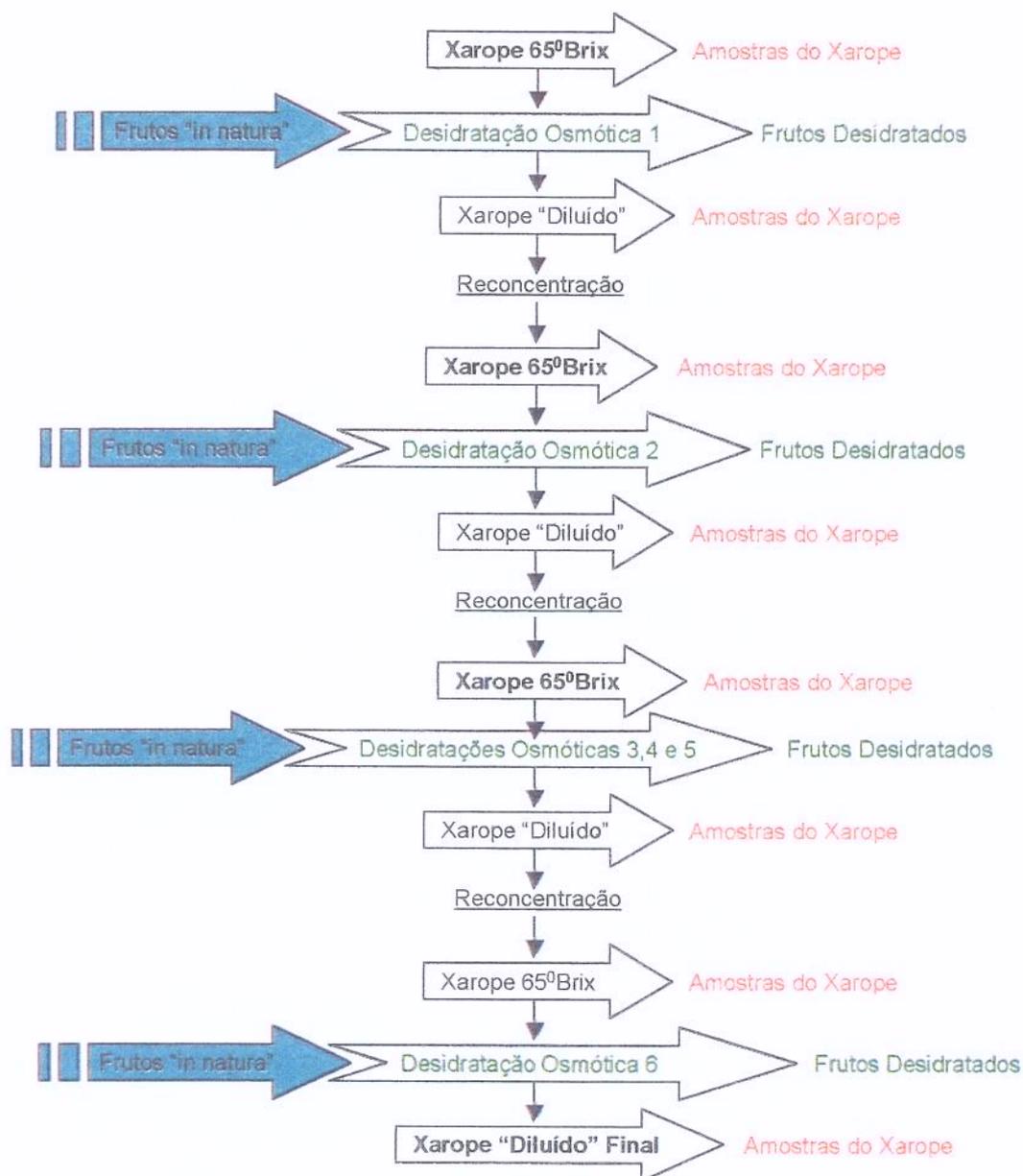


Figura 2 - Fluxograma das desidratações consecutivas.

### **3.3. Análises**

#### **3.3.1. Caracterização física e química do xarope e do fruto**

O xarope amostrado após cada desidratação; o xarope inicial, e os fruto “*in natura*” e desidratados; foram caracterizados através de uma série de análises físicas e químicas descritas a seguir.

##### **3.3.1.1. Sólidos solúveis em Brix**

A percentagem de sólidos solúveis no xarope foi determinada pela leitura direta em Refratômetro de bancada marca Carl Zeiss Jena, segundo ITAL, (1998).

##### **3.3.1.2. pH**

Realizado pela leitura direta em pHmetro Micronal modelo B374, segundo INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (1976).

##### **3.3.1.3. Atividade de água no fruto**

Realizado pela leitura direta no Decagon CX-2 Aqua Lab, segundo INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (1976).

##### **3.3.1.4. Acidez titulável**

Realizada pela titulação da amostra com solução padronizada de hidróxido de sódio, empregando fenolftaleína como indicador do ponto final da titulação (A.O.A.C., 1995). A expressão do resultado baseia-se na percentagem de ácido cítrico, calculada de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ Acidez} = V_t \cdot N \cdot 64 \cdot 100 / V_a \cdot M \cdot 1000$$

Onde:

Vt é o volume gasto na titulação da amostra (mL).

N é a normalidade do álcali (g/L).

Va é o volume da alíquota (mL).

M é a massa da amostra (g).

### **3.3.1.5. Ácido ascórbico**

O método baseia-se na redução do 2,6-diclorofenol indofenol sódico (DCFI) pelo ácido ascórbico. Em meio básico ou neutro, o DCFI é azul, e em meio ácido é rosa; e em sua forma reduzida é incolor. O ponto final da titulação é detectado pela viragem da solução de incolor para rosa, quando a primeira gota da solução do DCFI é introduzida no sistema, com todo o ácido ascórbico já consumido (A.O.A.C., 1994).

A quantidade de ácido ascórbico presente nas amostras foi determinada pela equação abaixo:

$$A_{asc} = 5 \cdot A \cdot 100 / P \cdot \text{mL amostra}$$

Onde:

A<sub>asc</sub> é o teor de ácido ascórbico (mg/100g).

5 é mg de ácido ascórbico padrão titulado.

A é o volume da solução de DCFI utilizada para titular a amostra.

P é o volume de DCFI utilizado para titular o padrão.

### **3.3.1.6. Sólidos totais e umidade**

Fundamenta-se na evaporação da água presente no xarope e posterior pesagem do resíduo não volatilizado (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1976).

A incorporação de sólidos no fruto é calculada segundo a fórmula:

$$IS (\%) = 100 \cdot (ST_f - ST_i m_f) / ST_i m_i$$

Onde:

IS (%) é a incorporação de sólidos, com base na massa inicial da amostra.

$ST_f$  é o teor de sólidos totais da amostra (%).

$ST_i$  é o teor inicial de sólidos totais da amostra (%).

$m_i$  é a massa inicial da amostra (g).

$m_f$  é a massa final da amostra (g).

A perda de umidade no fruto é dada pela equação:

$$PU (\%) = 100 \cdot (U_i m_i - U_f m_f) / U_i m_i$$

Onde:

PU (%) é a perda de umidade, com base na massa inicial da amostra.

$U_i$  é a umidade inicial da amostra (%).

$U_f$  é a umidade final da amostra (%).

$m_i$  é a massa inicial da amostra (g).

$m_f$  é a massa final da amostra (g).

### **3.3.1.7. Perda de peso no fruto**

Determinada em balança semi-analítica, e calculada segundo a equação:

$$PP (\%) = 100 \cdot (1 - [m_f / m_i])$$

Onde:

PP (%) é a perda de peso da amostra.

$m_f$  é a massa final da amostra (g).

$m_i$  é a massa inicial da amostra (g).

### **3.3.1.8. Açúcares**

Os teores de açúcares totais, redutores e não redutores foram determinados nos frutos “in natura” e desidratados. No xarope, foi realizada a determinação de açúcares redutores.

A determinação de açúcares redutores e totais foi realizada de acordo com o método de Lane e Eynon, descrito pela A.O.A.C. (1995). O método consiste na redução do cobre presente na solução de Fehling através de açúcares invertidos. O teor de açúcar presente na amostra foi estimado determinando-se o volume de solução de açúcar necessário para reduzir completamente a solução de Fehling.

### **3.3.1.9. Avaliação da cor**

Kiwis “in natura” e desidratados osmoticamente foram caracterizados com relação a cor, com vistas a determinar alterações desta. O xarope amostrado após cada desidratação e reconcentração foi também analisado.

A cor é uma propriedade da aparência atribuída à distribuição espectral da luz. Trata-se de uma característica da luz medida através da sua intensidade (energia radiante) e comprimento de onda. A cor pode variar de acordo com a intensidade da luz e seu comprimento de onda (CHAVES, 1980).

A Comissão Internationale d'Eclairage (CIE), em 1931, estabeleceu uma nomenclatura e um espaço de cor, usando algumas formas de notação baseado

nos valores XYZ. A nomenclatura e o espaço formam um método para expressar a cor de um objeto ou de uma fonte de luz.

A cor foi determinada em espectrofotômetro Hunter Lab, empregando o sistema de leitura CIELAB, com calibração RSIN, iluminante D<sub>65</sub> e um ângulo de detecção de 10°.

A leitura da cor das fatias de kiwi (*in natura* e desidratadas) foi realizada em triplicata. A partir dos parâmetros L\*, a\* e b\*, a diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) e a diferença de croma ( $\Delta C^*$ ), foram calculadas a partir das equações abaixo:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Onde:

$\Delta E^*$  é a diferença total de cor.

$$\Delta L^* = L^* - L_0^*$$

$$\Delta a^* = a^* - a_0^*$$

$$\Delta b^* = b^* - b_0^*$$

L<sub>0</sub> e b<sub>0</sub> são os valores encontrados na amostra *in natura*.

$$\Delta C^* = [(\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

Onde:

$\Delta C^*$  é a diferença de croma.

### 3.3.1.10. Avaliação da turbidez no xarope

A turbidez foi determinada em espectrofotômetro no Hunter Lab, segundo A.O.A.C., (1995).

### 3.3.2. Avaliação microbiológica

Os frutos “*in natura*” e desidratados, bem como, o xarope amostrado após cada desidratação e reconcentração, foram avaliados microbiologicamente. O método empregado foi o da contagem total de microorganismos aeróbios mesófilos/psicrófilos e de bolores e leveduras em placas.

O método de contagem de microorganismos em placas é um método geral, que pode ser utilizado para a contagem de grandes grupos microbianos, como, por exemplo, os aeróbios mesófilos, os aeróbios psicrófilos, os bolores e leveduras (JUNQUEIRA *et al.*, 1992).

A versatilidade do método é decorrente de seu princípio, que se baseia na premissa de que cada célula microbiana presente em uma amostra irá formar, quando fixada em um meio de cultura sólido adequado, uma colônia visível e isolada. A contagem relaciona o número de colônias e o número de “unidades formadoras de colônias” (UFC), que pode ser tanto células individuais como agrupamentos característicos de certos microorganismos (JUNQUEIRA *et al.*, 1992).

A análise microbiológica foi realizada nos Kiwis “*in natura*” e desidratados osmoticamente, bem como nos xaropes inicial; provenientes da desidratação reconcentrados.



## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Frutos

#### 4.1.1. Caracterização física e química do kiwi “in natura”

Tabela 1 – Características físicas e químicas do kiwi “in natura”.

Umidade	84,42g/100g
Sólidos totais	15,58g/100g
Atividade de água	0,984
PH	3,21
Acidez titulável	1,26g/100g (ácido cítrico)
Ácido ascórbico	62,76mg/100g
Açúcares totais	91,98g/100g
Açúcares redutores	8,925g/100g
Açúcares não-redutores	0,273g/100g

A caracterização física e química da matéria-prima possibilitou a obtenção dos valores de referência para a comparação com aqueles obtidos após as desidratações osmóticas. Para tanto, os valores acima apresentados foram também apresentados abaixo das respectivas tabelas, ao longo dos resultados obtidos.

Destaca-se, dentre as análises realizadas, o valor da concentração média de ácido ascórbico do kiwi “in natura”. O valor obtido foi consideravelmente inferior ao reportado por VIAL *et al.*, (1991), de 140mg/100g, para a mesma variedade.

Todos os demais valores obtidos foram próximos aos reportados por CASTALDO *et al.*, (1992).

#### 4.1.2. Perda de massa

Tabela 2 - Perda de massa (%) das fatias de kiwi osmo-desidratadas.

Desidratação	Perda de massa* (%)
1	36,66
2	35,26
3	34,58
4	36,00
5	37,66
6	38,02

\* Em relação às respectivas massas das fatias "in natura".

A partir dos valores apresentados na Tabela 2, verifica-se que o valor da perda de massa percentual médio nas seis desidratações foi de 36,36%.

Os valores, máximo e mínimo, da perda percentual de massa foram inferiores à  $\pm 5\%$  em relação ao valor médio obtido.

A perda de massa deve ser entendida como resultante da diferença entre a perda de água e de algumas outras substâncias (como minerais e açúcares, hidrossolúveis) e o ganho de sólidos, (sacarose do xarope).

### 4.1.3. Umidade final e perda de umidade

Tabela 3 - Umidade final e perda de umidade nos frutos osmo-desidratados.

Desidratação	Umidade final (g/100g)	Perda de umidade* (%)
1	69,73	17,40
2	68,15	19,27
3	71,93	14,79
4	68,80	18,50
5	68,37	19,01
6	69,69	17,44

\* Em relação ao valor de umidade do fruto "in natura" (84,42g/100g).

A partir dos valores apresentados na Tabela 3, verifica-se que o valor percentual médio de perda de umidade nas seis desidratações foi de 17,43%.

A umidade final média das fatias osmo-desidratadas foi de 69,44g/100g ( $\pm 1,38$ ).

Os valores, máximo e mínimo, de umidade final foram inferiores à  $\pm 5\%$ , em relação à média obtida.

Apesar de ter havido redução da umidade, os valores finais não são suficientes para garantir a estabilidade microbológica e enzimática. Por esse motivo, AGUILERA & CHIRIFE, (1994) justificaram a utilização da desidratação osmótica como um pré-processamento anterior à outros que, somados, irão garantir estabilidade ao produto.

#### 4.1.4. Sólidos totais e incorporação de sólidos

Tabela 4 - Sólidos totais final e aumento dos valores destes nos frutos osmo-desidratados.

Desidratação	Sólidos totais final (g/100g)	Aumento dos valores de sólidos totais* (%)
1	30,27	94,28
2	31,85	104,42
3	28,07	80,16
4	31,20	100,25
5	31,63	103,01
6	30,30	94,48

\* Em relação ao valor de sólidos totais do fruto "in natura" (15,58g/100g).

A partir dos valores apresentados na Tabela 4, verifica-se que o percentual médio de sólidos foi de 96,10%.

O teor médio de sólidos totais final das fatias osmo-desidratadas foi de 30,55g/100g ( $\pm 1,38$ ).

Os valores, máximo e mínimo, obtidos para os sólidos totais final, foram inferiores à  $\pm 5\%$  em relação à média obtida, em todas as desidratações, exceto na terceira, onde o valor foi menor que  $-5\%$  da média, o que demonstrou falta de repetibilidade, segundo a faixa aceita.

#### 4.1.5. Sólidos solúveis

Tabela 5 - Sólidos solúveis nos frutos osmo-desidratados.

Desidratação	Sólidos solúveis ( <sup>0</sup> Brix)	Varição* (%)
1	27,00	+116,00
2	24,50	+96,00
3	27,00	+116,00
4	27,00	+116,00
5	26,50	+112,00
6	27,00	+116,00

\* Em relação ao valor de sólidos solúveis do fruto "in natura" (12,50<sup>0</sup>Brix).

A partir da Tabela 5, verifica-se que houve um aumento no valor final de sólidos solúveis. O aumento médio foi de 112%, ou seja, o Brix final médio das fatias osmo-desidratadas ficou em 26,50<sup>0</sup>Brix ( $\pm 1,00$ ).

A incorporação de sacarose proveniente do xarope contribuiu com o aumento do teor de sólidos totais nos frutos desidratados. No entanto, verificou-se, pela revisão realizada, que diversos autores apontaram a perda de água no fruto como sendo o principal fator responsável pelo aumento da concentração dos sólidos no processo de desidratação osmótica.

#### 4.1.6. Atividade de água

Tabela 6 - Atividade de água final nos frutos osmo-desidratados.

Desidratação	Atividade de água final	Varição* (%)
1	0,970	-1,42
2	0,971	-1,32
3	0,973	-1,12
4	0,970	-1,42
5	0,970	-1,42
6	0,972	-1,22

\* Em relação ao valor da atividade de água do fruto "in natura" (0,984).

A partir dos valores apresentados na Tabela 6, verifica-se uma variação "significativa" da atividade de água, apenas entre a fatia "in natura" e todas as osmo-desidratadas. Significativa não numericamente, mas microbiologicamente, já que a microbiota contaminante fica levemente mais restrita com a diminuição da atividade de água, embora os valores finais não garantam a estabilidade por si só.

A redução da atividade de água não representa um aumento na estabilidade microbiológica dos kiwis osmo-desidratados, já que os valores ainda são elevados.

A atividade de água final média foi de 0,971 ( $\pm$  0,001), e a variação percentual média  $-1,32\%$ .

Quando utilizada em combinação com outros métodos, a desidratação osmótica pode fornecer produtos que, apesar da alta atividade de água, podem ser estáveis à temperatura ambiente e possuem grande similaridade sensorial aos produtos "in natura" (AGUILERA & CHIRIFE, 1994; CHANES *et al.*, 1994; LOPEZ-MALO *et al.*, 1994).

#### 4.1.7. pH

Tabela 7 - pH frutos osmo-desidratados.

Desidratação	pH final	Varição* (%)
1	3,33	+3,73
2	3,31	+3,11
3	3,32	+3,42
4	3,28	+2,18
5	3,35	+4,36
6	3,35	+4,36

\* Em relação ao valor do pH dos frutos "in natura" (3,21).

A partir dos valores apresentados na Tabela 7, verifica-se um aumento do valor do pH nos frutos osmo-desidratados, em relação às fatias "in natura". O valor médio do pH final foi de 3,32 ( $\pm 0,03$ ), o que representa um aumento percentual médio de 3,43% em relação ao valor de pH das fatias "in natura".

Todos os valores de pH final são inferiores ao mínimo requerido para o crescimento de bactérias patogênicas, entretanto, tais valores, por si só, não são suficientes para inibir o crescimento de bolores e leveduras.

O aumento do valor do pH das fatias de kiwi osmo-desidratadas pode estar relacionado com a perda de ácidos orgânicos na desidratação osmótica.

#### 4.1.8. Acidez titulável

Tabela 8 - Acidez titulável nos frutos osmo-desidratados.

Desidratação	Acidez titulável final (g ácido cítrico/100g)	Varição* (%)
1	0,97	-23,01
2	0,93	-23,80
3	1,04	-16,67
4	1,03	-18,25
5	0,95	-24,60
6	0,96	-23,80

\* Em relação ao valor da acidez titulável dos frutos "in natura" (1,26g de ácido cítrico/100g).

A partir dos valores apresentados na Tabela 8, verifica-se uma diminuição da acidez nos frutos osmo-desidratados em relação às fatias "in natura". O valor médio para a acidez titulável final foi de 0,98g de ácido cítrico/100g ( $\pm 0,04$ ), o que representa uma diminuição de 22,22% em relação ao valor do fruto "in natura".

A perda de ácidos orgânicos, provavelmente, influenciou na diminuição do valor da acidez titulável, causando diminuição da acidez nos frutos osmo-desidratados.

#### 4.1.9. Ácido ascórbico

Tabela 9 - Ácido ascórbico nos frutos osmo-desidratados.

Desidratação	Ácido ascórbico (mg/100g)	Base seca (mg/100g)	Varição* (%)
1	43,73	144,46	-30,32
2	44,17	138,68	-29,62
3	39,44	140,50	-37,15
4	41,71	133,68	-33,54
5	45,09	142,55	-28,15
6	43,64	143,97	-30,46

\* Em relação ao teor de ácido ascórbico do fruto "in natura" (62,76mg/100g; 402,82mg/100g em base seca).

A partir dos valores apresentados na Tabela 9, verifica-se que houve redução do teor de ácido ascórbico em relação à concentração do fruto "in natura". A concentração média de ácido ascórbico nos frutos osmo-desidratados foi de 42,96mg/100g ( $\pm 2,05$ ), o que representa uma perda percentual média de 31,54%, em relação ao teor do fruto "in natura".

VIAL *et al.* (1989) afirmaram que a perda de ácido ascórbico deve-se à dois fenômenos: uma difusão do ácido da fruta para a solução (em baixas temperaturas), e deterioração química da vitamina, que ocorre preferencialmente quando temperaturas mais elevadas são utilizadas na desidratação osmótica.

Em geral, a degradação do ácido ascórbico é muito variável e dependente de cada sistema em particular. Como o ácido ascórbico é altamente solúvel em água, a primeira via de perda desta vitamina em uma desidratação osmótica realizada a 40°C, possivelmente, seja a lixiviação para o xarope (ABUGOCH & GUARDA, 1991).

#### 4.1.10. Açúcares

O teor de açúcares totais do fruto "in natura" foi de 9,198g/100g. Os açúcares redutores estiveram presentes na concentração de 8,925g/100g, enquanto que o teor de açúcares não redutores foi de 0,273g/100g. A Tabela 10 apresenta as concentrações dos açúcares nos frutos osmo-desidratados.

Tabela 10 - Açúcares totais, redutores e não redutores nos frutos osmo-desidratados.

Desidratação	Açúcares não redutores (g/100g)	Açúcares redutores (g/100g)	Açúcares totais (g/100g)
1	2,52	12,74	15,26
2	2,47	12,94	15,41
3	2,37	12,12	14,49
4	2,46	12,28	14,74
5	2,49	13,01	15,50
6	2,47	12,96	15,43

O teor de açúcares redutores (frutose e glicose principalmente segundo CASTALDO, D. *et al.*, 1992), como esperado, foi superior ao de açúcares não redutores (sacarose). A concentração média dos açúcares totais após as seis desidratações foi de 15,14g/100g ( $\pm 0,42$ ), o que representou um aumento de 64,60% no teor de açúcares totais, em relação ao fruto "in natura".

A concentração média dos açúcares não redutores nos frutos desidratados foi de 2,46g/100gm ( $\pm 0,05$ ). Esse valor é aproximadamente 9 vezes maior do que o teor nos frutos "in natura", demonstrando grande incorporação de sacarose durante o decorrer das 4 horas de desidratação osmótica.

A concentração média dos açúcares redutores dos frutos desidratados foi de 12,67g/100g ( $\pm 0,38$ ), indicando um acréscimo de 41,96%, em relação ao valor nos frutos "in natura".

Em relação à concentração de açúcares totais, os açúcares não redutores, que nos frutos representavam 2,96% do total, após a desidratação tiveram uma elevação para 16,24% do total dos açúcares. Esse comportamento observado, indicou, mais uma vez, a ocorrência de incorporação da sacarose no fruto.

Com relação aos açúcares redutores, houve um aumento da concentração destes no fruto desidratado. No entanto, tais açúcares, que representavam 97,03% do total nos frutos "in natura", ao final da última desidratação, tiveram a proporção reduzida para 83,75%. Em parte pela incorporação da sacarose, que elevou em muito o total de açúcares, mas também, devido à migração dos redutores (glicose e principalmente a frutose), para o xarope, como será visto nos resultados mais adiante.

Em valores absolutos, então, verificou-se um aumento do teor de açúcares redutores no fruto. Percentualmente, o valor aumentou 41,96% em relação à concentração nos frutos "in natura". Tal aumento dos redutores certamente foi causado pela hidrólise ácida da sacarose em função do abaixamento do pH da solução e temperatura elevada durante as etapas intermediárias.

#### 4.1.11. Avaliação da cor

Tabela 11 – Valores dos parâmetros de cor L\*, a\* e b\*. Calibração RSIN; D65/10°; Sistema CIELAB.

Desidratação	L*	a*	b*
"in natura"	54,98	-2,76	20,15
1	42,07	-2,60	16,56
2	38,88	-2,18	17,48
3	41,47	-1,45	14,98
4	40,00	-1,45	19,45
5	41,19	-2,55	18,93
6	42,60	-1,85	19,03

A interpretação dos valores obtidos para os parâmetros de cor (a\*, b\* e L\*), foi realizada através do cálculo dos valores da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) e diferença de croma ( $\Delta C^*$ ), que estarão expressos na Tabela 11.

Tabela 12 - Diferença total de cor e diferença de croma nos frutos osmo-desidratados. Calibração RSIN; D65/10° sistema CIELAB.

Desidratação	$\Delta E^*$	$\Delta C^*$
1	13,40	3,59
2	15,12	1,97
3	14,46	5,17
4	15,03	1,25
5	13,83	1,12
6	12,40	0,75

Variações na coloração do fruto de kiwi são ocasionadas essencialmente pelas mudanças na concentração da clorofila "a" e "b". Esses pigmentos azul-esverdeado e verde, respectivamente, são insolúveis em água e estão localizados nos cloroplastos, não difundindo para o meio osmótico durante o processo osmo-desidratante (VIAL *et al.*, 1991).

Em solução osmótica a 40°C, a observação apenas visual das fatias osmo-desidratadas de kiwi não revela qualquer diferença significativa de coloração. Um aspecto “brilhante” aparece na superfície do kiwi, provavelmente devido ao acúmulo de sacarose. Esse fato foi também observado por VIAL *et al.*, (1991).

No entanto, ao analisar as fatias no espectrofotômetro, verifica-se, após os devidos cálculos, que a diferença de cor é evidente, não só entre os frutos “in natura” e os osmo-desidratados, mas também entre esses últimos apenas, já que os valores de  $\Delta E^*$  apresentaram variação de até 19,37% entre si.

É possível dizer, pela leitura dos valores acima, que o principal parâmetro de cor responsável pela variação total dessa é o  $L^*$ , que representa a “luminosidade”. Quando analisa-se a diferença de croma (que não leva em consideração tal parâmetro), verifica-se que os valores caem significativamente.

A grande influência do parâmetro  $L^*$  pode estar refletindo o que foi observado visualmente por VIAL *et al.*, (1991), ao sugerir um brilho ou “lustro” na superfície dos kiwis osmo-desidratados, possivelmente pelo acúmulo da sacarose proveniente do xarope.

#### 4.1.12. Avaliação microbiológica

A Tabela 13 apresenta os valores das contagens microbiológicas realizadas nos frutos, “in natura” e osmo-desidratados.

Tabela 13 – Contagem total e de bolores e leveduras nos frutos “in natura” e osmo-desidratados”.

Desidratação	Contagem total (UFC/g)	Fungos e leveduras (UFC/g)
<i>“in natura”</i>	$< 1/10^{-1}$ (est)	$54,0 \times 10^1$
1	$< 1/10^{-1}$ (est)	$1,0 \times 10^1$ (est)
2	$1,0 \times 10^1$ (est)	$1,0 \times 10^1$ (est)
3	$< 1/10^{-1}$ (est)	$2,5 \times 10^1$ (est)
4	$< 1/10^{-1}$ (est)	$1,5 \times 10^1$ (est)
5	$< 1/10^{-1}$ (est)	$< 1/10^{-1}$ (est)
6	$1,0 \times 10^1$ (est)	$< 1/10^{-1}$ (est)

(est) – Estimativa.

A legislação Brasileira não apresenta especificações quanto ao tipo de microorganismos e seus limites permitidos em frutas osmo-desidratadas. No entanto, regulamentações para frutas secas, glaciadas, desidratadas, liofilizadas e cristalizadas existem, e podem ser utilizadas como parâmetro, já que o fruto osmo-desidratado é um produto intermediário entre a fruta fresca e todos os demais citados (QUERIDO, 2000).

Tabela 14 - Contagem máxima permitida de microorganismos.

Tipo de fruta	Contagem total (UFC/g)	Fungos e leveduras (UFC/g)
Frescas	*	*
Secas/desidratadas/lioilizadas	*	$2,0 \times 10^2$
Cristalizadas/glacçadas	*	$2,0 \times 10^2$

\* Não há especificações.

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA.

Verificando os resultados obtidos na contagem total e de fungos e leveduras nas amostras de frutos "in natura" e osmo-desidratados, e comparando-os com os valores da tabela de limites máximos, verifica-se que não houve superação desses valores, portanto, os frutos apresentaram-se aceitáveis para o consumo.

Por outro lado, analisando os dados de forma a buscar qualquer influência do reaproveitamento do xarope na população microbiana pesquisada, não foi possível afirmar se houve uma influência, pois os valores permaneceram baixos e estatisticamente insignificantes, após cada uma das seis desidratações.

## 4.2. Xarope

### 4.2.1. Sólidos solúveis

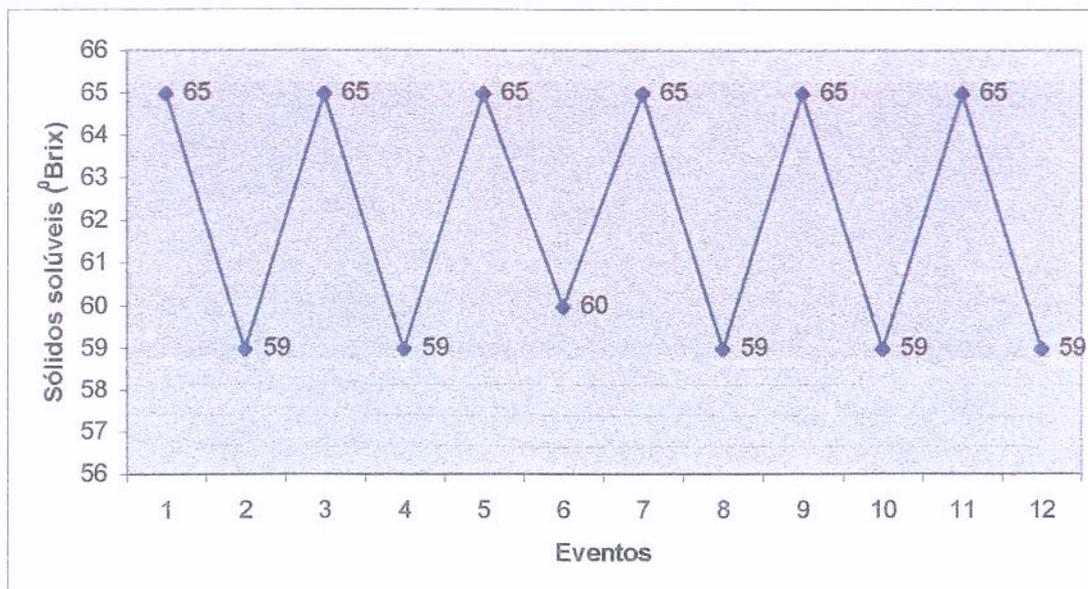


Gráfico 1 - Variação dos sólidos solúveis no xarope.

1 – Xarope não utilizado.

2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.

3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.

Verifica-se, através do Gráfico 1, que em quase todos os eventos de desidratação osmótica, houve queda similar do valor dos sólidos solúveis no xarope, de 65<sup>o</sup>Brix para 59<sup>o</sup>Brix.

A queda do valor do <sup>o</sup>Brix do xarope é resultado da diferença entre a água vinda do fruto em desidratação, juntamente com os sólidos solúveis, e da perda de sacarose do xarope para o fruto.

Após cada desidratação, procedeu-se a reconcentração e o acerto do <sup>o</sup>Brix pela evaporação de parte da água e adição de sacarose comercial.

#### 4.2.2. Sólidos totais

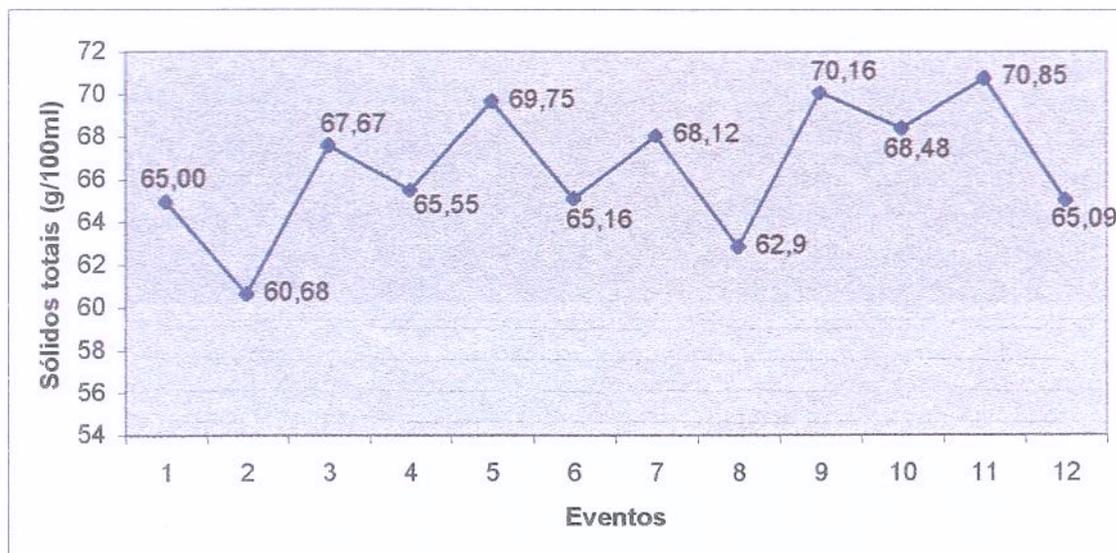


Gráfico 2 - Variação do teor de sólidos totais do xarope.

1 – Xarope não utilizado.

2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.

3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.

Verifica-se, a partir do Gráfico 2, que houve, de modo geral, um aumento no teor de sólidos totais durante a reutilização da solução osmótica. O valor final de sólidos totais no xarope após seis reutilizações foi de 65,09g/100ml, o que representa um aumento de 7,26% em relação ao teor inicial (60,68g/100ml, após a primeira desidratação).

Esse aumento nos sólidos totais do xarope deve-se à perda de componentes anteriormente constituintes do fruto, como minerais e fibras, que foram “arrastadas” para a solução ao longo da desidratação osmótica.

VALDEZ-FRAGOSO *et al.* (1998) verificaram um acúmulo de pequenos fragmentos do produto no xarope. Observaram, ainda, que essas “impurezas”

poderiam eventualmente, afetar a qualidade final do produto e promover o crescimento microbiano.

Analisando separadamente os eventos apresentados no gráfico, verificamos que após cada desidratação a concentração de sólidos totais sofre um decréscimo médio de 5,77%, em relação à concentração inicial do xarope. Isso deve-se ao ganho de água que foi retirada das fatias de kiwi. Então após cada reconcentração, os sólidos totais voltam a aumentar devido à evaporação de parte da água que foi ganha, mas, principalmente, pela adição de sacarose. Esse aumento médio ficou em 6,11%.

### 4.2.3. Acidez titulável

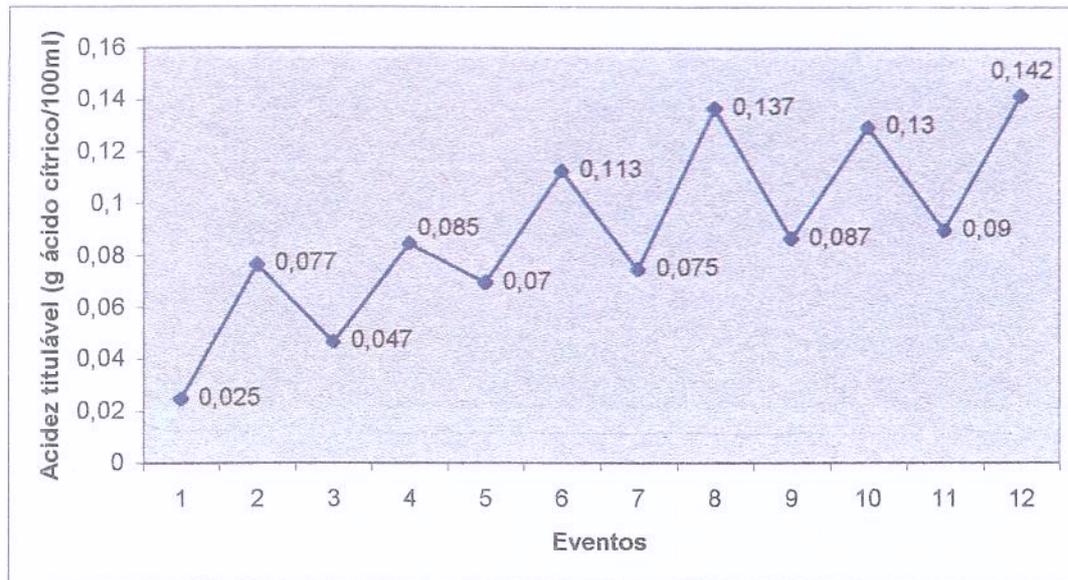


Gráfico 3 - Variação da acidez titulável no xarope.

1 – Xarope não utilizado.

2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.

3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.

Verifica-se, a partir do Gráfico 3, que houve, de modo geral, um aumento da acidez titulável durante a reutilização da solução osmótica. O valor final para a acidez do xarope foi de 0,142g de ácido cítrico/100ml, o que representa um aumento de 202,12% em relação ao valor da acidez após a primeira desidratação (0,07g de ácido cítrico/100ml).

O aumento da acidez do xarope deve-se à incorporação de ácidos do fruto, dentre eles, o ácido ascórbico.

VALDEZ-FRAGOSO *et al.* (1998) verificaram que a acidez aumentou consideravelmente nas primeiras seis reutilizações do xarope. Após a sexta desidratação, o valor da acidez titulável permaneceu constante, o que indicou isotonicidade entre o meio e o fruto.

BOLIN *et al.* (1983) encontraram resultados similares, e reportaram que a presença de ácido na solução pode ter influência benéfica sob o escurecimento enzimático. Por outro lado, os ácidos transferidos do fruto para a solução de sacarose favorecem a hidrólise desta e o escurecimento não enzimático do xarope.

Durante as reconcentrações do xarope, o aquecimento provocou grandes perdas de ácidos, o que ocasionou diminuição da acidez, que baixou em média 31,12% em relação aos valores após cada desidratação.

#### 4.2.4. Ácido ascórbico

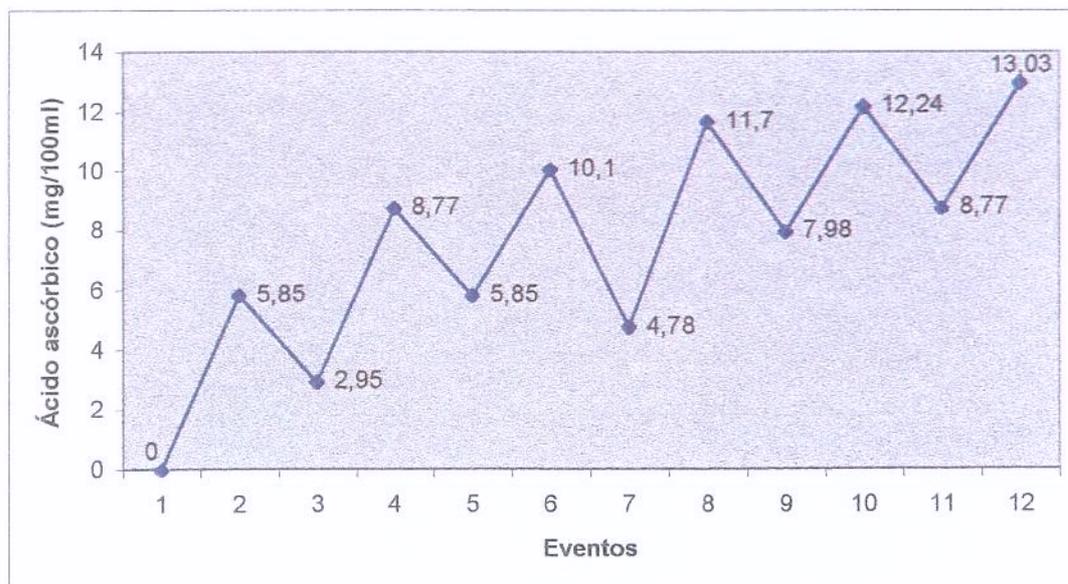


Gráfico 4 - Variação do teor de ácido ascórbico do xarope.

**1 – Xarope não utilizado.**

**2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.**

**3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.**

A partir dos valores apresentados pelo Gráfico 4, verifica-se que o xarope sofreu acréscimos progressivos de ácido ascórbico enquanto participava das desidratações; e concomitantemente, redução do teor dessa substância, quando era submetido às reconcentrações.

Um dado muito interessante, foi o teor final de ácido ascórbico no xarope (13,03mg/100ml). Esse valor pode ser entendido como sendo alto, já que muitos alimentos como verduras, legumes e algumas frutas, não possuem tal concentração de Vitamina C; possivelmente, o teor poderia ter sido ainda maior se o processo fosse realizado sob temperaturas mais baixas, e se a reconcentração não utilizasse aquecimento significativo.

#### 4.2.5. pH

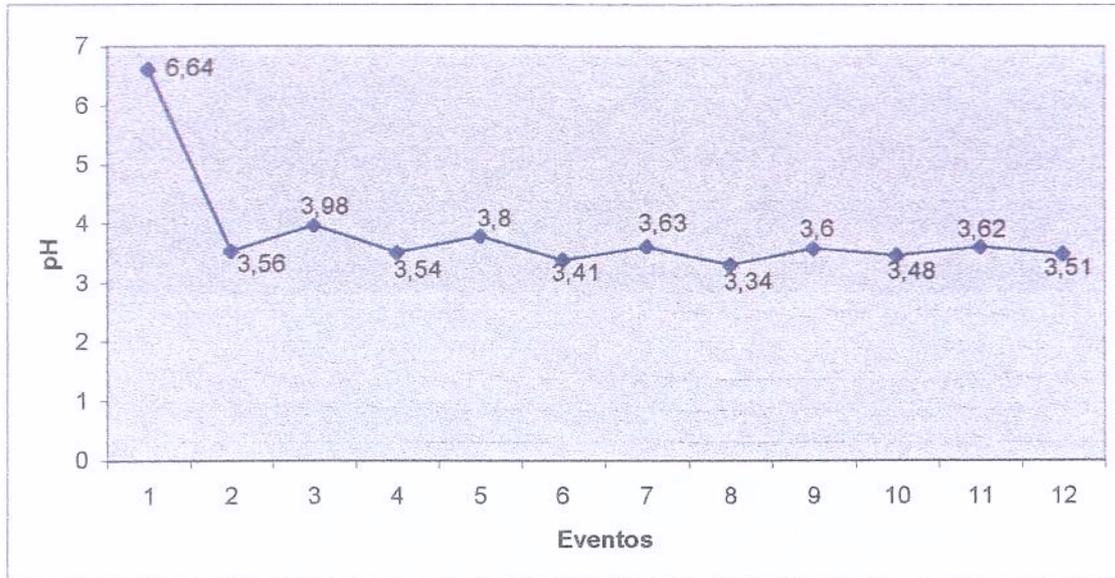


Gráfico 5 - Variação do pH no xarope.

**1 – Xarope não utilizado.**

**2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.**

**3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.**

Verifica-se, a partir do Gráfico 5, que houve uma queda considerável no pH da solução osmótica durante a primeira desidratação. Após as demais, no entanto, houve apenas pequenas variações, também decrescentes, no valor do pH.

A queda na primeira desidratação representa 98,40% da diminuição total do pH durante todo o processo. Tal fenômeno, provavelmente ocorreu pela incorporação de ácidos ao xarope. Tais ácidos, quando dissociados, elevaram a concentração de íons hidrogênio, contribuindo para a abrupta queda do pH após o final da primeira desidratação. Após isso, a concentração de hidrogênio do xarope já está elevada, o que impediu novas quedas bruscas.

VALDEZ-FRAGOSO *et al.* (1998) obtiveram resultados semelhantes. Os autores observaram que a grande variação no pH do xarope ocorreu no primeiro

uso. A partir da terceira desidratação, o xarope permaneceu com praticamente o mesmo valor de pH da fruta e manteve o mesmo valor por toda a seqüência de utilizações.

O decréscimo do pH é interessante do ponto de vista microbiológico, já que diminui ou inibe o crescimento de microorganismos e abaixa sua resistência à temperatura (BANWART, 1981).

#### 4.2.6. Açúcares redutores

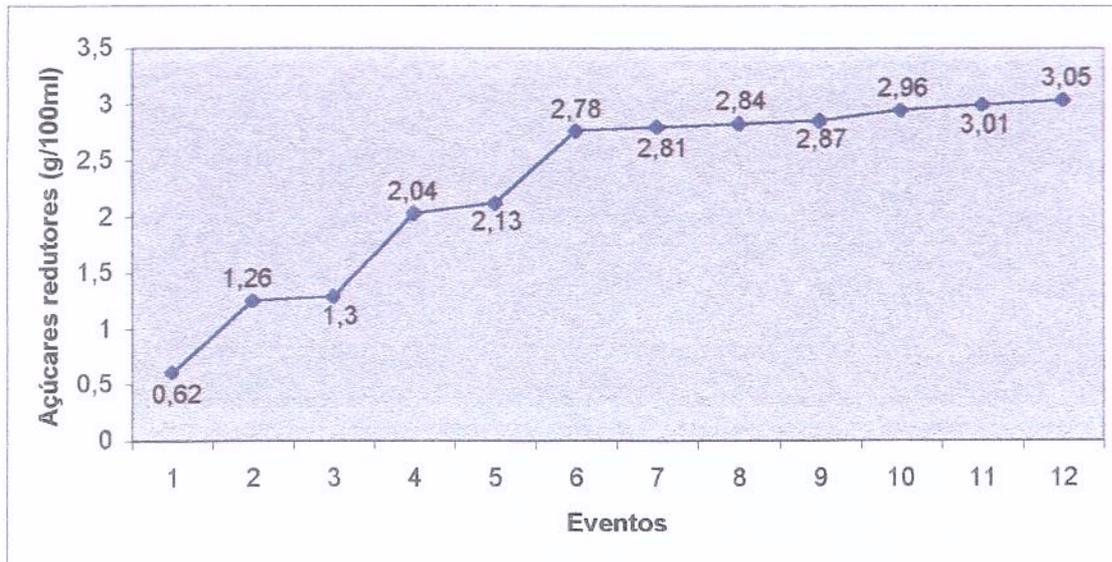


Gráfico 6 - Açúcares redutores no xarope.

1 – Xarope não utilizado.

2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.

3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.

Verifica-se, pela análise do Gráfico 6, que o teor de açúcares redutores no xarope aumentou rapidamente até o final da terceira desidratação osmótica, quando após, passou a elevar-se paulatinamente até o final da sexta desidratação.

Durante as desidratações osmóticas (mas principalmente até a terceira), houve uma migração expressiva dos açúcares redutores do fruto para o xarope. Essa migração, somada à hidrólise da sacarose na solução; contribuíram para que ao final da terceira desidratação, o teor de açúcares redutores houvesse aumentado 4,48 vezes o valor inicial (do xarope “in natura”). Esse teor (2,78g/100ml), representa 91,11% da concentração final atingida após a sexta desidratação. VALDEZ-FRAGOSO *et al.* (1998) reportaram um comportamento

semelhante ao verificarem um grande aumento dos açúcares redutores até a quarta desidratação osmótica de fatias de maçãs.

Nas reconcentrações, realizadas após cada desidratação, ocorreu elevação do teor dos açúcares redutores devido à hidrólise ácida. Tal fenômeno também foi verificado por VALDEZ-FRAGOSO *et al.* (1998).

VALDEZ-FRAGOSO *et al.* (1998) afirmaram que os açúcares redutores presentes no xarope no curso das reutilizações são oriundos da fruta em desidratação, e não formados através das hidrólises ácida ou enzimática.

No entanto, as condições das reconcentrações (temperatura de ebulição por um minuto); somadas à presença de ácidos na solução osmótica vindo do fruto, certamente estimularam a hidrólise ácida da sacarose em solução e, provavelmente, essa foi a principal causa da elevação dos açúcares redutores no xarope e no fruto.

#### 4.2.7. Avaliação da cor

Tabela 15 – Valores dos parâmetros de cor L\*, a\* e b\*. Calibração RSIN; D65/10°, Sistema CIELAB.

Desidratação	L*	a*	b*
1	102,84	0,035	7,400
2	102,69	-0,035	5,135
3	102,58	-0,160	9,590
4	102,51	-0,115	8,635
5	102,74	-0,155	12,485
6	102,81	-0,170	7,865
7	102,75	-0,210	13,150
8	102,71	-0,215	8,565
9	102,74	-0,250	14,77
10	102,65	-0,230	8,545
11	102,71	-0,275	8,655

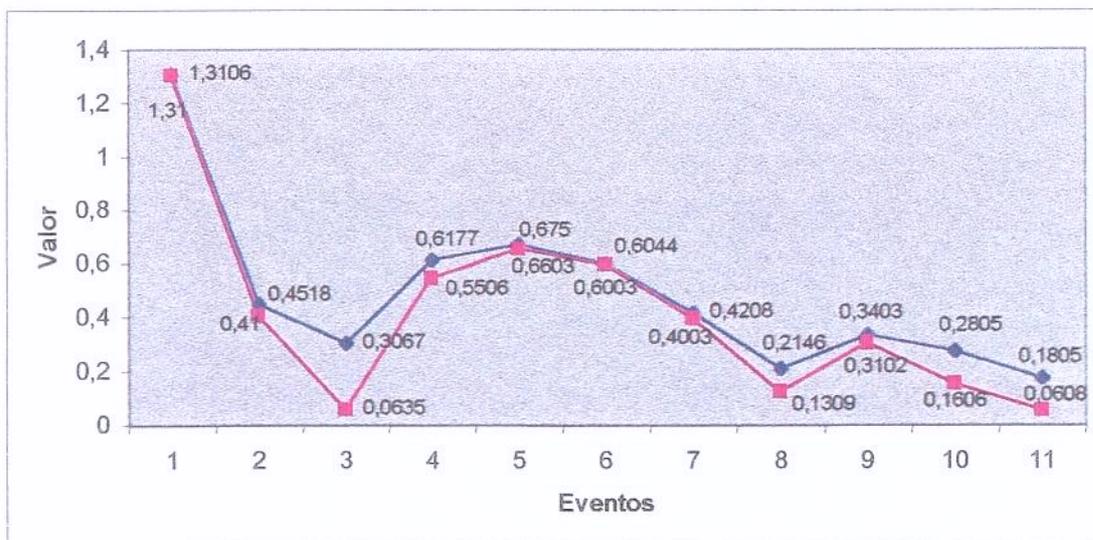


Gráfico 7 - Diferença total de cor e diferença de croma no xarope.

— Diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ). — Diferença de croma ( $\Delta C^*$ ).

1, 3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as desidratações.

2, 4, 6, 8 e 10 – Xarope após as reconcentrações.

A interpretação dos valores obtidos para os parâmetros de cor ( $a^*$ ,  $b^*$  e  $L^*$ ), foi realizada através do cálculo dos valores da diferença total de cor ( $\Delta E^*$ ) e diferença de croma ( $\Delta C^*$ ), que foram expressos no Gráfico 7.

Através da observação do Gráfico 7, percebe-se que a cor foi afetada pela reutilização do xarope durante as desidratações osmóticas subseqüentes.

Durante o processo de desidratação, ocorreu um claro aumento do valor do parâmetro  $b^*$  (de 7,37 para 8,62), o que indica uma intensificação na região do amarelo. O parâmetro  $a^*$  sofreu uma leve redução (de 0,01 para -0,27), indicando um leve “esverdear” no xarope durante o ciclo. Já a luminosidade ( $L^*$ ), praticamente permaneceu constante durante as desidratações, o que pode ser comprovado pela proximidade entre os valores da diferença de croma (que não leva esse parâmetro em consideração), e da diferença total de cor, que foram muito próximas, como visto acima.

VALDEZ – FRAGOSO *et al.* (1998) obtiveram padrões de variação muito semelhantes estudando xaropes de 54<sup>o</sup>Brix e 60<sup>o</sup>Brix. Os autores ainda acrescentaram que não houve diferença no valor da diferença total de cor entre os dois xaropes durante as repetições das desidratações.

A variação total de cor apresentou valores da mesma ordem de magnitude dos obtidos com o parâmetro  $b^*$  (amarelo), ou seja, esse último, apresentou maior influência no cálculo do  $\Delta E^*$ .

VALDEZ – FRAGOSO *et al.*, (1998) reportaram que a variação dos parâmetros da cor pode ser atribuída principalmente aos pigmentos formados quando o fruto foi cortado, e em um grau menor, aos pigmentos formados durante a desidratação osmótica.

É importante notar, contudo, que as variações podem ser avaliadas levando-se em conta seus efeitos no fruto após cada desidratação osmótica ter sido realizada. Nesse sentido, considerando os resultados obtidos, não há evidências de efeitos na qualidade final do fruto devido às mudanças na coloração do xarope.

VALDES – FRAGOSO *et al.*, (1998) obtiveram resultados semelhantes, analisando frutos de maçã, cortados em cubos e desidratados utilizando os mesmos xaropes por 20 vezes.

#### 4.2.8. Avaliação da turbidez

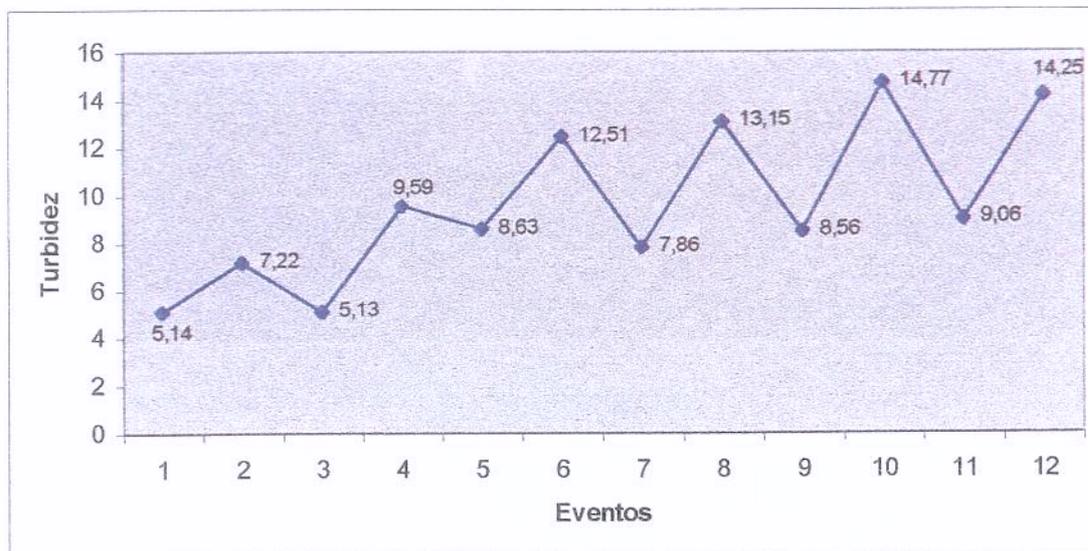


Gráfico 8 - Variação da turbidez no xarope.

1 – Xarope não utilizado.

2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.

3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.

Avaliando o Gráfico 8, nota-se claramente um aumento da turbidez do xarope ao longo da sua reutilização. Durante o ciclo de repetidas desidratações, a solução de sacarose acumula impurezas e pequenos fragmentos do produto, visíveis inclusive, a olho nu. O aumento da turbidez e acúmulo de matéria insolúvel, segundo VALDEZ – FRAGOSO, *et al.*, (1998) pode ser observada durante os primeiros 10 ciclos. Esse fato pôde ser comprovado em seis ciclos onde sempre houve aumento da turbidez após cada desidratação.

O aumento das impurezas poderia afetar a qualidade do produto final e até promover o crescimento microbiano VALDEZ – FRAGOSO *et al.*, (1998).

#### 4.2.9 Avaliação Microbiológica

A Tabela 16 apresenta os valores das contagens microbiológicas realizadas no xarope durante o ciclo de desidratações.

Tabela 16 - Contagem total e de bolores e leveduras no xarope.

Evento	Contagem total (UFC/ml)	Fungos e leveduras (UFC/ml)
1	$1,0 \times 10^1$ (est)	$7,0 \times 10^1$ (est)
2	$4,0 \times 10^1$ (est)	$< 1/10^{-1}$ (est)
3	$1,0 \times 10^1$ (est)	$9,0 \times 10^1$ (est)
4	$< 1/10^{-1}$ (est)	$< 1/10^{-1}$ (est)
5	$2,0 \times 10^1$ (est)	$< 1/10^{-1}$ (est)
6	$1,5 \times 10^1$ (est)	$7,0 \times 10^1$ (est)
7	$1,0 \times 10^1$ (est)	$2,0 \times 10^1$ (est)
8	$2,0 \times 10^1$ (est)	$1,0 \times 10^1$ (est)
9	$4,5 \times 10^1$ (est)	$1,0 \times 10^1$ (est)
10	$1,5 \times 10^1$ (est)	$< 1/10^{-1}$ (est)
11	$< 1/10^{-1}$ (est)	$< 1/10^{-1}$ (est)
12	$1,0 \times 10^2$ (est)	$1,1 \times 10^2$ (est)

(est) – Estimativa.

**1 – Xarope não utilizado.**

**2, 4, 6, 8, 10 e 12 – Xarope após as desidratações.**

**3, 5, 7, 9 e 11 – Xarope após as reconcentrações.**

Como pode-se observar, pela análise da Tabela 15, todos os valores foram atribuídos como sendo estimativos, pois o número de 25 Unidades Formadoras de Colônias por placa não foi atingido.

Houve, no entanto um aumento da contaminação verificada no xarope após a sexta desidratação. O aumento pode indicar o que foi apresentado por VALDEZ – FRAGOSO *et al.*, (1998) quando sugeriram que não seria recomendável a utilização do xarope por mais de 10 vezes, devido à contaminação microbiológica.

No entanto, os mesmos autores reportaram, segundo o trabalho de ARGALZ *et al.*, (1994) que é importante verificar a qualidade microbiológica inicial do açúcar empregado.

## 5. CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos na análise microbiológica do xarope, é possível concluir que é viável a reutilização da solução osmótica em, pelo menos, seis desidratações consecutivas, quando empregadas as condições em questão.

A qualidade microbiológica do xarope durante as seis desidratações consecutivas assegurou que os frutos desidratados tivessem níveis bastante aceitáveis de contaminação, o que tornou seguro seu consumo, imediatamente após sua desidratação, sem o emprego de tecnologia associada.

A análise da cor e da turbidez do xarope demonstrou que este, durante o ciclo de seis desidratações, sofreu intensificação do amarelo (parâmetro  $b^*$ ), e acúmulo de material proveniente dos frutos em desidratação, o que levou ao aumento da turbidez.

As modificações de cor e turbidez no xarope não influenciaram alterações da cor nos frutos. Houve, no caso dos frutos, grande influência do parâmetro  $L^*$  o que sugere um brilho ou “lustro” na superfície dos kiwis osmo-desidratados, possivelmente pelo acúmulo da sacarose proveniente do xarope

Quanto às análises físicas de perda de massa, incorporação de sólidos e redução da umidade no fruto, os resultados obtidos revelaram não haver uma relação direta entre esses fenômenos e as alterações sofridas pelo xarope ao longo das seis desidratações.

Houve, no xarope, um aumento dos sólidos totais, o que possivelmente pode ter relação com o acúmulo de componentes vindo do fruto em desidratação, como fibras, açúcares, minerais entre outros.

O teor de ácido ascórbico no xarope apresentou aumento durante todas as seis desidratações dos frutos. Esse aumento deve-se à utilização de kiwis “in natura” em cada desidratação, com alto teor desse ácido.

O aumento do teor de ácido ascórbico no xarope não provocou a diminuição na perda desse ácido pelo fruto. Assim, a perda percentual de ácido ascórbico pelos frutos desidratados permaneceu indiferente ao aumento do teor no xarope.

Quanto aos açúcares, nos frutos houve uma nítida incorporação de sacarose, o que elevou o teor dos não redutores, como esperado. Os açúcares redutores sofreram elevação nos frutos desidratados e no xarope, o que provavelmente foi consequência da hidrólise da sacarose em meio ácido e a quente (durante as reconcentrações).

A perda de ácidos orgânicos nos frutos desidratados ocasionou diminuição da acidez após cada desidratação, aumento do valor de pH e, gradativamente, aumento da acidez titulável do xarope.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABUGOCH, L.; ABEL GUARDA, M. Estudio de la perdida de acido ascorbico total en rodajas de kiwi, durante la deshidratacion osmotica. **Alimentos**, Santiago, v. 16, n. 5, 1991.
- AGUILERA, J. M.; CHIRIFE, J. Combined methods for the preservation of foods in Latin América and the CYTED-D project. **Journal of Food Engeneering**, London, 22(1-4):433-444, 1994.
- A.O.A.C.** Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis; 16th ed.; Whashington, 1995.
- ARAÚJO, E. A. F. **Estudo da cinética de secagem de fatias de banana nanica (Musa ocimimiate var. Cavendish) osmoticamente desidratada.** Campinas, 2000. 87p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- ARGAIZ, A.; LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI, J. Osmotic dehydration of papaya with corn syrup solids. **Drying Technology**, Monticello, v. 12, n. 7, p. 1709-1725, 1994.
- ARGANDOÑA, E. J. S. **Desidratação de goiaba por imersão e secagem.** Campinas, 1999. 102 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- AZOUBEL, P. M. **Estudo da cinética de desidratação por imersão e secagem e tomate e cereja (Lycopersicon esculentum var. cerasiforme).** Campinas, 1999. 87 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

- BANWART, G. J.; **Basic Food Microbiology**. The AVI Pub. Co. INC. USA, 1981. p.392-431.
- 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**, Oxford, v. 25, n.5, p. 576-582, 1990.
- BEUTEL, J. A.; WINTER, F. H.; MANNERS, S. C.; MILLER, M. W. A new crop for California: Kiwifruit. **California Agriculture**, California, v. n. 10, p. 5-7, oct, 1976.
- 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.2, p. 202-205, 1983.
- BONGIRWAR, D.; SREENIVASAN, A. Studies on osmotic dehydration of bananas. **Journal of Food Science and Technology**, v. 14, p. 104-112, 1977. Apud **Food Research International**, v. 26, p. 59-68, 1993.
- BORSATTO, I. Kiwi, *Actinidia deliciosa* – A fruta da saúde. **Bol. da Sec. Agr. E Abst. do RS**. Farroupilha, 1991, 11p.
- BRESSA, F.; DALLA ROSA, M.; MASTROCOLA, D. Use of direct osmosis treatment to produce minimally processed kiwifruit slices in a continuous pilot plant. **Acta Horticulturae**, Thessaloniki, v. 2, n. 444, p. 649-655.
- CACIOPPO, O. O fruto fresco e a sua industrialização. In: **O cultivo do kiwi**. Lisboa, Presença, 1989. p.149-156.

- CASTALDO, D.; VOI, A. L.; TRIFIRO, A.; GHERARDI, S. Composition of italian kiwi (*Actinidia chinensis*) puree. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 40, n.4, p. 594-598, 1992.
- CHANES, J. W.; ALZAMORA, S. M.; RAPIA, M. S.; ARGAIZ, A. Aplicaciones de los factores combinados en frutas y hortalizas. In: MAUPOEY, P. F.; GRAU, A. A.; BOIX, A. C., eds. **Aplicacion de factores combinados en la conservacion de alimentos**. Valencia: Universidade Politecnica de Valencia, Servicio de Publicaciones, 1994. p.155-166.
- CONTRERAS, J. E.; SMYRL, T. G. An evaluation of osmotic concentration of apple rings using corn syrup solids solutions. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Ottawa, 14(4): 310-314, 1991.
- CONWAY, J.; CASTAIGNE, F.; PICARD, G.; VOXAN, X. Mass transfer considerations in the osmotic dehydration of apples. **Journal of Food Science and Technology**, v. 16, p.25-29, 1983.
- CRIVELLE, G.; NANI, R.; TORREGIANI, D.; BERTOLO, G. Trials on the industrial processing of kiwifruit. **Acta Horticulturae**, Thessaloniki, v. 282, p. 409-415, Dec, 1990.
- DELL ARCIPRETE, M., Problematrice inerenti la disidratazione della frutta. **Tesi di Laurea de Universita Degli Studi di Bologna**, Italia, 1987.
- ERBA, M. L.; FORNI, E.; COLONELLO, A.; GIANGIACOMO, R. Influence of sugar composition and air dehydration levels on the chemical-physical characteristics of osmodehydrofrozen fruit. **Food Chemistry**, Barkin, v. 50, n. 1, p. 69-73, 1994.

- ESCRICHE, I.; GARCIA-PINCHI, R.; ANDRÉS, A.; FITO, P. Osmotic dehydration of kiwifruit (*Actinidia chinensis*): fluxes and mass transfer kinetics. **Journal of Food Processing**, Trumbull, v. 23, n. 3, p. 191-205, 2000.
- FARKAS, D. F.; LAZAR, M. E. Osmotic dehydration os apple pieces: effect of temperature and syrup concentration on rates. **Food technology**, Chicago, v. 23, n.5, p. 688-690, may. 1969.
- FENNEMA, O. Principles of food science. Part I – **Food Chemistry**, p. 345-336. Edites by Owen Fennema, Martel Dekker. Inc. New York, 1976.
- FLINK, J. M. Energy analysis in dehydration processes. **Food Technology**, Chicago, v.31, n.3, p. 77-84, mar. 1977.
- GARRUTI, R. L.; BERTONE, R. A. Osmotic concentration at low temperature of frozen strawberry halves. Effect of glycerol, glucose and sucrose solutions on exudate loss during thawing. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, London, v. 22, n.5, p. 262-267, 1989.
- GARRUTI, D. S.; ABREU, F. A. P.; BASTOS, MS. S. R. Obtenção de caju com Aw intermediária. I – Parâmetros físicos da secagem osmótica. **EMBRAPA/CNPAT**, Fortaleza, CE, 1996.
- GINGIACOMO, R.; TORREGGIANI, D.; ABBO, E. Osmotic dehydration of fruit: Part 1: Sugars exchange between fruit and extracting syrups. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 11, n. 3, p. 183-195, 1987.
- GIROUX, F. Conception et réalisation dun procédé automatisé de déshydratation/imprégnation par immersion. **PhD Thesis ENSIA** – Massy, France, 1992.

- GRABOSKI, S.; MUJUMDAR, A. S. Solar assisted dehydration. p. 367-404, In A. S. Mujumdar (ed) **Drying Solids**. Int. Sci. Pub. USA, 1992.
- HAWKES, J.; FLINK, J. M. Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 2, n.4, p. 265-284, 1978.
- HENG, K.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Osmotic dehydration of papaya; influence of process variables on the product quality. **Sciences des Aliments**, Paris, v. 10, n.3, 831-848, 1990.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ, Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; v.1, Métodos químicos e físicos para análise. 2<sup>a</sup>. ed. São Paulo, 1976.
- ISLAM, M. N.; FLINK, J. N. Dehydration of potato II. Osmotic concentration and it effect on air drying behavior. **Journal of Food Technology**, v 17, n. 3, p.387-403, 1982.
- ITAL, Instituto de Tecnologia de Alimentos. Análises Químicas de Alimentos – Manual Técnico. Campinas, 1998.
- JACKSON, T. H.; MOHAMED, B. B. The shambat process. New development arising from osmotic dehydration of fruits and vegetables. **Sudan J. Food Sci. Technol.**, 3 p. 18-23, 1971.
- JARAYMAN, K. S.; GOVERDHANAN, T.; SANKARAN, R.; BHATIA, B. S.; NATH, H. Compressed ready to eat fruited cereals. **J. Food Sci. Technol.**, 11(4):181-185, 1974.

JUNQUEIRA, V. C. A.; LEITÃO, M. F. F.; EIROA, M. N. U.; SILVEIRA, N. F. A.; SILVA, N.; PORTO, E.; DEVENIS, L. Y.; **Controle da qualidade microbiológica de alimentos**. Instituto de Tecnologia de Alimentos – ITAL, Campinas, 1992.

KASTER, L. C. A situação da cultura do kiwi no Brasil. In I SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO KIWI, 1994, Farroupilha. **Anais**. Farroupilha: Embrapa, 1994. p. 1-2.

LACHANCE, P.; SLOAN E.; Fruits in preventive health and disease treatment: nutritional ranking and patient recommendations. **Journal of the American College of Nutrition**, Washington, v.16, n.5, p.485, 1997.

LARANJEIRA, H. C. A. **Otimização do processo de desidratação osmótica de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill) para aplicação à tecnologia de métodos combinados**. Campinas, 1997. 99 p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

LAZARIDES, H. N.; GEKAS, V.; MAVROUDIS, N. Apparent mass diffusivities in fruit and vegetable tissues undergoing osmotic processing. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 31, n. 3, 315-324, 1997.

LAZARIDES, H. N.; KATSANIDIS, E.; NICKOLAIDS, A. Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v. 25, n.2, p. 151-166, 1995.

LAZARIDES, H. N.; NICKOLAIDIS, A.; KATSANIDIS. Sorption Changes induced by osmotic preconcentration of apple slices in different osmotic media. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 60, n. 2, p. 348-359, 1995.

- LENART, A.; LEWICKI, P.P. Osmotic dehydration of apples at high temperature, 1990a. In: **Drying 89**, Ed A. S Mujumdar. Hemisphere Publishing Corporation, Bristol, PA, USA, p.7-14, 1990.
- LENART, A.; LEWICKI, P.P. Osmotic dehydration of carrot at high temperature, 1990b. In: **Engineering and Food Preservation Processes and Related Techniques**, v. 2, Ed. W.E.L. Spiess & H. Schubert. Elsevier Science Publishers, London, p.7-14. Apud: **Food research international**, v.26, p.59-68, 1993.
- LERICI, C. R.; DALLA ROSA, M. Kiwifruit processing: some consideration. **Acta Horticulturae**, Thessaloniki, v. 282, p. 399-407, Dec, 1990.
- LERICI, C. R.; PEPE, M.; PINNAVAIA, G. La desidratazione della frutta mediante osmosi diretta: 1 risultati di esperienze effettuate in laboratorio. **Industrie Conserve**, Parma, v. 52, n. 2, p. 125-129, 1977.
- 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**, Chicago, v. 50, n.5, 1217-1219, 1985.
- LEUNDA, M. A.; GUERRERO, S. N.; ALZAMORA, S. M. Color and chlorophyll content changes of minimally processed kiwifruit. **Journal of Food Processing Preservation**, Westport, v. 24, n.1, p. 17-38, 2000.
- LEVI, A.; GAGEL, S.; JÜVEN, B. Intermediate moisture tropical fruit products for developing countries. I. technological data on papaya. **Journal of Food Technology**, London, v. 18, n.6, 667-685, 1983.

- LOPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI, J.; CORTE, P.; ARGAIZ, A. Shelf-stable high moisture papaya minimally processed by combined methods. **Food Research International**, London, 27(6):545-553, 1994.
- MAcMATH, K. L.; PATERSON, V. J.; YOUNG, H.; MAcRAE, E. A. Factors affecting the sensory perception of sweetness and acidity in kiwifruit. **Acta Horticulturae**, Thessaloniki, v.2, n.297, p.489-500, 1991.
- MAURO, M. A. **Cinética da desidratação osmótica de banana nanica**. Campinas, 1992. 184p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.
- MIELE, A. Demandas de pesquisa para a cultura do kiwi. In: I SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO KIWI, 1994, Farroupilha. **Anais**. Farroupilha: Embrapa, 1994. p. 37-39.
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Secretaria de Vigilância Sanitária**. Portaria 451, 19, set, 1997. Diário Oficial, Brasília, 22 set, 1997. Seção I.
- MORA-IGLESIAS, A. L.; BUSTAMANTE-MORA, M. Effect of the temperature in the osmotic dehydration of mango (*Mangifera indica* L., var Haden). **Reviteca**. LP, v., n.2, p.24-29, 1992.
- MOREIRA, S. R. Sucrose, lactose and cheese whey as osmotic agents in the osmotic dehydration process of apples. **Master of Science Thesis**, Massachusetts Institute of Technology, USA, 1971.
- MOY, J. H.; LAU, N. B. H.; DOLLAR, A. M. Effects of sucrose and acids on osmotic-dehydration of tropical fruits. **Journal of Food Processing and Preservation**, Westport, v. 2, n.2, p. 131-135, 1978.

- MUNTADA, V.; GERSCHENSON, L. N.; ALZAMORA, S. M.; CASTRO, M. A.  
Solute infusion effects on texture of minimally processed kiwifruit. **Journal of Food Science**. Chicago, v.63, n.4, p.616-620, 1998.
- PAVASOVIC, V.; STEFANOVIC, M.; STEFANOVIC, R. Osmotic dehydration of fruit, in A. S. Mujumdar (ed) **Drying 86**. Hemisphere Pub. Co. p.761-764, 1986.
- PONTING, J. D.; WATTERS, G. G.; FORREY R. R.; JACKSON, R.; STANLEY, W. L. Osmotic dehydration of fruits. **Food Technology**, Chicago, v. 20, n. 10, p. 1365-1368, Mar. 1966.
- PONTING, J. D. Osmotic dehydration of fruits. Recent modifications and applications. **Process Biochemistry**, London, v.18, n.12p. 18-20, dec., 1973.
- QUERIDO, A. F. **Otimização e comparação dos processos de desidratação osmótica a vácuo e a pressão ambiente de pseudofruto de caju (*Anacardium occidentale* L)**. Campinas, 2000, 113p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de alimentos – Universidade Estadual de Campinas.
- RAOULT-WACK, A. L.; GUILBERT, S. La déshydratation osmotique ou procédé de déshydratation-impregnation par immersion dans des solutions concentrées. **Les cahiers de L ensbana L eau dans les procédés de transformation et de conservation des aliments**, v. 7, p. 171, 1990.
- RAOUL-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 5, n. 8, p. 255-260, aug. 1994.

- RASTOGI, N. K.; RAGHAVARAO, K. S. M. S. Kinetics of osmotic dehydration of coconut. **Journal of Food Process Engineering**, Trumbull, v. 18, n.2, p. 187-197, 1995.
- ROBERTSON, G. L.; SWINBURNE, D. Changes in chlorophyll and pectin after storage and canning of kiwifruit. **Journal of Food Science**. Chicago, v. 46, n.4, p. 1557-1559, 1981.
- RODRIGUEZ-SIBAJA, A. M.; SEGREDA-RODRIGUEZ, A. C. Characterization and storage of the residual syrups of the osmotic dehydration of pineapples (*Ananas comosus*, var *Cayena lisa*), and papaya (*Carica papaya*, var *Solo sunrise*). **Reviteca**. LP, v.1, n.2, p.1-7, 1992.
- SANTOS A. M. Kiwi no Brasil: um cultivo que requer cautela. **Hortisul**, Pelotas, v.1, n.2, p.36-40, 1989.
- SCHUCK, E. Diagnóstico do setor do kiwi. **1º Reunião de Pesquisa sobre a Cultura do Kiwi**. Farroupilha, Jul/1995.
- SELMAN, J. D. The vitamin C content of some kiwifruits (*Actinidia chinensis* Planch., variety Hayward) **Food Chemistry**, Barkin, v. 11, n.1, p. 63-75, 1983.
- TAKEOKA, G. R.; GUNTER, M.; FLATH, R. A.; WURZ, R. E.; JENNINGS, W. Volatile constituents of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa* Planch.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. Washington, v. 34, n. ,p. 576-578, 1986.
- TOMASULA, P.; KOZEMPEL, F. M. Diffusion coefficients of glucose, potassium and magnesium in maine russet burbank and maine katahdin potatoes from 45 to 90°C. **Journal of Food Science**, v. 54, n. 4, p.985-989, 1989.

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

TORREGGIANI, D.; FORNI, E.; RIZZOLO, A. Osmotic dehydration of fruit. Part II: influence of the osmosis on the stability of processed cherries. **Journal of Food Processing and Preservation**, Trumbull, v. 12, n. 1, p. 27-44, 1987.

UZUEGBU, J. O.; UKEKA, C. Osmotic dehydration as a method of preserving fruits to minimize ascorbic acid loss. **Journal of Food Agriculture**, LP, v.1, n.3, p.187-188, 1987.

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

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

VIAL, C.; GUILBERT, S.; CUQ, J. L. Osmotic dehydration of kiwi fruits: influence of process variables on the color and ascorbic acid content. **Sciences des Aliments**, Paris, v. 11, n.1, 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**, Oxford, v. 27, n.5, p. 307-308, sep/oct, 1990.

WILSON, E. L.; BURNS, D. J. W. Kiwifruit juice processing using heat treatment techniques and ultrafiltration. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 48, n.4, p. 1101-1105, 1983.