

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS**  
**DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**PROCESSAMENTO DE BATATA (*Solanum tuberosum* L.)**  
**POR SEMI-DESIDRATAÇÃO - CONGELAMENTO.**

Parecer

*Este exemplar corresponde a redação final da tese defendida por Niurka Maritza Almeyda Haj-Isa e aprovada pela Comissão Julgadora em 07-12-94.*

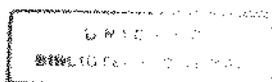
NIURKA MARITZA ALMEYDA HAJ-ISA  
Licenciada em Alimentos



PROF. DR. ROBERTO HERMINIO MORETTI  
Orientador

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Campinas  
1994



**BANCA EXAMINADORA**

*Roberto Herminio Moretti*

---

PROF. DR. ROBERTO HERMINIO MORETTI  
( ORIENTADOR )

*Maria Helena Damásio*

---

PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MARIA HELENA DAMÁSIO  
( MEMBRO )

*Miriam Dupas Hubinger*

---

PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. MIRIAM DUPAS HUBINGER  
( MEMBRO )

*José Tadeu Jorge*

---

PROF. DR. JOSÉ TADEU JORGE  
( MEMBRO )

Campinas, 07 de dezembro de 1994.

*Ao sol.*

*À ciência.*

*Aos que amam.*

## AGRADECIMENTOS

A Cuba, meu querido país, pela educação e formação como indivíduo.

À Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Departamento de Tecnologia de Alimentos, por tornarem possíveis a realização do meu Curso de Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao meu orientador, professor Roberto H. Moretti, pela seu dedicação ao trabalho, pela confiança em mim, pela amizade e compreensão.

A Rosen, sempre companheiro, amigo, força, presença e paixão.

A meus pais, Jalima e Mario, supremo amor.

A meus irmãos, avós e sobrinhas, estímulo constante.

Aos professores Salvador, Olavo, Ramón e Nelson, pela atenção especial a minha chegada e até hoje.

A Vera, João, as "crianças" e Fábio por conceder-me cada dia especial atenção e carinho incondicional.

A "mamãe" Dona Ana, pela grandeza do seu coração

A meus amigos Marcia, G. Mabel, Fátia, Manuel e Walter, pelo que não é possível escrever.

A Ivana, Ilana e Edilene, cuja colaboração e paciência permitiram a redação deste trabalho.

A Luis Olivera, Sandra, Ricardo, Ma Cristina e Rodolfo, pelo carinho e amizade.

A Maria José, Natalina, Aninha, Marlene, Susi, Marcial, Marcos e Valdecí, sempre dispostos a colaborar.

Aos colegas da pós-graduação, professores e funcionários da FEA, em especial do Departamento de Tecnologia, pelo auxílio constante, sugestões e suporte oferecidos ao longo dos meus estudos.

Ao Brasil.

## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMO	ix
SUMMARY	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Semi-desidratação - congelamento: Geralidades.	3
2.2. Semi-desidratação - congelamento: Operações de processo.	6
2.2.1. Considerações gerais.	6
2.2.2. Descasque.	7
2.2.3. Corte.	7
2.2.4. Branqueamento.	8
2.2.5. Desidratação convencional.	9
2.2.6. Congelamento.	11
2.2.7. Estocagem e distribuição.	12
2.3. Desidratação por solvente orgânico.	13
2.4. Batatas para o processamento industrial.	15
2.4.1. Formas e tendências de consumo.	15
2.4.2. Processamento.	16
2.4.2.1. Escolha da matéria-prima.	16
2.4.2.2. Armazenamento.	20
2.4.2.3. Descasque e acabamento.	22

2.4.2.4. Corte.	22
2.4.2.5. Branqueamento.	22
2.4.2.6. Desidratação.	24
2.4.2.7. Congelamento e armazenamento.	26
2.4.2.8. Fritura.	27
2.4.3. Avaliação sensorial da batata frita.	27
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>29</b>
3.1. MATERIAL.	29
3.1.1. Matérias-primas.	29
3.1.2. Equipamentos.	29
3.2. MÉTODOS.	31
3.2.1. Determinações físicas.	31
3.2.1.1. Determinação de umidade na matéria-prima.	31
3.2.1.2. Determinação do rendimento do processo.	31
3.2.2. Determinações químicas.	32
3.2.2.1. Determinação de glicídeos redutores na matéria-prima.	32
3.2.2.2. Detecção de pigmentos vegetais no solvente de desidratação.	32
3.2.2.3. Determinação de gordura no produto final.	32
3.2.3. Processamento.	33
3.2.3.1. Amostragem.	33
3.2.3.2. Classificação.	33
3.2.3.3. 1ª Etapa: Estudos preliminares da desidratação por solvente orgânico.	34
a) Definição da relação produto:solvente.	34

b) Determinação do formato de corte.	34
3.2.3.4. 2ª Etapa: Processamento de batatas semi-desidratadas por ar quente e álcool etílico com posterior congelamento.	35
- Seleção.	35
- Descasque e acabamento.	35
- Corte.	35
- Branqueamento.	37
- Desidratação parcial:	37
a) por solvente orgânico	37
b) por ar quente	37
- Embalagem e congelamento	37
- Armazenamento.	38
- Fritura	38
3.2.3.5. 3ª Etapa: Processamento por semi-desidratação e congelamento.	38
- Branqueamento.	40
- Desidratação parcial.	40
3.2.4. Análise Sensorial.	40
3.2.4.1. 1ª Etapa: Estudos preliminares da semi-desidratação por solvente orgânico.	40
a) Determinação da relação produto:solvente.	40
b) Determinação do formato de corte.	41
3.2.4.2. 2ª Etapa: Semi-desidratação por ar quente e álcool etílico com posterior congelamento	41
3.2.4.3. 3ª Etapa: Processamento por "dehydrofreezing" com dois tratamentos.	46

<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.</b>	<b>52</b>
4.1. Teor de umidade e glicídeos redutores na matéria-prima.	52
4.2. Processamento.	53
4.2.1. Classificação	53
4.2.2. 1ª Etapa: Semi-desidratação por álcool etílico: estudos preliminares.	55
4.2.2.1. Determinação da relação batata:solvente.	55
4.2.2.2. Determinação do formato de corte.	56
4.2.2.3. Determinação da curva de secagem.	56
4.2.3. 2ª Etapa: Processamento de batatas semi-desidratadas por álcool etílico e ar quente e posterior congelamento.	57
4.2.4. 3ª Etapa: Processamento por semi-desidratação - congelamento	65
4.2.4.1. Determinação de gordura no produto final.	67
4.2.4.2. Rendimento do processo.	68
4.2.4.3. Análise sensorial.	70
4.2.4.3.1. Aceitação e preferência.	76
<b>5. CONCLUSÕES.</b>	<b>79</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA.</b>	<b>81</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

1. Composição média dos tubérculos de batata fresca.	18
2. Composição química dos tubérculos de batata ( matéria-seca ).	18
3. Descritores de qualidade para os atributos avaliados em batata frita tipo "chips" semi-desidratadas por ar quente e álcool etílico e posterior congelamento.	45
4. Descritores de qualidade para os atributos avaliados em batata frita tipo "chips" processadas por semi-desidratação - congelamento.	49
5. Esquema do delineamento experimental tipo V utilizado no teste de aceitação e preferência.	51
6. Médias do teor de umidade e glicídeos redutores ( % base úmida ) para a batata crua.	52
7. Classificação dos tubérculos segundo Tipo e Grupo.	54
8. Classificação dos tubérculos por Classe.	54
9. Resultados do teste de aceitação e preferência de batatas tipo "french fries" semi-desidratadas por álcool etílico.	55
10. Resultados do teste de aceitação e preferência de batatas semi-desidratadas por álcool etílico.	56
11. Tempos de secagem e fritura empregados durante o processamento de batatas "chips" por semi-desidratação - congelamento.	58
12. Valores de p da ANOVA para amostras de batatas tipo "chips" com duas espessuras, semi-desidratadas por álcool etílico e congeladas.	60
13. Valores de p da ANOVA para amostras de batatas tipo "chips" com duas espessuras, semi-desidratadas por ar quente e congeladas.	60
14. Médias das notas atribuídas pelos provadores e equipe sensorial por atributo, para batatas semi-desidratadas por álcool etílico e congeladas.	61
15. Médias das notas atribuídas pelos provadores e equipe sensorial por atributo, para batatas semi-desidratadas por ar quente e congeladas.	62

16. Tempos de secagem aplicados às batatas em função dos diferentes tratamentos realizados.	65
17. Tempos de fritura ( 185°C ) aplicados às batatas em função dos diferentes tratamentos realizados.	66
18. Testes de gordura realizados em batatas "chips" com diferentes tratamentos.	67
19. Rendimento do processo por grupo de operações ( expressos em % ) para as quatro variações no processamento por semi-desidratação - congelamento em batatas tipo "chips".	70
20. Valores de p obtidos na ANOVA para amostras de batatas "chips" semi-desidratadas e congeladas, por atributo.	72
21. Médias das notas atribuídas pelos julgadores para amostras de batatas "chips" semi-desidratadas por ar quente e congeladas.	75
22. Resultados do teste de aceitação e preferência de batatas tipo "chips" processadas por semi-desidratação - congelamento e uma amostra comercial.	78

## ÍNDICE DE FIGURAS

1. Processo de semi-desidratação - congelamento em frutas e vegetais.	4
2. Fluxograma de processamento para a obtenção de batatas semi-desidratadas por álcool etílico e ar quente e posteriormente congeladas.	36
3. Fluxograma de processamento por semi-desidratação - congelamento por dois tratamentos para a obtenção de batatas tipo "chips".	39
4. Ficha de avaliação sensorial de batatas tipo "french fries" semi-desidratadas por álcool etílico.	42
5. Ficha de avaliação sensorial de batatas frita ( rodelas e cubinhos ) semi-desidratadas por álcool etílico.	43
6. Ficha de avaliação sensorial de batatas tipo "chips" semi-desidratadas por álcool etílico e ar quente e posterior congelamento.	44
7. Ficha de avaliação sensorial de batatas tipo "chips" tratadas por semi-desidratação e congelamento.	47
8. Ficha de avaliação sensorial empregada no teste de aceitação e preferência de batatas tipo "chips".	50
9. Curva de secagem de batatas em rodelas semi - desidratadas por álcool etílico (93,8°INPM ) e por ar quente ( 63±1°C ).	57
10. Espectro de absorção de $\beta$ carotenos extraídos no solvente de desidratação de batatas tipo "chips".	59
11. Médias das avaliações da equipe sensorial vs atributos para amostras de batatas semi-desidratadas e congeladas em quatro tratamentos diferentes.	63
12. Configuração da Análise Descritiva Qualitativa das amostras estudadas	71
13. Médias das das avaliações dos provadores e equipe sensorial para o atributo cor em amostras de batatas semi-desidratadas e congeladas em quatro tratamentos diferentes.	73
14. Interação solução de branqueamento / temperatura de secagem em batatas tipo "chips" semi-desidratadas e congeladas.	74

15. Freqüência dos valores obtidos no teste de preferência e aceitação de batata "chips" tratadas por semi-desidratação - congelamento e uma amostra comercial, expressos em %. 77

## RESUMO

A industrialização da batata, principalmente nas formas de "chips" e pré-frita congelada, vem aumentando nos últimos anos no Brasil; devido ao fácil e rápido preparo final dos produtos, assim como à sensação de frescor após armazenamento. Um item importante na eficiência destes processamentos é o conteúdo de água presente na matéria-prima.

Para a obtenção de "chips" pré-elaborados, batatas da variedade Bintje foram processadas por semi-desidratação - congelamento ("dehydrofreezing"). Duas técnicas de secagem foram aplicadas ( por álcool etílico e ar quente ) assim como duas formas de branqueamento ( água potável e solução de cloreto de cálcio ). Quando desidratado o material por ar quente, duas temperaturas foram testadas (63 e  $100 \pm 1^\circ\text{C}$  ).

A classificação das batatas, bem como análise de umidade e açúcares redutores foram realizadas na matéria-prima. Determinou-se também o rendimento do processo e o teor de gordura no produto final após fritura, avaliando-se organolepticamente a qualidade dos produtos obtidos.

O material semi-desidratado por etanol não resultou sensorialmente em um produto com características de batata "chips", porém não foi um produto rejeitado pela equipe sensorial, que o caracterizou como "snack extrusado".

O rendimento total do processo foi comparável aos obtidos em outros processos industriais de batatas fritas. O produto semi-pronto pode ser frito em apenas 1/3 do tempo necessário para fritura de batata no mesmo formato, simplesmente congelada, sendo que a presença de  $\text{CaCl}_2$  na solução de branqueamento diminuiu a absorção de óleo e o aumento da temperatura de secagem provocou efeito contrário.

Os resultados dos testes sensoriais indicaram que as amostras estudadas obtiveram boa aceitação de modo geral.

## SUMMARY

Potatoes processing, mainly in chips and frozen prefried, increased in the last years in Brazil because of its freshness sensation, as well as its rapid final preparation. One of the most important consideration in the efficiency of the proceedings is the water content in the raw material.

To obtain prefinished chips, potatoes of the Bintje variety were processed by dehydrofreezing. Two drying techniques were applied ( using ethanol and heated air) and two blanching methods ( water and  $\text{CaCl}_2$  solution ). When the material was dehydrated by heated air, two temperatures were tested ( 63 and  $100 \pm 1^\circ\text{C}$  ).

The potatoes were classified and analysed concerning moisture content and reducing sugars. The process efficiency and the oil content in the final product, and sensorial quality of the dehydrofrozen chips were determined.

The parcial dehydrated product by ethanol did not result in the expected characteristics of the potatoes chips and had characteristics similar to a extruded snack.

The total yield of the dehydrofrozen chips process was compared with other industrial fried potato processes. The resulting product could be fried in about one third ( $1/3$ ) of the time needed to fry frozen potatoes of a similar shape. The presence of  $\text{CaCl}_2$  in the blanching solution decreased oil absorption. On the other hand, increasing of drying temperature produced a opposite effect.

In general, the results of the sensory tests indicated good acceptance of the studied products.

## 1. INTRODUÇÃO

Mesmo possuindo diversas vantagens, nem sempre os métodos de desidratação ou congelamento são ótimos processos de conservação, quando aplicados isoladamente MORETTI (1993). Diversos autores tem explicado que a combinação de duas operações convencionais de preservação de alimentos permite aproveitar com maior eficiência o que cada técnica tem de melhor ( HOWARD & CAMPBELL, 1949; TALBURT & RAMAGE, 1957; FEUSTEL & KUEMAN, 1967; HUXSOLL, 1982 ).

A desidratação e o abaixamento da temperatura são os métodos de conservação mais utilizados na indústria de alimentos. Duas técnicas das chamadas "não convencionais", combinam ambos os processos, os quais já têm sido desenvolvidos em plantas industriais. São eles: a liofilização ("freezeconcentration") e semi-desidratação - congelamento ("dehydrofreezing") (FLOSDORF, 1949; TRESSLER & EVERS, 1957; PLANK, 1963; LABELLE & MOYER, 1966; HUXSOLL, 1982; MORETTI, 1993 ).

A técnica da semi-desidratação - congelamento, concebida desde o ano 1946, tem sido aplicada com êxito a várias frutas e hortaliças ( HOWARD & CAMPBELL, 1949; TALABUT & RAMAGE, 1957; LAZAR, 1968 ).

Entre as maiores vantagens do processo têm sido destacadas a diminuição do conteúdo de água livre, peso e volume dos produtos, minimiza as desvantagens da secagem completa e os custos de transporte e estocagem são reduzidos ( KAUFMAN & POWER, 1957; THEVENOT, 1971; HUXSOLL, 1982 ).

Nos últimos anos dadas as características da vida moderna, a cozinha tem alcançado dimensões industriais e a preparação de refeições semi-prontas tem-se tornado em produção de grande escala ( CARVALHO, 1968 ); daí a importância do desenvolvimento de alimentos pré-elaborados, sendo que os vegetais supercongelados, entre eles a batata, adquiriram pelas suas características técnicas e econômicas, uma alternativa para esse segmento.

Na década de 80 iniciou-se no Brasil a industrialização da batata sendo que, até hoje, o produto mais representativo desta indústria é a batata pré-frita congelada ( SUPERCONGELADOS, 1990 ) e mais recentemente a LIRBA Agroindústria Ltda. colocou no mercado a batata congelada na forma de "chips".

Nosso trabalho pretende abordar principalmente o processo de semi-desidratação - congelamento, tendo como objetivos:

1. Aplicar o método de semi-desidratação - congelamento a batatas, para obter um produto semi-pronto.
2. Aplicar duas técnicas de secagem na etapa de desidratação do processo (solvente orgânico e ar quente ) e avaliar organolépticamente a qualidade dos produtos obtidos.
3. Adequar determinadas variáveis do processo, visando obter melhor qualidade no produto final.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.

### 2.1. Semi-desidratação - congelamento: Geralidades.

A semi-desidratação - congelamento ( semi-desidratação - congelamento ) é um método de conservação concebido originalmente por HOWARD & CAMPBELL (1946) e desenvolvido pela Western Regional Research and Development Division Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture ( TALBURT & RAMAGE, 1957 ).

Tal como sugere seu nome, este método também chamado "congelamento de alimentos-concentrados" ( LAZAR, 1968 ), combina duas operações convencionais de preservação de alimentos: desidratação ( parcial ) e congelamento ( 0°F = -18°C ) no aproveitamento do alimento a ser conservado (HOWARD & CAMPBELL, 1946; TALBURT & RAMAGE, 1957; KAUFMAN & POWERS, 1957; FEUSTEL & KUEMAN, 1967; THEVENOT, 1971; HUXSOLL, 1982 ).

A técnica foi descrita e analisada para maçã por KAUFMAN (1951), para damasco por KAUFMAN & POWER (1957) e mais extensamente por LAZAR (1968), para vários produtos. Este método ( descrito na Figura 1 ) tem sido aplicado comercialmente a vários vegetais: ervilha, pimentão, cenoura, damasco, maçã, etc. (HOWARD & CAMPBELL, 1949; TALBURT *et alli.*, 1950; LAZAR, 1968 ).

Segundo FEUSTEL & KUEMAN (1967), produtos de batata cozida, misturada com leite e sal, são desidratados até 15 % de umidade e congelados após extrudada a mistura.

POWERS *et alli.* (1956) desidrataram parcialmente e congelaram damascos em pedaços, concluindo que este processo é particularmente importante na indústria do damasco para uma excelência na qualidade e substancial economia nos custos.

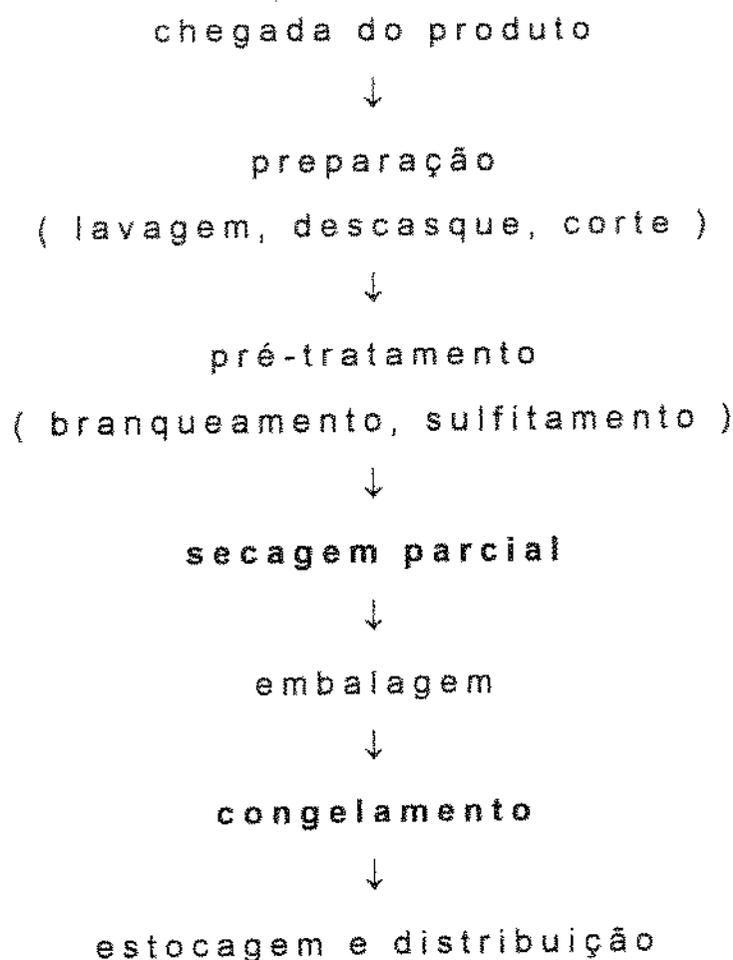


Figura 1: Processo de semi-desidratação e congelamento em frutas e vegetais.

DAUGHTERS & GLENN (1946) anteciparam que uma das vantagens da semi-desidratação - congelamento ( SDC ) poderia ser a diminuição do conteúdo de água livre em relação aos alimentos congelados, obtendo-se menor número de cristais de gelo e portanto menor a ruptura dos tecidos vegetais durante o congelamento.

Uma das maiores vantagens do processo está na redução do peso e volume dos produtos, o que é importantíssimo no armazenamento e transporte a grandes distâncias, aspectos nos quais ganha do congelamento convencional (RASMUSSEM *et alli.*, 1957; COPLEY, 1958; GIORGI *et alli.*, 1986 ).

Segundo HOWARD & CAMPBELL (1946) e TRESSLER & EVERS (1957) nenhum outro processo oferece um produto de qualidade comparável a tão baixo custo do que a técnica da semi-desidratação - congelamento. Os autores referiram que a economia no material de embalagem, a redução nos custos de armazenamento, transporte e na produção de frio no processamento por SDC, é maior do que os custos de instalação e funcionamento da área de secagem.

Em relação aos produtos congelados convencionalmente, os alimentos semi-desidratados - congelados têm como vantagens: 1) melhor controle da textura e umidade nos produtos reconstituídos, 2) as perdas pelo gotejamento e degelo são reduzidas, 3) a capacidade de congelamento é incrementada e 4) a necessidade de espaço e custo de embalagem e de estocagem é diminuída ( RASMUSSEN *et alii.*, 1957; LAZAR, 1968; HUXSOLL, 1982 ).

Segundo HOWARD & CAMPBELL (1946) e RASMUSSEN *et alii.* (1957) na SDC não ocorrem perdas de qualidade durante o processo e os rendimentos são superiores aos do processo de congelamento. Os mesmo autores reportaram vantagens econômicas no transporte.

Neste processo, a transferência de umidade acontece a altas velocidades, sendo que as células dos alimentos semi-desidratados - congelados usualmente retornam com maior facilidade ao seu estado original quando reconstituídos, mantendo melhor qualidade do que os produtos desidratados ( HOWARD & CAMPBELL, 1946; ANON, 1958; LAZAR, 1968 ).

TALBURT & LEGAULT (1950) comentaram que a SDC minimiza as desvantagens da secagem completa. LAZAR (1968) acrescentou que a perda da qualidade no método é diminuída porque a desidratação é muito curta e somente a água livre é evaporada, resultando em baixas temperaturas no interior do produto impedindo modificações irreversíveis neste.

Segundo TALBURT *et alii.* (1950) a SDC de maçãs permite manter melhor as características de maçã fresca, do que nas frutas congeladas convencionalmente, assim como diminui os custos de transporte e estocagem das mesmas.

LAZAR (1968); THEVENOT (1971) e HUXSOLL (1982) concordaram que a impopularidade da SDC para a sua aplicação industrial está em: 1) as vantagens econômicas não são impressionantes se comparadas a outros métodos, 2) os métodos de procedimento não têm sido muito estudados nem otimizados e 3) as técnicas para o uso dos produtos semi-desidratados - congelados não estão muito claras.

Para avaliar a energia global requerida no processo de semi-desidratação - congelamento, deve-se considerar a energia necessária para: remover a água livre, congelar a água física ou quimicamente retida, embalar a "água congelada", estocar e transportar a "água congelada" ( HUXSOLL, 1982 ).

Resultado da análise de HUXSOLL (1982), a energia utilizada para a secagem por circulação forçada de ar, está na faixa de 1800 a 4000 BTU/lb, enquanto que a energia necessária quando usada a fritura como método de extração da água, é aproximadamente igual a 1200 BTU/lb de evaporação.

O uso da liofilização é possível, mas seus custos e necessidades energéticas são tão altas que só é considerada em produtos especiais ou para retirar pequenas quantidades de água ( GINETTE & KAUFMAN, 1968 ).

Os dados obtidos por KAUFMAN & POWERS (1957) indicaram que damascos semi-desidratados - congelados podem ser produzidos com custo aproximado ao dos produtos enlatados ou até 10 a 20 % menor do que os damascos convencionalmente congelados.

## **2.2. Semi-desidratação - congelamento: Operações de processo.**

### **2.2.1. Considerações gerais.**

As etapas prévias à desidratação parcial no processo SDC seguem, em essência, a preparação convencional dos produtos a serem enlatados, desidratados

ou conservados pelo frio. A escolha da melhor variedade e o ponto de maturação ótimo para a colheita, assim como as condições físicas e químicas da matéria-prima a processar, são de extrema importância para a obtenção do melhor produto final. Variedades preferidas para congelamento são também as mais adequadas para semi-desidratar e congelar. ( LAZAR, 1968; BEIRÃO, 1972; HUXSOLL, 1982 ).

### 2.2.2 Descasque.

HUXSOLL & SMITH (1975) descreveram os principais tipos de descascamento utilizados industrialmente como a abrasão, a lixívia e o vapor. Segundo os autores, a redução em 5 % das perdas por descasque, pode representar uma economia de mais de um milhão de dólares anuais para a indústria com capacidade de 20 ton/h.

O método de abrasão aplica-se em hortaliças de polpa de alta consistência como batata e cenoura ( SECRETARIA EDUCACIÓN PÚBLICA (SEP)/TRILLAS, 1986). Este sistema permite maior continuidade no processo, porém maiores perdas do que o descasque em solução de NaOH ( SALUNKHE *et alii.*, 1991 ).

Após o descasque, é recomendado aplicar banho de água, solução a 2% de ácido ascórbico, ácido cítrico ou sal para impedir a oxidação e escurecimento do produto ( SEP/TRILLAS, 1986 ).

### 2.2.3 - Corte.

O corte dos vegetais depende fundamentalmente da sua forma natural, do produto final desejado e da forma a ser apresentado ( LAZAR, 1968; WEAVER *et alii.*, 1975 ). A definição desta etapa é muito importante, pois a especificidade de alguns passos durante o processamento geral aplicado ( branqueamento, tipo de secagem, embalagem para distribuição, reidratação, etc. ) depende do formato e do tamanho das peças.

Os equipamentos de corte diferem segundo o produto a ser cortado. No corte de batatas e hortaliças de raiz usa-se geralmente cortador de cubos ou moldes para palitos ("julianas"), podendo também serem cortadas em fatias por afiadas facas giratórias. Alfaces são desfolhadas, repolhos são cortados em tiras, uvas e cerejas são desidratadas inteiras. Damascos e pêssegos são cortados na metade, maçãs e cebolas são geralmente fatiadas ( CRUESS, 1973; SALUNKHE *et alii.*, 1991 ).

#### 2.2.4. Branqueamento.

Diversos autores ( CRUESS, 1973; ALMEIDA *et alii.*, 1983 AÑON, 1983; SALUNKHE *et alii.*, 1991 e muitos outros ) têm reportado objetivos e vantagens do processo de branqueamento:

- . a inativação das enzimas responsáveis pelo escurecimento do produto.
- . diminuição das mudanças indesejáveis no sabor.
- . melhoramento da qualidade do produto final.
- . favorecimento da retenção de algumas vitaminas como a vitamina C.
- . amolecimento do produto.
- . eliminação parcial dos gases intercelulares.
- . fixação e acentuação da cor natural.
- . redução parcial dos microrganismos presentes.
- . desenvolvimento do sabor característico.

O branqueamento apresenta ainda outras vantagens nos produtos industrialmente processados, tais como: cor mais uniforme no produto final; redução da absorção de óleo pela gelatinização da camada superficial de amido, já que o produto encontra-se parcialmente cozido; redução do tempo de fritura e melhoramento da textura do produto final ( ALMEIDA *et alii.*, 1983 ).

PORSDAL-POULSEN (1986) SEP/TRILLAS (1986); SALUNKHE *et alii.*, (1991) reportaram que o branqueamento pode reduzir o tempo de secagem, remover o ar intercelular dos tecidos vegetais e retardar o desenvolvimento de odores estranhos.

Nos produtos a sofrerem SDC, da mesma forma que nos vegetais a serem desidratados ou congelados convencionalmente, é imprescindível a realização do branqueamento para evitar as perdas de qualidade ( HOWARD & CAMPBELL, 1946; TALBURT *et alii.*, 1950; RASMUSSEM *et alii.*, 1957; LAZAR, 1968; HUXSOLL, 1982 ).

Geralmente submerge-se o produto em água quente. Pode-se aplicar também o calor por exposição ao vapor. O tipo, duração e temperatura do processo depende do produto a ser tratado. Para evitar o ligeiro gosto de cozido que o processo de branqueamento causa, é preciso esfriar os produtos em corrente de ar ou água fria (CRUESS, 1973; ALMEIDA *et alii.*, 1983 ).

#### **2.2.5. Desidratação convencional.**

A principal operação que diferencia o congelamento convencional da semi-desidratação - congelamento é a etapa de desidratação. Para manter a "qualidade dos alimentos congelados" nos alimentos tratados por SDC, o processo de desidratação tem que ser muito bem controlado. ( VAN ARSDEL & COPLEY, 1964; HUXSOLL, 1982 ).

A remoção da água pode ser conseguida por diversos processos, sendo a secagem por ar quente a mais comum para frutas e hortaliças ( HUXSOLL, 1982 ).

Aplicando ar quente ao produto, a água dos tecidos é evaporada. O vapor é absorvido pelo ar e quando saturado de umidade é retirado do sistema. A temperatura máxima a ser utilizada é 60°C. Temperaturas elevadas e umidade baixa, ocasionam a caramelização dos açúcares e a descoloração das hortaliças. Se iniciado o processo a altas temperaturas, a água dos tecidos superficiais evapora-se muito rápido, o que dificulta a saída da água dos tecidos internos, resultando em produtos de baixa qualidade ( POTTER, 1978; SOLIS *et alii.*, 1981 ).

No período inicial, onde a umidade do produto é geralmente de 70 % ou mais a velocidade da secagem convencional depende dos coeficientes de

transferência de calor e de massa, da diferença entre as temperaturas ou das pressões de vapor do ar que envolve o produto e da superfície do material, e da área ( da superfície ) onde ocorrem as trocas de massa e energia ( POTTER, 1978).

A secagem na SDC é feita num ciclo rápido e curto em atmosfera seca, o qual diminui as perdas de qualidade nutricional em relação aos produtos desidratados, além de reduzir o tempo de reidratação do produto final. ( TALABURT & LEGAULT, 1950 ).

A transferência de massa é relativamente restrita à faixa de alta umidade onde a velocidade de evaporação é alta, produzindo-se uma evaporação "fria", ou seja, a temperatura no produto mantém-se baixa sem provocar alterações notáveis na estrutura celular ( LAZAR, 1968 ).

A temperatura de secagem geralmente aplicada na semi-desidratação de frutas e verduras é similar à aplicada no processo de desidratação convencional, aproximadamente 60 - 62°C, na qual não sofrem alterações irreversíveis, além do material retornar quase totalmente a seu estado original quando reconstituído. (TALBURT *et alii.*, 1950; LAZAR, 1968).

Segundo VAN ARSDEL & COPLEY (1964), para se obter boa qualidade nos produtos congelados após desidratação parcial, é necessário observar os fundamentos que garantem o princípio da refrigeração evaporativa durante a secagem:

- . a velocidade de secagem deve ser controlada, permitindo a máxima taxa de secagem e evitando que as peças sejam fluidizadas ou compactadas.
- . o produto, desde que se respeitem as necessidades do mercado, deve ser cortado o menor possível, permitindo uma maior superfície de evaporação.
- . o leito de material deve ser uniforme, evitando-se caminhos preferenciais do ar quente e a formação de zonas mortas.
- . o tempo de secagem deve ser muito controlado para garantir a paralisação do processo quando a redução do peso atinja 50 % ou o desejado, ao mesmo tempo que se evita um aumento da temperatura acima dos níveis consistentes com a manutenção da qualidade do produto e a velocidade da secagem.

LAZAR (1968) apontou que o grau ótimo de redução de peso nos produtos congelados posteriormente a desidratação parcial, é diferente para cada espécie e deve ser pré-determinado em função dos produtos a serem comercializados.

Na SDC a desidratação é retida pelo congelamento do produto, depois da remoção de aproximadamente 2/3 da água componente do mesmo ( HOWARD & CAMPBELL, 1946 ).

### 2.2.6. Congelamento.

O congelamento de alimentos é adequado para qualquer tipo de produto: hamburguers, filés, partes de frango, carnes processadas, frutas, vegetais, frutos do mar, pratos prontos, etc. Neste processo, a água contida nas frutas e hortaliças é isolada sob forma de cristais de gelo, dificultando a sua participação nas reações químicas e bioquímicas e inibindo a atividade dos microorganismos ( RAMOS & VITERGO, 1967 ).

Segundo o próprio autor, a qualidade dos vegetais congelados depende em grande escala da associação entre as moléculas de água e os demais constituintes do alimento , assim como das modificações físico-químicas que ocorrem durante a cristalização ( nucleação e crescimento dos cristais ). Os cristais devem ser pequenos para reduzir as perdas de líquido celular durante o descongelamento, não prejudicando aspectos de textura e o valor nutritivo do produto.

A cristalização máxima nos vegetais ocorre entre -5 e -7°C ( SEP/TRILLAS, 1986 ). Quanto mais rápido o produto atingir essas temperaturas, menores serão os cristais, evitando-se o rompimento das paredes celulares e conseqüentemente, o intenso deslocamento de água e nutrientes de dentro para fora das células no congelamento e após o descongelamento ( CATALOGO WHITE MARTINS ).

DÍAZ *et alii.* (1987) reportaram que nas frutas e vegetais totalmente congelados a absorção de O<sub>2</sub> é detida e os processos de respiração ocorrem lentamente com desprendimento de CO<sub>2</sub>. Por outro lado, a atividade enzimática e o desenvolvimento dos microorganismos são bloqueados, dado o efeito desidratante

que a formação de gelo provoca.

Em relação as vantagens do congelamento rápido, TRESSLER & EVERS (1957) e MORETTI (1993) explicaram que os cristais de gelo formados são muito menores e portanto é menor a destruição dos tecidos vegetais. Quando o período de congelamento é mais curto, existe menos tempo para a difusão de sais e para a separação de água em forma de gelo. O produto esfria-se rapidamente a temperaturas inferiores às em que se verifica o desenvolvimento das bactérias, fungos e leveduras, diminuindo assim os riscos de decomposição durante este processo. A atividade das enzimas, oxidações, fermentações e desenvolvimento de microrganismos é reduzida ao mínimo.

Além disso, os mesmos autores acrescentam que estes produtos não perdem muito suas propriedades nutritivas e organolépticas. Não acontece a desnaturação das proteínas pelo frio e grande parte das vitaminas são conservadas. Obtem-se produtos mais saudáveis, pois não se contaminam durante a estocagem, transporte e distribuição, se mantidos a  $-18^{\circ}\text{C}$ . No caso das verduras congeladas, o tempo de cocção é mais curto e as perdas de cor são menores.

As frutas e hortaliças de pequeno porte como ervilhas e morango, semi-desidratadas, congelam-se a granel e são embalados em bolsas plásticas de polietileno. A melhor qualidade é obtida se o ar de congelamento atravessa a capa do produto a granel numa velocidade tal, que as partículas fiquem em movimento no plano vertical para conseguir uma ótima transferência de calor, resultando em tempos curtos de congelamento e evitando aglomerados no produto (SEP/TRILLAS, 1986 ).

Além da preservação das características organolépticas dos alimentos congelados, o método tem como pontos básicos a flexibilidade na linha de produção e a baixa desidratação do produto ( CATALOGO WHITE MARTINS ).

### **2.2.7. Estocagem e Distribuição.**

Da mesma forma em que são preservadas as características dos alimentos

congelados, os semi-desidratados - congelados têm que ser mantidos durante a estocagem e distribuição a temperaturas não maiores de  $-18^{\circ}\text{C}$  ( LAZAR, 1968; RASMUSSEN *et alii.*, 1957 ). O efeito positivo do congelamento rápido é anulado quando estocado o produto a temperatura superior a  $-18^{\circ}\text{C}$  ( BEIRÃO, 1972; CARVALHO *et alii.*, 1977 ).

A manutenção em congelamento a  $-18^{\circ}\text{C}$  evita o custoso e necessário acondicionamento dos alimentos totalmente desidratados, sendo que a avidez pela água e o ar nos semi-desidratados é menor e embalagens plásticas tradicionais poderiam ser utilizados durante o armazenamento sem que ocorressem perdas na qualidade do produto ( MORETTI, 1993 ).

Segundo KAUFMAN & POWERS (1957), o conteúdo e carga da estocagem é muito menor nos produtos semi-desidratados - congelados, quando comparados com os produtos enlatados ou congelados nas formas convencionais com açúcar, além de serem menores os custos de embarque por navio sob refrigeração.

### 2.3. Desidratação por solvente orgânico.

Desde o ano 100, o etanol tem sido empregado pelos Árabes na conservação de frutas e até hoje seu uso é conhecido na preparação de conservas, sendo necessário de 10 - 20% de álcool no alimento. No entanto esta quantidade transfere sabor estranho ao alimento ( LÜCK, 1981 ), além de extrair compostos pigmentados responsáveis pela cor do alimento ( LLAMA, 1986 ).

Diversos materiais alimentícios sofrem fortes mudanças físico-químicas durante os processos convencionais de secagem com ar ou solar. Entretanto, até hoje, não existe nenhuma técnica de desidratação com solvente considerada potencialmente comercial, o que não significa que seja impraticável no futuro (ANON, 1968; DAS *et alii.*, 1984).

Os pioneiros no campo da desidratação com solventes foram BANIEL (1961) e THOMPSON (1965) e a primeira tentativa para a implantação industrial desta técnica foi feita por BOHRER (1967) *apud.* DAS *et alii.* (1984). Morangos,

pedaços de banana e batata, entre outros alimentos, tem sido desidratados com êxito com solventes (HOLDSWORTH, 1969 ).

Segundo DAS *et alii.* (1984) o processo de desidratação com solvente consta de três etapas principais:

1. pré-tratamento do material: O objetivo é inativar enzimas, abaixar a carga microbiana e ocasionar mudanças estruturais que facilitem a transferência de água do interior das peças até a superfície.
2. desidratação em presença do solvente: Pode acontecer por duas vias: a) extração da água desde o alimento pelo solvente miscível ou parcialmente miscível na água e b) extração da água e destilação simultânea, onde a velocidade de desidratação é mais rápida e por isso é geralmente preferido.
3. remoção do solvente residual no alimento desidratado.

Características como a textura, cor, sabor, taxa de desidratação e retenção dos nutrientes, são afetadas pelo solvente utilizado ( HEISLER *et alii.*, 1953; DAS *et alii.*, 1984).

Diversos trabalhos têm sido publicados sobre o pré-tratamento de batatas antes da secagem ( VAN ARSDEL *et alii.*, 1973; TALBURT & SMITH, 1975 ), mas o efeito deste pré-tratamento na qualidade da batata desidratada por solvente não têm sido reportado em detalhes.

A recuperação eficiente e reutilização do solvente, são fatores de grande importância para o sucesso comercial do processo ( HEISLER *et alii.*, 1953; ANON, 1968; SRIVASTAVA, 1971 *apud.* DAS *et alii.*, 1984 ).

## 2.4. Batatas para o processamento industrial.

### 2.4.1. Formas e tendências de consumo.

Nos países desenvolvidos o consumo de batata fresca tem sido substituído por produtos como: batatas fritas congeladas, batatas escaldadas e congeladas, batatas fritas tipo "chips", batata desidratada, etc. ( KADAM *et alii.*, 1977; AÑON, 1983; SALUNKHE *et alii.*, 1991 ).

A industrialização da batata iniciou-se no Brasil na década de 80 com a Brasfrio Indústria e Comércio Ltda.( pré-frita congelada ). Porém, foi a Cooperativa Agrícola de Cotia - CAC que mais a desenvolveu, fornecendo inicialmente este tipo de batatas para a RESTCO Comércio de Alimentos S/A ( McDonalds ) e a partir de 1988 para supermercados ( BATATAS,1989; SUPERCONGELADOS, 1990 ).

A dificuldade de expansão no Brasil de produtos industrializados de batata, deve-se principalmente ao custo e escassez da matéria prima na entre-safra, baixa produtividade, dificuldades e preços elevados para armazenamento da matéria-prima e do produto final fundamentalmente quando congelado ( SOUZA, 1970 ).

ALMEIDA *et alii.* (1983), apresentaram um estudo econômico sobre a industrialização de batatas pré-fritas e hortaliças congeladas, onde o período de processamento da batata seria de 4 a 6 meses por ano, e no período restante seriam processados morango, cebola e cenoura. Estes autores apresentaram como produtos de maior viabilidade a "chips", flocos e tipo francesa congelada.

Diversos pesquisadores tem estudado o rendimento do processamento de diferentes produtos de batatas fundamentalmente nas formas de "chips" e "french fries" ( WEAVER *et alii.*, 1975; STRINGHETA *et alii.*, 1980; RODRIGUES, 1990 ).

## 2.4.2. Processamento.

### 2.4.2.1. Escolha da matéria-prima.

Da mesma forma que a batata destinada ao mercado interno, a batata a ser industrializada deve estar madura, limpa, sem brotos, firme, livre de danos mecânicos ou fisiológicos, pragas e/ou doenças ( BRASIL, 1977 ).

Os fatores que têm maior influência na qualidade da batata industrialmente processada são: tamanho, forma, profundidade dos olhos, pele, defeitos, cor da polpa, densidade, açúcares redutores e totais, baixo teor de umidade, perda no descasque, cor, defeitos e características da estocagem ( GRUPO EXECUTIVO DE IRRIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO AGRÍCOLA (GEIDA), 1971; SMITH, 1977; TALBURT & SMITH, 1975; GOULD & PLIMPTON, 1985 ).

A cultivar Bintje foi escolhida por diversos autores, como matéria prima única, ou como padrão.

As duas cultivares mais comercializadas no Estado de São Paulo: Bintje e Radosa foram avaliadas por PASCHOALINO *et alii.* (1975). Os autores efetuaram testes de caracterização física e avaliação sensorial dos atributos cor, aparência e textura externa e interna das batatas. Os resultados mostraram que a cultivar Bintje apresentou-se melhor em três fatores de qualidade: comprimento, aparência e cor, enquanto que a Radosa foi melhor em relação a sabor, textura interna e externa.

CARVALHO *et alii.*, (1977) relataram não terem encontrado diferenças significativas entre as cultivares "Bintje" e "Radosa", utilizadas na produção de "chips" e flocos. Já RODRIGUES (1989) avaliou sensorialmente sete cultivares de batatas por teste de ordenação, e obteve diferença significativas entre elas, sendo a Bintje a mais preferida.

Em 1983, PASCHOALINO *et alii.*, relataram a importância da cultivar Bintje e as razões da sua escolha para as pesquisas. Em estudos de avaliação de cultivares

para processamento na forma de fritas congeladas, eles concluíram que as cultivares Bintje e Aracy foram as mais adequadas ao processamento em função dos resultados da análise sensorial e por apresentar menor absorção de óleo.

Batatas da cultivar "Bintje", processadas na forma de "chips" e fritas à francesa, apresentam maior qualidade nos atributos cor, sabor e textura quando comparadas com outras seis cultivares estudadas ( PEREIRA, 1986 ).

Tamanho e formato tem particular importância em batatas destinadas à industrialização ( WEAVER *et alii.*, 1979; GOULD & PLIMPTOM 1985 ). HUXSOLL & SMITH (1975), apresentaram um estudo referente à perda de peso no descascamento em função do tamanho do tubérculo, afirmando que quanto menor o tamanho dos tubérculos, maior será a perda por descascamento, dado que é maior a relação superfície / volume.

Para o caso de batatas destinadas à indústria, várias classificações podem ser feitas. GOULD & PLIMPTOM (1985), apresentam a seguinte classificação por tamanho, segundo classes de peso: extra grande ( acima de 500 g), grande ( 300 - 500 g ), média ( 200 - 300 g ), pequena ( 120 - 200g ).

A composição química da batata ( Tabelas 1 e 2 ), depende do genótipo, local e tipo de solo de cultivo, tratos culturais, clima, maturidade e idade da planta e outros fatores ( BOOTH & SHAW, 1981; RASTOVSKI *et alii.*, 1981; AÑON, 1983; MONDY, 1983; TALBURT & SMITH, 1987; RODRIGUEZ, 1989 ).

Segundo BOOCK (1965); SMITH (1977); MARQUEZ & AÑON (1983 ), há uma variação na concentração dos constituintes bioquímicos da batata, mostrando que a distribuição não é homogênea em cada tubérculo. Foi documentado por AÑON (1983), que a composição dos tubérculos, além de ser alterada com as condições de cultivo e colheita, também varia com as condições de armazenamento.

A umidade, a composição química e propriedades físicas como a dureza, etc. de um pedaço de batata variam conforme a sua posição no tubérculo ( ROSS & PORTER, 1971).

Tabela 1: Composição média dos tubérculos de batata fresca.

Constituintes	Valores médios (%) *	Faixa (%) **
água	80,00	63,00 - 86,00
matéria seca	20,00	13,00 - 36,00
carboidratos	16,90	13,00 - 30,00
proteínas	2,00	0,70 - 4,00
lipídeos	0,92	0,02 - 0,96
cinzas	1,00	0,44 - 1,90

Fontes: \* Mondy, N.I. ( 1983 ).

\*\* Talburt, W.F and Smith, O. ( 1987 ).

Devido a variação do teor de sólidos de um tubérculo para outro e ao longo do eixo no mesmo tubérculo, este atributo, ou ainda a densidade, não fornecem uma indicação satisfatória da composição para o processamento de fritas à francesa, pois podem proporcionar pedaços fritos com qualidade inferior a do lote ( SAYRE *et alli.*, 1976).

Tabela 2: Composição química do tubérculo de batata. ( matéria seca )\*.

Constituintes	Intervalo reportado (%)	Intervalo médio (%)
amido	60,00 - 80,00	70,00
sacarose	0,25 - 15,0	0,50 - 1,00
açúcares redutores	0,25 - 3,00	0,50 - 2,00
N total	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00
N proteico	0,10 - 1,00	0,50 - 1,00
gordura	0,10 - 1,00	0,30 - 0,50
fibra dietética	3,00 - 8,00	6,00 - 8,00
minerais	4,00 - 6,00	4,00 - 6,00

Fonte: \*. Woolfe, J.A. ( 1987 ).

MONDY (1983) apresentou um amplo estudo sobre a influência das características químicas dos tubérculos de batata sobre a qualidade da batata frita, bem como efeitos da maturidade e condições pós-colheita na composição química. O autor relatou que cultivares com menor densidade tendem a acumular mais açúcares, e que batatas com mais de 2% de açúcares redutores são inaceitáveis para o processamento.

A principal característica das batatas destinadas ao processamento industrial é o teor de sólidos totais, devendo ser superior a 18%, porque proporcionará um produto final de menor custo ( GOULD, 1954; GEIDA, 1971 ). Outros parâmetros são alta densidade e aspecto externo ( STRINGHETA *et alii*, 1980 ).

Em experimentos com batatas cujo teor de matéria seca variou de 16,1 a 28,6%, obtiveram-se rendimentos de 46,8 a 56,9% respectivamente ( LISINSKA & LESZCZYNSKI, 1989 ).

Segundo BRODY (1969) a melhor utilização de uma batata depende da densidade e sólidos totais dos tubérculos, recomendando para fritas à francesa, apenas as batatas com teor de sólidos superior a 20 % e densidade superior a 1,081 g/cm<sup>3</sup>, sendo estas ainda recomendadas para batatas assadas, "chips" e purês, enquanto que as com valores inferiores aos descritos, servirão para saladas, cozidas e purês.

Tanto o conteúdo de matéria seca como o peso específico dos tubérculos, são parâmetros importantes na indústria para decidir qual o tipo de processamento a seguir (AÑON, 1983 ). Por outro lado, quanto maior o teor de matéria seca, menor a absorção de óleo nas batatas pré-fritas congeladas ( RODRIGUES, 1990 ).

BURTON (1966); GRAY & HUNBES (1978); LLAMA (1986) comentaram que a presença de diferentes pigmentos vegetais ( carotenos e antocianinas ) na estrutura das células de batatas, está diretamente relacionada com a cor natural destes tubérculos.

Análises de correlação múltipla feitas por MAZZA (1983), mostraram a importância do teor de açúcares redutores, sacarose e a temperatura de

armazenamento dos tubérculos, na determinação da cor de batatas fritas tipo "chips".

Valores de luminosidade superiores a 50 produzem batatas fritas de ótima cor, entre 40-50 a cor é regular e abaixo de 40 as batatas são muito escuras ( AÑON, 1983 ), sendo recomendado no início do processo, um conteúdo de açúcares redutores superficial inferior a 0,3 %, para obter uma excelente cor após a fritura.

Segundo SOLA (1978) os tubérculos com teor de açúcares redutores superior a 1% são muito doces, e portanto de qualidade inferior. CARVALHO *et alii.* (1977) e PASCHOALINO *et alii.* (1977), reportaram ser essencial um conteúdo inferior a este valor para o desenvolvimento da cor desejável nas batatas fritas.

No caso do teor de açúcares redutores ser alto, foi recomendado a realização de um recondicionamento a 16-20°C por até duas semanas. PUTZ & KEMPF (1981), afirmaram que o teor de açúcares redutores nos tubérculos não deve ultrapassar 0,5 % da matéria úmida, para evitar escurecimento e sabor amargo na batata frita.

ZAEHRINGER *et alii.* (1967) concluíram que existe uma correlação negativa entre a cor da batata "chips" e o conteúdo de sacarose, frutose e substâncias totais redutoras, sendo que o teor máximo de glicose para se obter uma boa cor foi de 0,2%.

#### **2.4.2.2. Armazenamento.**

Segundo diversos autores, CALLEJAS & ACCATINO (1973); EZETA (1975); TALBURT & SMITH (1975), durante o armazenamento de batatas os principais fatores que determinam o tempo de prateleira são: temperatura, umidade, ventilação e luz.

GEIDA (1971) e JAMIESON (1981) recomendaram para batatas destinadas à industrialização, o armazenamento a 10°C, 90-95 % de umidade relativa e

ausência de luz. Desta forma, se previne o acúmulo de açúcares redutores, perdas de peso e esverdeamento do produto.

O aumento de açúcares redutores durante o armazenamento provoca efeitos não desejáveis nas batatas processadas. São eles: aumento do sabor doce, textura ruim em batatas fervidas e assadas e cor escura em batatas fritas ( AÑON, 1983 ).

HALASZ *et alii.* (1982) recomendaram armazenar batatas de 2 a 7 °C e 85 - 90% de umidade relativa, condições nas quais é possível conservá-las de 5 a 8 meses. BALTAZAR (1992) cita trabalhos que mostram que batatas armazenadas a temperatura de 5°C ou menores, dão coloração mais escura nas batatas fritas, quando comparadas com as mantidas a temperatura ambiente.

Tubérculos armazenados entre 10 e 15,5°C apresentaram melhores qualidades culinárias e de elaboração para desidratação, do que quando mantidos a temperaturas mais baixas ( ROBERTS, 1974 ). Segundo AÑON (1983) batatas mantidas a 10°C perdem água a maior velocidade que quando mantidas a 4°C .

Segundo BURTON (1966) quando as batatas são mantidas a temperaturas de 10°C, os açúcares redutores podem aumentar de 0,2 a 1,0 % em 3 dias. SCHWIMMER *et alii.* (1954) reportaram que o acúmulo dos açúcares redutores glucose e frutose, é maior que o de sacarose durante o armazenamento a baixas temperaturas, sendo que a frutose apresentou as maiores variações.

Em baixas temperaturas ( 0 - 7°C ) observa-se nas diferentes variedades de batata, um incremento do conteúdo de açúcares solúveis derivados da hidrólise de polissacarídeos ( PRESSEY, 1969; IRITANI & WELLER, 1977; SOLA, 1978; BOOTH & SHAW, 1981; AÑON, 1983; BALTAZAR, 1992 ).

OHAD *et alii.* (1971); WORKMAN *et alii.* (1976) e SHEKHAR *et alii.* (1979) entre outros autores, indicaram que baixas temperaturas de armazenamento podem induzir mudanças na permeabilidade de membrana, incluindo a do amiloplasto, permitindo o acesso de enzimas amilolíticas e conseqüente aumento do número de açúcares solúveis. MARQUEZ & AÑON (1986) obtiveram resultados indicativos de

variações físicas reversíveis nos componentes lipídicos da membrana do amiloplasto.

#### **2.4.2.3. Descasque e acabamento.**

Segundo HUXSOLL & SMITH (1975), a perda por descascamento varia de 2% para "chips" até 50% para batatas pequenas enlatadas.

A eficiência do acabamento ( operação subsequente ao descascamento ), depende da eficiência do descasque e das características dos tubérculos (HUXSOLL & SMITH, 1975 ). A perda envolvendo descasque e acabamento pode variar de 15 a 40 % ( WEAVER *et alii.*, 1975 ).

Os fatores responsáveis pelo rendimento no descascamento de batatas, estão relacionados com a uniformidade do tamanho e regularidade da superfície dos tubérculos. SMITH (1977) recomendou aproximadamente 30 segundos para o descascamento por abrasão.

#### **2.4.2.4. Corte.**

O corte dos tubérculos no formato de palitos, deve ser no sentido do eixo mais longo ou o mais próximo possível, para oferecer maior rendimento na operação. Equipamentos modernos têm sido desenvolvidos para realizar esta operação. Os pedaços menores devem ser separados após o corte, podendo ser utilizados na elaboração de subprodutos, pois representam perdas na ordem de 10% ( WEAVER *et alii.*, 1975 ).

#### **2.4.2.5. Branqueamento.**

O período de branqueamento deve ser suficiente para inativar

completamente as enzimas polifenol oxidase e peroxidase, que são responsáveis pela maioria das reações que causam o escurecimento nas frutas e hortaliças quando tratadas industrialmente ( ALMEIDA, 1991; SAPERS, 1993 )

WEDZICHA (1987) reportou que o sulfitado de batatas com solução de 200 a 500 ppm, diminui os danos do calor durante a secagem.

Visando obter uma cor mais clara e uniforme, e menor absorção de óleo, além da inativação enzimática e redução do teor de açúcares redutores, GOULD & PLIMTOPN (1985), propuseram branqueamento a 85°C por 3 minutos nas batatas pré-fritas congeladas. Para obter estes mesmos resultados, LISINSKA & LESZCZYNSKI (1989 ) sugerem um branqueamento a 60 - 85°C durante 2 - 3 min, enquanto, BROWN & MORALES ( 1970 ), recomendaram 80°C por 15 min para resultados ótimos.

Uma das vantagens do branqueamento na industrialização de batata pré-frita -congelada é que a batata aquece-se ao mesmo tempo que transfere açúcares redutores ao banho de branqueamento, o que resulta numa excelente cor no produto final. Este processo também reduz a absorção de óleo e o tempo de fritura, ao mesmo tempo que melhora a textura final ( AÑON, 1983 ). Segundo a autora, devido à transferência isotérmica de açúcares redutores ao banho ( a transferência de calor no sistema é mais rápida do que o transporte de massa ), ocorre diminuição da concentração destes na superfície da batata e paralelamente se produz um aumento na região central em relação à concentração inicial por efeito da hidrólisis enzimática.

AÑON (1983) analisou que o aumento da temperatura do branqueamento não possui efeitos significativos na concentração superficial de açúcares redutores, mesmo que influa no coeficiente de transferência de massa, no coeficiente de difusão e na constante cinética do processo de geração de açúcares.

Durante o processo de branqueamento, o amido gelatiniza-se ocorrendo uma perda da cristalinidade, absorção do calor e hidratação do grânulo de amido o qual passa de um estado ordenado a um desordenado. Nas baixas temperaturas a energia fornecida ao sistema aumenta a desordem nas regiões amorfas, mas não é suficiente para atuar sobre as uniões cristalinas de alta estabilidade.

(HOLDSWORTH, 1969; CIACCO & CRUZ, 1982; AÑON, 1983 ).

Existem vários estudos sobre a influência de sais nas características de gelatinização e retrogradação do amido e seu efeito parece estar relacionado ao tipo de sal utilizado, a sua concentração e, ainda, à distribuição de cargas dos ânions presentes ( EVANS & HANSMAN, 1982; CIACCO & FERNANDES, 1989; GALVANI *et alii.*, 1994 ).

OOSTEM (1982) propôs uma hipótese para explicar o efeito de eletrólito nas propriedades do amido e as diferenças nos efeitos de soluções equimolares de cloreto, brometo e iodeto na temperatura de gelatinização.

LISINSKA & LESZCZYŃKI (1989) mostraram que quanto maior a temperatura e/ou tempo de branqueamento, maior a absorção de óleo.

DAS *et alii.* (1984) desidrataram batata em sete tipos de solventes orgânicos até 32 % de umidade. Com o objetivo de evitar escurecimento e reduzir o tempo de desidratação foi feito branqueamento, testando cinco condições diferentes. Os autores concluíram, entre outros aspectos, que é essencial o branqueamento antes da desidratação para evitar escurecimento e reduzir o tempo de desidratação. Quando as batatas foram branqueadas em solução fervente de  $\text{CaCl}_2$  ( 0,2% ) o resultado foi a excelente textura do produto final.

BURR & REEVE (1973) comentaram a importância do curto período de tempo no branqueamento para a produção de batatas "chips", com o qual reduz a tendência das fatias a grudar-se durante a secagem. Os mesmos autores recomendam a lavagem por atomização ou em água para remover o gel de amido da superfície das peças.

#### 2.4.2.6. Desidratação.

HOWARD & CAMPBELL (1946), apresentaram a curva típica de desidratação de batatas em cubinhos, mostrando a rápida remoção de água (evaporação ) na fase inicial, onde existe alta eficiência térmica em contraste à fase

final do processo de desidratação, onde diminui a transferência de massa.

Num produto agrícola, existem dois períodos diferentes de secagem: o período de taxa de secagem constante e o de taxa de secagem decrescente. O teor de umidade crítico, que separa estes dois períodos, depende da forma do produto e das condições de secagem ( POTTER, 1978; LAMBERG, 1989 ).

Diversos trabalhos mostram os mecanismos que controlam o processo de desidratação de batatas. Dentro deles destacam-se: KRETOV (1978); LEWICKI *et alii.*, (1984); ZHAO & PORSDAL-POULSEN (1986); LAMBERG (1989).

Na secagem de batatas por ar quente são preferidas temperaturas de aproximadamente 74°C quando sulfitadas e de preferência não acima de 62,5°C, quando não tratadas, evitando-se o escurecimento (CRUESS, 1973 ).

A fritura é outro processo empregado para remover parcialmente a água dos alimentos congelados. Esta técnica é usualmente aplicada para manter características importantes de qualidade como textura ( GOULD & PLIMPTON, 1985; RODRIGUES, 1990 ). Esta secagem parcial reduz a absorção de óleo durante a fritura ( ADAMBOUNOU & COSTAINGE, 1981 ). A batata "french fries" congelada é o produto mais representativo da aplicação desta técnica. Aproximadamente 37 - 38% do peso é removido por evaporação durante o pré-fritado, mas 6,5% é reincorporado na forma de óleo ( USDA, 1967 ).

Durante a Segunda Guerra Mundial, batatas em cubinhos foram desidratadas em secador de dois estágios, entrando na primeira seção deste com cerca de 88°C onde permaneceram por duas horas, perdendo no túnel mais da metade da sua umidade original ( CRUESS, 1973 ).

Batatas cortadas em cubinhos, foram branqueadas e posteriormente desidratadas durante 170 min em diferentes solventes orgânicos, até 32% de umidade. Para a desidratação, o material foi introduzido totalmente no solvente puro comercial em relação 30g batata:900g solvente (1:30). Após a desidratação, as amostras foram dessolventisadas em forno a vácuo a 38 - 41°C e 75 mmHg de pressão por 45 min. ( DAS *et alii.*, 1984 ).

Segundo estes autores, acetato etílico e depois, o álcool etílico, foram os melhores solventes testados. As vantagens do uso em alimentos é que são permitidos, possuem alta solubilidade na água e que o produto reidratado não contém solvente. O resultado da análise sensorial das amostras tratadas com etanol e acetato etílico, feita através do uso de escala hedônica de 9 pontos, foi de 7 e 8 pontos respectivamente.

HEISLER *et alii.* (1953), explicaram que quando a batata é agitada dentro de uma solução água:solvente orgânico, evidentemente o solvente penetra nas células misturando-se com o suco celular. Depois de equilibrada a fase líquida, o solvente aquoso é removido com uma secagem a temperatura moderada.

O álcool, além de transmitir firmeza às células e mantê-las separadas, provoca uma variação no amido da batata, o qual passa de transparente a um sólido branco e opaco ( HEISLER *et alii.*, 1953; SALUNKHE *et alii.*, 1991 ). Estes autores afirmaram que o etanol é bom solvente de extração, particularmente em concentrações intermediárias ( 1:1; 2:1) obtendo-se um produto final de bom sabor.

#### **2.4.2.7. Congelamento e armazenamento.**

GOULD & PLIMPTOM (1985) recomendaram que pedaços de batatas pré-fritas devem atingir temperaturas de  $-4^{\circ}\text{C}$  no máximo em 12 min, durante o congelamento, para garantir textura de qualidade no produto final.

Não foram verificadas, por estes autores, diferenças significativas na qualidade do produto final, para quatro condições de congelamento, onde o tempo necessário para abaixamento da temperatura das fritas de  $20$  a  $-5^{\circ}\text{C}$  variou de 7 a 15 min .

Após congelamento, o produto é estocado a  $-18^{\circ}\text{C}$  no mínimo para garantir o bloqueio da atividade microbiológica. O efeito positivo do congelamento rápido é anulado quando se estoca o produto a temperaturas superiores ( DÍAZ *et alii.*, 1987).

#### 2.4.2.8. Fritura.

O segundo fator mais importante na qualidade da batata frita é o óleo empregado na fritura, cujos teores além de incidirem nos custos do processo, influenciam no sabor do produto final ( ANON, 1983; LISINSKA & LESZCZYNSKI, 1989, RODRIGUEZ, 1990 )

O conteúdo de sólidos da batata não determina a absorção de óleo na fritura, entretanto o rendimento de processo é maior quanto mais óleo absorver o produto final ( SAYRE *et alii.*, 1975 ).

ZAK & HOLT (1973) recomendaram que a fritura final dos produtos pré-fritos congelados deve ser efetuada com o produto ainda congelado, dado que o descongelamento torna o produto quebradiço e provoca acúmulo de detritos no fritador. As condições de 176°C por 2,75 min foram recomendadas, observando que temperaturas ou tempos menores resultam em um produto sem rigidez, enquanto que tempos e/ou temperaturas maiores podem causar deterioração da cor do produto.

Tem sido recomendado por CHANG & REDDY (1971) a adição de preparados ao óleo de fritura, para reforçar o sabor de batata frita.

#### 2.4.3. Avaliação sensorial da batata frita.

A avaliação sensorial dos alimentos é função primária do homem, que de forma consciente ou não, aceita ou rejeita alimentos, de acordo com a sensação que experimenta ao observa-los e/ou ingeri-los.

ZAEHRINGER *et alii.* (1970) afirmaram ser a textura, cor e sabor as principais características na avaliação sensorial de batatas "chips" e à francesa.

Segundo LISINSKA & LESZCZYNSKI (1989) as características organolépticas de maior incidência na qualidade da batata frita como:

- . sabor de batata frita: Depende do material cru e do óleo, bem como de um adequado processamento tecnológico, devendo ser livre de sabores com características de caramelização, sabores doces, amargos ou estranhos.
- . textura: Na batata frita tipo "chips" o mais importante em relação à textura é a crocância, característica da amostra de batata frita que oferece certa resistência ao ser pressionada com os dentes e ao quebrar, produz ruído.
- . cor: Varia de clara, dourada, sem traços escuros, e é dependente da composição química dos tubérculos ( fundamentalmente o teor de açúcares redutores ) e o processamento aplicado.

JOHNSTON *et alii.* (1970) observaram que piores qualidades quanto à textura estão associadas à melhor viscosidade do amido, bem como a correlação positiva entre o tempo necessário para a gelatinização e a textura. JASWAL (1970) propuz a adição de sais (  $\text{CaCl}_2$  e  $\text{Mg Cl}_2$  ) para melhorar a textura de batatas fritas.

A Análise Descritiva Qualitativa ( ADQ ) é uma prova de grande utilidade e aplicabilidade na solução de problemas associados ao controle de qualidade, ao desenvolvimento de novos produtos e à análise das preferências do consumidor (STONE *et alii.*, 1974; POWERS *et alii.*, 1984; DAMASIO & COSTELL, 1991; FELBERG, 1994 ).

SPIESS *et alii.* (1975) utilizou para a avaliação sensorial de batatas fritas à francesa, um grupo de 7 a 8 provadores, servindo 4 a 6 amostras em intervalos de 5 min, sendo que a primeira amostra, utilizada como padrão, foi servida ao mesmo tempo para todos os provadores. Foram propostos descritores de qualidade variando de muito ruim a excelente, numa escala estruturada de 9 pontos.

PASCHOALINO *et alii.* (1975) na avaliação sensorial de batatas fritas à francesa de duas cultivares, utilizaram uma escala de 6 pontos, variando de excelente a muito ruim, sendo que os atributos avaliados foram cor, sabor, aparência e textura.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS.**

#### **3.1. MATERIAL.**

##### **3.1.1. Matérias - primas.**

Foram utilizadas batatas ( *Solanum tuberosum* L. ) do cultivar "Bintje", colhidas nos meses de março e abril de 1994, e óleo de milho, marca Mazola, para a fritura das batatas semi-desidratadas e congeladas, adquiridos no comércio local de Campinas.

Para a desidratação das batatas utilizou-se álcool etílico retificado ( 93,8° INPM ) marca SANTA CRUZ..

As amostras semi-desidratadas foram armazenadas em embalagens plásticas de polietileno de baixa densidade fornecidas pela RENTALPLAST Ind. LTDA..

##### **3.1.2. Equipamentos.**

Descascador por abrasão úmida, com disco giratório, marca HOBART-DAYTON, modelo B-6025.

Cortadores: um cortador de frios marca MALPA e um cortador manual marca DUMI, modelo G, com grade de 9,8 x 9,8 mm, para os formatos de corte em rodela e palitos, respectivamente.

Secador por ar quente: estufa FANEM modelo 330 patente N° 32683 S.P. Brasil.

Secador por solvente orgânico: utilizaram-se recipientes de vidro com tampa ( capacidade de 2 L) acoplados em agitador mecânico horizontal marca MARCONI, modelo Bidec 50 da Robertshaw Pyrotec S.A.

Seladora manual marca LORENZETTI, tipo doméstica.

Túnel de congelamento por circulação de ar forçada marca COLDEX-FRIGOR, com capacidade de 2.800 kcal/h no regime de evaporação a  $-45^{\circ}\text{C}$  e condensação a  $40^{\circ}\text{C}$ , unidade frigorífica modelo C-15-1900 N.S., com motor 8,8 KW e adaptação de um túnel de secção 20 x 20 cm.

Freezer horizontal marca METALFRIO Double Action.

Fritador marca CROYDON, aquecido por resistência elétrica (2500 W), com termostato e cesto em aço inox ( 20 x 30 x 17 cm ).

Balança analítica, marca OERTLING modelo LA164, precisão de 0,0001 g,

Balança marca FILIZOLA, capacidade de 5000 g, precisão de 5 g.

Estufa ventilada, marca RETILINEA.

Paquímetro, marca Mitutoyo

Liquidificador com copo invertido, marca WALITA-BETA com três velocidades de rotação.

Termômetro com escala de  $-10$  a  $250^{\circ}\text{C}$  .

Vidrarias e utensílios diversos para análise e como material auxiliar no processamento.



## **3.2. MÉTODOS.**

### **3.2.1. Determinações físicas.**

#### **3.2.1.1. Determinação de umidade na matéria-prima.**

Após a amostragem, os pedaços de tubérculos descartados foram triturados em liquidificador para determinação da umidade. Retirou-se três porções de aproximadamente 3,0 g, as quais foram colocadas em cadinhos de alumínio e secos em estufa ventilada a 80 - 85°C até aproximadamente 10 % umidade, a seguir colocou-se em estufa a 105°C até peso constante, segundo recomendação de RODRIGUES (1990).

#### **3.2.1.2. Determinação do rendimento do processo.**

Durante a terceira etapa deste trabalho foi feito o cálculo do rendimento do processo, para o qual agruparam-se as diferentes operações em três grupos:

- 1: descasque, acabamento e seleção dos pedaços
- 2: branqueamento, secagem, desidratação parcial e congelamento
- 3: fritura final.

Segundo recomendação de RODRIGUEZ (1990), efetuaram-se pesagens antes e após cada uma destas etapas, possibilitando a determinação do rendimento do processo ( expresso em porcentagem ), sendo que os rendimentos do primeiro e segundo grupo, representam o rendimento industrial, visto que a fritura final será realizada pelo consumidor.

### **3.2.2. Determinações químicas.**

#### **3.2.2.1. Determinação de glicídeos redutores na matéria prima.**

Para a determinação de glicídios redutores expressos em glicose, foi empregado o método de Somogyi-Nelson segundo HODGE & HOFREITES (1962). Foi calculada a média e desvio padrão para cada uma das determinações, que foram realizadas com três repetições.

#### **3.2.2.2. Detecção de pigmentos vegetais no solvente de desidratação.**

Para verificar a possível extração de pigmentos vegetais presentes nas batatas, fundamentalmente  $\beta$ -carotenos, durante a desidratação com o solvente orgânico empregado, foi feita uma transferência dos pigmentos dissolvidos no álcool a éter de petróleo, fazendo-se leituras em espectrofotômetro na faixa de 350 - 550nm.

#### **3.2.2.3. Determinação de gordura no produto final.**

Aplicando o método de BLIGH-DYER (1959), foi determinado o teor de gordura das amostras processadas segundo item 3.2.3.5., conjuntamente com uma amostra de batata "chips" de marca reconhecida no mercado.

### **3.2.3. Processamento.**

#### **3.2.1.1. Amostragem**

Foi feita segundo RODRIGUEZ (1990). Separou-se a amostra em quatro partes na forma de cruz, retirando-se os dois segmentos opostos e misturando-os. O segmento escolhido para processar, foi novamente dividido da mesma forma, sendo que cada uma das partes obtidas destinou-se a processos diferentes.

As batatas, restantes da amostragem, foram destinadas para classificação e caracterização física e química.

Após a recepção e amostragem, os tubérculos foram armazenados em lugar fresco e temperatura ambiente, durante aproximadamente 16 horas até seu processamento.

#### **3.2.3.2. Classificação.**

As batatas foram classificadas em Classe ( de acordo com o peso e diâmetro ), Grupo ( de acordo com formato ) e Tipo ( de acordo com os defeitos ), segundo a portaria 307 de 27/05/1977, do Ministério da Agricultura ( BRASIL, 1977).

Para isto, utilizou-se uma amostra de 5 kg e os resultados foram expressos em porcentagem em relação ao número de tubérculos caracterizados pelo número total de tubérculos na amostra para classificação.

### 3.2.3.3. 1ª Etapa: Estudos preliminares da desidratação por solvente orgânico.

#### a) Definição da relação produto:solvente.

Com o objetivo de verificar a melhor relação produto:solvente para a semi-desidratação, 600 g de batata divididas em três amostras de aproximadamente 200 g, foram cortadas em palitos ( 9,8 x 9,8 x 60 mm ) e branqueadas em água a  $90 \pm 2^\circ\text{C}$  durante 3 min. Posteriormente as amostras foram submetidas à desidratação empregando as seguintes relações batata:álcool: 1:1, 1:2 e 1:3 por 20 min, congeladas e armazenadas durante 7 dias. Assim, os palitos obtidos foram fritos e avaliados sensorialmente.

#### b) Determinação do formato de corte.

Os resultados obtidos determinaram a execução de outros testes, visando a escolha do formato do produto final, fundamentalmente em função de evitar sabor residual de álcool ou sabor estranho no produto desidratado. Então, alguns tubérculos foram cortados em forma de cubinhos de 9.8 x 9.8 x 9.8 mm e outros em rodelas de até 2 mm de espessura.

Todas as amostras foram branqueadas em água a  $90 \pm 2^\circ\text{C}$  por 3 min, semi-desidratadas em álcool na relação determinada no item anterior durante 15 min, congeladas e armazenadas por um período de sete dias. Após fritura, procedeu-se novamente a avaliação sensorial.

A definição de tempo de exposição das batatas ao solvente, a fim de obter uma redução do peso até 50 %, foi determinada através de uma curva de secagem fixando a proporção batata:álcool na relação determinada no item anterior. O mesmo procedimento foi empregado para o produto desidratado por ar quente a  $63 \pm 1^\circ\text{C}$ .

### 3.2.3.4. 2ª Etapa: Processamento de batatas semi-desidratadas por ar quente e álcool etílico com posterior congelamento:

Os tubérculos foram submetidos a quatro tratamentos de acordo com o fluxograma de processo para a obtenção de um produto semi-desidratado - congelado (Figura 2).

#### Seleção.

Foram descartados os tubérculos com dimensões inferiores a 33 mm de diâmetro menor e os que apresentaram defeitos graves, que pudessem prejudicar o processamento, obtendo-se uma amostra de aproximadamente 3 kg para cada tipo de processamento. Todos os processos foram realizados em duplicata.

#### Descasque e acabamento.

O descasque foi feito por abrasão úmida num tempo de 50 a 70 seg, de acordo com a uniformidade da batata. Esta operação foi seguida pelo acabamento manual para retirar olhos, cascas remanescentes e outras partes indesejáveis.

Após o descasque, o material foi mantido imerso em água para prevenir o escurecimento enzimático segundo sugestão de DAS *et alii.* (1984) e RODRIGUES (1990).

#### Corte.

As batatas foram cortadas em rodela em duas espessuras diferentes, visando verificar qual seria a melhor para o produto final desejado.

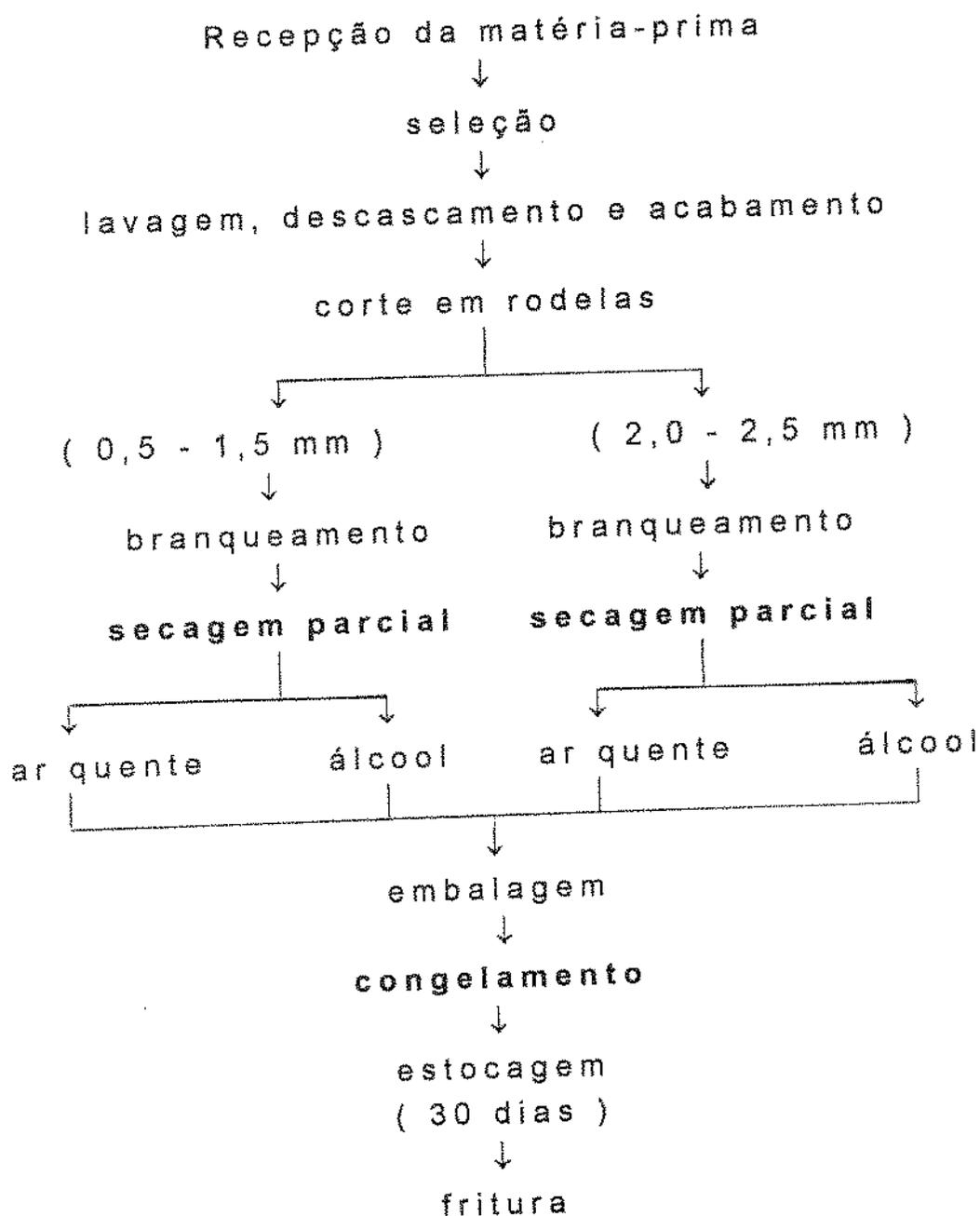


Figura 2: Fluxograma de processamento para a obtenção de batatas semi-desidratadas por álcool etílico e ar quente e posteriormente congeladas.

### Branqueamento.

Todas as amostras foram branqueadas em água potável a  $90 \pm 2^\circ\text{C}$  por 3 min em relação 1:3 ( batata:água p/p ). A temperatura inicial do banho foi de aproximadamente  $98^\circ\text{C}$ , para evitar a queda de temperatura no início do processo.

Após o branqueamento, as batatas foram lavadas em água a temperatura ambiente e secas superficialmente com ar, a fim de evitar sabor de cozido provocado pelo branqueamento e diminuir a umidade superficial.

### Desidratação parcial.

#### a) Por solvente orgânico:

Uma vez definida a melhor relação batata:solvente e o formato do corte, as fatias destinadas à desidratação parcial com álcool etílico (  $93.8^\circ\text{INPM}$  ) foram colocadas em vidros tampados e agitadas até tingirem a 50 % do peso inicial. Após este tempo, as amostras foram retiradas do álcool e colocadas para escorrer em peneira plástica durante 1min, visando retirada do excesso de solvente superficial.

#### b) Por ar quente:

As fatias branqueadas e destinadas à desidratação convencional, foram colocadas no secador horizontal a  $63 \pm 1^\circ\text{C}$  até perderem 50% do peso inicial.

### Embalagem e Congelamento.

As porções semi-desidratadas, foram dispostas em colunas de 3 a 6 fatias cada, colocadas em embalagens plásticas flexíveis, seladas e congeladas em túnel de congelamento, onde receberam o ar da parte superior do túnel, a uma velocidade

média de 110m/min e temperatura - 35°C. O tempo de residência do produto no túnel foi de 20 min.

#### Armazenamento.

As amostras embaladas e congeladas foram armazenadas à temperatura de -18°C durante um período de 30 dias, conforme proposto por GOULD & PLIMPTON (1985).

#### Fritura.

Após o período de estocagem, o produto semi-desidratado - congelado foi submetido a fritura em óleo de milho a 185°C. O tempo de fritura das fatias para cada tipo de processamento aplicado, foi determinado experimentalmente, através de testes preliminares, buscando-se um produto final com ótimas características quanto aos atributos avaliados, principalmente cor, conforme proposto por diversos autores (USDA, 1967; GOULD & PLINPTON, 1985; LISINSKA & LESZCZYNSKI, 1989).

#### **3.2.3.5. 3ª Etapa: Processamento por semi-desidratação - congelamento.**

Nesta etapa seguiu-se o processo segundo o fluxograma da Figura 3 com o objetivo de adequar certos parâmetros para a obtenção de um produto final de boas características.

Em geral, foram mantidas as condições básicas do processamento já explicadas no item 3.2.3.4. As variações realizadas são relacionadas a seguir:

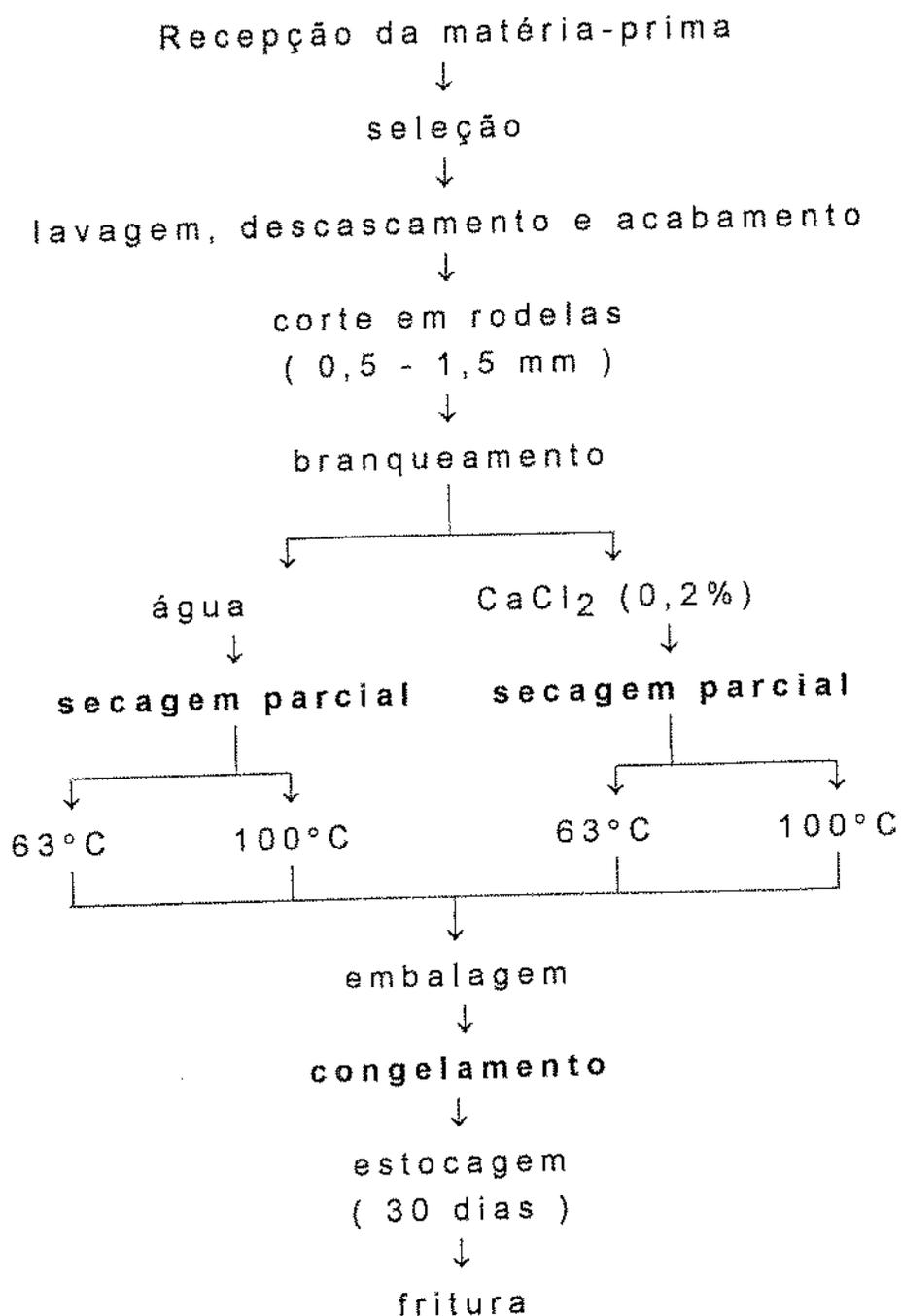


Figura 3: Fluxograma de processamento por semi-desidratação - congelamento, com dois tratamentos para a obtenção de batatas tipo "chips".

### Branqueamento.

As amostras foram submetidas a dois tipos de branqueamento: em água potável e em solução de  $\text{CaCl}_2$  (0,2%). As condições de ambos tratamentos foram:  $90^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$  por 3 min e relação batata:água ou solução 1:3 (p/p). A temperatura inicial do banho foi de aproximadamente de  $98^\circ\text{C}$  para evitar a queda de temperatura no início do processo.

### Desidratação parcial.

As fatias branqueadas e enxaguadas em água fria, foram colocadas no secador a duas temperaturas de secagem diferentes,  $63$  e  $100 \pm 1^\circ\text{C}$ , até perderem 50% do peso inicial.

### **3.2.4. Análise Sensorial.**

A avaliação sensorial das amostras em cada etapa do trabalho foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA / UNICAMP ). Os testes foram realizados pelas manhãs entre 9:30 e 11:00h, em sala com temperatura controlada e cabines adequadamente iluminadas. As amostras foram apresentadas aos provadores em pires codificados com numeração aleatória, com três dígitos .

#### **3.2.4.1. 1ª Etapa: Estudos preliminares da desidratação por solvente orgânico.**

##### **a) Determinação da relação produto:solvente.**

Os palitos obtidos de acordo com o descrito em 3.2.3.3.a. foram avaliados através de escala hedônica ( Figura 4 ) por 15 provadores não treinados.

b) Determinação do formato de corte.

As batatas cortadas em forma de cubinhos e rodela, branqueadas, desidratadas em álcool na relação 1:2 por 15 min, congeladas, estocadas por 7 dias e fritas de acordo com o descrito em 3.2.3.3.b. foram sensorialmente avaliadas por 15 provadores não treinados através de escala hedônica ( Figura 5 ).

#### **3.2.4.2. 2ª Etapa: Semi-desidratação por ar quente e álcool etílico com posterior congelamento.**

A avaliação sensorial foi feita por uma equipe de provadores anteriormente selecionada e treinada para este tipo de produto, constituída por pesquisadores e técnicos da FEA/UNICAMP, ( 1 homem e 7 mulheres ) na faixa etária de 29 a 48 anos.

As avaliações foram feitas sob luz vermelha para mascarar as características visuais e no mínimo foram servidas três rodela de batata frita (segundo consulta com os provadores ), junto com biscoito salgado e um copo de água para eliminar qualquer sabor residual que interferisse na avaliação das diferentes amostras.

Amostras tratadas com álcool etílico foram avaliadas independentemente das parcialmente desidratadas com ar quente utilizando-se fichas de avaliação com escala não estruturada de 9 cm ( Figuras 6 ), com os descritores de qualidade (Tabela 3 ).

Nome:----- Data:-----

Por favor, prove e avalie as amostras de batatas fritas tipo "french fries" utilizando a escala abaixo.

- 1 gostei extremadamente
- 2 gostei muito
- 3 gostei moderadamente
- 4 gostei ligeiramente
- 5 nem gostei / nem desgostei
- 6 desgostei ligeiramente
- 7 desgostei moderadamente
- 8 desgostei muito
- 9 desgostei extremadamente

amostra	nota
-----	-----
-----	-----
-----	-----

Figura 4: Ficha de avaliação sensorial de batatas tipo "french fries" semi-desidratadas por álcool etílico.

Nome:----- Data:-----

Por favor, prove e avalie as amostras de batatas fritas utilizando a escala abaixo.

- 1 gostei extremadamente
- 2 gostei muito
- 3 gostei moderadamente
- 4 gostei ligeiramente
- 5 nem gostei / nem desgostei
- 6 desgostei ligeiramente
- 7 desgostei moderadamente
- 8 desgostei muito
- 9 desgostei extremadamente

amostra	nota
-----	-----
-----	-----

Figura 5: Ficha de avaliação sensorial de batatas fritas ( rodela e cubinho ) semi-desidratadas com álcool.

Nome ----- Data -----

Por favor, prove as amostras de batata frita tipo "chips" e avalie sabor ( estranho e característico ) e textura ( crocância ) de cada amostra, utilizando as escalas abaixo.

### CROCÂNCIA

Nº amostra

----- |-----|  
pouco caract. muito caract.

----- |-----|  
pouco caract. muito caract.

### SABOR CARACTERÍSTICO

Nº amostra

----- |-----|  
pouco caract. muito caract.

----- |-----|  
pouco caract. muito caract.

### SABOR ESTRANHO

Nº amostra

----- |-----|  
nenhum muito.

----- |-----|  
nenhum muito.

Figura 6: Ficha de avaliação sensorial de batatas tipo "chips" tratadas por semi-desidratação por álcool etílico e ar quente e posterior congelamento.

Tabela 3: Descritores de qualidade para os atributos avaliados em batata frita tipo "chips" semi-desidratadas por ar quente e álcool etílico e posterior congelamento.

Atributo	Descritor	Definição
crocância	muito característica	Bem crocante, apresenta superfície rígida porém frágil e que ao quebrar produz ruído.
	pouco característica	Pouco crocante, apresenta-se muito dura, muito mole ou coriácea.
sabor característico	muito característico	Sabor típico de batata frita, sabor levemente tostado e oleoso.
	pouco característico	Sabor não típico de batata frita, muito oleoso, queimado, amargo ou outro sabor.
sabor estranho	nenhum	Ausência de sabor diferente ao típico de batata frita.
	muito	Presença de sabor diferente ao típico de batata frita, tais como, sabor queimado, ranço, químico.

#### Delineamento experimental.

Foi feito um delineamento experimental de blocos completos balanceados avaliando-se as amostras ao mesmo tempo, em três repetições. Os resultados foram analisados estatisticamente, utilizando-se programas do pacote estatístico SAS (SAS Institute Inc. North Carolina) especificamente a análise de variância (ANOVA) de dois fatores ( espessura e provador ), sendo determinada a significância estatística das diferenças entre as médias, através do teste de Tukey.

### 3.2.4.3. 3ª Etapa: Processamento por "dehydrofreezing" com dois tratamentos.

As amostras processadas por semi-desidratação - congelamento foram avaliadas nas mesmas condições descritas anteriormente ( item 3.2.4.2. ), em relação a local e delineamento experimental. Nas cabines da sala de avaliação foram utilizadas lâmpadas de cor vermelha para a avaliação dos atributos, sabor característico e textura, e lâmpadas brancas para os atributos cor e aparência.

A equipe sensorial foi constituída por 1 homem e 6 mulheres na faixa etária de 29 a 48 anos. A Figura 7 mostra o modelo da ficha de avaliação empregada e os descritores de qualidade de cada atributo aparecem na Tabela 4.

Os resultados foram estatisticamente processados utilizando-se programas do pacote estatístico SAS ( SAS Institute Inc. North Carolina ) especificamente a análise de variância ( ANOVA ) de três fatores ( tipo de branqueamento, temperatura de secagem e provador ) com interação para a avaliação das amostras. A significância estatística das diferenças entre as médias foi determinada mediante teste de Tukey.

Para se verificar a reação do consumidor frente aos diferentes produtos obtidos por semi-desidratação e congelamento, realizou-se um teste de aceitação e preferência, incluindo-se uma amostra já existente no mercado. A ficha de avaliação empregada aparece na Figura 8.

Nome \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Por favor, prove as amostras de batata frita tipo "chips" e avalie sabor característico, crocância, cor e aparência de cada amostra, utilizando as escalas abaixo.

**CROCÂNCIA**

N° amostra

_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.

**SABOR CARACTERÍSTICO**

N° amostra

_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.

**COR**

N° amostra

_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.

**APARÊNCIA**

N° amostra

_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.
_____	--- ----- ---
	pouco caract. muito caract.

Figura 7: Ficha de avaliação sensorial de batatas tipo "chips" tratadas por semi-desidratação e congelamento.

Para esta avaliação, aplicou-se um delineamento experimental de blocos incompletos balanceados tipo V, apresentado na Tabela 5, com  $t=5$ ,  $k=3$ ,  $b=10$ ,  $\lambda=3$ ,  $r=6$  e  $E=0.83$ , conforme proposto por COCHRAN & COX (1957), sendo que:

$E$  = grau de eficiência do delineamento, calculado pela fórmula:

$$E = \frac{\lambda \times t}{k \times r}$$

onde:

$t$  = número de tratamentos

$k$  = número de amostras por blocos

$r$  = número de repetições de cada tratamento

$b$  = número de blocos

$\lambda$  = número de vezes que dois tratamentos aparecem juntos no mesmo bloco

Este delineamento foi apresentado 3 vezes de forma que o número de provadores que avaliaram as amostras foi 30. Para a análise dos resultados foi aplicada a análise de variância ( ANOVA ) e teste de Tukey.

Tabela 4: Descritores de qualidade para os atributos avaliados em batata frita tipo "chips" processadas por semi-desidratação - congelamento.

Atributo	Descritor	Definição
crocância	muito característica	Bem crocante, apresenta superfície rígida porém frágil e que ao quebrar produz ruído.
	pouco característica	Pouco crocante, apresenta-se muito dura, muito mole ou coriácea.
sabor característico	muito característico	Sabor típico de batata frita, sabor levemente tostado e oleoso.
	pouco característico	Sabor não típico de batata frita, muito oleoso, queimado, amargo ou outro sabor.
cor	muito característica	Cor amarelo dourado ouro, uniforme.
	pouco característica	Cor amarelo pálido, amarelo amarronzado ou qualquer outro desvio do amarelo dourado
aparência	muito característica	Aspecto crocante, estufado, forma ondeada, cor amarelo dourado uniforme, brilho característico, ligeiramente oleoso .
	pouco característica	Aspecto macio, liso, cor amarelo pálido ou amarronzado, muito oleoso.

Nome:----- Data:-----

Por favor, prove e avalie as amostras de batatas fritas tipo "chips" utilizando a escala abaixo.

- 1 gostei extremadamente
- 2 gostei muito
- 3 gostei moderadamente
- 4 gostei ligeiramente
- 5 nem gostei / nem desgostei
- 6 desgostei ligeiramente
- 7 desgostei moderadamente
- 8 desgostei muito
- 9 desgostei extremadamente

amostra	nota
-----	-----
-----	-----
-----	-----

Figura 8: Ficha de avaliação sensorial empregada no teste de aceitação e preferência de batatas tipo "chips" semi-desidratadas e congeladas.

Tabela 5: Esquema do delineamento experimental tipo V utilizado no teste de aceitação e preferência.

Bloco	Tratamento
1	A B C
2	A B E
3	A D E
4	B C D
5	C D E
6	A B D
7	A C D
8	A C E
9	B C E
10	B D E

onde:

- A- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 60°C.
- B- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C.
- C- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 60°C.
- D- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C.
- E- amostra comercial.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.

### 4.1. Teor de umidade e glicídeos redutores na matéria-prima.

Conforme os resultados mostrados na Tabela 6, observa-se que a matéria-prima utilizada cumpriu duas exigências muito importantes para batatas destinadas a processamento industrial.

Tabela 6: Médias do teor de umidade e glicídeos redutores ( % base úmida ) para a batata crua.

	média (%)	desvio padrão
umidade	78,22	0,33
glicídeos redutores totais	0,24	0,06

O teor de umidade em batatas é um parâmetro inversamente relacionado com a densidade e o rendimento no processamento industrial ( SAYRE *et alii.*, 1975; STRINGHETA *et alii.*, 1980; RODRIGUES, 1989; LISINSKA & LESZCZYNSKI, 1989). Em geral, estes autores recomendam para batatas tipo "french fries" e "chíps", apenas aquelas com teor de sólidos superiores a 20% as quais, além de permitir melhor rendimento no processo, absorveriam menor quantidade de óleo durante a fritura.

Os resultados obtidos coincidem com os reportados por RODRIGUES (1990), para o cultivar Bintje de três localidades diferentes e estão de acordo com os valores publicados por diversos autores ( SPIESS *et alii.*, 1975; PASCHOALINO *et alii.*, 1983 ).

RODRIGUES (1989, 1990) comprovou que para uma determinada localidade onde os tubérculos apresentam maior densidade, o teor de umidade é menor, sendo

que estas características foram função do cultivar e época de plantio.

MARQUEZ & AÑON (1986) deduziram que o fator limitante na reação de escurecimento não enzimático no desenvolvimento de cor das batatas fritas, são os açúcares redutores, sendo que a maioria dos autores recomendam valores de redutores totais inferiores a 1% na matéria-prima.

Os resultados obtidos em relação ao teor de açúcares redutores coincidem com os publicados por BALTAZAR (1992), para a mesma variedade de batata.

O teor de 0,24% de redutores totais no material cru é um valor menor que 1%, garantindo que portanto, o produto final teria condições de apresentar cor característica de batata frita e o seu sabor segundo SOLA (1978), não seria doce quando processada industrialmente. Ainda este valor não ultrapassa o 0,5% da matéria úmida, portanto não apareceria sabor amargo na batata frita, segundo estudos de PUTZ & KEMPF (1981).

## **4.2. Processamento.**

### **4.2.1. Classificação.**

A Tabela 7 mostra que apenas 7,32% dos tubérculos apresentaram algum tipo de defeito. No entanto, a classificação por Grupo mostrou um índice relativamente alto de tubérculos com formato irregular (26,83%) porém, nenhum deles apresentou brotos ou olhos profundos.

A classificação por Classe ( Tabela 8 ) mostrou que a maioria dos tubérculos apresentaram diâmetro acima de 33mm, sendo que apenas 4 foram classificados como miúdos numa amostra de 41 exemplares equivalentes a 5Kg de batatas, porém, mais de 50% dos exemplares caracterizados foram classificados como tubérculos muito pequenos.

Tabela 7: Classificação dos tubérculos segundo o Tipo e Grupo.

Classificação		Nº de tubérculos	%
Tipo	cortada	2	4,88
	manchas verdes	1	2,44
	murchas e/ou	2	4,88
	deterioradas		
Grupo	total com defeitos	3	7,32
	redondo ou	30	73,17
	retangular irregular	11	26,83

Tabela 8: Classificação dos tubérculos por Classe.

	Classe					
	Peso (g)			graúda	diâmetro (mm)	
	média	pequena	muito pequena		média	miúda
	200-300	120-200	< 120	> 45	33-45	< 33
Nº de tubérculo	3	17	21	24	13	4
%	7,32	41,46	51,22	58,54	31,17	9,76

Conforme discutido nos itens 2.2.1. e 2.4.2., a importância da classificação se dá principalmente devido ao fato de que esta permite prever problemas no processamento, tais como baixo rendimento e qualidade do produto final, fundamentalmente em relação à aparência.

Com uma adequada seleção, prévia à comercialização é perfeitamente possível diminuir ou eliminar qualquer destes defeitos.

#### 4.2.2. 1ª Etapa: Semi-desidratação por álcool etílico: estudos preliminares.

##### 4.2.2.1. Determinação da relação batata:solvente.

Na avaliação sensorial dos "palitos" semi-desidratados com álcool etílico foi reportado sabor estranho não característico de batata frita, textura esponjosa e cor pálida em todas as amostras, sendo mais marcante quando desidratadas na relação 1:3 ( batata:álcool ).

As amostras desidratadas na relação 1:1 e 1:2, não diferiram estatisticamente entre si a  $p \leq 0,05$  ( Tabela 9 ), mas diferiram das amostras desidratadas na relação 1:3, a que apresentou, a média de nota mais alta ( nota 8 ), correspondente à categoria "desgostei muito".

Tabela 9: Resultados do teste de aceitação e preferência de batatas tipo "french fries" semi-desidratadas por álcool etílico.

relação batata:álcool	média das notas atribuídas
1:1	6,37b
1:2	6,21b
1:3	8,29a

Notas com letras iguais não diferem significativamente a  $p \leq 0,05$

Escolheu-se a proporção 1:2 ( batata:álcool ) para dar continuidade ao estudo, pelo fato de esta permitir a desidratação num tempo mais curto do que proporcionou a relação 1:1, o que pode ser relacionado ao menor contato do solvente ( volume muito pequeno ) com a superfície das batatas.

#### 4.2.2.2. Determinação do formato de corte.

Visando obter um produto de melhor sabor, avaliaram-se sensorialmente batatas cortadas em cubinhos e rodela, semi-desidratadas com álcool na proporção 1:2. Os resultados obtidos ( Tabela 10 ) mostraram que as características foram significativamente melhores nas batatas em forma de rodela, onde a nota média correspondeu à categoria "nem gostei / nem desgostei".

Tabela 10: Resultados do teste de aceitação e preferência de batatas semi-desidratadas por álcool etílico.

formato de corte	média das notas atribuídas
rodela ( 0,5-1,0 mm )	5,77b
cubinho ( 10 x 10 x 10 mm )	6,61a

Notas com letras iguais não diferem significativamente a  $p \leq 0,05$

Estes resultados confirmam a importância da definição do formato de corte para a obtenção de produtos processados com melhor qualidade segundo LAZAR (1968), WEAVER *et alii.* (1975), POTTER (1978).

#### 4.2.2.3. Determinação da curva de secagem.

A Figura 9 mostra o tempo de contato das batatas com o solvente sob agitação constante e com o ar quente, a fim de se atingir uma diminuição de 50% do peso inicial.

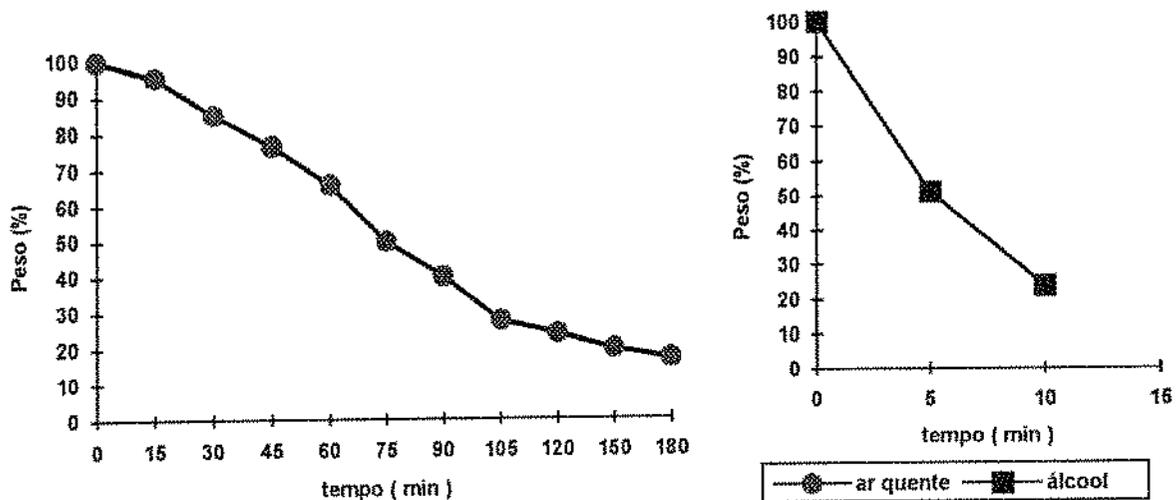


Figura 9: Curva de secagem de batatas em rodelas por álcool etílico (93,8°INPM ) e por ar quente ( 63±1°C ).

Observa-se na figura, além da drástica redução do tempo necessário para atingir 50% do peso inicial quando desidratadas as batatas por álcool etílico, a rápida remoção da água na faixa de interesse para a técnica de semi-desidratação - congelamento, onde é obtida uma alta eficiência de desidratação e a temperatura do produto permanece baixa.

ZHAO & PORSDAL-POULSEN (1988) e LAMBERG (1989) concluíram que a desidratação do tecido de batata é completamente controlada pela transferência interna de massa, sendo que a temperatura de bulbo seco e a umidade relativa influenciam grandemente na velocidade da secagem.

#### 4.2.3. 2ª Etapa: Processamento de batatas semi-desidratadas por álcool etílico e por ar quente com posterior congelamento.

Durante o processamento das batatas "chips" foi necessário controlar os tempos de secagem parcial e de fritura final ( Tabela 11 ), em função das características específicas de cada tratamento efetuado.

Os produtos de menor espessura precisaram de menor tempo, tanto na secagem como na fritura, o que já era esperado devido à menor distância a

percorrer pela água interna no produto até o exterior ( secagem ) e pelo óleo ao interior da rodela na fritura ( maior área de contato ).

Tabela 11: Tempos de secagem e fritura empregados durante o processamento de batatas "chips" por semi-desidratação - congelamento.

Tratamento	Tempo de secagem ( min )	Tempo de fritura ( seg )
álcool ( 0,5 - 1,0 mm )	5	63
álcool ( 2,0 - 2,5 mm )	8	65
ar quente ( 0,5 - 1,0 mm )	75	55
ar quente ( 2,0 - 2,5 mm )	90	64

Depois da desidratação das batatas em álcool etílico, observou-se uma coloração amarela pastel opaca no solvente. O espectro obtido por espectrofotometria ( Figura 10 ), é característico da presença de carotenoides, especificamente  $\beta$  caroteno, segundo DEVIES (1976). Este resultado confirma os comentários de diversos pesquisadores com respeito ao acúmulo deste composto em batatas ( BURTON, 1966; SMITH, 1977; GRAY & HUNGHERS, 1978; LLAMA, 1986 ).

Observou-se que a espessura das rodela influíu diretamente na diferenciação entre as amostras, já que pelo menos em relação a um atributo ( com independência do tipo de secagem aplicado ), houve diferença significativa a nível de 5% de probabilidade ( Tabelas 12 e 13 ).

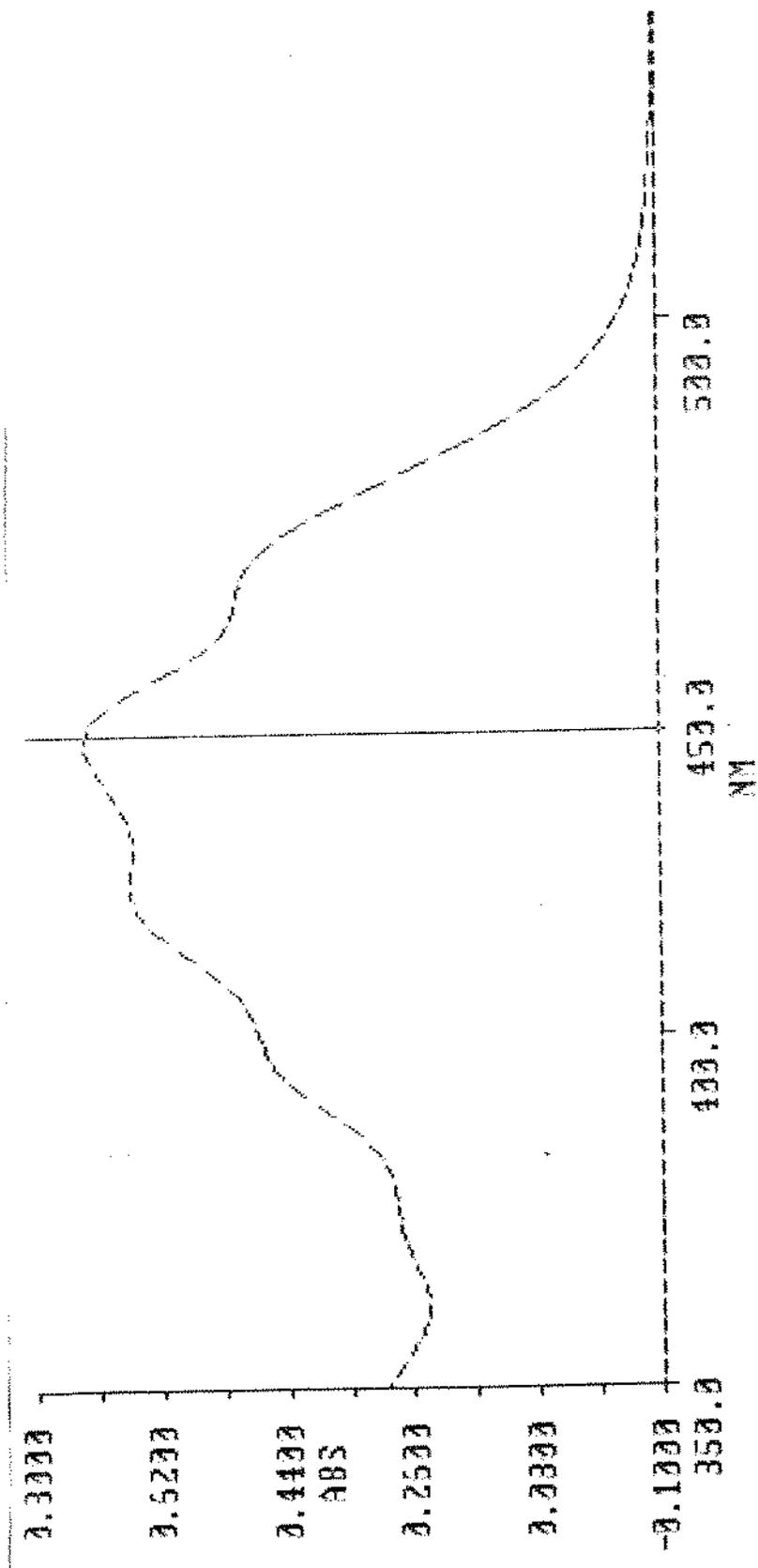


Figura 10: Espectro de absorção de  $\beta$  carotenos extraídos no solvente de desidratação de batatas tipo "chips".

Tabela 12: Valores de p da ANOVA para amostras de batatas tipo "chips" com duas espessuras, semi-desidratadas por álcool etílico e congeladas.

atributo	amostra	provador	amostra x provador
crocância	0.0001*	0.0001*	0.0366*
sabor característico	0.3720	0.0001*	0.0505
sabor estranho	0.0010*	0.0001*	0.2663

(\*) valor de p significativo a nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13: Valores de p da ANOVA para amostras de batatas tipo "chips" com duas espessuras, semi-desidratadas com ar quente e congeladas.

atributo	amostra	provador	amostra x provador
crocância	0.0033*	0.0001*	0.0631
sabor característico	0.1592	0.0001*	0.0634
sabor estranho	0.0062*	0.0014*	0.1315

(\*) valor de p significativo a nível de 5% de probabilidade.

Observa-se também, diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre os provadores para todas as amostras. Este tipo de ocorrência, embora indesejável, não constitui um fato grave para a eficiência da equipe sensorial, já que está diretamente relacionado com o uso de diferentes partes da escala, e mesmo com o treinamento dos provadores, nem sempre consegue-se eliminar este efeito (STONE *et alii.*, 1974; POWERS *et alii.*, 1984; DAMÁSIO & COSTELL, 1991).

Segundo os resultados obtidos pelo teste de Tukey, para as batatas tratadas com solvente orgânico e ar quente (Tabelas 14 e 15 respectivamente), temos que as amostras de diferentes espessuras diferiram entre si ( $p \leq 0,05$ ) nos atributos crocância e sabor estranho, tanto para o tratamento com álcool etílico quanto para com ar quente.

Tabela 14: Médias das notas atribuídas pelos provadores e a equipe sensorial por atributo, para batatas semi-desidratadas com álcool etílico e congeladas.

Atributo	espessura ( mm )	Provador								Média
		1	2	3	4	5	6	7	8	
crocância	0,5 - 1,0	2,53a	0,67b	4,17a	1,87b	1,57a	3,17a	1,50b	0,73b	2,02b
	2,0 - 2,5	2,73a	3,37a	3,33b	3,73a	2,13a	4,13a	4,17a	1,30a	3,11a
sabor característico	0,5 - 1,0	4,30a	0,10a	1,43b	0,13b	0,50a	2,30a	1,97a	1,93a	1,58a
	2,0 - 2,5	2,20b	0,23a	2,20a	1,67a	0,67a	2,30a	2,53a	2,0,3a	1,73a
sabor estranho	0,5 - 1,0	6,63a	6,93a	6,87a	8,70a	8,70a	7,67a	7,13a	5,63a	7,28a
	2,0 - 2,5	6,17a	6,43a	5,10b	7,87a	7,63a	7,67a	6,73a	5,53a	6,64b

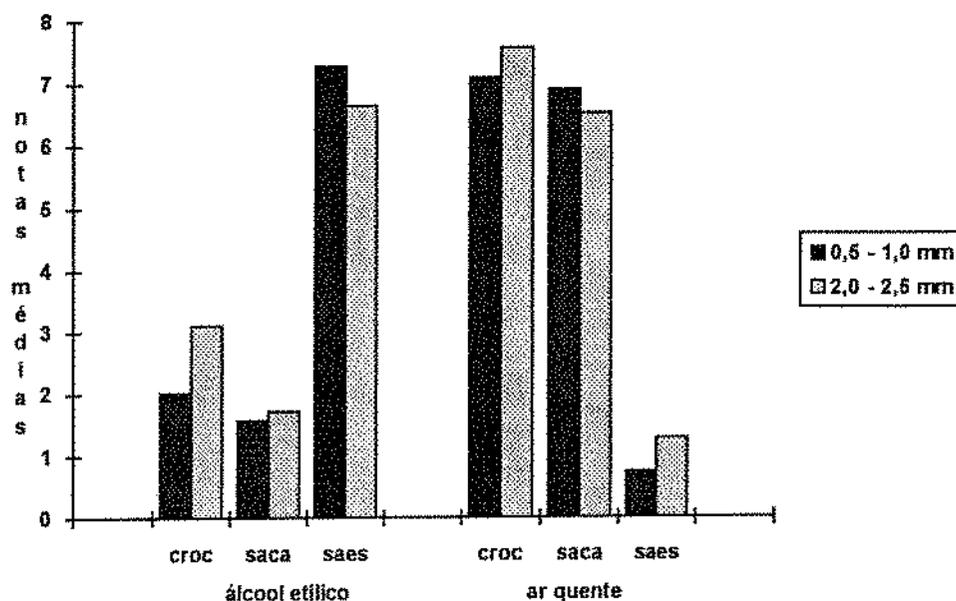
Notas com letras iguais não diferem significativamente a  $p \leq 0,05$

Tabela 15: Médias das notas atribuídas pelos provadores e a equipe sensorial por atributo, para batatas semi-desidratadas com ar quente e congeladas.

Atributo	Amostra (mm)	Provador								Média
		1	2	3	4	5	6	7	8	
crocância	0,5 - 1,0	7,87a	6,40a	7,87a	5,00b	6,57b	6,80a	7,43a	7,73a	7,10b
	2,0 - 2,5	7,87a	6,63a	8,63a	7,87a	7,20a	7,30a	8,23a	8,10a	7,59a
sabor característico	0,5 - 1,0	6,63a	6,90a	5,37a	3,47a	6,43a	6,80a	6,67a	7,77a	6,91a
	2,0 - 2,5	6,97a	7,57a	8,00a	4,70a	7,17a	7,53a	7,63a	7,90a	6,53a
sabor estranho	0,5 - 1,0	0,87a	0,40b	0,43b	0,97b	0,90b	0,90b	1,07b	0,40a	0,74b
	2,0 - 2,5	0,90a	0,80a	2,23a	0,80a	1,53a	1,27a	2,03a	0,67a	1,28a

Notas com letras iguais não diferem significativamente a  $p \leq 0,05$

Ao comparar os resultados gerais das avaliações por equipe, para as amostras tratadas com etanol e com ar quente ( Figura 11 ), observa-se claramente que as batatas semi-desidratadas com álcool etílico, independentemente da espessura das rodela, apresentaram características indesejáveis.



Legenda:  
 croc: crocância  
 saca: sabor característico  
 saes: sabor estranho

Figura 11 : Médias das avaliações da equipe sensorial vs atributos para amostras de batatas semi-desidratadas e congeladas em quatro tratamentos diferentes.

É interessante destacar o predomínio do atributo sabor estranho nas amostras tratadas com álcool. Estes produtos, diferentemente das experiências feitas por DAS *et alii.* (1984), não foram desolventizados, porque antes do seu consumo seriam submetidos a fritura ( 185°C ) e sabendo-se que a temperaturas muito menores ( 65°C ) o álcool volatiliza, considerou-se que seu sabor não apareceria no produto final.

Como era esperado, nos comentários dos provadores não apareceu referência alguma ao sabor álcool, nem sabor desagradável, porém, não característico de batata frita, aparecendo com certa freqüência "sabor de produto a base de farinha" e "sabor de snack extrusado".

SALUNKHE *et alii.* (1991) comentaram a remoção de alguns compostos responsáveis pela cor e o sabor dos produtos desidratados por solvente e a necessidade de reincorporar estes em etapas posteriores do processo.

Quanto ao atributo crocância, outro fator muito importante para a qualidade deste tipo de produto ( POTTER, 1978; KADAM *et alii.*, 1977 ), as notas obtidas pelos produtos desidratados por solvente foram muito baixas, sendo que nos comentários dos provadores reportou-se textura similar a pipoca e isopor.

O atributo cor não foi pré-determinado para ser avaliado nesta fase do experimento porém, observou-se cor pálida nestes produtos parcialmente secos por álcool etílico.

HEISLER *et alii.* (1953) desidrataram puré de batata por cinco solventes diferentes e reportaram a extração de açúcares, sais e ácidos inorgânicos e compostos nitrogenados na solução alcoólica.

Diversos autores têm afirmado a participação dos açúcares redutores e aminoácidos livres na reação de Maillard ( PORSDAL-POULSEN, 1986; LLAMAS, 1986; SAPER, 1993 ) e a responsabilidade desta reação no desenvolvimento da cor na batata frita (PASCHOALINO *et alii.*, 1977; SOLA, 1978; MARQUEZ & AÑON, 1983 ).

Durante a transferência dos pigmentos do solvente de desidratação ao éter de petróleo, observou-se a presença de outras substâncias em suspensão que produziram opacidade na solução. É provável que alguns destes compostos extraídos além dos pigmentos, corresponda a açúcares e compostos nitrogenados relacionados com as reações de escurecimento e portanto, impediu-se com isso a reação de Maillard durante a fritura das "chips", resultando numa cor mais clara.

Nas amostras semi-desidratadas por ar quente, observou-se que para batatas de menor espessura, a nota atribuída para os atributos crocância e sabor estranho foi mais baixa diferindo significativamente ao nível de 5% de probabilidade das amostras com maior espessura ( Tabela 15 ).

Devido às desvantagens dos produtos parcialmente desidratados com solvente e às pequenas mas significativas diferenças (  $p \pm 0,05$  ) entre as batatas nas distintas espessuras quando tratadas com ar quente, decidiu-se continuar o processamento por semi-desidratação - congelamento tradicional ( secagem com ar quente ) cortando as batatas em rodela de 0,5 - 1,0 mm de espessura e aplicando outras variáveis no processo ( branqueamento e temperatura de secagem ), na tentativa de melhorar as características do produto final, principalmente com relação à crocância e à cor.

#### 4.2.4. 3ª Etapa: Processamento por semi-desidratação - congelamento.

A Tabela 16 mostra o tempo de exposição ao ar quente, necessário para as fatias de batatas atingirem o peso desejado segundo o tratamento aplicado.

Observou-se que nos dois tratamentos onde foi aplicada temperatura de 100°C para a desidratação parcial das amostras, o tempo de secagem foi menor que o necessário para igual propósito com 63°C. A diferença de temperatura entre o meio de aquecimento e o produto foi maior no primeiro caso permitindo maior velocidade de transferência de calor às fatias e maior probabilidade do ar de absorver a umidade destas, antes de se saturar.

Tabela 16: Tempos de secagem aplicados às batatas em função dos diferentes tratamentos realizados.

Tipo de branqueamento ( 90 ± 2°C - 3 min )	Temperatura de secagem ( ± 1°C )	Tempo no secador ( min )
água	63	75
água	100	58
solução CaCl <sub>2</sub> ( 0.2% )	63	95
solução CaCl <sub>2</sub> (0.2% )	100	80

POTTER (1978) explicou que na secagem a temperaturas elevadas a superfície do alimento fica seca e rígida mais rapidamente e ainda que a superfície não se faz côncava no interior do produto, se produz um efeito de colméia de abelha ( buracos de ar ), provocando a rápida absorção de água ou óleo quando preparado o alimento para consumo.

CIACCO & CRUZ (1982) afirmaram que durante o branqueamento e resfriamento de batatas ocorre a gelatinização e posterior retrogradação do amido, resultando numa diminuição da absorção de óleo e textura agradável no produto final.

O cloreto de cálcio (  $\text{CaCl}_2$  ) na solução de branqueamento é freqüentemente utilizado no tratamento de batatas "chips" para retardar o escurecimento não enzimático, ao mesmo tempo em que melhora a textura final ( BURR & REEVE, 1973 ).

EVANS & HAISMAN (1982) demonstraram que soluções de cloreto de cálcio a baixas concentrações produzem um ligeiro incremento na temperatura inicial de gelatinização.

As substâncias pécticas constituem o 0.7 - 1.5% dos carboidratos não amiláceos presentes na batata ( SALUNKHE *et alii.*, 1991 ). As pectinas solúveis em água reagem com cálcio formando sais insolúveis ( pectato de cálcio ) influenciando na textura da batata ( TALBURT & SMITH, 1975; POTTER, 1978 ).

O tempo de fritura prévio ao consumo das "chips", também variou em função do tratamento aplicado durante o processamento ( Tabela 17 ).

MARQUEZ & AÑON (1983) constataram que a formação da cor na batata frita é função do tempo e temperatura de fritura, dado que a maior intensidade de cor é devida à reação de Maillard.

Tabela 17: Tempos de fritura (  $185^\circ\text{C}$  ) aplicados às batatas em função dos diferentes tratamentos realizados.

Tipo de branqueamento ( $90 \pm 2^\circ\text{C}$ - 3 min )	Temperatura de secagem ( $\pm 1^\circ\text{C}$ )	Tempo no fritador ( seg )
água	63	55
água	100	50
solução $\text{CaCl}_2$ ( 0.2% )	63	70
solução $\text{CaCl}_2$ ( 0.2% )	100	65

#### 4.2.4.1. Determinação de gordura no produto final.

A análise de variância dos resultados do teor de gordura das cinco amostras utilizadas no teste de aceitação ( Tabela 18 ), revelou que este atributo químico variou significativamente ao nível de 5% de significância em função do tratamento tecnológico aplicado.

Tabela 18: Testes de gordura realizados em batata "chips" com diferentes tratamentos.

Amostra	Gordura (%)
A	36,21b
B	37,48b
C	30,74d
D	32,96c
E	40,18a

Amostras com letras iguais não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

Legenda:

A - branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 63°C.

B - branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C.

C - branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 63°C.

D - branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C.

E - amostra comercial.

Verificou-se que a média do teor de gordura na amostra comercial ( amostra E ) é a maior, diferindo significativamente (  $p \leq 0,05$  ) de todas as batatas semi-desidratadas e congeladas.

Atualmente, os consumidores estão cada vez mais preocupados com o teor calórico e com a taxa de colesterol da sua alimentação, portanto a obtenção de produtos com menos óleo é uma grande vantagem comercial.

Já que o produto comercial utilizado como padrão é apresentado frito e embalado, sua vida de prateleira pode estar mais comprometida que a do produto desenvolvido neste trabalho, visto que este será distribuído congelado e só será frito na hora do seu consumo, minimizando a ocorrência de reações indesejáveis próprias dos lipídeos.

A absorção de óleo é função de diversos fatores, principalmente das condições de processamento e das características da matéria-prima ( RODRIGUES, 1990 ). A utilização das etapas de branqueamento e secagem, bem como a alta temperatura de fritura, possibilitam menor absorção de óleo ( ZAK & HOLT, 1973; AÑON, 1983; LAMBERG, 1989; RODRIGUES, 1990 ).

TALBURT & SMITH, (1975) referiram que quando o teor de amido é alto, no aquecimento ( 65 - 70°C ), ocorre gelatinização do amido, aumento do volume e separação das células, favorecendo a abertura da estrutura e como resultado poderia estar beneficiada a absorção de óleo.

Verificou-se através das médias, que as amostras desidratadas a 100°C absorveram mais óleo que suas similares secas a 63°C. Isto pode ser explicado porque a temperatura de 100°C é suficiente para quebrar grande parte das ligações da molécula de amido, provocando a abertura da molécula e sua maior disponibilidade para absorção do óleo. A molécula de amido de batata necessita temperaturas superiores a 70 - 75°C para desestabilizar as ligações entre as cadeias de amilose.

A presença do cloreto de cálcio na solução de branqueamento também influenciou na absorção de óleo dos produtos semi-desidratados congelados durante a fritura, sendo que as amostras tratadas com o sal diferiram significativamente ( $p \leq 0,05$ ) das branqueadas com água. Provavelmente os íons de Cl reagiram com os grupos OH das cadeias da amilose do amido impedindo a abertura das cadeias de amilopectina e a entrada de maior quantidade de óleo.

Por outro lado, os cátions poderiam tender a proteger e estabilizar a estrutura granular formando ligações nas moléculas de amido ( OOSTEM, 1990).

#### **4.2.4.2. Rendimento do processo.**

Para se adotar uma nova tecnologia industrial, não é suficiente que a mesma ofereça um produto de boa qualidade, precisa-se também, um elevado rendimento no processo e verificar que seja economicamente viável.

RODRIGUES (1990) comentou que a indústria de batata congelada pode oferecer o produto a preços baixos, pois adquire grandes volumes do produto, pode estar perto dos centros produtores, pode ter matéria-prima disponível quando o mercado do produto "in natura" estiver com preços altos e possibilita o aproveitamento de subprodutos do processamento.

Segundo os resultados do teste de Tukey para o rendimento nas "etapas industriais" do processo de semi-desidratação - congelamento ( Tabela 19 ), observa-se que a presença de  $\text{CaCl}_2$  na solução de branqueamento e as variações de temperatura aplicadas, não provocaram variações no rendimento do processo ao nível de 5% de significância.

O rendimento no grupo de operações correspondentes ao preparo para a semi-desidratação - congelamento ( grupo 1 ), é comparável com os resultados obtidos por WEAVER *et alii.* (1975) e RODRIGUES ( 1990 ) para a própria cultivar Bintje. Conforme foi analisado nos itens 2.4.2.1 e 2.4.2.3., a elevada porcentagem de tubérculos de forma e tamanho uniforme ( Tabelas 7 e 8 ) permitiu o relativamente alto rendimento nesta etapa.

O rendimento total do processo ( independentemente dos efeitos avaliados ), é superior aos obtidos por PASCHOALINO *et alii.* (1975) para batatas fritas à francesa para as cultivares Bintje e Rodosa ( 31,30 e 24,23% respectivamente ) e encontra-se na faixa reportada por LISINKA & LESZCZINKI (1989) para o processamento de batatas fritas em geral ( 30 e 45% ).

Na bibliografia consultada durante a realização deste trabalho, não aparece citações sobre o rendimento dos processo de semi-desidratação - congelamento aplicados a diversos vegetais, porém, são muito comentadas as vantagens econômicas sobre os processos convencionais de desidratação e congelamento (HOWARD & CAMPBELL, 1946; LAZAR, 1968; KAUFMAN & POWERS, 1957; RASMUSSEN *et alii.*, 1957; HUXSOLL, 1982 ).

O fator mais importante na etapa final do processo ( fritura ) não é o rendimento, mas as características sensoriais do produto.

STRINGHETA *et alii.* (1980) demonstraram a existência de correlação entre a densidade e a absorção de óleo, assim como a densidade e o rendimento no processo de "chips", Segundo POTTER (1978), os produtos desidratados lentamente absorvem

menos quantidades de óleo devido a um menor grau de encolhimento e furos de ar no interior dos mesmos.

Tabela 19: Rendimento do processo ( expressos em % ) para as quatro variações aplicadas no processamento por semi-desidratação - congelamento em batatas tipo "chips".

Amostra	Valores médios do rendimento (%)		
	1	2	Total
A	69,94a	50,06a	35,01a
B	72,02a	48,67a	35,05a
C	71,89a	49,33a	35,46a
D	70,57a	49,91a	35,22a

Legenda:

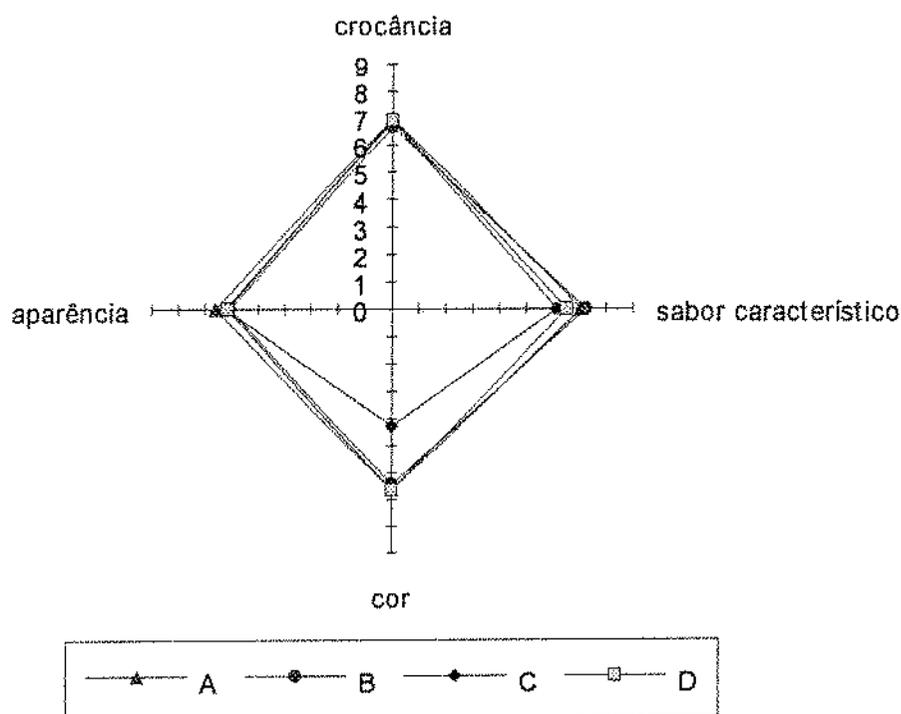
- A- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 63°C.
- B- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C.
- C- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 63°C.
- D- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C.
- 1- descasque, acabamento e seleção dos pedaços.
- 2- branqueamento, secagem, desidratação parcial e congelamento.

ADAMBOUNOU & COSTAINGE (1981) concluíram que a secagem parcial das batatas pré-fritas antes do congelamento, reduz a absorção durante a fritura final, porém, não produz diferença significativa quanto à textura.

A maior absorção de óleo possibilitará um aumento no rendimento final na mesma proporção ( JOHNSTON *et alii.*, 1970; RODRIGUES, 1990 ), porém, "chips" com maior teor de gordura são menos aceitos pelos consumidores.

#### 4.2.4.3. Análise sensorial.

Na Figura 12 representa-se a configuração da Análise Descritiva das amostras para os atributos avaliados. O centro da figura representa a intensidade zero, sendo que a intensidade de cada atributo é maior, quanto maior for a sua distância do centro.



Legenda: A- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 63°C.  
 B- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C.  
 C- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 63°C.  
 D- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C.

Figura 12: Configuração da Análise Descritiva Quantitativa das amostras estudadas.

A figura sugere que, para os quatro tratamentos, não houve grandes diferenças quanto aos atributos crocância e aparência. Com relação ao descritor sabor característico aparentemente este comportamento não foi similar, sendo que a amostra branqueada com água e seca a  $63 \pm 1^\circ\text{C}$  mostrou a menor intensidade neste atributo.

Já para o atributo cor, observa-se que a amostra branqueada em solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C está marcadamente distanciada das restantes possuindo a cor menos característica.

Os resultados obtidos através da ANOVA da avaliação das batatas semi-desidratadas e congeladas por quatro tratamentos diferentes encontram-se na Tabela 20.

Observa-se que o tipo de branqueamento influenciou diretamente para diferenciar as amostras em relação aos atributos sabor característicos e cor, ao nível de 5% de probabilidade. Em relação ao efeito da temperatura de secagem, apenas para o atributo cor foi significativa a  $p \leq 0,05$ .

Tabela 20: Valores de p obtidos na ANOVA para amostras de batata "chips" semi-desidratadas e congeladas, por atributo.

Causas da variação	crocância	sabor característico	cor	aparência
tipo de branq.	0,3918	0,0264*	0,0001*	0,4280
temp.secagem	0,5954	0,5998	0,0004*	0,3003
provador	0,0001*	0,0001*	0,0007*	0,0130*
branq./prov.	0,2236	0,1461	0,0261*	0,0687
temp./prov.	0,2646	0,2367	0,4026	0,6785
branq./temp.	0,7591	0,0001*	0,0001*	0,6408

( \* ) diferença significativa a nível de 5%.

Quanto aos provadores, existe diferença significativa (  $p \leq 0,05$  ) entre eles para todos os atributos, o que provavelmente está relacionado ao fato de utilizarem diferentes partes da escala ( conforme analisado em 4.2.3. ). Considerou-se que os provadores 2 e 4 foram os responsáveis pela interação ( Figura 13, Tabela 21 ) mas, não constituiu uma ocorrência grave.

No entanto, nota-se que na interação dos tratamentos praticados, apenas o atributo cor na interação tipo de branqueamento / provador apresentou significância ( $p \leq 0,05$ ) indicando que a equipe sensorial teve boa eficiência.

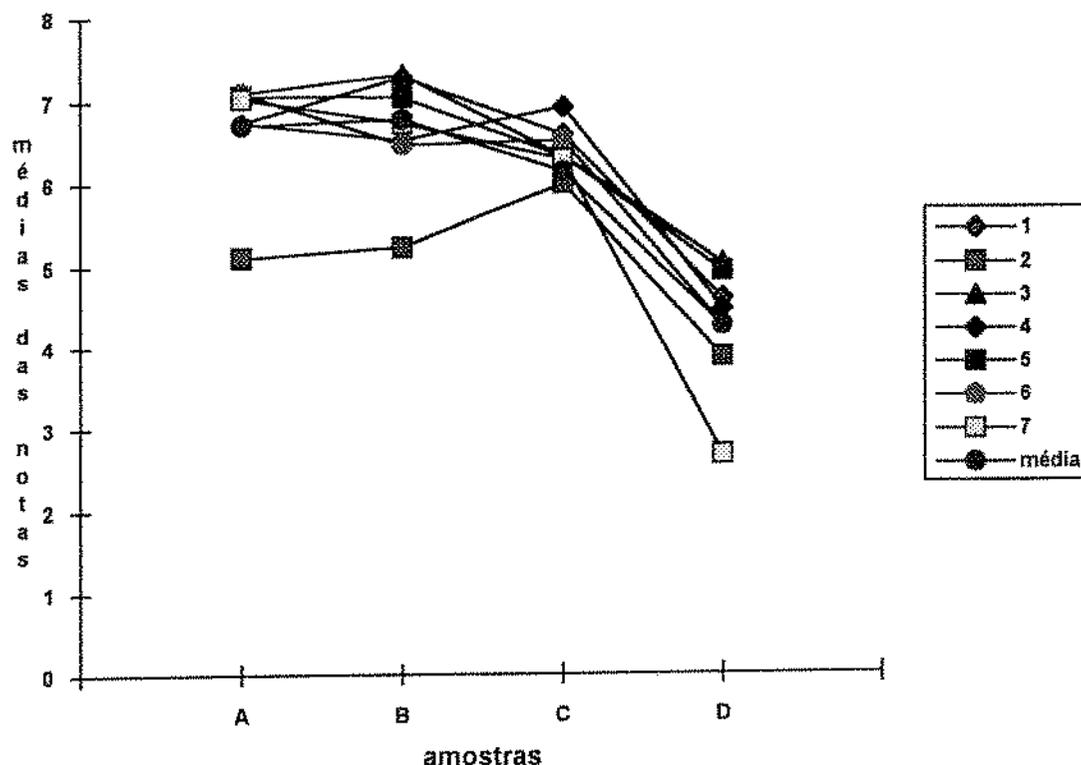


FIGURA 13: Médias das avaliações dos provadores e da equipe sensorial para o atributo cor em amostras de batatas semi-desidratadas com ar quente e congeladas em quatro tratamentos diferentes.

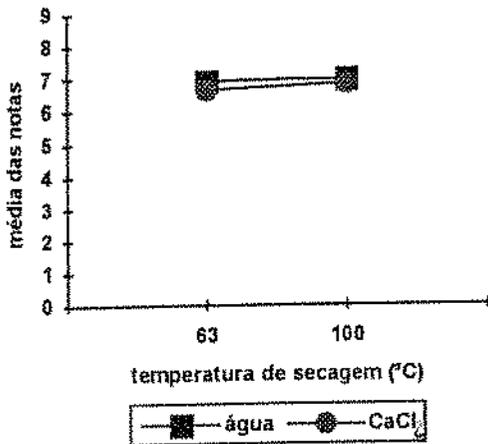
Legenda:

- A- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 63°C.
- B- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C.
- C- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 63°C.
- D- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C.

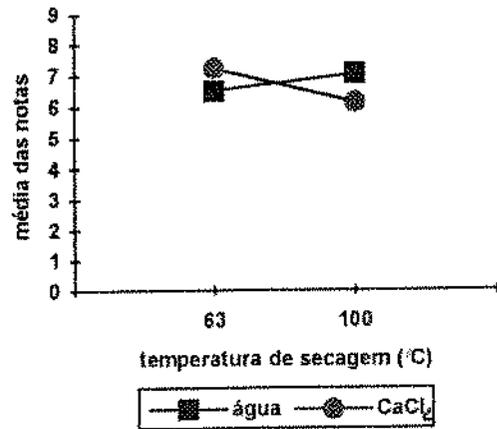
Analisando as interações dos tratamentos praticados sobre as "chips" ( Figura 14 e Tabelas 20 ) notamos que quando tratada a amostra com CaCl<sub>2</sub>, o aumento da temperatura de secagem a 100°C provocou diferenças significativas ao nível de 5% com sua similar desidratada a menor temperatura, para os atributos sabor característico e cor, diminuindo a média das notas atribuídas.

Efeito contrário apenas para o atributo sabor característico observa-se nas amostras branqueadas em água potável, nas quais o aumento da temperatura de secagem provocou aumento da nota atribuída pela equipe sensorial diferindo significativamente a  $p \leq 0,05$ .

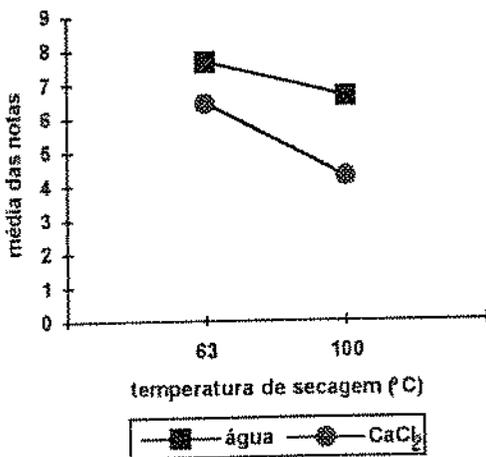
crocância



sabor característico



cor



aparência

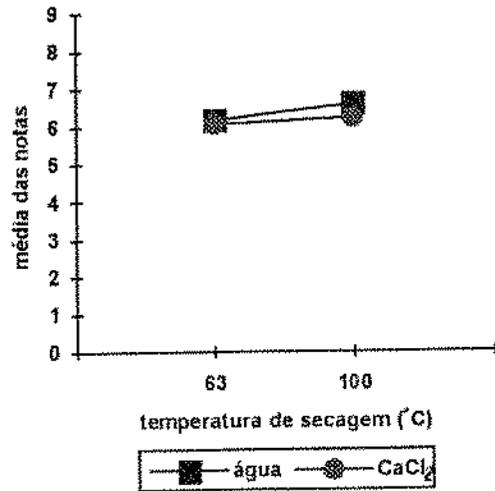


Figura 14: Interação tipo de branqueamento / temperatura de secagem em batatas tipo "chips" semi-desidratadas e congeladas,

TALBURT *et alii.* (1975) propuseram adição de cálcio como forma de melhorar a qualidade da textura da batata frita, JASWAL (1970), estudando o efeito de vários branqueamentos sobre a textura de batatas fritas à francesa, concluiu que a adição de CaCl<sub>2</sub>, MgCl<sub>2</sub> e citrato de Ca melhoraram a textura das fritas de baixa densidade, sendo que o CaCl<sub>2</sub> foi o mais efetivo,

Tabela 21: Médias das notas atribuídas pelos julgadores para amostras de batata "chips" semi-desidratadas por ar quente e congeladas.

Atributo	Amostra	Provad,						
		1	2	3	4	5	6	7
crocância	A	6,23ab	6,40a	8,03a	7,10a	7,87a	7,43a	5,43a
	B	6,77a	5,97a	8,50a	7,33a	7,73a	7,10a	5,63a
	C	5,70b	6,40a	7,90a	7,50a	5,63a	8,40a	5,06a
	D	6,98a	5,77a	7,90a	6,87a	6,63a	6,93a	6,76a
sabor característico.	A	5,83c	7,17a	6,57a	6,87b	6,10b	5,03b	6,27b
	B	6,00bc	7,50a	6,90a	8,20a	6,57a	6,87a	7,33a
	C	7,37a	7,43a	6,13a	8,63a	7,20a	6,85a	6,98ab
	D	6,27b	6,43b	5,47b	7,01b	6,03b	5,10b	6,67ab
cor	A	6,73b	5,10a	7,10a	6,73a	7,07a	7,10a	7,03a
	B	7,30a	5,23a	7,33a	6,33a	7,05a	6,47a	6,77a
	C	6,63b	6,00a	6,34a	6,93a	6,33a	6,53a	6,30a
	D	4,63c	3,87b	5,03b	4,47b	4,93b	4,26b	2,67b
aparência	A	7,07a	4,27a	7,06a	5,77a	5,87a	6,03a	7,10a
	B	7,07a	4,10a	7,03a	6,33a	7,00a	6,98a	7,73a
	C	6,93a	6,03a	6,53a	5,73a	5,63a	4,77a	6,87a
	D	6,13b	6,16a	6,63a	6,43a	7,30a	5,13a	5,87a

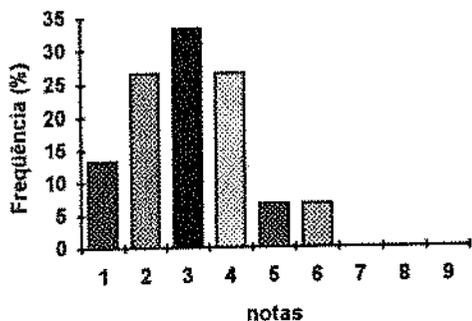
Desidratação a temperaturas de 63 e 100°C, assim como branqueamentos em água ou solução de cloreto de cálcio à mesma temperatura e iguais tempos, não provocaram diferenças significativas (  $p \leq 0,05$  ) em amostras de batatas fritas tipo "chips" tratadas por SDC para os atributos crocância e aparência, o que é confirmado na análise da Figura 12.

Através do aquecimento de metionina ou mistura de metionina e um açúcar redutor ( ex. glucose ) em presença de um óleo, foi obtido por CHANG & REDDY (1971), sabor característico de batata e batata "chips". Os autores recomendaram o uso do azeite resultante como tempero para saladas ou sopas e como óleo de fritura para intensificar este sabor no produto.

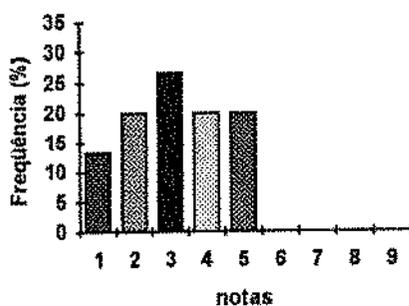
#### **4.2.4.3.1. Aceitação e preferência.**

Os resultados obtidos no teste de aceitação e preferência processados pela ANOVA, podem ser observados na Tabela 22.

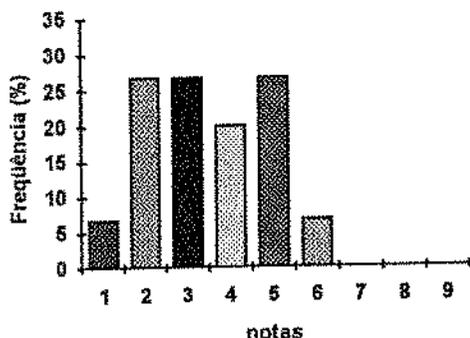
Foi observado que não houve diferença significativa de preferência ao nível de 5% entre as amostras, sendo que a nota com maior frequência ( Figura 15 ), foi correspondente a "gostei moderadamente" ( nota 3 ), com exceção da amostra comercial que teve com maior frequência a nota 2.



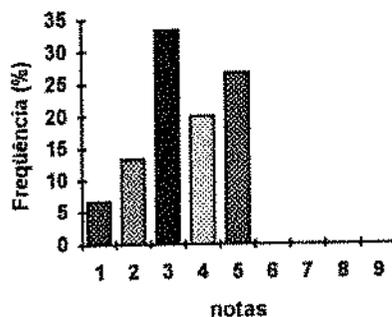
15 A



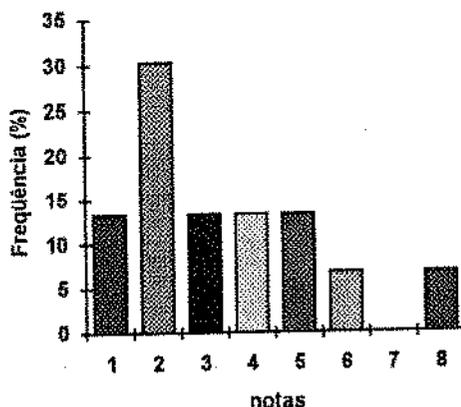
15 B



15 C



15 D



15 E

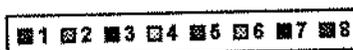


Figura 15: Frequência dos valores obtidos no teste de preferência e aceitação de batata "chips" tratadas por semi-desidratação - congelamento e uma amostra comercial, expressos em %.

Legenda: A- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 63°C,  
 B- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C,  
 C- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 63°C,  
 D- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C,  
 E- amostra padrão de marca reconhecida no mercado,

Segundo os comentários expostos pelos juizes na ficha de avaliação, as batatas semi-desidratadas a 100°C após branqueamento com água e a amostra

comercial, tinham sabor de óleo acentuado, aspecto este esperado segundo os resultados da determinação de gordura e a própria avaliação feita pela equipe sensorial.

Com relação à amostra comercial comentou-se que, mesmo quando apresentou cor atrativa e sabor mais acentuado em relação às demais amostras, a mesma aparentou ter cor e sabor artificiais, que lembravam mais os salgadinhos de milho do que a batata "chips".

Tabela 22: Resultado do teste de aceitação de batatas tipo "chips" processadas por semi-desidratação e congelamento e uma amostra comercial,

Amostra	média das notas atribuídas
A	3,20a
B	3,47a
C	2,93a
D	3,13a
E	3,02a

Legenda:

- A- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 63°C.
- B- branqueamento com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C.
- C- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 63°C.
- D- branqueamento com solução de CaCl<sub>2</sub> e semi-desidratada a 100°C.
- E- amostra comercial.

## 5. CONCLUSÕES.

Os resultados da presente pesquisa permitem concluir que:

A partir de batatas semi-desidratadas - congeladas foi possível obter um produto semi-pronto ( batata "chips" ), o qual, após fritura imediatamente anterior ao consumo, resulta com aceitabilidade semelhantes a produtos existentes no mercado.

Ao aplicar a desidratação por álcool etílico ( relação batata:etanol 1:2 e formato de rodelas ), obteve-se um produto de características sensoriais indesejáveis, independentemente das espessuras testadas. Quando o produto foi tratado com ar quente os resultados da avaliação descritiva foram marcadamente superiores.

O produto semi-desidratado por etanol não resultou ser sensorialmente similar à batata "chips", porém não foi um produto rejeitado pela equipe sensorial que o caracterizou como "snack extrusado".

A interação dos tratamentos praticados sobre as batatas semi-desidratadas - congeladas apenas provocou variações significativas no atributo sensorial sabor característico, a nível de 5% de probabilidade.

Quando branqueadas as batatas em solução de  $\text{CaCl}_2$  ( 0,2% ), o aumento da temperatura de secagem a  $100^\circ\text{C}$ , provocou diferenças significativas (  $p \leq 0,05$  ) para os atributos cor e sabor característico, sendo estes parâmetros considerados de menos característicos pelos juizes em relação às demais amostras.

A presença de  $\text{CaCl}_2$  na solução de branqueamento diminuiu a absorção de óleo dos produtos semi-desidratados - congelados durante a fritura, entretanto, o aumento da temperatura de secagem provocou efeito contrário.

O produto semi-desidratado - congelado pode ser frito em apenas 1/3 do tempo necessário para fritura de batata no mesmo formato, simplesmente congelada.

Não houve diferença significativa quanto a preferência a nível de 5% entre os produtos semi-desidratados e congelados, nem em relação à amostra comercial. Porém, na amostra branqueada com H<sub>2</sub>O e semi-desidratada a 100°C e na amostra comercial foi detetado sabor de óleo acentuado.

O rendimento total do processo de semi-desidratação - congelamento de batatas "chips" foi comparável aos obtidos em outros processo industriais de batatas fritas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ADAMBOUNOU, T.L. & CASTAIGNE, F. Influence d un séchage partiel sur absorption en hile et sur la texture des pommes de terre frites. Can. Inst. Food Sci. Technol. J., Ottawa, 14(4): 304-9, 1981.
- ALMEIDA, L.A.; GASPARINO, F.J.; PASCHOALINO, J.E.; BERNHARDT, L.W.; CANTO, W.L.. "Batata pré-frita e hortaliças congeladas; economia e industrialização". Campinas, ITAL, 1983. 91p. (Estudos Econômicos - Alimentos Processados, 18)
- ALMEIDA, M.E.M. Estudo de interações entre o emprego de compostos químicos e destes com o tratamento térmico, no controle da atividade da polifenoloxidase em frutas e hortaliças. Tese de Mestrado. ESALQ/USP, março 1991, Piracicaba, S.P. p.5-21.
- ANON, . Dehydrofreezing of fruits and vegebles become important ingredients for remanufacture. Food Process 19 (3) 53-54, 1958.
- ANON. Solvent-drying: new food preserving method. Chemical Eng. 75, 60, 1968.
- AÑON, M.C. "Efectos del almacenamiento y tratamientos en la industrialización de papa pre-frita congelada". La refrigeración como medio para disminuir las pérdidas post-cosechas. Tomo II. Seminario Refrigeración como medio para disminuir las pérdidas post-cosechas, La Plata, 28 nov.- 2 dec. 1983.
- BALTAZAR, M.A.P.M. Influência do processo de lavagem, da aplicação de vapor e do tempo de armazenagem na qualidade de batata (*Solanum tuberosum* L.), cultivar "Bintje", visando a elaboração de pré-fritas congeladas, tipo francesa. Tese de Mestrado. FEAGRI-UNICAMP, 1992, Campinas, S.P. p.3-25.
- BANIEL, A. (1961). US PATENT 3 298 109
- BATATAS fritas. Folha de São Paulo. São Paulo, 12 set., 1989, Agrofolha, p.6.
- BEIRÃO, N. Congelamento de alimentos com nitrogênio líquido. Alimentos & Tecnologia. 46-53, 1971.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extration and purification. Can. J. Biochem. Physiol. 37(8):911-17, 1959.
- BOOCK, O.J. Cultura da batatinha. In: Tudo sobre batata. B. Campo, Rio de Janeiro, 20 (190): 7-22, 1965.

- BOOTH,R.H. & SHAW,R.L. Principles of potato storage. Lima, International Potato Center, 1981. 105p.
- BRASIL, Ministério da Agricultura. Portaria n 307 de 27 maio de 1977. Especificações para padronização, classificação interna da batata ( *Solanum tuberosum*, L.). Brasília, Minist. Agric., 1977.
- BRODY,J. Pointers on potatoes: potencial of processed potatoes is on the increase; product variables and process factors discussed; varieties check listed. Food Eng., Radnor 41(5): 124-32, 1969.
- BROWN,M.S. & MORALES,J.A. Determination of blanching conditions for frozen par-fried potatoes. Am. Potato J., Orono, 47(9): 321-5, 1970.
- & REEVE,R.M. Potatoes. In Food Dehydration. ed.2, v.2, p.91-157, 1973
- BURTON,W.G. The potato. In: A survey of its history and of the factors influencing its yield, nutritive value, quality and storage. Veenman, H. & Zonen,N.V. eds. Wageningen European Association of Potato Research, The Netherlands, 1966.
- CALLEJAS,P.F. & ACCATINO,P. Almacenaje de papas. Chile, Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Boletín Divulgativo No 223. 20p. 1973.
- CARVALHO, R.; TRAVAGLINI,D.A.; MATSURA,P.T.; CABRAL,A.C.O.; MORI,E.E.M. Comportamento das variedades Bintje e Radosa na obtenção de flocos de batatinha e fritas do tipo "chips". B.Inst. Tecnol. Alim., Campinas, (54): 135-52, nov./dez. 1977.
- CARVALHO,M.V.G. Vegetais congelados para cozinha industrial. Alimentos & Tecnologia. ( ): 76-80, 1968.
- CATALOGO WHITE MARTINS. Processos para a Industria de Alimentos e Bebidas, s.d.
- CHANG,S.S. & REDDY,B.R. Potato chips flavour. United Estates Patent ( 3 619 211), 1971.
- CIACCO,C.F. & CRUZ,R. Fabricação de amido e sua utilização. Série Tecnologia Agroindustrial (7), S. Paulo, 1982, p.51-7, p.19-49.
- & FERNANDES,J.L.A. Effect of various ions on the kinetics of retrogradation of concentrated wheat starch gels. Starch, Weinheinc, 41(12):461-7, 1989.
- COCHRANE,W.G & COX,G.M. Experimental Design. 2.ed. New York, Wiley Inc., 1957. p:470-76.

- COPLEY, M.J. *Refrigerating Eng.*, t. 66 (2), 48. 1958.
- CRUESS, W.V. Produtos industriais de frutas e hortaliças. (Commercial fruit and vegetable products). Trad. Heitor Airlie Tavares. São Paulo, Edgard Blucher, 1973. v.2, p.803-4.
- DAMÁSIO, M.H. & COSTELL, E. Analisis sensorial descriptivo de la textura no oral de geles de hidrociclones. Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 29(3): 375-83, 1991.
- DAS, M.; SRIMANI, B.N. & GHOSH, D.N. Solvent dehydration of potato: selection of solvent and processing conditions. J. Food Technol. 19(5) 615-22, 1984.
- DAUGHTERS, M.R. and GLENN, D.S. 1946. Role of water in freezing foods. Refrigerating Eng. 52: 137-40
- DÍAZ, R.T.; RAMOS, A.B.; RODRIGUEZ, C.C. *Tecnología de los Alimentos*. ed. Pueblo y Educación, 1987. 273p.
- EVANS, I.D. & HAISMAN, D.R. The effect of solutes on the gelatinization temperature range of potato starch. Starch, 34(7) 224-30, 1982.
- EZETA, F. Aspectos fisiológicos de la producción y almacenamiento de papa. Memorias Primer Curso Nacional sobre Tecnología de Papa. Quito, julio 14 - 25, p. 102-104, 1975.
- FELBERG, I. *Formulações mistas de leites condensados açucarados de vaca e de soja: avaliação sensorial e reológica*. FEA/UNICAMP, Campinas, 1994. 105p. ( Tese de Mestrado ).
- FEUSTL, I.S. & KUEMAN, R.V. Frozen french fries and others frozen potato product. In: *Potato Processing*. 2 Ed, Talburt, w.f. and Smith, O. Eds, AVI Publishing, Westport, C.T. 1967.
- FLOSDORF, E.W. *Freeze-drying*. New York: Reinhold Publ. Corp. 1949.
- GALVANI, A.; CAMARGO, C. & CIACCO, C. Efeito de lipídios, açúcares, sais e ácidos nas propriedades de gelatinização e retrodegradação do amido. *Ciência Tecnol. Aliment.*, 1.4(1): 3-13, jan/jun 1994.
- GINNETTE, L.F. and KAUFMAN, V.F. Freeze-drying of foods. In: "The freezing preservation of food", vol3, p.377. AVI Pub. Co., Westport, Conn. 1968.
- GIORGI, A.; TOMASICCHIO, M.; ANDREOTTI, R. Dehydrofreezing of vegetables: preparation of vegetable mixture for minestrone. Industria Conserve 61(4) 328-32, 1986.

- GOULD, W.A. Watch color, flavor and texture when freezing french fried potatoes; high-quality products calls for good variety, high specific gravity, and ability to recondition after storage. Food Packer, Chicago, 35(2): 52-4, 1954.
- & PLIMPTON, S. Quality evaluation of potato cultivars for processing. Ohio Agric. Res. Dev. Cent. Bull., Wooster, (1172): 1-25, 1985.
- GRAY, D. & HUGHES, J.C. Tuber quality. In: The potato crop, New York, 1978, 504p.
- GRUPO EXECUTIVO DE IRRIGAÇÃO PARA O DESENVOLVIMENTO DA AGRICOLA (GEIDA). Aspectos tecnológicos de alguns produtos agropecuários de interesse na área de irrigação do nordeste; batata. Campinas, GEIDA-FCTPTA, 1971. 153p.
- HALÁSZ, L.; PIRAJÁ, C.P.; ARUJO, F.E.; SATO, G.T.; YOSIMURA, I.Y.; TANJAR, R.; LACERDA, R. Refrigeração. Em: Tecnologia Agroindustrial (série), 1982 p.176.
- HEISLER, E.G. HUNTER, A.S.; WOODWARD, C.F.; SICILIANO, J. & TREADWAY, R.H. Laboratory preparation of potato granules by solvent extration. Food Technol. 7 (8), p. 299-302, 1953.
- HODGE, V.E. & HOFREITES, B.T. "Determination of reducing sugar and carbohydrates". In: Methods in carbohydrates chemistry. Vol I. pag 3. Ed. Wisther R.C Academic Press, 1962.
- HOLDSWORTH, S.D. Recent developmen in dehydration and canning. Food Manufature, 44, p44-8, 1969.
- HOWARD, L.D. and CAMPBELL, H. Dehydrofreezing. New way of preserving food. Food Inds. 18:674. 1946.
- HUXSOLL, C.C. & SMITH, T. Peeling potatoes for processing. In: eds. Potato processing. 3.ed. Westport, AVI Publ., 1975. cap.9, p.275-304.
- HUXSOLL, C.C. Reducing the refrigeration load by parcial concentration of food prior to freezing. Food Tech. may p.98-102, 1982.
- IRITANI, W.M. & WELLER, L. Am. Potato J., Orono 53(3), 159, 1977.
- JAMIESON, M.F.S. Armazenamento de batatas ( Almacenamiento de papas). Trad. Sílvio Galdino de Carvalho Lima e Lêda Rita D Antonio Faroni. J. Armazenagem, Viçosa, 2(8): 6-7, mar. 1981. Informe técnico.
- JASWAL, A.S. Effects of variuos chemical blanchings on the texture of french fries. Am. Potato J., Orono 47(1): 13-18, 1970.

- JOHNSTON,F.B.; KENKARS,E.; NUNES,A.C. Starch and dry matter content of netted gem in relation to french fry texture. Am. Potato J., Orono, 47(3): 87-93, 1970.
- KADAM,S.S.; WANKIER,B.N. and ADSULE,R.N. Processing. In SMITH,O. Potatoes: production, storing, processing. 2da Ed. Westport, Conn, The Avi Publishing Co. p.77-436, 1977.
- KAUFMAN,V.F. Costs and methods for pie-stock apples. Food Eng. 23(12):97, 1951.
- & POWERS,M.J. How dehydrofreezing. Cuts packaging, shipping cost on processed fruit. In: Food Engeneering, jan. 1957, p.93-6.
- KRETOV,I.T. Effect of drop in pressure during vegetables dehydration on quality and hygroscopic properties ( Izvestiya-Vysshikh-Vchebnykh-Zavedenii-Pishchevaya-Tekhnologiya, 3:166-8, 1978 ). Apud FSTA 79-07-J1143.
- LABELLE,R.L. & MOYER,J.C. Dehydrofreezing red tart cherries. In: Food Technology oct. 1966 v.20 n.10 p.105-8.
- LAMBERG,I. Studies of water transport phenomena during potato drying. J. Food Proc. Eng. 10: 285-99, 1989.
- LAZAR,M.E. Dehydrofreezing of fruits and vegetables. In "Freezing Preservation of foods", 4 ed., vol.3, p.347-76 Avi Pub.Co., Westport Conn. 1968.
- LEWISKI,P.P.; LENART,A. & TURSKA,D. Diffusive mass transfer in potato tissue during osmotic dehydration. ( Annals of Warsaw Agricultural University S6-GW-AR, Food Technology and Nutrition, N 16, 23-32, 1984 ) apud FESTA 8703-J0089.
- LISINSKA,G, & LESZCZYNSKI. Potato science and technology. London, Elsevier, 1989. cap.2, p.43-128; cap.4, p.166-232.
- LLAMA,E.G. Química y Bioquímica de las frutas y vegetales. ed. Pueblo y Educación, Habana, Cuba, 1986. 114p.
- LOHNSTON,F.B.; KENKARS,E.; NUNES,A.C. Starch and dry matter content of retted gem in relation to french fry texture. Am. Potato J. Orono, 47(3): 87-93, 1970.
- LÜCKE,E. Conservación química de los Alimentos. ed Acribia. Zaragoza, 1981. p 111-113
- MARQUEZ,G. & AÑON,M.C. Influence of sugars and amino acids in color development in fried products. J. Food Sci. 51: 157, 1986.

- MAZZA, G. Correlations between quality parameters of potatoes during growth and long storage. Am. Potato J., Orono, 60 (3) 145-59, 1983.
- MISHKIN, M.; SAGUY, I.; KAREL, M. Optimization of nutrients retention during processing ascorbic acid in potato dehydration. J. Food Sci. 49 (5): 1262-66, 1984.
- MONDY, N.I. "Factors affecting the nutritional quality of potato". In: Proc. Int. Congress "Research for the potato in the year 2000", Hooker, W.J., Ed., International Potato Center (CIP), 1983, 136. Citado por SALUNKHE *et alii*. 1991.
- MORETTI, R.H. "Processos não convencionais de concentração" Conferência disciplina TP-160. FEA/UNICAMP. Campinas, S.P. 1993.
- OHAD *et alii*. Plant Physiol. 47, 465-77, 1971.
- OOSTEM, B.J. Tentative hypothesis to explain how electrolytes affect the gelatinization temperature of starches in water. Starch, Weinheims, 34(7):233-9, 1982.
- PASCHOALINO, J.E.; FERREIRA, V.L.P.; POMPEU, R.M. Aptidão das variedades de batatinha Bintje e Radosa para processamento de fritas à francesa e congeladas e purê congelado. Coletânea ITAL, Campinas, 6: 431-44, 1975. t.2.
- ; MIYA, E.E.; SHIROSE, I. Influência das condições de congelamento sobre as características organolépticas de batatinha à francesa, semifrita e congelada. Boletim ITAL, Campinas, (53): 129-39, set./out., 1977.
- ; FERREIRA, V.L.P.; TOCCHINI, R.P.; BERNHARDT, L.W. Avaliação de cultivares de batatinha (*Solanum tuberosum*, L.), para processamento na forma de fritas congeladas. Coletânea ITAL, Campinas, 13: 33-57, 1983.
- PEREIRA, A.S. Relatório de avaliação de cultivares de batata. EMBRAPA. Cent. Nac. Pesq. Hortaliças, Brasília, 1986. 10p.
- PORSDAL-POULSEN, K. Optimization of vegetable blanching. Food Technology: 122-9, June, 1986.
- POTTER, N.N. Deshidratación y concentración de Alimentos. In: La ciencia de los Alimentos. 2ed. EDUTEX, S.A. México, D.F. 1978, 749p.
- POWERS, M.J.; TAYLOR, P.H.; TALBURT, W.F. & WALKER, L.H. Dehydrofrozen apicots-preparation. Food Technology. 10, 1956, p.489-92.

- POWERS, J.J.; CENSIARELLI, S.; SHINHOLSER, K. El uso de programas estadísticos generales en la evaluación de los resultados sensoriales. Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos, 24(4): 469-84, 1984.
- PRESSEY, R. Role of invertase in the accumulation of sugar in cold-stored potatoes. Am. Potato J. Orono, 46: 291-97, 1969.
- PUTZ, B. & KEMPF, W. Herstellung und qualitätsbeurteilung von pommes frites. Gordian, Deutschland, 81(9): 196-201, 1981.
- RAMOS, H.G. & VITERGO, A.T. Tecnología de Alimentos 1(2) enero-feb. 1967, p.7-8.
- RASMUSSEN, C.L.; VENSTROM, D.W.; NEUMANN, H.J.; OLSON, R.L.; ROCKWELL, W.C. & STRONG, K. Latest dehydrofrozens cut costs. Food Eng. 29(12), 117-18. 1957.
- RASTOVSKI, A.; BUITELAAR, N.; VAN ES.; DE HAAN, P.; HORTMANS, K.; MEIJERS, C. Storage of potatoes post-harvest, behaviour, store desing, storage practice, handling. Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation. 1981. 462p.
- ROBERTS, J.A. "Bulk potato storage". Canadá, Departament of Agriculture. Publication No 1508 p.5-7, 1974.
- RODRIGUES, N.S.S. Determinação de parâmetros no pré-preparo e fritura da batata (*Solanum tuberosum*, L.). Campinas, FEA/UNICAMP, 1980. 32p. ( Mimeografado ).
- Seleção de cultivares de batata do Ensaio Nacional de Cultivares de Batata-ENCB, para fins de industrialização. Campinas, UNICAMP/FEA/PNPTAA/ EMBRAPA. jul. 1989. 17p. Relatório técnico.
- Avaliação tecnológica e sensorial de novos genótipos de batata (*Solanum tuberosum*, L. ) para industrialização na forma de pré-fritas congeladas. Campinas. FEA/UNICAMP, 1990. 177p. ( Tese de Mestrado ).
- ROSS, L.R. & PORTER, W.L. Objective measurement of texture variable in raw and processed french fried potatoes. Am. Potato J., Orono, 48(9): 329-38, 1971.
- SALUNKHE, D.K.; BOLIN, H.R. AND REDDY, N.R. Storage, processing, nutritional quality of fruits and vegetables. 2.ed. V.I, Florida, CRC Press, 1991, 292p.
- SAPERS, G.M. Browing of foods: control by sulfites, antioxidants and others means. Food Technology: 75-84, october 1993.

- SAYRE,R.N.; NONAKA,M.; WAVER,M.L. French fry quality related to specific gravity and solids content variation among potato strips within the same tuber. Am Potato J., Orono, 53(4):111-22, 1976.
- SECRETARIA EDUCACIÓN PÚBLICA (SEP)/TRILLAS Elaboración de frutas y hortalizas. Manual para educación agropecuaria. Serie: Industrias rurales 25. ed. Trillas, S.A. de CV. México, D.F. jul. 1986.
- SMITH,O. Potatoes: production, storing, processing. 2da Ed. Westport, Conn, The Avi Publishing Co. p.77-436, 1977.
- SOLA,M. Fisiología de la papa en almacenamiento. Lima, Centro Internacional de la Papa, 1978. 11p.
- SOLÍS,G.C.; USAMI,C.R.O.; KIRCHNER,F.R.S.; OROZCO,A.L.; ATILANO, M.T.D.; MEDINA,J.F. & GRANADOS,A.C. Elaboración de frutas y hortalizas. Ed Trillas,S.A., México, p.30-78, 1981.
- SOUZA,Jr.,A.J. A industrialização de batata no Brasil. Boletim ITAL., Campinas, (23): 35-47, set. 1970.
- SPIESS,W.E.L.; GUTSCHMIDT,J.;PUTZ,B. Untersuchungen über den einfluss der verarbeitungsbedingungen auf die qualitat vät von tiefgefrorenen pommes frites. Die Stärke, Weinheim, 27(1): 17-24, 1975.
- STONE,H.; SIDEL,J.L.; OLIVER,S.; WOOLSEY,A.; SINGLETON,R.C. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. Food Technol. 28(11): 24-34, 1974.
- STRINGHETA,P.C.; PEDRAZZI,R.G.; CHAVES,J.B.P. Influência da massa específica sobre a absorção de óleo e o rendimento industrial na obtenção de batata frita tipo "chips". Universidade Federal de Viçosa, 1980. 9p.
- SUPERCONGELADOS; conheça o alimento do futuro. R. Manchete Rural, Rio de Janeiro, (37): 52-4, abr. 1990.
- SCHWIMMER,S.; VEVENUE,A.; WESTON,W. & POTTER,A. Survey of major and minor sugar and starch componentes of white potato. J. Agric. Food Chem., 2, 1954, 1284p.
- TALBURT,W.F. & LEGAULT,R.R. Dehydrofrozen peas. Food Technol. 4(7), 286-91, 1950.
- ; WALKER,L.H. & POWERS,M.J. Dehydrofrozen apples. Food Technol 4(12), 496-98, 1950.

- & RAMAGE, W.D. Dehydrofreezing of fruits and vegetables. In: Freezing Preservation of Food. 3.Ed. D.K. Tressler & C.F. Evers (editors) Avi Publishing Co. Westport, Conn. 1957.
- & SMITH, O. Potatos processing. 3era Ed. Westport, Conn, The Avi Publishing Co. 171-222, 1975
- & -----, Potato Processing, AVI/Van Nostrand Reinhold, New York, 1987.
- THEVENOT, M. As técnicas do frio e da liofilização. Tecnologia de Alimentos e Bebidas: 41-6, 1971.
- THOMPSON, E.J. (1965). us pATENT 3 211 559.
- TRESSLER, D.K. & EVERS, C.F. The freezing preservation of foods, t.I, chapters 5 and 10. Westport, Conn.: Avi Publishing Co., 3.ed. 1957.
- TRUE, R.H.; WORK, T.M.; BUSHWAY, R.; BUSHWAY, A.A. Sensory quality of french fries prepared from Belrus and Russet Burbank, potatoes. Am. Potato., Orono, 60(12): 933-7, 1983.
- UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA - United states standard for grades of frozen french fried potatoes. Washington, Consumer and Marketing Service, USDA, 1967. 8p. [Federal Register, April 22, 1966 (31 F.R. 1990) amended Jan. 24, 1967 (32 F.R. 779)].
- VAN ARSDEL, W.B. & COPLEY, M.J. Food Dehydration. V.1. Principles. v2. Products and technology. Avi Publishing Co. Westport, Conn. 1964.
- ; ----- & MORGAN, A.I. Food dehydration. V.2. 2da Ed. Westport, Conn Publishing. 1973, 105p.
- WEAVER, M.L.; REEVE, R.M.; KUENEMAN, R.W. Frozen french fries and other frozen potato products. In: TALBURT, W.F and SMITH, O. Potatos processing. 3era Ed. Westport, Conn, The Avi Publishing Co. 403-42, 1975
- ; NG, K.C.; HUXSOLL, C.C. Sampling potato tubers to determine peel loss. Am. Potato J., Orono, 56(4): 217-24, 1979.
- WEDZICHA, B.L. Review: Chemistry of sulphur dioxide in vegetable dehydration. J. Food Science Technol. 22:433, 1987.
- WOOLFE, J.A. The Potato in the Human Diet, Cambridge University Press, London, 1987.

ZAEHRINGER,M.V.; REEVE,M.R.; TALLEY,E.A.; DINKEL,D.H.; HYDE,R.B.  
Specific gravity and composition of potatoes for various processing and  
cooking purposes. Separata de Potato Handb. New York, 12: 5-10, 1967.

ZHAO,Y.S.; PORSDAL-POULSEN,K. Diffusion in potato drying. J. Food Eng.  
7(4) 249-62, 1988.

ZAK, J.M. & HOLT,C. Effect of finish-frying conditions on the quality of French  
fries potatoes. J. Food Sci., Chicago, 38(1): 92-5, 1973.