

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

INFLUÊNCIA DO PROCESSO DE LAVAGEM, DA APLICAÇÃO DE VAPOR E DO TEMPO DE ARMAZENAGEM NA QUALIDADE DA BATATA (Solanum tuberosum L.), CULTIVAR " BINTJE ", VISANDO A ELABORAÇÃO DE PRÉ-FRITAS CONGELADAS, TIPO FRANCESA.

MIGUEL ANGEL BALTAZAR PAZ Y MINO

Parecer

Este exemplar corresponde a redação final da dissertação de Mestrado defendida por Miguel Angel Baltazar Paz y Mino e aprovada pela Comissão Julgadora em 22 de agosto de 1992. Campinas, 20 de janeiro de 1993.

Orientador:

Prof. Dr. JOSÉ TADEU JORGE


Presidente da Banca

Dissertação apresentada em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola - Área de concentração: Pré-Processamento de Produtos Agropecuários.

Campinas, SP

Agosto de 1992

Aos meus pais, Teodoro e Nelly,
por dar-me, amor, compreensão e
sabedoria.

À minha tia Mery Victoria (em memoriam)
por dar-me coragem e determinação.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. José Tadeu Jorge, pela amizade, dedicação, apoio e paciência.

Ao corpo docente da FEAGRI / UNICAMP, especialmente aos professores Sylvio Luis Honório, José Luiz Vasconcellos da Rocha, João Domingos Biagi e Doris Groth.

A, José Luis Llanos Carrillo, pela colaboração na análise estatística.

Àqueles que contribuíram para a execução desde trabalho, em especial aos técnicos Dagoberto Favoretto Júnior, Francisco Ferreira de Oliveira e Rosália Da Silva Favoretto.

Aos professores e técnicos do Laboratório de Análise Sensorial e Laboratório de Serviços de Alimentação FEA / UNICAMP.

Aos colegas e amigos, Miguel Angel Uribe Opazo, Ednaldo Carvalho Guimarães, Luis Ventura Guevara, Carmen Contreras Castillo, Clóvis Tristão.

À Organização dos Estados Americanos (OEA) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES), pelo auxílio financeiro.

À Andréa, pelo apoio, incentivo e amor.

SUMÁRIO

	PÁGINA
PÁGINA DE ROSTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMENTOS.....	iii
SUMARIO.....	iv
LISTA DE QUADROS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	xii
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
RESUMO.....	xiv
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. A batata.....	3
2.2. Perdas pós-colheita.....	4
2.2.1. Fatores físicos.....	4
2.2.2. Fatores fisiológicos.....	6
2.2.3. Fatores patogênicos.....	12
2.2.3.1. Perdas patogênicas quantitativas.....	12
2.2.3.2. Perdas patogênicas qualitativas.....	13

2.3.	Métodos de redução de perdas e controle.....	15
2.4.	Métodos de armazenamento.....	25
2.5.	Manejo do armazém.....	27
2.5.1.	Fase do pré-armazenamento.....	27
2.5.2.	Fase de armazenamento.....	27
2.5.2.1.	Secagem.....	27
2.5.2.2.	Período de cura.....	28
2.5.2.3.	Lavagem.....	28
2.6.	Engenharia do armazém.....	30
2.7.	Psicrometria básica na armazenagem de batatas.....	32
2.7.1.	Propriedades psicrométricas.....	32
2.8.	Sistemas de ventilação.....	33
2.8.1.	Ventilação com ar ambiente.....	34
2.8.1.1.	Ventilação natural convectiva.....	34
2.8.1.2.	Ventilação forçada.....	35
2.8.2.	Ventilação com ar resfriado artificial.....	36
2.9.	Circulação.....	36
2.10.	Avaliação sensorial da matéria prima processada.....	37

3. MATERIAL E MÉTODOS.....	41
3.1. Matéria prima.....	41
3.2. Descrição das operações realizadas.....	41
3.2.1. Processo de cura.....	43
3.2.2. Lavagem.....	44
3.2.3. Aplicação de vapor.....	44
3.2.4. Armazenamento.....	46
3.3. Critérios de avaliação.....	46
3.3.1. Qualidade externa.....	46
3.3.1.1. Porcentagem de tubérculos com brotos.....	47
3.3.1.2. Coloração da película.....	47
3.3.2. Perda de peso.....	48
3.3.3. Determinação de açúcares redutores.....	49
3.3.4. Avaliação sensorial da batata frita.....	49
3.3.4.1. Preparação das amostras.....	50
3.3.4.2. Degustação das amostras.....	50
3.3.4.3. Delineamento experimental.....	54
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
4.1. Qualidade externa.....	57
4.1.1. Porcentagem de tubérculos com brotos.....	57
4.1.2. Coloração da película.....	60
4.2. Perda de peso.....	61
4.3. Determinação de açúcares redutores.....	74
4.4. Avaliação sensorial.....	85
4.4.1. Qualidade geral.....	87

4.4.2. Cor.....	91
4.4.3. Textura.....	95
4.4.4. Sabor.....	100
4.4.5. Análise de variância multivariada para os atributos sensoriais.....	104
4.4.6. Análise de componentes principais.....	107
4.4.7. Considerações gerais.....	112
5. CONCLUSÕES.....	116
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	118
7. ABSTRACT.....	124

LISTA DE QUADROS

	PÁGINA
01. Tratamentos a que foram submetidos as batatas nos 10 lotes especificados	42
02. Reordenamento dos tempos de avaliação para a realização das análises estatísticas	62
03. Análise de variância relativa a lavagem (LAV) e tratamento de aplicação de vapor (TEMP) sobre a perda de peso nas batatas armazenadas	64
04. Resumo das análises de variância em cada tempo de avaliação, relativa aos tratamentos que foram submetidos, sobre a perda de peso	65
05. Valor das médias dos tratamentos para cada tempo de avaliação	67
06. Perda de peso em porcentagem para cada tempo de avaliação com respeito ao peso inicial	68
07. Resumo das análises de variância nos tempos de avaliação 2, 3, 4, 5, 6 e 7, em comparação com o tempo de avaliação 1, relativa aos tratamentos que foram submetidos sobre a perda de peso	69
08. Porcentagem de açúcares redutores para cada tratamento em cada tempo de avaliação	75
09. Descrição das causas de variação e seus níveis para análise da variância dos açúcares redutores	76
10. Análise de variância, relativa ao efeito dos tratamentos de vapor (Temperatura x Tempo), e tempo de armazenamento sobre a porcentagem de açúcares redutores nas batatas em estudo	77

11.	Representação dos resultados de média pelo teste de Tukey, referente aos tratamentos (TRAT), sobre a porcentagem de açúcares redutores (A.R.), nos diferentes tempos de avaliação	79
12.	Representação do teste de Tukey para as médias dos tratamentos, para os quatro tempos de avaliação, referentes as porcentagens de açúcares redutores	82
13.	Origem de cada amostra empregada para a análise sensorial	85
14.	Descrição das causas de variação e seus níveis empregada para a análise sensorial.....	86
15.	Análise de variância relativa ao efeito do tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV), sobre a qualidade geral das batatas pré-fritas congeladas	87
16.	Valores das médias da qualidade geral para cada combinação de temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV)	89
17.	Valores das médias da qualidade geral para cada combinação de tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV)	90
18.	Análise de variância relativa ao efeito do tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV), sobre a cor das batatas pré-fritas congeladas.....	92
19.	Valor das médias da cor para cada combinação de temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV)..	93
20.	Valores das médias da cor para cada combinação de tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor(TV)..	94
21.	Análise de variância relativa ao efeito do tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV) sobre a textura das batatas	97
22.	Valor das médias da textura para cada combinação de temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TAV).....	98

23.	Valores das médias da textura para cada combinação de tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV)	99
24.	Análise de variância relativa ao efeito do tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV) sobre o sabor das batatas pré-fritas congeladas	101
25.	Valor das médias do sabor para cada combinação de temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV) ..	102
26.	Valores das médias do sabor para cada combinação de tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV)	103
27.	Valores de Wilks' lambda relativa ao efeito do tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV) sobre os atributos sensoriais estudados nas batatas pré-fritas congeladas	106
28.	Proporção dos componentes principais referentes aos atributos sensoriais	108
29.	Proporção dos atributos sensoriais para o componente principal 1	108
30.	Descrição de cada amostra no gráfico do componente principal 1 (PRIN 1) e componente principal 2 (PRIN 2)	110
31.	Matriz de correlação entre os atributos sensoriais ..	112
32.	Valores das médias (maior e menor) da interação tempo de armazenamento, lavagem, temperatura e tempo de aplicação de vapor (TA x LAV x TAV x TV) para cada atributo sensorial	114
33.	Critérios para as avaliações dos atributos sensoriais na batata frita, segundo a média obtida na interação TA x LAV x TAV x TV	115

LISTA DE TABELAS

	PÁGINA
01. Critérios de qualidade dos atributos sensoriais analisados	53
02. Blocos incompletos, tipo I (COCHRAN & COX, 1957), modificado para a análise sensorial de batatas fritas tipo francesa	55

LISTA DE FIGURAS

	PAGINA
01. Modelo de ficha de avaliação para a análise sensorial da batata pré-frita congelada tipo francesa	52
02. Porcentagem de tubérculos com brotos - batatas lavadas	58
03. Porcentagem de tubérculos com brotos - batatas sem lavar	59
04. Perda de peso - batatas lavadas	72
05. Perda de peso - batatas sem lavar	73
06. Porcentagem de açúcares redutores - batatas lavadas ..	83
07. Porcentagem de açúcares redutores - batatas sem lavar.	84
08. Disposição das amostras entre os componentes principais 1 e 2	109

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar a influência da lavagem e aplicação de vapor nas características físicas e químicas das batatas armazenadas, além de investigar o comportamento do tubérculo no processamento de batata pré-frita congelada, através de suas qualidades organolépticas.

Batatas da variedade " Bintje " foram utilizadas, porque apresentavam as melhores características na preparação do produto final, além de ser uma das variedades mais cultivadas no estado de São Paulo.

Foi realizado um pré-armazenamento de 15 dias a 15 °C e com 85 a 90 % de umidade relativa (cura). Água fria proveniente da rede doméstica foi utilizada para a lavagem, até que os tubérculos estiveram sem presença de terra. Aplicou-se vapor às temperaturas de 40 ° e 50 °C por 20 e 40 min., numa câmara adaptada para essa finalidade, após

o que, foram armazenadas a 10 °C e com umidade relativa similar ao empregado no processo de cura.

Para determinar a influência dos processos em estudo, avaliamos a presença de brotos, coloração da pele, perda de peso e teor de açúcares redutores presentes nos tubérculos. Estes, após fritura final, foram avaliados por uma equipe de provadores seleccionados e treinados, segundo os atributos sensoriais de qualidade geral, cor, textura e sabor. A verificação de brotos e coloração da pele efetuou-se visualmente.

O teor de açúcares redutores e perda de peso foram analisados estatisticamente, procurando-se verificar a influência dos tratamentos. Os resultados de perda de peso foram transformados em arco-seno para normalizar e facilitar a análise. Realizaram-se estudos de análise de variância para determinação da influência da lavagem e aplicação de vapor sobre os atributos sensoriais analisados. Os dados foram também submetidos à técnica de análise de componentes principais, e a um estudo de correlação.

As batatas que não foram lavadas apresentaram-se menos favoráveis à presença de brotos, em comparação com as que foram lavadas, além de que o tratamento com vapor favoreceu a inatividade destes. Durante os sete meses em que os tubérculos estiveram armazenados, mantiveram a coloração típica do cultivar. O delineamento estatístico

realizado para analisar os dados referentes a perda de peso, evidenciou que não existe diferença significativa ao nível de 1% entre os tratamentos, até o fim do quarto mês de armazenamento. Os maiores teores de açúcares redutores, apresentaram-se nos lotes que foram tratadas a 50 °C por 40 min., lavadas ou não lavadas. As batatas pré-fritas congeladas, originárias das que foram lavadas e aplicadas vapor a 40 °C por 20 min., apresentaram as médias mais altas para os quatro atributos sensoriais: qualidade geral, cor, textura e sabor.

1. INTRODUÇÃO

O problema da conservação da batata (*Solanum tuberosum* L.) é tão antigo como seu cultivo. Durante o Império Inca (1150-1530), os índios desidratavam a batata por congelamento e descongelamento sucessivos, aproveitando as condições ambientais do frio intenso durante a noite e do calor do sol durante o dia. Macerando-a com os pés extraíam a água até secá-la, obtendo assim o produto chamado "Chuño" que podia ser armazenado indefinidamente (SOLA, 1978). Ainda na atualidade este sistema é praticado no Perú pela população indígena (RASTOVSKI et alii, 1981).

Sendo a batata produto de fácil deterioração, torna-se necessário a sua conservação sob condições apropriadas, para que as perdas não sejam acentuadas devido a brotação excessiva, aos apodrecimentos provocados pelos fungos e bactérias, ao ataque de insetos, aos prejuízos decorrentes do esverdeamento da película, desidratação e modificação na qualidade do produto.

Nas regiões em que o inverno é rigoroso, como acontece na maioria dos países produtores de batata, a conservação não apresenta tanta dificuldade como se observa nos países tropicais e sub-tropicais, permitindo manter as batatas em bom estado de conservação durante um determinado período. No Brasil as perdas ocasionadas por deficiência de conservação do produto, não só são devido a falta de armazéns apropriados senão também consequência da exposição do produto ao sol, apodrecimento por falta de ambiente adequado que permita proteger os tubérculos contra as intempéries, ataques de animais roedores, pragas e mesmo em consequência da limpeza, classificação e transporte inadequados (BOOCK, 1977; GARCIA et alii, 1976).

Inúmeras técnicas empregadas com a finalidade de conservar este tubérculo por mais tempo, como combinações de temperatura, umidade relativa, inibidores químicos, etc. tem sido estudados. Não se comprovou entretanto, como seriam afetadas as batatas ao serem submetidas na fase de pré-armazenamento, a processos de cura, lavagem e aplicação de vapor como inibidor de brotamento. Neste trabalho procurou-se estudar, as mudanças que acontecem, e os melhores parâmetros de conservação nos processos acima citados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A Batata

O objetivo mais importante em um sistema de armazenamento, é obter o menor grau possível de perdas. A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um organismo vivo, que consome O_2 e desprende CO_2 e calor. Como organismo vivo está sujeito, inevitavelmente, a perdas durante sua vida autônoma, depois que o tubérculo é separado da planta (RASTOVSKI et alii, 1981). As características deste tubérculo no armazenamento são influenciadas não só pelas condições de armazenamento como também pela variedade genética, práticas agronômicas durante o crescimento, ataque de doenças, condições do clima durante o crescimento, grau de maturação da batata ao tempo de colheita, etc. (RASTOVSKI et alii, 1981; BOOTH & SHAW, 1981).

Deve-se esclarecer que o bom armazenamento não melhora a qualidade da batata, apenas limita as perdas do produto.

2.2. Perdas Pós-Colheita

As perdas pós-colheita reduzem tanto a quantidade, como a qualidade do tubérculo. Estas perdas, quantitativa e qualitativa, devem-se a fatores físicos, fisiológicos, patogênicos, ou combinações deles.

2.2.1. Fatores Físicos

Perdas, devido a fatores físicos, causadas por danos mecânicos são freqüentemente observados. Os danos acontecem de muitas formas e surgem em todos os estágios, desde a colheita, operações de manuseio, embalagem, transporte, venda e finalmente, a manipulação em casa (BOOTH & SHAW, 1981). Os danos mecânicos são geralmente divididos em duas categorias:

- danos externos.- quando a pele é danificada
- danos internos.- quando a parte interna torna-se escura ou descolorida (mancha preta).

Estas perdas podem ser causadas pelos mesmos impactos. Obviamente as condições do solo influenciam nos níveis de dano. Em geral, os estragos se apresentam em condições extremas, tanto úmidas como secas (BOOTH & SHAW, 1981).

Segundo BOOCK (1977), o desfolhamento pode ser considerado como uma prática que facilita e controla determinadas moléstias, que mais tarde poderiam atingir os tubérculos e provocar apodrecimentos.

As batatas são mais susceptíveis aos danos mecânicos quando submetidas a temperaturas baixas, aproximadamente 5 °C. Sob certas condições as perdas podem ser reduzidas, aumentando a temperatura antes das operações de manuseio.

A possibilidade das batatas serem propensas a esmagamentos na colheita e durante o período de armazenamento se deve a numerosos fatores, dos quais os mais importantes são:

- variedades que tem alto conteúdo de matéria seca,
- baixas temperaturas, especialmente menores que 8 °C durante o manuseio das batatas,
- solos com níveis baixos de potássio.

Os impactos que causam os esmagamentos produzem nas áreas de dano, ruptura das células, as quais se escurecem devido a formação de melanina. Este é um fenômeno similar ao que acontece com as maçãs quando tornam-se

marrons nas áreas que sofrem impacto (McRAE & FLEMING, s.d.).

2.2.2. Fatores Fisiológicos

Proporcionam perdas causadas pelos processos biológicos que acontecem no tubérculo. Como se tratam de organismos vivos, os tubérculos estão em atividade, conseqüentemente consomem parte de suas próprias reservas (carboidratos) (CARDOSO, 1981). As perdas acontecem devido a respiração natural e à transpiração que causa perda de água (BOOTH & SHAW, 1981). A transpiração depende da umidade relativa do ar ambiente, da resistência oferecida pela casca à difusão e da intensidade do movimento do ar sobre os tubérculos (AMARAL, 1955).

A presença de brotos é outro problema fisiológico que acontece durante o armazenamento. O brotamento frequentemente não diminui o valor nutritivo das batatas, mas faz com que perca atração para o consumo humano. Muitas técnicas tem sido realizadas para controlar e inibir a formação destes brotos, como o uso de antibrotantes químicos (SPARKS, 1978; BEUKEHA & VAN DER ZAAG, 1979; RASTOVSKI et alii, 1981) e não químicos (ORMACHEA, 1979; MUNARES, 1983; RAMA & NARASIMHAM, 1985).

Quando o brotamento acontece, os níveis de consumo de energia aumentam (SHAW & BOOTH, 1985). Temperaturas abaixo de 4 °C inibem o brotamento dos tubérculos, em contrapartida, o brotamento aumenta as temperaturas de até 20 °C (FAO, 1979). O brotamento pode ser evitado, armazenando-se as batatas em condições secas, expondo-as à luz ou empregando anti-brotantes químicos (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

Estas perdas acontecem em maior grau em batatas danificadas do que naquelas armazenadas em boas condições. Os principais fatores que influenciam no tipo e forma de crescimento do broto são a variedade da batata, temperatura, umidade, composição da atmosfera e grau de exposição à luz (BOOTH & SHAW, 1981).

Na respiração, os açúcares dos tubérculos são convertidos em água e CO₂, por absorção de O₂ do ambiente. As taxas de respiração dependem grandemente da temperatura e outros fatores. Menores taxas de respiração se obtêm a temperaturas, aproximadamente de 5 °C; até 15 °C se incrementa levemente; e a temperaturas maiores, a taxa aumenta acentuadamente.

A respiração traz perdas em substância seca, perdas que são relativamente baixas na faixa de 5 ° a 10 °C e raramente excede 1,5 % do peso fresco em armazenamento por um período de 6 a 8 meses. A perda de água, nas batatas, por evaporação é responsável por 90 % do total da perda de peso do produto durante o armazenamento (RASTOVSKI et alii, 1981).

A diminuição da respiração é uma técnica adequada para a conservação do tubérculo o que se pode conseguir por tres formas:

- diminuindo a concentração de O_2 , o que pode ocasionar incremento da respiração anaeróbica, com a formação de produtos tóxicos,
- incrementando a concentração de CO_2 , sempre e quando não diminua muito a concentração de O_2 , o que resulta impraticável e antieconômico,
- desidratando os tecidos, isto reduziria a disponibilidade da água necessária à respiração (SOLA, 1978). Outros fatores que influenciam na taxa de respiração são: o grau de maturação do tubérculo, a ocorrência de feridas e o conteúdo de açúcar.

CRAFT (1967) citado por PETERSON et alii (1981), estudando a respiração das batatas, encontrou que a taxa de

respiração daquelas que estavam feridas foi de 2 a 3 vezes mais alta do que tubérculos intactos.

Os tubérculos imaturos, defeituosos, ou com início de brotamento, apresentam alta taxa de respiração. A respiração foi menor em tubérculos maduros da cultivar "Russet Burbank", do que naqueles que foram colhidos antecipadamente. Portanto as batatas imaturas são mais susceptíveis a danos durante o armazenamento, além do que repentinas alterações na temperatura incrementam a respiração (PETERSON et alii, 1981).

A geração de calor em tubérculos maduros às temperaturas de 5 a 10 °C durante algumas semanas depois da colheita é aproximadamente de 50 J/Kg/h, e a 20 °C é de 100 J/Kg/h. Tubérculos colhidos imaturos produzem, a 20°C mais de 400 J/Kg/h (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

Deve-se ter cuidado com o sobre-aquecimento quando as batatas são empilhadas. Quando a temperatura do ar ambiente é relativamente alta, então, a respiração das batatas é alta e a ventilação na pilha é pobre.

Os açúcares são produzidos pelas plantas em grandes quantidades, através da fotossíntese, e constitui a

principal fonte de energia para a respiração. O material de reserva (amido) nas batatas consiste, principalmente, de polímeros de carboidratos (RASTOVSKI et alii, 1981). Durante o armazenamento, o amido é convertido em açúcar e vice-versa, em processos controlados por enzimas (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

PRESSEY (1969), estudou o papel da invertase na acumulação de açúcares nas batatas das variedades "Kennebec" e "Norchip", armazenadas a frio. Os resultados demonstraram que a invertase é uma das enzimas associadas com a formação de açúcares redutores. Esta enzima está presente em baixos níveis em tubérculos recém colhidos. Em batatas expostas a baixas temperaturas, observou-se que o total de invertase incrementa-se bruscamente. Em 1970, este mesmo autor, pesquisou o comportamento das enzimas sacarose sintetase e sacarose fosfato sintetase durante o armazenamento de batatas das mesmas variedades, em condições ambientais e de frio. Ambas enzimas diminuíram muito após colhidas as batatas e continuaram em nível baixo durante o armazenamento à temperatura ambiente (20 °C). A atividade incrementou-se lentamente quando os tubérculos foram colocados a 5 °C, e continuou aumentando após 30 semanas.

O conteúdo de açúcares redutores nas batatas armazenadas deve ser de 0,25 %. Os tubérculos com um conteúdo

total superior a 1 % são demasiadamente doces para serem considerados como de alta qualidade, pois a cocção leva, geralmente, a uma textura pobre (SOLA, 1978)

Este conteúdo é influenciado pela temperatura de armazenamento. O decréscimo na temperatura, particularmente abaixo de 6 °C, origina um incremento no teor de açúcar, seja porque se intensifica o processo de hidrólise ou se diminua a respiração e com ela o consumo de açúcares. O acúmulo de açúcar provoca o adoçamento que é bastante acentuado nas batatas conservadas a temperaturas muito baixas. Mas se pode "desadoçar", armazenando o produto por aproximadamente duas semanas a temperaturas de 15 a 20°C (AMARAL, 1955; SOLA, 1978; FAO, 1979; BOOTH & SHAW, 1981).

A determinação do teor de açúcares redutores é muito importante, já que a presença destes em níveis maiores de 1 % provocará o desenvolvimento de coloração indesejável nas batatas durante a fritura. Um conteúdo de açúcares redutores menor que 1 % é essencial para o desenvolvimento de uma cor ligeiramente dourada desejável para as fritas (CARVALHO et alii., 1977; PASCHOALINO et alii., 1977).

2.2.3. Fatores Patogênicos

Durante o período vegetativo, ou nas operações de colheita e transporte, ou ainda ao longo da armazenagem, as batatas estão sujeitas a danos vários, devido ao ataque de doenças e pragas (AMARAL, 1955).

No armazenamento as batatas podem ser afetadas por fungos e bactérias, os quais podem propagar-se em condições apropriadas. Os tubérculos são quase sempre infetados por esporos no campo (RASTOVSKI et alii, 1981 ; CARDOSO, 1981).

Ataque por microorganismos provavelmente causam as mais severas perdas pós-colheita nas batatas. Embora danos físicos e fisiológicos usualmente pré-disponham os tubérculos ao ataque patogênico, podemos diferenciar dois tipos de perdas:

2.2.3.1. Perdas Patogênicas Quantitativas

Resultam frequentemente de danos pelos hospedeiros nos tecidos, como os fungos da podridão rosada (*Phytophthora erythroseptica*) , requeima (*Phytophthora infestans*) e podridão branda (*Erwinia carotovora* var. *carotovora*) (BOOTH & SHAW, 1981; CIP, 1983; CROSBY, 1987).

Uma modalidade de ataque é apenas uma infecção inicial por um patógeno específico, seguida de uma invasão massiva de organismos secundários. Estes invasores podem ser agressivos e tem um importante papel na patologia pós-colheita.

2.2.3.2. Perdas Patogênicas Qualitativas

São tipicamente o resultado de manchas, sarnas comuns (*Streptomyces scabies*), sarna polvorenta (*Spongospora subterranea*) e deformações semelhantes às verrugas. Estas doenças, induzem pequenas podridões nos tubérculos, afetando a aparência e, deste modo, influenciando em seu valor de venda (BOOTH & SHAW, 1981).

As doenças pós-colheita podem dividir-se adicionalmente naquelas em que a infecção torna-se estável no campo, antes da colheita, e aquelas quando a infecção acontece depois da colheita. Quando acontece antes, a podridão inicia-se no campo e continua durante o armazenamento pós-colheita (exemplo: podridão rosada) (BOOTH & SHAW, 1981; CIP, 1983). Alternativamente, uma vez estabelecida, a infecção pode manter-se latente e só manifestar-se depois, durante o armazenamento. Quando a infecção acontece depois da colheita é usualmente no lugar onde se produziu um dano mecânico, como no caso da

podridão seca e gangrena (*Phoma exigua* sp *faveata*) (BOOTH & SHAW, 1981; CIP, 1983; CROSBY, 1987). Reduz-se a incidência destas doenças mediante a colheita no momento apropriado da maturação dos tubérculos, e com um armazenamento inicial com alto grau de umidade a 18°C durante 10 dias (CIP, 1983).

O maior dano causado pelos insetos nos tubérculos é o da traça da batatinha (*Phthorimaea operculella*) (BOOCK, 1977; McRAE & FLEMING, s.d.; SHAW & BOOTH, 1985). Além dos insetos tem-se os nematóides e outros animais como roedores e pássaros (BOOTH & SHAW, 1981). As perdas por doenças fúngicas e bactérias podem ser reduzidas por:

- armazenamento do tubérculo em condições secas, se possível,
- secar as batatas por ventilação, logo que tenham sido armazenadas,
- prevenir danos na pele e feridas,
- armazenar os tubérculos depois da cura à baixas temperaturas.

Para o controle destas doenças vários métodos são conhecidos, dentre os quais temos:

- práticas culturais:
 - * preparo do solo,

* suprimento de água, drenagem e irrigação,
* destruição da parte aérea (desfolhamento)
(BOOCK, 1977),

* colheita, manuseio e métodos de armazenamento.

- emprego de tubérculos sementes sadios,
- desinfecção dos tubérculos,
- aplicação foliar de fungicidas,
- controle de insetos,
- rotação,
- controle fitossanitário (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

2.3. Métodos de Redução de Perdas e Controle

Quando estudamos a maneira de reduzir as perdas pós-colheita, consideramos o armazenamento como parte do sistema de produção de batatas. Muitos fatores pré-colheita influenciam nas características do tubérculo produzido. Diferentes práticas culturais e condições de crescimento afetam significativamente as condições físicas e fisiológicas do tubérculo na colheita (BOOTH & SHAW, 1981).

Cuidados na colheita e melhoramento de técnicas de manuseio são essenciais para reduzir as perdas pós-colheita. Os tubérculos maduros sofrem menos danos na colheita,

particularmente desgaste da pele, que os tubérculos imaturos (BOOCK, 1977; BOOTH & SHAW, 1981).

Deve-se proteger os tubérculos das chuvas, exposição direta ao sol e vento. Os tubérculos que foram molhados não podem ser armazenados já que apodrecem rapidamente.

É comum que os tubérculos tornem-se verdes quando expostos à luz. Este esverdeamento está associado com um sabor amargo. A síntese da clorofila é responsável pelo esverdeamento, enquanto o sabor amargo é devido a presença da solanina, um alcalóide tóxico, que se consumido em grandes quantidades pode envenenar homens e animais (JADHAV et alii, 1973).

Os alcalóides são substâncias orgânicas, em geral nitrogenadas, heterocíclicas, básicas, originárias de vegetais e de ação tóxica. Apresentam estrutura molecular complexa e uma significativa atividade fisiológica sobre os animais. Localizam-se em todo o vegetal, acumulando-se mais nas regiões externas, isto é, no tegumento das sementes, na casca e nas raízes. A quantidade de alcalóide existente no vegetal depende não somente de fatores genéticos e idade, mas também de condições climáticas e ecológicas (BALDINI, 1980).

Segundo HARDENBURG (1964) citado por PATIL et alii (1971), frequentemente os mesmos fatores como intensidade e qualidade de luz, tempo de armazenamento e idade do tubérculo influenciam na síntese de clorofila e solanina, embora os processos de síntese de ambos componentes sejam independentes.

A concentração de solanina nas batatas, considerado tóxica para humanos é de 20 a 25 mg. por 100 g. de peso fresco. Esta acumulação de solanina em tubérculos pode acontecer em resposta ao "stress" fisiológico induzido por danos mecânicos, interação com microorganismos ou por presença de brotos no tubérculo, já que a concentração se incrementa drasticamente durante o brotamento (MONDY et alii, 1978).

WU & SALUNKHE (1977a), trabalhando com as variedades "Russet Burbank" e "Red Pontiac", encontraram que a formação deste alcalóide que foi induzido por feridas, foi grandemente inibida pelo uso do inibidor do brotamento, isopropil N-(3-clorofenil)-carbamato (CIPC).

Cuidadosa atenção deve tomar-se na limpeza de implementos, maquinaria de manuseio, containers e armazens

para reduzir as fontes potenciais de patógenos (BOOTH & SHAW, 1981).

Quando o tubérculo é ferido ou deliberadamente cortado, a formação de uma nova camada da periderme é necessária para a proteção do tecido contra as infecções e contra a perda excessiva de umidade (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979). Um simples e efetivo caminho para reduzir perdas por umidade e doenças durante o armazenamento é através de uma adequada e oportuna cura. A cura é um processo de restabelecimento de feridas durante o qual acontece um fortalecimento da pele (BOOTH & SHAW, 1981). Para uma boa e rápida formação da pele para o restabelecimento das feridas, as seguintes condições são requeridas:

- alta temperaturã,
- alta umidade relativa,
- suficiente oxigênio (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979)

Segundo RASTOVSKI et alii (1981), os fatores que influenciam no restabelecimento das feridas são:

- tipo de dano,
- temperatura,
- umidade atmosférica,
- concentração de O_2 e CO_2 ,

- variedade da batata,
- idade fisiológica do tubérculo,
- inibidores de brotamento.

Condições ótimas para o desenvolvimento do processo, são: manter os tubérculos por um período de 7 a 15 dias a 15 °C e a 85-90 % de umidade.

SCHIPPERS (1971), trabalhou com diversos tempos de permanência, temperatura e umidade depois da colheita, para obter a combinação mais adequada para a redução da perda de peso durante o período de cura, já que imediatamente após a colheita a velocidade de perda de peso é muito maior que durante o período de armazenamento. Concluiu, que o pré-armazenamento de batatas da variedade "Katahdin", por 15 dias a 10°C e alta umidade relativa, apresenta menor perda de peso após terminado o período de armazenamento a 8°C.

Em muitas situações as condições de cura podem ser obtidas simplesmente ao restringir levemente a ventilação natural nos cultivos recentemente colhidos (BOOTH & SHAW, 1981). A temperatura de armazenamento, durante o período de cura, não deve exceder os 22 °C para prevenir perdas adicionais por respiração, e evitar a criação de condições

favoráveis para o desenvolvimento de doenças fúngicas e bacteriana que podem estar presentes.

Através de ventilação adequada mantém-se a condição de alta umidade relativa atmosférica (RASTOVSKI et alii, 1981). A redução de perdas devidos às pestes e doenças pode ser conseguida com um bom controle fitossanitário e com o emprego de pesticidas químicos (BOOTH & SHAW, 1981).

Como explicado anteriormente o brotamento causa perdas excessivas devido à evaporação, incremento na respiração e no uso de carboidratos. Para reduzir estas perdas podemos contar com o emprego de inibidores químicos, que podem ser usados durante o armazenamento prolongado, a temperaturas acima de 5°C (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979). Os inibidores de maior uso comercial são:

- Ester metílico do ácido naftaleno acético (MENA),
- Tetracloronitrobenzeno (TCNB),
- Isopropil fenil carbamato (IPC),
- Isopropil N-(3-clorofenil) carbamato (CIPC).

Todos estes inibidores são ativos na fase de vapor (BOOTH & SHAW, 1981).

A hidrazida maleica (MH) é outro inibidor do brotamento, de ação sistemática, ou seja, aplica-se o produto na planta,

em fase predeterminada e com base no cultivar (BOOCK, 1977; BOOTH & SHAW, 1981; CARDOSO, 1981). Tem sido usado também por muitos anos, em diferentes países, como regulador do crescimento para o controle do tamanho e forma do tubérculo (MALEIC, 1988).

SALUNKHE & WITTIWER (1952) citado por BOOCK (1977) observaram que com hidrazida maleica a 0.25%, aplicada sete semanas antes da colheita, houve inibição completa da brotação de tubérculos armazenados por sete meses em temperaturas de 7 a 13 °C. Os "chips" oriundos desses tubérculos apresentaram bom aspecto, coloração amarelo-ouro, bom sabor e textura, enquanto os oriundos dos lotes não tratados eram escuros e amargos.

De acordo com DOREYAPPA & KRISHNAPPA (1986) o emprego de hidrazida maleica na variedade "Kufri Jyoti" reduz o brotamento, podridão e perda fisiológica de peso, quando tratadas em concentrações de 0,3 e 0,4% do composto, pulverizado seis semanas antes da colheita.

Segundo BOOCK (1976), citado por CARDOSO (1981), deve-se adicionar a hidrazida maleica, aproximadamente 10 dias após o florescimento ou antes da senescência ou morte natural da planta.

É recomendável que depois de colhidas as batatas, não se empreguem inibidores de brotamento, já que estes impedem a formação de uma nova periderme nas feridas ocasionadas durante a colheita (SPARKS, 1978). Mas LEACH (1978) concluiu que o CIPC, em combinação com thiabendazole e chlorine, não impede a formação desta nova periderme, evita o brotamento, reduz a incidência de esmagamento por pressão e a incidência de podridão seca causada por Fusarium spp.

PONNAMPALAM & MONDY (1986) pesquisaram os efeitos do CIPC no conteúdo de fenóis e de ácido ascórbico em batatas da variedade "Katahdin" e "Chipbelle", armazenadas por 2 meses a 5 e 25 °C. Concluíram que o conteúdo de fenóis foi mais alto à temperatura de 5 °C que a 25 °C, e que a esta temperatura os tubérculos tem maior conteúdo de ácido ascórbico que aqueles armazenados a 5 °C.

RAMA & NARASIMHAM (1986) observaram que batatas tratadas com vapor a temperatura de 60 °C com 95 ± 5 % de umidade relativa por 60 minutos, suprime o brotamento sem causar deterioração física. Estes mesmos autores, RAMA & NARASIMHAM (1987), compararam a eficácia de inibidores químicos de brotamento (MH, MENA, TCNB, CIPC) e tratamento com vapor no controle da deterioração e perda de peso

de tubérculos armazenados à temperatura ambiente (22 a 35 °C) e a temperatura de 10 °C. Concluíram que o tratamento com vapor é o método não químico mais efetivo para o controle do brotamento durante o armazenamento, especialmente em condições ambientais que prevalecem no trópico.

Vários autores, pesquisaram outras técnicas para inibir a presença de brotos. WU & SALUNKHE (1972a), determinaram o efeito do óleo de milho a diferentes temperaturas na formação de solanina, clorofila e desenvolvimento de brotos, nas batatas das variedades "Russet Burbank", "White Rose", e "Red Pontiac". A absorção do óleo pelas batatas inibiu certos processos bioquímicos na biosíntese de clorofila, solanina, e inibiu a presença de brotos devido à morte e seca destes. Concluíram que esta técnica é mais conveniente no controle das características anteriormente citadas, além de ser o óleo de milho não tóxico e de fácil digestão. Estes mesmos autores (1972b) descrevem um simples e efetivo método à base de parafina quente para inibir a clorofila, solanina, brotamento e perda de peso nas batatas da variedade "Russet Burbank". Empregaram parafina a 60 , 80 , 100, 120, 140 e 160 °C. Os resultados demonstraram que a parafina a 120 °C inibe completamente o brotamento, devido a danos no tecido meristemático dos brotos, e reduz significativamente a perda

de peso, já que a parafina comporta-se como uma barreira no intercâmbio gasoso durante o armazenamento.

UY & LIZADA (1984), trabalharam com uma cobertura de ésteres de sacarose a diferentes concentrações, para inibir o brotamento em batatas armazenadas a condições ambientes (24 a 32 °C e 75 a 85 % de umidade relativa). Identificaram, que a proporção de tubérculos com brotos após 7 semanas de armazenamento foi alta nas batatas que foram tratadas com a cobertura a uma concentração de 0,25 %, e baixa nas tratadas com 1 %. Resistência à difusão de CO₂ é incrementada pela cobertura, que com maiores concentrações aumenta o nível de CO₂ e retarda o brotamento em batatas da variedade "Fina".

Batatas da cultivar "Russet Burbank", foram expostas de 2 a 14 dias a concentrações de etileno de 1 $\mu\text{l l}^{-1}$ a 20 °C. Aquelas que foram expostas por 48 horas e logo depois retiradas do etileno, apresentaram crescimento do broto de 3 a 5 mm por dia até 26 dias, em contraste com aquelas que foram expostas por 6 ou mais dias, em que geralmente o broto não excedeu 1 mm por dia após retirar o etileno (TIMM et alii, 1986).

O crescimento do broto nas batatas das cultivares "King Edward" e "Dr. McIntosh", pode ser inibido a concentrações de

5 a 10 % de oxigênio e temperaturas de 10 a 20 °C durante 6 meses de armazenamento (BURTON, 1968).

2.4. Métodos de Armazenamento

Em áreas com moderada temperatura externa, quando se tem poucas quantidades de batatas, estas podem ser armazenadas por um período curto de tempo, utilizando métodos simples e efetivos. Quando a temperatura externa for alta e se tem grandes quantidades por armazenar, por períodos extensos, então estruturas mais sofisticadas serão requeridas (BOOTH & SHAW, 1981; BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

Dependendo das condições podemos ter métodos alternativos de armazenamento. Retardamento na colheita ou armazenamento no terreno é um método simples e pode ser usado com êxito até por tres meses, dependendo da variedade, clima, condições do solo, doenças e insetos. Esta técnica consiste em deixar as batatas no solo depois de maduras. A vantagem é seu baixo custo, a oportunidade de colher cuidadosamente e fazer uma boa seleção com menos trabalhadores. Outra vantagem é que as batatas tem aparência de frescas em comparação com outros tipos de armazenamento. Este método tem sido usado por pequenos agricultores nos Andes, e grandes agricultores na Argentina (BOOTH & SHAW, 1981). Mas no Brasil não, devido às altas temperaturas, não

controláveis por este sistema, bem como pelo produto não apresentar uma boa aparência externa ao final do período de armazenamento (CARDOSO, 1981).

SAMOTUS (1971), testou um novo sistema no armazenamento de batatas, que foi de mante-las debaixo água, à baixa temperatura e em condições assépticas. Após 8 semanas mantidas debaixo água e a 1 °C, os tubérculos de duas variedades polonesas "Flisak" e "Nina" e a "Kennebec" que é uma variedade americana, foram aceitas para o consumo. Por outro lado, armazenamento debaixo água apresentou baixos teores de açúcares redutores, em comparação com as que foram armazenadas em condições normais. De acordo com as pesquisas de BURTON (1950) citado por SAMOTUS (1971), a difusão de oxigênio na água é 100 vezes mais lenta que em ar.

Deficiência de oxigênio criado por imersão de batatas das variedades "Russet Burbank", "Pontiac" e "White Rose" em água, não somente previne a acumulação de açúcar, como impede completamente o esverdeamento e a formação de glicoalcalóides, devido a inibição da respiração do tubérculo. O tempo que o tubérculo pode tolerar a falta de oxigênio depende da cultivar e da condição física do tubérculo (WU & SALUNKHE, 1977b).

2.5. Manejo do Armazém

2.5.1. Fase de pré-armazenamento

Por mais facilidades que se tenha só se deve armazenar tubérculos de boa qualidade, já que isto representa o êxito ou fracasso do produto no armazém. Condições de alto rendimento e características de bom armazenamento podem ser as vezes contraditórias. Por exemplo, altas quantidades de nitrogênio nos adubos incrementa o rendimento mas perde na qualidade de armazenamento. Não se deve armazenar variedades diferentes, e de diferentes campos de produção no mesmo armazém.

2.5.2. Fase de armazenamento

A seleção do ambiente de armazenamento é uma relação entre muitos fatores. A importância de fatores individuais requer o conhecimento dos locais de produção, práticas e problemas de armazenamento, bem como demanda de mercado e consumo. A seguir algumas normas gerais, que vão ser modificadas segundo locais específicos.

2.5.2.1. Secagem

Batatas colhidas sob condições de solo úmido devem ser secas imediatamente (BOOTH & SHAW, 1981). A secagem das batatas tem como finalidade a eliminação da água superficial dos tubérculos, para evitar a reprodução de

microorganismos (RASTOVSKI et alii, 1981). Esta secagem pode realizar-se com uma rápida circulação de ar (FAO, 1979). Excessiva ventilação pode desidratar e amolecer o produto armazenado. Sob algumas circunstâncias pode realizar-se uma secagem no campo, mas tendo cuidado em expor as batatas ao sol direto e fortes ventos (BOOTH & SHAW, 1981). Exposição ao sol direto traz o aparecimento de uma coloração verde na superfície do tubérculo, que é devida à síntese de clorofila e que, apesar de ser inofensiva e sem sabor, é um problema durante a comercialização.

2.5.2.2. Período de Cura

Uma boa cura é essencial para o bom armazenamento. Alguns tubérculos são danificados durante a colheita, transporte e seleção. Sob condições favoráveis o tecido do tubérculo é capaz de formar uma camada protetora sob a área danificada. Uma camada fina de células suberosas é primeiro depositada sob a ferida. O felogênio forma então uma camada de selagem aumentando assim uma densa rede de novas células. O processo de cura deve realizar-se para limitar a perda de peso e prevenir contra a penetração de microorganismos (RASTOVSKI et alii, 1981).

2.5.2.3. Lavagem

F poucas pesquisas tem sido feitas sob a lavagem de batatas antes do armazenamento. Os trabalhos encontrados estudaram os efeitos desta operação após o armazenamento, com o objetivo de melhorar a aparência do tubérculo antes de sua comercialização.

SWAN (1956) concluiu que batatas recém colhidas, submetidas à lavagem, podem ter sucesso durante o armazenamento se estão livres de doenças e esmagamentos.

WAGGONER (1956), pesquisou a influencia da lavagem nos tubérculos colhidos em tempo úmido e que tiveram presença de infestação por fungos. Procurou determinar se a lavagem aumentava ou diminuía a deterioração das batatas infestadas pela podridão branda (Erwinia carotovora). Concluiu que a lavagem não incrementa a deterioração nas batatas da variedade "Katahdin", e que a secagem após a lavagem foi muito importante no controle da deterioração.

GRIGG & CHASE (1967), estudaram como concentrações diferentes de cloro, utilizado na lavagem de batatas, tem efeito sob as feridas produzidas durante a colheita. Concentração de 5000 $\mu\text{l/l}$ de cloro estimulou a formação de uma capa grossa e uniforme sob as superfícies feridas. A inclusão do cloro na lavagem pode ser que tenha

destruído certos patógenos nas superfícies feridas, que normalmente interferem no processo de cura.

Segundo CARDOSO (1981) deve-se evitar a lavagem das batatas que são destinadas ao consumo, pois além de ser uma operação onerosa, diminui a capacidade de conservação dos tubérculos, ainda que alguns intermediários e supermercados façam exigências neste sentido.

REGINA (1988), concluiu que no Brasil desperdiça-se grandes quantidades de dinheiro com o hábito de lavar a batata antes de colocá-la no mercado, para que fique mais bonita e consiga melhores preços. Esclarece que a batata lavada, em clima quente e úmido, apodrece em três dias e acaba sendo jogada fora. Sem lavar ela pode durar 90 a 120 dias.

2.6. Engenharia do Armazém

A estrutura do armazém de batatas tem três objetivos importantes:

- retenção das batatas,
- proteção contra as condições do tempo,
- controle da temperatura e umidade.

O piso, paredes, teto e telhado devem ser considerados parte do sistema de controle de temperatura e umidade. Este controle requer ainda o conhecimento das propriedades termodinâmicas do ar (psicrometria) (BOOTH & SHAW, 1981).

Na construção do armazém devemos considerar o ângulo de repouso das batatas, que varia entre 30 e 40 graus, com 35 graus em média para tubérculos sem brotamento. A proteção contra as condições ambientais requer que tetos e paredes sejam a prova de chuvas, ventos e, no caso de batatas para consumo, proteção contra a luz. Deve-se considerar a finalidade que tem o emprego de materiais isolantes, que devem ser usados para:

- minimizar a transferência de calor dentro e fora do armazém,
- em alguns casos, para eliminar a condensação de água no interior do armazém. Se ocorrer condensação nas paredes e no teto, formam-se gotas, que vão deteriorar o produto (BOOTH & SHAW, 1981).

2.7. Psicrometria Básica na Armazenagem de batatas

O ar ambiente é uma mistura de ar seco e vapor de água.

Conhecimentos psicrométricos são fundamentais para projetar e operar um armazém de batatas.

2.7.1. Propriedades Psicrométricas

- Bulbo Seco.- é a temperatura do ar ambiente e indicada por um termômetro comum. Para batatas esta temperatura deve estar na faixa de 2 a 25°C.

- Bulbo Úmido.- é a temperatura indicada quando o bulbo de um termômetro comum é coberto com um pano úmido. A temperatura do bulbo úmido deve ser de 1 a 6°C abaixo da temperatura do bulbo seco.

- Ponto de Orvalho.- é a temperatura na qual a condensação de água acontece quando o ar ambiente é resfriado. Esta temperatura é necessária para determinar a pressão do vapor de água no ar ambiente. O ponto de orvalho é usualmente 0,5 a 5 °C abaixo da temperatura do bulbo úmido, e pode ser obtido da carta psicrométrica.

- Volume Específico.- é o volume do ar ambiente por unidade de peso de ar seco. No armazenamento do tubérculo a variação é de 0,8 m³ a 0,85 m³ por Kg de ar seco.

- Umidade.- é a quantidade de água no ar ambiente. No armazenamento o valor raramente excede 0,005 Kg a 0,015 Kg de água por kg de ar seco.

- Entalpia.- é o calor contido no ar ambiente por unidade de ar seco (BOOTH & SHAW, 1981).

2.8. Sistemas de Ventilação

A ventilação é requerida para manter a temperatura do armazém no nível selecionado, e implica na introdução de ar frio para remover o ar quente (BOOTH & SHAW, 1981). Uma vez que a temperatura no armazém é reduzida a um determinado nível, a ventilação é requerida para remoção da água (secagem dos tubérculos) e CO_2 , bem como suprir O_2 (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

A fim de evitar perdas importantes de peso, ocasionados pela evaporação, a temperatura apropriada de armazenamento deverá ser mantida com o mínimo possível de horas de ventilação devido ao fato de que durante o resfriamento de batatas o ar quente retirado causa uma diferença de pressão de vapor de água entre as batatas e o ar frio de ventilação. Disto resulta a evaporação de água dos tubérculos. O índice

de evaporação será alto quando a diferença entre a temperatura das batatas e a temperatura do ar que circula for grande, e o ar de circulação for de baixa umidade relativa (NETHERLANDS, 1987). Os sistemas de ventilação podem usar ar ambiente ou ar resfriado artificial.

2.8.1. Ventilação com ar ambiente

A temperatura do ar ambiente varia nas diferentes regiões de produção de batatas. Usualmente a temperatura durante o dia é alta e baixa a noite. Este sistema pode subdividir-se em:

2.8.1.1. Ventilação natural convectiva

O calor metabólico aumenta a temperatura das batatas e do ar circundante, desenvolvendo um fluxo convectivo entre eles, tendo como consequência que o ar ambiente frio remove o ar quente, já que este se eleva acima do produto armazenado, devido à diferença de densidade entre eles. Exposição do produto ao ar ambiente noturno frio incrementa a ventilação natural convectiva, e deste modo reduz a temperatura dos tubérculos. Deste modo deve ser desenhado um sistema de ventilação que possa ser facilmente aberto durante a noite, sempre que a temperatura exterior esteja 3 a 5 °C abaixo da temperatura do produto estocado, e

fechado de dia quando a temperatura ambiente for maior que a temperatura do tubérculo (BOOTH & SHAW, 1981).

2.8.1.2. Ventilação forçada

Ventiladores movimentam o ar através do produto armazenado para evitar diferenças nas condições de armazenamento, em diferentes partes da pilha (RASTOVSKI, 1981). A uniformidade deve ser garantida para que a mesma quantidade de ar passe em cada tubérculo (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

BLEINROTH & HANSEN (1973), afirmaram que a movimentação do ar além de resfriar as batatas, remove seu calor de respiração, água e CO_2 que deve ser mantido abaixo de 1 %. Até atingir a temperatura desejada de conservação é preciso uma circulação de ar da ordem de 10 a 12 $\text{m}^3/\text{h}/\text{tonelada}$ de batata.

SPARKS (1980), obteve ótimos resultados ao armazenar batatas da variedade "Russet Burbank" em pilhas, com um fluxo de ar de 18.7 $\text{m}^3/\text{h}/\text{T}$ e 95 % de umidade relativa. A perda de peso, brotamento e podridão foram menores, em comparação com fluxo de ar de 0, 2.3, 4.7, 9.4, 37.5, e 74.9 $\text{m}^3/\text{h}/\text{T}$.

2.8.2. Ventilação com ar resfriado artificial

O principal sistema de ventilação com ar resfriado artificialmente é a refrigeração, que é empregada quando a temperatura exterior é alta ou não temos disponibilidade de ar frio ambiente. O sistema de refrigeração consiste de 4 componentes: compressor, condensador, válvula de expansão e evaporador, que trabalham num ciclo fechado (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

A umidade relativa nos locais de armazenamento é de grande importância. De um lado a umidade relativa não deve ser muito baixa para não ocasionar secagem excessiva (perda de peso) e por outro lado não deve ser muito elevada para não ocasionar uma rápida dispersão de doenças. Umidade de 90 a 95 % deverá ser a meta, porém nunca abaixo de 80 %. Quando necessário o ar de resfriamento deverá ser umidificado artificialmente por intermédio de uma nebulização (pulverização com partículas microscópicas). Quando muito alta, a umidade relativa aumenta as possibilidades de condensação, o que deve ser evitado porque estimula a germinação dos tubérculos, bem como aumenta as possibilidades de putrefação por microorganismos (NETHERLANDS, 1987).

2.9. Circulação

A circulação de ar no interior do armazém é uma importante ajuda quando se emprega ar resfriado artificial (BOOTH & SHAW, 1981). O termo circulação, indica a movimentação do ar dentro do prédio, o que difere de arejamento, que é a entrada do ar exterior para o interior do armazém. A circulação reduz a variação de temperatura entre o ar interior e o produto, facilitando seu resfriamento (BOOCK, 1977).

2.10. Avaliação Sensorial da Matéria Prima Processada

Geralmente, o padrão utilizado para avaliar a qualidade do tubérculo é a cultivar "Bintje", quando processada em forma de batata pré-frita congelada tipo francesa. A escolha desta cultivar é devido ao fato de que apresenta as melhores características na preparação do produto final, além de ser uma das variedades mais comercializadas no Brasil (PASCHOALINO et alii, 1975; GARCIA et alii, 1976; CARVALHO et alii, 1977, PASCHOALINO et alii, 1983; RODRIGUEZ, 1990).

PASCHOALINO et alii (1975), confirmaram que para a obtenção de fritas congeladas, a cultivar "Bintje" apresentou 3 características desejáveis: maior comprimento, melhor aparência e melhor cor.

Muitos trabalhos mostram que batatas armazenadas a temperatura de 5 °C ou menores, tem um alto conteúdo de açúcares e dão uma coloração escura nas batatas fritas, mais que aquelas armazenadas a temperatura ambiente.

ZAEHRINGER (1966) citado por SPARKS & SUMMERS (1974), mostrou que o conteúdo de açúcar, a qualidade farinácea e a cor interna e externa das batatas fritas, estavam relacionadas com a temperatura na qual os tubérculos foram armazenados.

JOHNSTON et alii (1970), conclui que a qualidade da batata frita à francesa é função do conteúdo de sólidos e o tamanho dos grânulos de amido, e que baixa qualidade na textura está associada à melhor viscosidade do amido.

A cor das batatas fritas oriundas de tubérculos da variedade "Russet Burbank", foi melhor quando foram ventilados com ar a 95 % de umidade relativa. Sabor, textura e crocância foram também melhores (SPARKS & SUMMERS, 1974).

MAZZA (1983), demonstrou que o conteúdo de matéria seca, açúcares redutores, sacarose e pesos dos tubérculos das variedades "Russet Burbank", "Norchip" e "Kennebec", são significativos em determinar a cor das fritas de tubérculos

recém colhidos; e que os açúcares redutores, a temperatura do tubérculo e o conteúdo de sacarose foram importantes na determinação da cor das fritas de tubérculos armazenados.

Segundo TRUE et alii (1983), cor, sabor e textura nas batatas fritas tipo francesa, originárias da variedade "Belrus", que tem um alto teor de sólidos totais e absorviam menos óleo na hora da fritura, foram significativamente preferidas do que os produtos obtidos com a variedade "Russet Burbank".

PEREIRA (1986) citado por RODRIGUEZ (1990), avaliou as cultivares "Bintje", "Aracy", "Monalisa", "Tarpan", "Diamant", "Bronka" e "Disireé", efetuando análises físicas, químicas e organolépticas, processando as batatas na forma de "chips" e fritas à francesa. Concluiu que a cultivar "Bintje" apresenta maior grau de qualidade nos atributos de cor, sabor e textura, tendo as cultivares "Tarpan" e "Monalisa" apresentado grau de qualidade "bom" para textura e "muito bom" para cor e sabor.

Além dos tradicionais testes de avaliação física e química, nas cultivares "Bintje", "Baronesa", "Diamant", "Marijke", "Monalisa" e "Radosa", incluiu-se a classificação comercial, e , para avaliação sensorial, um teste de

ordenação. No referido teste, a "Bintje" foi a preferida e a "Diamant" rejeitada. As outras cultivares obtiveram bons resultados nas diversas análises (RODRIGUEZ, 1990). Este mesmo pesquisador concluiu, que deve ser incluída a análise de açúcares redutores na avaliação de novos genótipos de batata para industrialização na forma de pré-fritas congeladas, devido a que é um parâmetro de controle necessário e importante para obter um produto de boa qualidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Matéria prima

Batatas (*Solanum tuberosum* L.) da cultivar " Bintje" foram utilizadas. Os tubérculos foram obtidos na CEASA - CAMPINAS, colhidos no mês de março de 1991, em Araxá, Estado de Minas Gerais, e transportados para a Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas (FEAGRI - UNICAMP).

Os tubérculos foram classificados de acordo com a Portaria Número 307, de 27 de maio de 1977, do Ministério da Agricultura, dando ênfase a suas características de qualidade e comercialização.

3.2. Descrição das operações realizadas

As batatas foram agrupadas em 10 lotes, cada um com aproximadamente 40 Kg. de tubérculos. Estes lotes foram submetidos aos tratamentos que se apresentam no QUADRO 01.

▶

QUADRO 01- TRATAMENTOS A QUE FORAM SUBMETIDAS AS BATATAS
NOS 10 LOTES ESPECIFICADOS

LOTE	CURA	LAVAGEM	INIB. VAPOR					ARMAZENAMENTO
			A	B	C	D	E	
I	s	s	s	n	n	n	n	s
II	s	s	n	s	n	n	n	s
III	s	s	n	n	s	n	n	s
IV	s	s	n	n	n	s	n	s
V	s	s	n	n	n	n	s	s
VI	s	n	s	n	n	n	n	s
VII	s	n	n	s	n	n	n	s
VIII	s	n	n	n	s	n	n	s
IX	s	n	n	n	n	s	n	s
X	s	n	n	n	n	n	s	s

s.....Sim

Combinções de temperatura e tempo

n.....Não

A : 40 °C-20 min. B : 40 °C-40 min.

C : 50 °C-20 min. D : 50 °C-40 min.

E : Testemunha.

As características de cada tratamento são as seguintes:

3.2.1. Processo de Cura

~~Empregou-se uma câmara de refrigeração da~~
marca ° FANEM, modelo 095 especial montada por painéis modulares de madeira de lei e alumínio na parte interna; com medidas internas de 2,90 m de largura, 2,90 m de fundo, 1,90 m de altura, com sistema de refrigeração de 1 HP na parte traseira, para prover umidade e reduzir a temperatura abaixo do ambiente. Esta câmara encontra-se no Laboratório de Ambiência da FEAGRI - UNICAMP.

As condições em que foram armazenadas as batatas antes de serem distribuídas em 10 sacos de juta foram:

- Temperatura: 15 °C
- Umidade Relativa: 85 - 90 %
- Tempo: 15 dias,

que são as condições mais adequadas para realizar este processo (BOOTH & SHAW, 1981).

Nesta etapa escolheu-se, aleatoriamente, 15 batatas por lote, as quais foram identificadas com números, para a realização dos testes de porcentagem de brotamento e

perda de peso. As batatas foram agrupadas em embalagens obtidas com tela extrudada feita com polietileno e colocadas nos respectivos sacos de juta.

3.2.2. Lavagem

Foi realizada no Laboratório de Matérias Primas da FEAGRI. Utilizou-se nesta operação um recipiente de alumínio com 90 cm de largura, 60 cm de comprimento e 60 cm de altura, e água fria proveniente da rede doméstica. Lavou-se 200 Kg de batata que correspondeu aos 5 primeiros lotes (40 Kg/lote).

Os tubérculos foram lavados manualmente até que estivessem totalmente limpos, e colocados sobre papel adsorvente na área externa do laboratório, à temperatura ambiente.

3.2.3. Aplicação de Vapor

Logo que os 200 Kg de batata foram secos, dividiu-se 40 Kg para cada lote, devidamente identificados. Por sua vez, foram colocados em igual número de sacos aquelas batatas que não foram lavadas.

Após a identificação, procedeu-se à operação de aplicação de vapor. Para isto utilizou-se um antigo

germinador modelo MIL, com motor monofásico de 1750 RPM, fonte de geração de vapor de água, com circulação forçada de ar devido à presença de um ventilador. Adaptou-se a este equipamento um termostato e termômetros para controlar e medir a temperatura interna. Suportes laterais internos possibilitaram o emprego de prateleiras de alumínio perfuradas, para a colocação das batatas.

Os 40 Kg de cada lote foram distribuídos em 4 prateleiras, com 10 Kg cada uma. Colocou-se para cada combinação de temperatura e tempo, duas prateleiras com batatas que foram lavadas e duas com as que se mantiveram sem lavar. Após concluído o tempo de permanência respectivo e aguardado que a temperatura retornasse ao nível desejado, colocou-se uma carga similar para completar os 40 Kg. Da mesma forma procedeu-se com os outros lotes à exceção das testemunhas.

Após deixarem a câmara de vapor, as batatas foram mantidas em suas respectivas prateleiras, sob a ação de ventiladores de uso comercial, por 24 horas, até que a superfície do tubérculo enfriasse. Em seguida foram colocadas em seus respectivos sacos.

Cabe destacar, que em cada saco encontravam-se, devidamente numeradas e agrupadas em embalagens obtida

com tela extrudada feita com polietileno (utilizadas na comercialização de batatas e cebola), as 15 batatas que foram aleatoriamente escolhidas ao início do processo de cura, para a determinação da perda de peso e porcentagem de brotamento.

3.2.4. Armazenamento

Depois da aplicação de vapor, os sacos foram conduzidos para a mesma câmara onde realizou-se o processo de cura. As condições de armazenamento foram:

- Temperatura: 9 ° a 11 °C
- Umidade Relativa: 85 - 90 % ,

condições adequadas para produto destinado a elaboração de batata frita tipo francesa (RASTOVSKI et alii, 1981)

3.3. Critérios de Avaliação

Para determinar a influência dos processos em estudo, no comportamento físico, químico e organoléptico das batatas, avaliaram-se os seguintes parâmetros.

3.3.1. Qualidade Externa

Segundo BRASIL (1977), a batata destinada ao mercado interno deve apresentar as características da cultivar bem definidas, estar madura, limpa, inteira, bem formada, sem brotação, firme e consistente, de coloração uniforme, livre de danos mecânicos ou fisiológicos, de pragas

e/ou doenças, isenta de substâncias nocivas à saúde, permitindo-se apenas as tolerâncias previstas nas normas. Para avaliar a qualidade externa, determinou-se a presença de brotos nas batatas, bem como a coloração da superfície.

3.3.1.1. Porcentagem de tubérculos com brotos

A presença de brotos é uma característica indesejável na apresentação das batatas. Para esta avaliação empregaram-se 15 batatas que foram escolhidas aleatoriamente e numeradas para sua devida identificação. As avaliações foram realizadas antes e após o processo de cura e mês a mês durante o armazenamento.

3.3.1.2. Coloração da Película

De acordo com a UNITED STATES STANDARDS (1958) para batatas, citado por WU & SALUNKHE (1977b), pode-se classificar os tubérculos, segundo o grau de esverdecimento da película em:

- Dano: quando mais que 5 % do peso total da batata deve ser removido para eliminar o tecido esverdecido.

- Dano Sério: quando esta perda é acima de 10 % .

Para estas determinações foram utilizadas 15 batatas, escolhidas aleatoriamente, em cada tempo de avaliação.

As avaliações nas quais determinou-se o grau de dano devido a coloração da película, foram realizadas antes da cura, após a cura, e mês a mês durante o armazenamento.

3.3.2. Perda de Peso

Nesta avaliação empregaram-se as mesmas 15 batatas numeradas para a determinação da presença de brotos.

Retirou-se de cada saco as amostras numeradas e realizou-se a respectiva pesagem, que foi feita em balanças semi-analíticas no Laboratório de Matérias Primas. A pesagem foi realizada rapidamente para evitar interferências de temperatura. Os tempos de avaliação foram: antes da cura, após a cura, após a lavagem, após a aplicação de vapor e ao fim de cada mês de armazenamento.

Depois da pesagem e contagem de brotos presentes na batata, estas foram colocadas nos respectivos sacos e deixadas na câmara de refrigeração. Os resultados foram analisados através do Sistema de Análise Estatística (SAS).

3.3.3. Determinação de açúcares redutores

Esta avaliação realizou-se após a cura, ao fim do segundo, quarto, e sexto mês de armazenamento. Foram retiradas aleatoriamente 5 batatas por lote, colocadas em embalagens similares aos utilizados para determinação de perda de peso e porcentagem de tubérculos com brotos, e deixadas na câmara de refrigeração até a realização dos testes em forma sequencial, para evitar qualquer tipo de interferência com respeito à temperatura. A determinação de açúcares redutores foi realizada segundo o método volumétrico de Lane & Eynon's (A.O.A.C., 1970). Foram feitas 3 leituras da mesma amostra em cada tratamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a comparação de médias pelo teste de Tukey. Estas análises foram realizadas com ajuda do Sistema de Análise Estatística (SANEST).

3.3.4. Avaliação sensorial da batata frita

As batatas, após fritura final, foram avaliadas por uma equipe de provadores selecionados e treinados, segundo os atributos sensoriais de cor, textura, sabor e qualidade geral.

3.3.4.1. Preparação das Amostras:

No decorrer do experimento foram retiradas batatas a cada dois meses, sendo a primeira retirada após a cura, a segunda ao fim do segundo mês e a terceira ao fim do quarto mês de armazenamento.

Retirou-se de cada lote, aproximadamente, 4 Kg que foram encaminhados ao Laboratório de Serviços de Alimentação da Faculdade de Engenharia de Alimentos -UNICAMP, onde foi pré-frita.

O processo para obtenção de batatas pré-fritas, seguiu os parâmetros definidos por RODRIGUEZ (1990).

Em seguida, as amostras foram armazenadas em um freezer vertical, marca Prosdócimo, modelo Super Luxo, a -18°C , onde permaneceu por 13, 11 e 9 meses respectivamente.

3.3.4.2. Degustação das Amostras

Para realização da degustação reuniu-se 12 provadores que tinham conhecimento e interesse nas amostras a serem analisadas. Realizou-se uma reunião onde foi apresentado a eles, um modelo de ficha de avaliação com escala estruturada de 9 pontos, com descritores de qualidade,

variando de muito ruim a excelente, para cada um dos atributos sensoriais a analisar (FIGURA 01), e uma tabela que descrevia os parâmetros de cor, textura e sabor. Para a qualidade geral o provador avaliou adotando seus próprios critérios (TABELA 01). Foi feito um pré-teste com amostras exemplos para que os provadores estabelecessem a diferenciação entre os descritores de qualidade, muito ruim e excelente. Após o pré-teste excluiu-se 2 provadores por apresentarem médias discrepantes dos outros, realizando-se as sessões com equipe de 10 provadores.

A elaboração do produto final foi realizada no Laboratório de Serviços de Alimentação. O preparo e apresentação das pré-fritas congeladas, tipo francesa, para os provadores, se deram conforme RODRIGUEZ (1990).

FIGURA 01-MODELO DE FICHA DE AVALIAÇÃO UTILIZADA PARA A ANÁLISE SENSORIAL DA BATATA PRÉ-FRITA TIPO FRANCESA

NOME..... DATA.....
 Por favor, prove as amostras e avalie de acordo com as escalas abaixo.

Nro. Amostra	QUALIDADE GERAL	
-----	Muito Ruim	Excelente
-----	Muito Ruim	Excelente
Nro. Amostra	C O R	
-----	Muito Ruim	Excelente
-----	Muito Ruim	Excelente
Nro. Amostra	T E X T U R A	
-----	Muito Ruim	Excelente
-----	Muito Ruim	Excelente
Nro. Amostra	S A B O R	
-----	Muito Ruim	Excelente
-----	Muito Ruim	Excelente
-----	Muito Ruim	Excelente

Comentários.....

TABELA 01 - CRITÉRIOS DE QUALIDADE DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS
ANALISADOS
CRITÉRIOS PARA COR

GRAU DE QUALIDADE	C O R
EXCELENTE	Uniforme, amarela-dourada-ouro Uniforme, amarela-clara Uniforme, amarela-amarronzada Ligeira desuniforme Muito clara ou muito escura Listrada, ligeiramente vítrea Vítrea, parcialmente marron-escuro Vítrea, parcialmente manchada de escuro
MUITO RUIM	Vítrea, descoloração atípica preto-cinza

CRITÉRIOS PARA TEXTURA

GRAU DE QUALIDADE	CROCÂNCIA - MACIEZ
EXCELENTE	Uniforme, macia e crocante Ligeiramente dura e menos uniforme, mas ainda agradável Menos macia, menos uniforme, mas ainda atraente Pouco mole ou pouco dura Quase sem crosta, ligeiramente con- sistente Sem crosta Muito mole ou muito dura Coriacea não mais mastigável
MUITO RUM	

CRITÉRIOS PARA SABOR

GRAU DE QUALIDADE	S A B O R
EXCELENTE	Típico da cultivar - intenso Típico da cultivar - agradável Típico - sem sabor estranho Fraco - um pouco estranho Fraco - ligeiramente crú ou ligeira- mente de terra Fraco - ligeiramente mofado, amargo ou doce Desagradável estranho-amargo ou doce Desagradável estranho-velho ou mofado
MUITO RUIM	Desagradável estranho-mofado intenso

FONTE: Adaptado de RODRIGUEZ (1990)

3.3.4.3. Delineamento Experimental

Foi utilizado um delineamento por blocos incompletos, tipo I, com:

t = número de tratamentos = 21,

k = número de amostras por bloco = 3,

r = número de repetições de cada tratamento = 10,

b = número de blocos = 70,

λ = número de vezes que dois tratamentos aparecem juntos = 1

E = grau de eficiência do delineamento.

conforme proposto por COCHRAN & COX (1957), porém alternando-se a ordem das amostras de modo a equilibrar o número de vezes que cada uma delas se encontrava em uma determinada posição. Este novo arranjo é apresentado na TABELA 02.

Os resultados dos atributos sensoriais, qualidade geral, cor, textura e sabor foram submetidos à ANOVA e análise de variância multivariada (MANOVA) e para comparação de médias realizou-se o teste de Tukey. Os dados foram também submetidos à técnica de análise de componentes principais, que dá informação sobre a importância relativa dos atributos sensoriais, além de possibilitar a visualização da disposição das diversas amostras numa representação gráfica, de acordo com suas características sensoriais, e um

estudo de correlação entre a qualidade geral, cor, textura e sabor. Estas análises foram realizadas através do pacote estatístico SAS.

TABELA 02 - BLOCOS IMCOMPLETOS TIPO I (COCHRAN & COX, 1957),
MODIFICADO PARA A ANÁLISE SENSORIAL DE BATATAS
FRITAS TIPO FRANCESA

PROVADOR: 1				PROVADOR: 2			
SESSÃO	AMOSTRAS			SESSÃO	AMOSTRAS		
1	1	2	3	1	4	1	15
2	6	5	4	2	5	2	11
3	7	8	9	3	3	9	16
4	10	11	12	4	6	17	20
5	13	14	15	5	7	12	19
6	16	17	18	6	13	18	8
7	19	20	21	7	21	14	10

PROVADOR: 3				PROVADOR: 4			
SESSÃO	AMOSTRA			SESSÃO	AMOSTRAS		
1	5	17	1	1	1	6	9
2	2	4	14	2	16	7	2
3	11	7	3	3	8	3	21
4	19	6	10	4	4	19	17
5	8	16	20	5	5	10	13
6	18	15	9	6	15	20	11
7	12	21	13	7	18	14	12

TABELA 02 (continuação)

PROVADOR: 5

SESSÃO	AMOSTRA		
1	21	1	7
2	2	13	17
3	18	10	3
4	8	4	11
5	16	19	5
6	6	12	15
7	14	20	9

PROVADOR: 6

SESSÃO	AMOSTRA		
1	10	8	1
2	19	18	2
3	3	15	17
4	12	16	4
5	9	5	21
6	11	14	6
7	20	13	7

PROVADOR: 7

SESSÃO	AMOSTRAS		
1	11	1	18
2	20	2	10
3	5	3	12
4	9	4	13
5	21	16	6
6	17	7	14
7	8	15	19

PROVADOR: 8

SESSÃO	AMOSTRAS		
1	1	12	20
2	2	6	8
3	14	19	3
4	4	18	21
5	15	7	5
6	9	10	17
7	11	13	16

PROVADOR: 9

SESSÃO	AMOSTRAS		
1	13	19	1
2	12	2	9
3	20	3	4
4	14	8	5
5	7	6	18
6	10	15	16
7	17	11	21

PROVADOR: 10

SESSÃO	AMOSTRAS		
1	1	14	16
2	15	21	2
3	3	13	6
4	10	7	4
5	18	20	5
6	17	12	8
7	19	9	11

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de armazenamento começou depois de 15 dias em que as batatas foram submetidas ao processo de cura, lavagem e aplicação de vapor. O armazenamento durou 7 meses, durante o qual recolheu-se dados para os diversos critérios de avaliação, que apresentamos a seguir.

4.1. Qualidade Externa

4.1.1. Porcentagem de tubérculos com brotos

Em cada tempo de avaliação, considerou-se as 15 batatas numeradas para cada lote, estes resultados foram obtidos ao observar quantas destas batatas apresentavam sinal de broto. No caso do lote II das que foram lavadas (FIGURA 02), das 15 batatas 3 apresentavam brotos. Considerando que a presença de um ou mais brotos na batata classifica-a como batata com broto, concluiu-se que o lote II apresentava-se com 20 % de brotamento ao fim do primeiro mês de armazenamento.

PORCENTAGEM DE TUBÉRCULOS COM BROTOS BATATAS LAVADAS

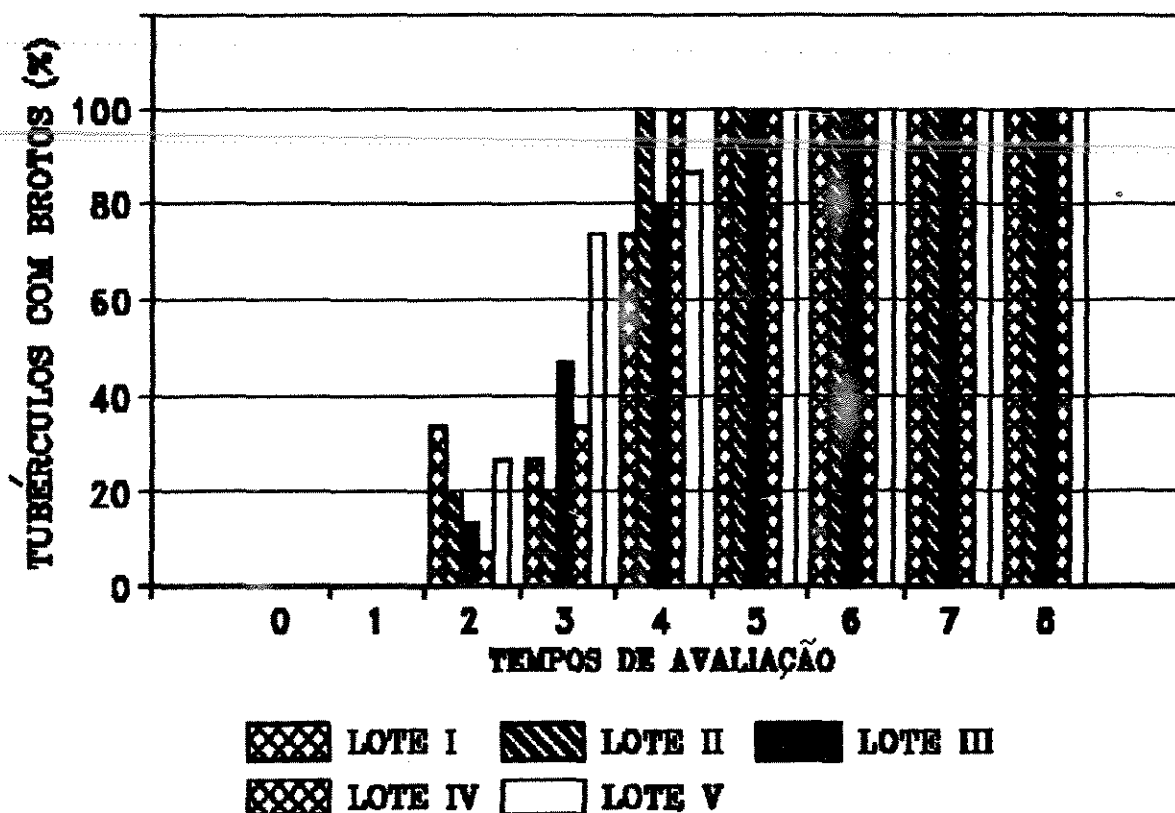


FIGURA 02

Os resultados em porcentagem apresentam-se nas FIGURA 02 e FIGURA 03 para batatas que foram lavadas e sem lavar, respectivamente.

As batatas correspondentes aos lotes que foram lavadas (I, II, III, IV, V), manifestaram presença de brotos ao final do primeiro mês de armazenamento, sem considerar os 15 dias gastos pelo processo de cura. No referido mês, os

lotes IV e I apresentaram menor (7 %) e maior (33 %) porcentagem de brotos respectivamente. Ao fim do quarto mês, as batatas

PORCENTAGEM DE TUBERCULOS COM BROTOS

BATATAS SEM LAVAR

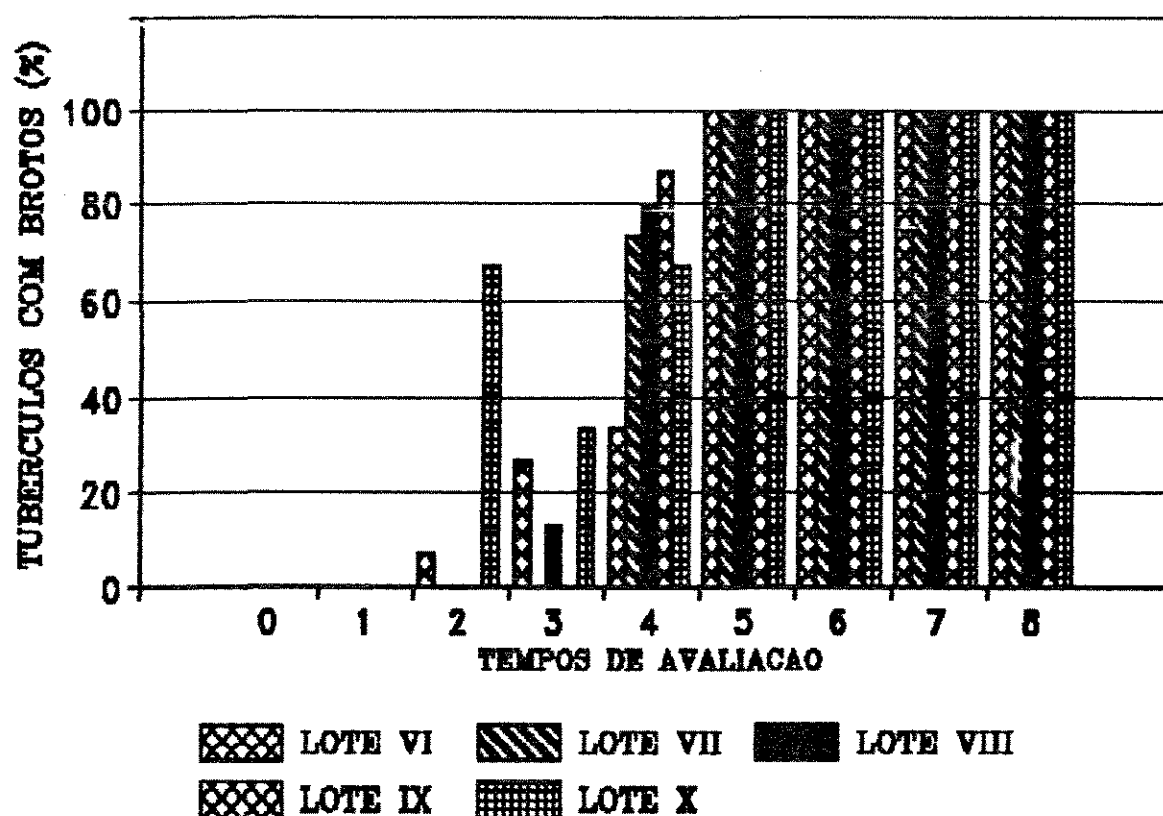


FIGURA 03

destes lotes, encontravam-se completamente com presença de brotos (100 %).

Podemos visualizar que aquelas que não foram lavadas apresentaram uma porcentagem de brotamento menor,

destacando-se os lotes VII (40 °C x 40 min.) e IX (50 °C x 40 min.), onde o brotamento acontece durante os primeiros dias do terceiro mês de armazenamento, comparando-se com as que tinham sido lavadas, onde os brotos manifestaram-se ao fim do primeiro mês de armazenamento.

A explicação deste fato, pode justificar-se, devido à camada de terra que envolve os tubérculos, que comporta-se como uma barreira na absorção de oxigênio, o qual modifica a respiração normal dos tubérculos e portanto retarda o crescimento dos brotos, além disso o tratamento com vapor favoreceu a inatividade ou morte, devido a sua suscetibilidade frente ao calor.

Comparando com RAMA & NARASIMHAN (1987), que comprovou que inibidores químicos de brotamento retardam o surgimento dos brotos, nas batatas armazenadas por 3 meses a 20 °C, o nosso tratamento, onde os brotos surgem após 3 meses a 10 °C (sem considerar os 15 dias a 15 °C do processo de cura), pode ser considerado eficaz no controle do brotamento nas batatas armazenadas à 10 °C e que não foram lavadas.

4.1.2. Coloração da película

Esta avaliação também realizou-se visualmente. Após os 7 meses em que as batatas estiveram armazenadas, sob

os efeitos dos tratamentos (lavagem e aplicação de vapor), não se detectou presença de cor estranha na pele dos tubérculos em nenhum dos lotes, o que confirma que o tratamento com vapor não modificou a cor externa e muito menos a interna dos tubérculos.

4.2. Perda de Peso

Os dados obtidos para perda de peso estavam em porcentagem, tiveram por tanto, que ser transformados, a fim de serem normalizados, facilitando a análise. Estes dados foram transformados à função arco-seno.

Como os lotes foram submetidos a tratamentos diferentes, os tempos de avaliação considerados para a análise estatística, foram reordenados para facilitar a resolução dos dados. Estes tempos de avaliação são apresentados no QUADRO 02.

QUADRO 02 - REORDENAMENTO DOS TEMPOS DE AVALIAÇÃO PARA A REALIZAÇÃO DAS ANÁLISES ESTATÍSTICAS

TEMPO	DESCRIÇÃO
0	Após a cura / Após a lavagem Após a aplicação de vapor
1	Ao fim do Primeiro mês de armazenamento
2	Ao fim do Segundo mês de armazenamento
3	Ao fim do Terceiro mês de armazenamento
4	Ao fim do Quarto mês de armazenamento
5	Ao fim do Quinto mês de armazenamento
6	Ao fim do Sexto mês de armazenamento
7	Ao fim do Sétimo mês de armazenamento

Nota:

O tempo zero, variou de acordo com os lotes, sendo que para os lotes I, II, III, IV, VI, VII, VIII e IX considerou-se à avaliação que foi realizada após aplicação do vapor; para o tempo V a avaliação após a lavagem e para o lote X a avaliação após o processo de cura.

Pela análise de variância apresentada no QUADRO 03, verificamos que a lavagem (LAV), e a temperatura com o tempo de aplicação de vapor (TEMP) atuando independentemente, não apresentam diferença significativa. Mas a interação (LAV x TEMP), apresenta diferença significativa ao nível de 1 %, o que nos leva a comprovar que tanto a lavagem como o tratamento de aplicação de vapor influencia na perda de peso das batatas no decorrer do armazenamento. A análise estatística realizada para observar o comportamento dos tratamentos em cada tempo de avaliação, provou que estatisticamente não existe diferença entre os tratamentos até o fim do quarto mês de armazenamento.

O QUADRO 04, que apresenta, o resumo das análises de variância, realizado em cada tempo de avaliação, confirma a diferença significativa ao nível de 5 % na interação lavagem com tratamento de vapor, e indica que esta diferença situa-se no tempo de avaliação 5, que corresponde ao quinto mês de armazenamento, em comparação com os outros tempos (2, 3, 4, 6, e 7), onde não verificou-se diferença significativa entre os tratamentos.

QUADRO 03 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA RELATIVA A LAVAGEM (LAV) E
TRATAMENTO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TEMP) SOBRE A
PERDA DE PESO NAS BATATAS ARMAZENADAS

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
LAV	1	0.0149	0.0149	2.90 ^{ns}
TEMP	4	0.0069	0.0017	0.33 ^{ns}
LAV x TEMP	4	0.1133	0.0283	5.48**
RESIDUO	140	0.7245	0.0051	
TOTAL	149	0.8596		

** = Significativo ao nível de 1 %

^{ns} = Não significativo

Nota:

Nos valores acima expressos, onde se lê, por exemplo, 0.0149, leia-se 0,0149. A observação é válida para todos os demais valores, inclusive nos quadros que são apresentados a seguir.

QUADRO 04 - RESUMO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA EM CADA TEMPO DE AVALIAÇÃO, RELATIVA AOS TRATAMENTOS QUE FORAM SUBMETIDAS SOBRE PERDAS DE PESO DAS BATATAS.

CAUSAS DA VARIACÃO	TEMPO 2		TEMPO 3		TEMPO 4		TEMPO 5		TEMPO 6		TEMPO 7	
	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F
MÉDIAS DOS TRATAMENTOS	3921.28	** 0.0001	6697.07	** 0.0001	7845.28	** 0.0001	10548.97	** 0.0001	6765.07	** 0.0001	3107.88	** 0.0001
LAVAGEM (LAV)	1.23	ns 0.2685	9.07	** 0.0031	22.61	** 0.0001	38.14	** 0.0001	25.71	** 0.0001	0.02	ns 0.8786
TEMPERATURA (TEMP)	1.97	ns 0.1029	3.44	* 0.0102	4.60	** 0.0016	4.28	** 0.0027	3.87	** 0.0052	2.51	* 0.0444
LAV x TEMP	0.92	ns 0.4524	0.94	ns 0.4455	2.17	ns 0.0750	3.30	* 0.0129	0.79	ns 0.5356	1.82	ns 0.1276

** = Significativo ao nível de 1 %
 * = Significativo ao nível de 5 %
 ns = Não significativo

Realizou-se comparações de médias em cada tempo de avaliação (QUADRO 05). Estes resultados nos permite verificar, que no tempo 5, que foi onde os tratamentos apresentaram diferença significativa, o lote X (testemunha, sem lavar), foi o que perdeu menos peso, seguido do lote VI (40 °C por 20 min., sem lavar), e como tratamento que causou maior perda de peso, o lote V (testemunha, lavada).

O QUADRO 06, confirma 7 % de perda de peso no lote X, em comparação com aproximadamente 11 % do lote V, em relação ao peso inicial, ao fim do quinto mês de armazenamento (tempo 5).

Comparando-se os tratamentos em cada tempo de avaliação com os tratamentos no tempo de avaliação 1, também confirma-se a diferença significativa ao nível de 5 % no tempo de avaliação 5, para a interação entre a lavagem e o tratamento de aplicação de vapor. O mesmo não ocorre em relação aos tempos de avaliação 2, 3, 4, 6 e 7 com os tratamentos no tempo de avaliação 1. Este é outro resultado da análise de medidas repetidas empregada para analisar a perda de peso nas batatas, que reforça as conclusões anteriores (QUADRO 7).

QUADRO 05 - VALOR DAS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS (TRAT) PARA CADA TEMPO DE AVALIAÇÃO.*

NÚMERO DE ORDEM	TEMPO 1		TEMPO 2		TEMPO 3		TEMPO 4		TEMPO 5		TEMPO 6		TEMPO 7	
	TRAT	VALOR	TRAT	VALOR	TRAT	VALOR	TRAT	VALOR	TRAT	VALOR	TRAT	VALOR	TRAT	VALOR
1	II	0.01344	II	0.02738	VI	0.03822	X	0.05300	X	0.07221	X	0.10572	IV	0.21351
2	I	0.01485	VI	0.02821	II	0.03979	VI	0.05460	VI	0.07712	VIII	0.12502	X	0.22087
3	VI	0.01647	I	0.02826	X	0.04015	II	0.05773	II	0.08305	IX	0.12882	II	0.22572
4	X	0.01674	X	0.02988	I	0.04044	I	0.06135	IX	0.08510	VI	0.12976	IX	0.23193
5	III	0.01774	IX	0.03164	IX	0.04364	IX	0.06246	VIII	0.08800	II	0.13259	VIII	0.23898
6	IX	0.01795	III	0.03196	III	0.04464	VIII	0.06449	I	0.08860	VII	0.13750	I	0.2504
7	IV	0.01824	IV	0.03265	VIII	0.04635	III	0.06584	III	0.09463	IV	0.14293	V	0.2566
8	VII	0.01936	VII	0.03480	IV	0.04688	VII	0.06998	VII	0.09781	III	0.14708	VII	0.26291
9	VIII	0.01967	VIII	0.03513	VII	0.04873	IV	0.07123	IV	0.10012	I	0.14776	VI	0.28687
10	V	0.02417	V	0.03980	V	0.05407	V	0.07521	V	0.10516	V	0.14982	V	0.29117

* conforme metodologia os resultados apresentam-se na transformação utilizada.

QUADRO 06 - PERDA DE PESO EM PORCENTAGEM PARA CADA TEMPO DE AVALIAÇÃO COM RESPEITO AO PESO INICIAL (TEMPO 0)

TRATAMENTO	I CURA	TEMPO 1	TEMPO 2	TEMPO 3	TEMPO 4	TEMPO 5	TEMPO 6	TEMPO 7
I	3.23	1.49	2.83	4.04	6.14	8.86	14.78	25.04
II	2.64	1.34	2.74	3.98	5.77	8.31	13.26	22.57
III	3.26	1.77	3.20	4.46	6.58	9.46	14.71	29.12
IV	3.50	1.82	3.27	4.69	7.12	10.01	14.29	21.35
V	3.79	2.42	3.98	5.41	7.52	10.52	14.98	25.66
VI	2.90	1.65	2.82	3.82	5.46	7.71	12.98	28.69
VII	2.46	1.94	3.48	4.87	6.99	9.78	13.75	26.29
VIII	3.67	1.97	3.51	4.64	6.45	8.80	12.50	23.89
IX	2.79	1.80	3.16	4.36	6.25	8.51	12.88	23.19
X	2.98	1.67	2.98	4.02	5.30	7.22	10.57	22.08
MÉDIA	3.12	1.79	3.19	4.43	6.36	8.92	13.47	24.80

QUADRO 07 - RESUMO DAS ANÁLISES DE VARIÂNCIA NOS TEMPOS DE AVALIAÇÃO 2, 3, 4, 5, 6 E 7, EM COMPARAÇÃO COM O TEMPO DE AVALIAÇÃO 1, RELATIVA AOS TRATAMENTOS QUE FORAM SUBMETIDAS SOBRE A PERDA DE PESO.

CAUSAS DA VARIACÃO	TEMPO 2		TEMPO 3		TEMPO 4		TEMPO 5		TEMPO 6		TEMPO 7	
	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F	F	Pr > F
MÉDIAS DOS TRATAMENTOS	4367.14	** 0.0001	1828.28	** 0.0001	282.10	** 0.0001	292.58	** 0.0001	2877.32	** 0.0001	1675.71	** 0.0001
LAVAGEM (LAV)	7.96	ns 0.0055	1.98	ns 0.1612	0.63	ns 0.4274	16.39	** 0.0001	31.17	** 0.0001	0.52	ns 0.4706
TEMPERATURA (TEMP)	2.32	ns 0.0595	2.37	ns 0.0551	2.51	* 0.0447	4.34	** 0.0025	4.04	** 0.0040	2.52	* 0.0438
LAV x TEMP	2.03	ns 0.0940	1.50	ns 0.2058	1.43	ns 0.2269	3.39	* 0.0110	0.32	ns 0.8667	1.90	ns 0.1143

** = Significativo ao nível de 1 %
 * = Significativo ao nível de 5 %
 ns = Não significativo

Ao fim do sexto mês de armazenamento os lotes V e X mantiveram o mesmo comportamento, mas os outros comportaram-se indistintamente, embora estatisticamente não exista diferença entre os tratamentos.

No sétimo mês, também não existe diferença entre os tratamentos, mas se comprovou um elevado aumento na perda de peso médio dos 10 lotes, de 13,47 % ao fim do sexto mês, para 24,80 % no fim do sétimo mês, sendo este aumento de aproximadamente 92 % (QUADRO 06).

Levando em consideração apenas a perda de peso, este fato nos levaria a eleger, o sexto mês como o último mês de armazenamento, para nossas condições de trabalho, já que não adiantaria armazenar por mais um mês, com um prejuízo em perda de peso similar a 6 meses de armazenamento.

O processo de cura ao qual foram submetidos os tubérculos antes da realização dos tratamentos nos respectivos lotes, apresentaram uma perda de peso média de 3,12 %. Considera-se uma porcentagem alta em comparação com o primeiro mês de armazenamento, cuja porcentagem de perda de peso média foi menor (1,79 %) e quase similar ao obtido durante o segundo mês de armazenamento (3,19 %); o qual evidencia que as atividades fisiológicas do tubérculos

(respiração e transpiração), após colhidos é muito maior que durante os primeiros meses de armazenamento (QUADRO 06).

As porcentagens de perda de peso durante o primeiro e segundo mês de armazenamento, também comprovam a eficiência do processo de cura. Esta porcentagem, reafirma o concluído por SCHIPPERS (1971), que prova, que imediatamente após a colheita a velocidade de perda de peso é muito maior que durante o período de armazenamento. Ressaltamos que nosso processo de cura foi por um período de 15 dias.

A FIGURA 04 representa a variação de perda de peso em cada tempo de avaliação nas batatas que foram lavadas, correspondente aos lotes I, II, III, IV e V; e a FIGURA 05 para aquelas que não foram lavadas (VI, VII, VIII, IX e X).

PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO

BATATAS LAVADAS

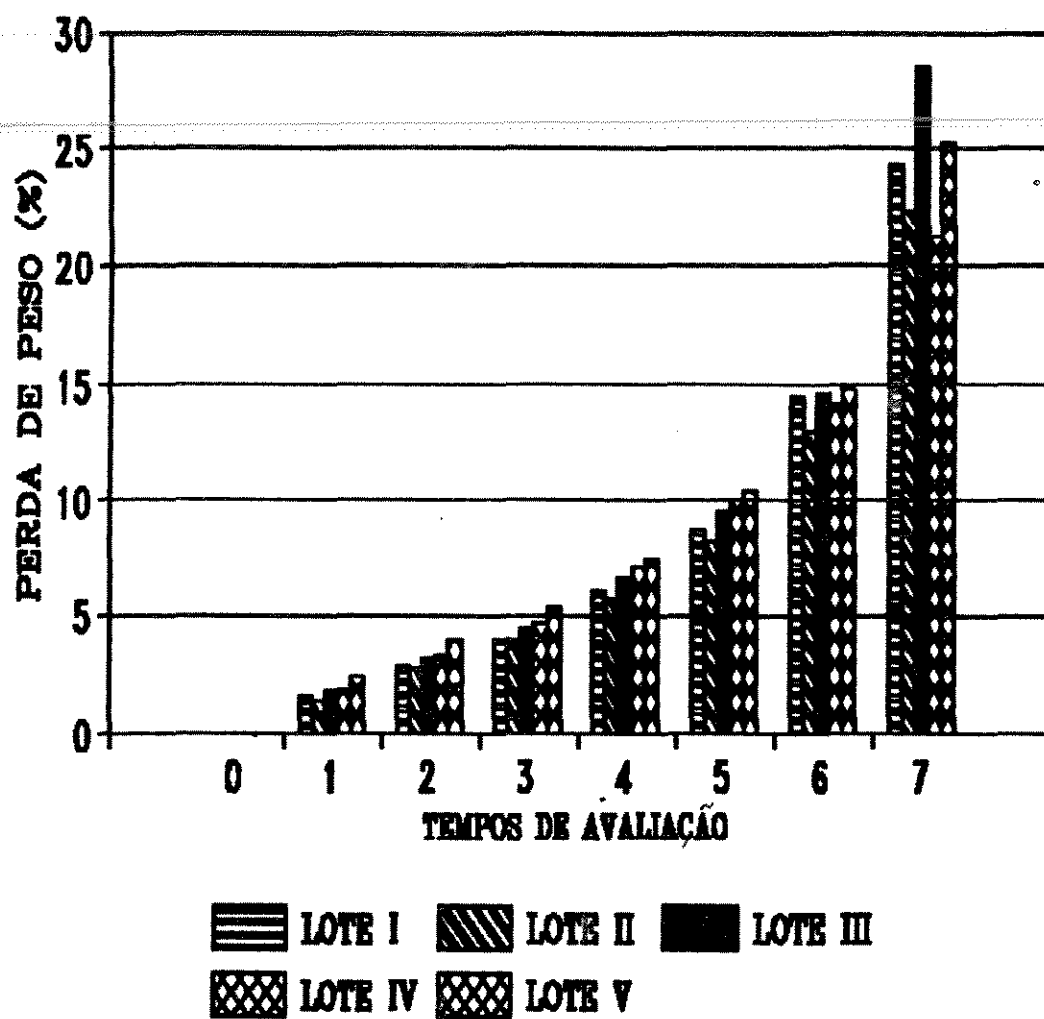


FIGURA 04

PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO

BATATAS SEM LAVAR

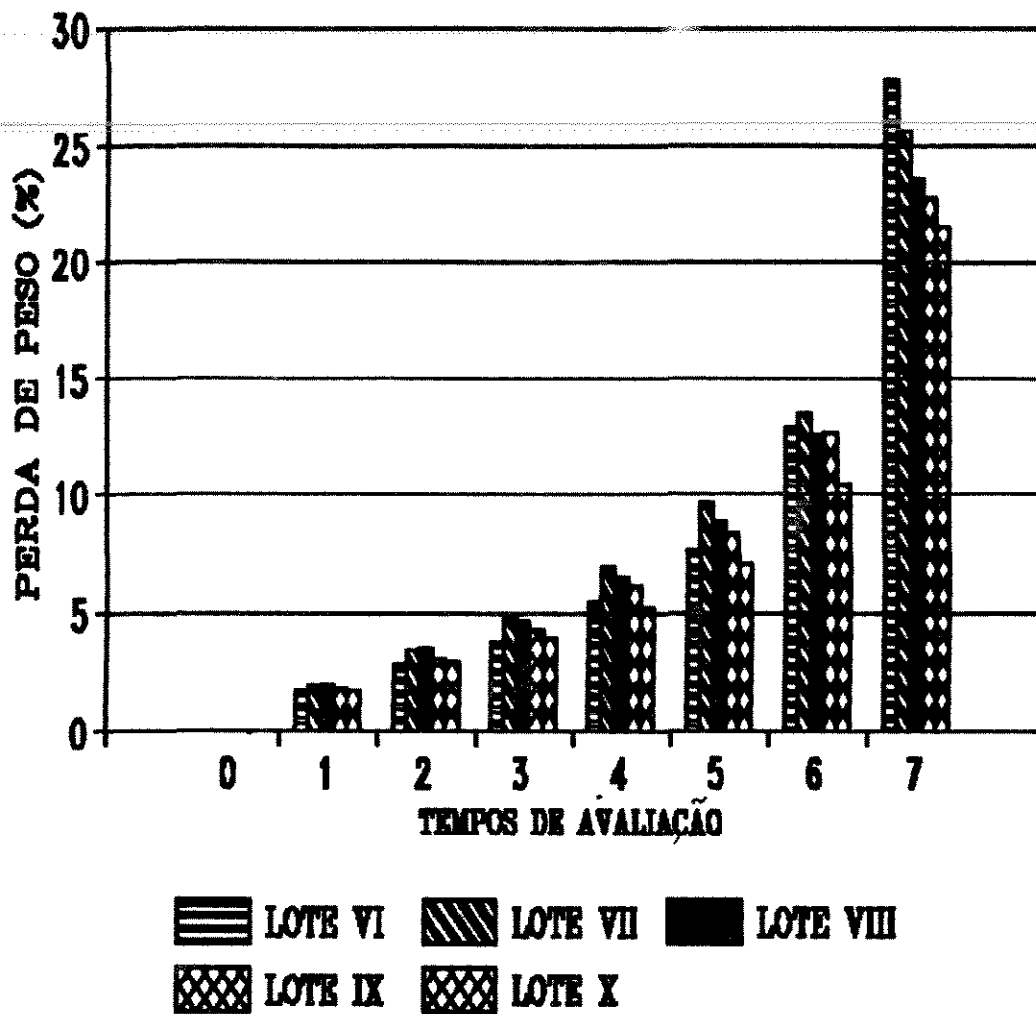


FIGURA 05

4.3. Determinação de açúcares redutores

Os dados para a realização das análises estatísticas para a determinação de açúcares redutores foram apresentados em mililitros, que corresponde ao volume gasto das amostras.

O QUADRO 08 apresenta os valores de açúcares redutores em porcentagem, para cada lote em cada tempo de avaliação.

As causas de variação e seus respectivos níveis são apresentados no QUADRO 09 para melhor visualização na análise de variância.

A análise de variância dos resultados mostrou que o tempo de armazenamento (TEMPO) e a aplicação de vapor (TRAT) influenciaram no teor de açúcares redutores, já que estas causas de variação apresentaram diferença significativa ao nível de 1 % (QUADRO 10).

Foi observada também a interação significativa entre o tempo de armazenamento e os tratamentos (TEMPO x TRAT) ao nível de 1 %, portanto comparou-se as médias pelo Teste de Tukey para cada tratamento dentro de cada nível de tempo.

QUADRO 08 - PORCENTAGEM DE AÇÚCARES REDUTORES PARA CADA TRATAMENTO EM CADA TEMPO DE AVALIAÇÃO

L O T E S	TEMPOS DE AVALIAÇÃO			
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃
I	0.23	0.16	0.28	0.54
II	0.23	0.34	0.51	0.52
III	0.23	0.38	0.39	0.74
IV	0.23	1.02	0.77	0.99
V	0.23	0.22	0.21	0.54
VI	0.23	0.23	0.18	0.48
VII	0.23	0.23	0.26	0.70
VIII	0.23	0.63	0.70	0.73
IX	0.23	0.95	0.79	1.17
X	0.23	0.17	--	0.59

QUADRO 09 - DESCRIÇÃO DAS CAUSAS DE VARIACÃO E SEUS NÍVEIS
 PARA ANÁLISE DA VARIÂNCIA DOS AÇÚCARES REDUTORES

CAUSAS DE VARIACÃO	N Í V E I S
TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TEMPO)	T_0 = após a cura. T_1 = 2 meses de armazenamento. T_2 = 4 meses de armazenamento. T_3 = 6 meses de armazenamento.
TRATAMENTOS (TRAT)	I = 40 °C x 20 min. (lavado) II = 40 °C x 40 min. (lavado) III = 50 °C x 20 min. (lavado) IV = 50 °C x 40 min. (lavado) V = Testemunha. VI = 40 °C x 20 min. (sem lavar) VII = 40 °C x 40 min. (sem lavar) VIII = 50 °C x 20 min. (sem lavar) IX = 50 °C x 40 min. (sem lavar) X = Testemunha

QUADRO 10 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA, RELATIVA AO EFEITO DO TRATAMENTO DE VAPOR (TEMPERATURA X TEMPO) E TEMPO DE ARMAZENAMENTO SOBRE A PORCENTAGEM DE AÇÚCARES REDUTORES NAS BATATAS EM ESTUDO

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
TEMPO	3	2283.63	761.211	270.35**
TRAT	9	1463.27	162.58	57.74**
TEMPO x TRAT	26	1358.39	52.24	18.55**
RESÍDUO	78	219.62	2.81	
TOTAL	116	5337.20		

Nota:

G.L. = Graus de Liberdade

S.Q. = Soma dos Quadrados

Q.M. = Quadrado Médio

F = Valor de F

n.s. = Não significativo

** = Significativo ao nível de 1 %

Os resultados dos testes estatísticos de média foram analisados e apresentados para cada tempo de armazenamento (QUADRO 11), já que o tempo interfere sobre a porcentagem de açúcares redutores.

Após concluído o período de cura que durou 15 dias de armazenamento a uma temperatura média de 15 °C, retirou-se 5 batatas aleatoriamente, para calcular a porcentagem de açúcares redutores ao início do armazenamento (T₀), estas representavam os 10 tratamentos em estudo, já que a análise foi realizada antes de serem lavadas e aplicadas vapor, sendo que para este tempo a porcentagem de açúcares redutores obtido foi de 0,23 % para todos os lotes. Ao fim do segundo mês de armazenamento (T₁), observamos diferenças significativas entre os tratamentos, apresentando uma menor porcentagem de açúcares redutores aquelas batatas que foram submetidas ao tratamento I (40 °C x 20 min).

Durante a realização dos testes ao fim do quarto mês de armazenamento (T₂) aconteceu uma perda de dados para o tratamento X, mais não afetou a realização das análises estatísticas, porque o Sistema de Análise Estatística (SANEST), trabalha considerando dados perdidos. Neste período o tratamento VI apresentou menor porcentagem de açúcares redutores (0,18 %).

QUADRO 11 - REPRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS DE MÉDIA PELO TESTE DE TUKEY, REFERENTE AOS TRATAMENTOS (TRAT), SOBRE A PORCENTAGEM DE AÇÚCARES REDUTORES (A. R.), NOS DIFERENTES TEMPOS DE AVALIAÇÃO.

TEMPOS DE AVALIAÇÃO								
TEMPO 0			TEMPO 1		TEMPO 2		TEMPO 3	
NÚMERO DE ORDEM	NÚMERO DE TRAT	VALORES DE A. R.	NÚMERO DE TRAT	VALORES DE A. R.	NÚMERO DE TRAT	VALORES DE A. R.	NÚMERO DE TRAT	VALORES DE A. R.
1	I	0.23	I	0.16	VI	0.18	VI	0.48
2	II	0.23	X	0.17	V	0.21	II	0.52
3	III	0.23	V	0.22	VII	0.26	V	0.54
4	IV	0.23	VI	0.23	I	0.28	I	0.54
5	V	0.23	VII	0.23	III	0.39	X	0.60
6	VI	0.23	II	0.34	II	0.51	VII	0.70
7	VII	0.23	III	0.38	VIII	0.70	VIII	0.73
8	VIII	0.23	VIII	0.63	IV	0.77	III	0.74
9	IX	0.23	IX	0.95	IX	0.79	IV	0.99
10	X	0.23	IV	1.03			IX	1.17

Nota: os valores contidos na extensão de uma mesma barra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 1% de significância.

Ao fim do segundo e quarto mês de armazenamento, as batatas tratadas a 50 °C por 40 min, lavadas (IV) e sem lavar (IX), foram as que apresentaram maior porcentagem de açúcares redutores.

Nos referidos meses de armazenamento, efetuou-se a pré-fritura, sendo a porcentagem de açúcares redutores relacionada com a cor das batatas oriundas destes tratamentos, as quais apresentaram uma coloração amarronzada (marron-escura), típico de ter acontecido um escurecimento não enzimático (Reação de Maillard), a qual é favorecida pelo alto teor de açúcares redutores presentes no tubérculo.

A temperatura e tempo de aplicação de vapor ao início do período de armazenamento, criou uma situação de "stress" fisiológico, que trouxe consigo um aumento de açúcares, já que o comportamento destes durante o armazenamento vai depender do equilíbrio metabólico no início deste período.

O mencionado equilíbrio depende da variedade, local e condições ambientais durante o crescimento, adubação, idade, temperatura de pré-armazenamento do tubérculo etc. (RASTOVSKI et alii, 1981). Se acontecer um distúrbio neste balanço

metabólico, verifica-se um incremento no conteúdo de açúcares, o que ocorreu quando as batatas foram tratadas com vapor à 50 °C por 40 min.

Os valores de açúcares redutores ao fim do sexto mês, estatisticamente não apresenta diferenças ao nível de significância de 1 % , mas considerando-se um nível de significância de 5 % teríamos que o tratamento VI é significativamente diferente ao tratamento IX, os outros valores intermediários não diferem estatisticamente a 1 e 5 % de significância.

Realizou-se o teste de Tukey para as médias dos tratamentos, para os quatro tempos de avaliação (QUADRO 12), podemos visualizar que as batatas que não foram lavadas e tratadas a 40 °C por 20 min, apresentaram teor médio de 0,24 % de açúcares redutores (VI), em comparação com aquelas que não foram lavadas e tratadas a 50 °C por 40 min.(IX), que apresentou a média mais alta.

Nas FIGURAS 06 e 07 são apresentadas a variação gráfica da porcentagem de açúcares redutores para cada lote, em cada tempo de avaliação

QUADRO 12 - REPRESENTAÇÃO DO TESTE DE TUKEY PARA AS MÉDIAS DOS TRATAMENTOS, PARA OS QUATRO TEMPOS DE AVALIAÇÃO, REFERENTES ÀS PORCENTAGEM DE AÇÚCARES REDUTORES.

NÚMERO DE ORDEM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
NÚMERO DE TRATAMENTO	VI	I	X	V	VII	II	III	VIII	IV	IX
VALORES MÉDIOS DE AÇÚCARES REDUTORES (%)	0.24	0.25	0.25	0.25	0.29	0.36	0.36	0.50	0.52	0.53

Nota: os valores contidos na extensão de uma mesma barra, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 1 % de significancia.

PORCENTAGEM DE AÇÚCARES REDUTORES

BATATAS LAVADAS

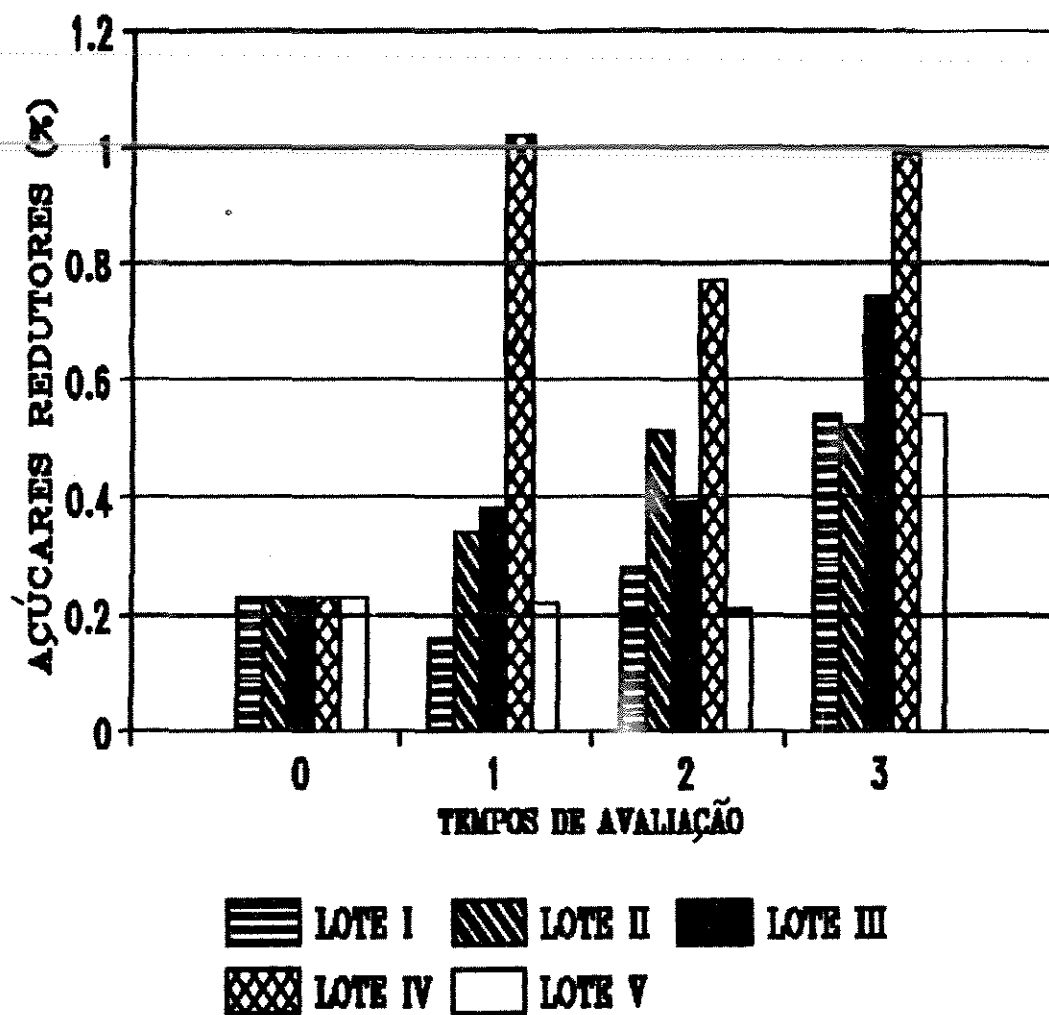


FIGURA 06

PORCENTAGEM DE AÇÚCARES REDUTORES

BATATAS SEM LAVAR

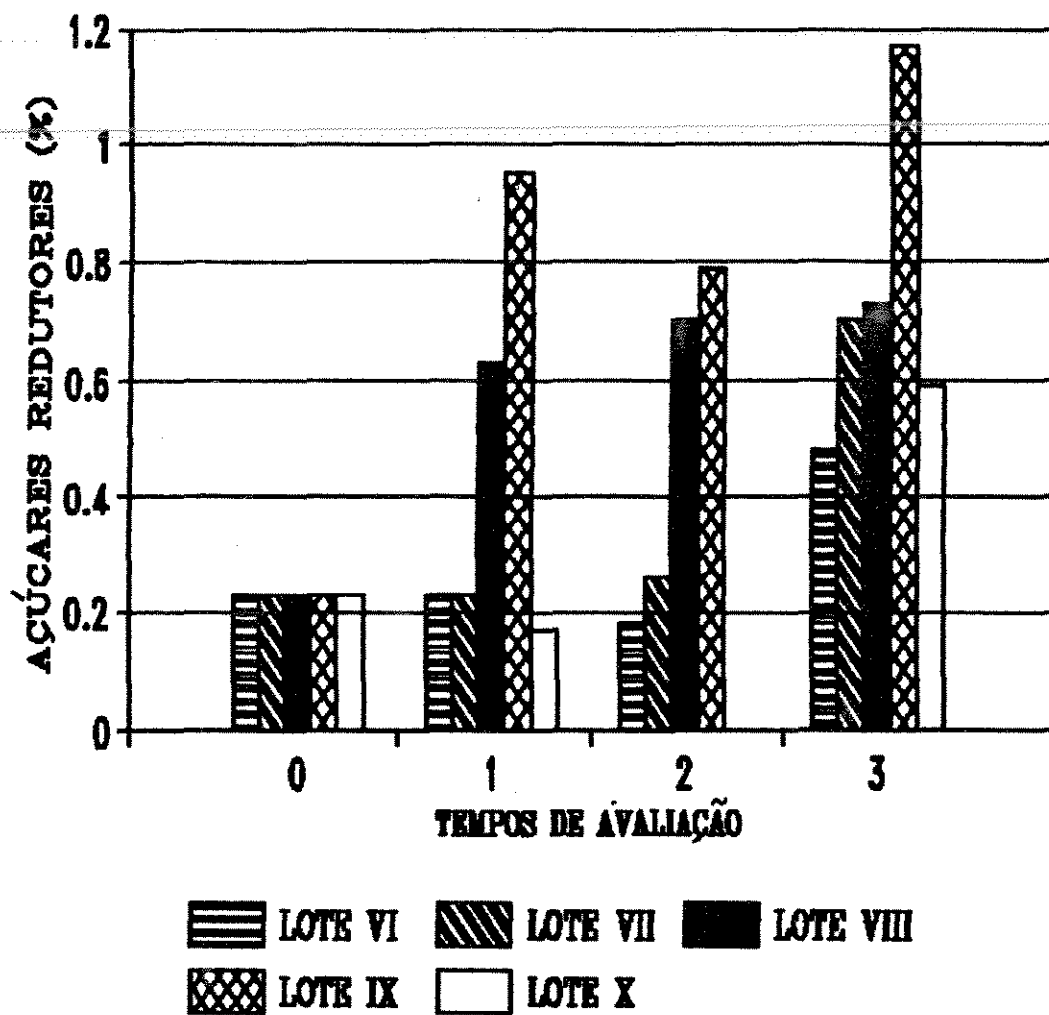


FIGURA 07

4.4. AVALIAÇÃO SENSORIAL

As amostras foram identificadas segundo o QUADRO 13, para a realização das análises estatísticas.

QUADRO 13 - ORIGEM DE CADA AMOSTRA EMPREGADA PARA O ANÁLISE SENSORIAL

AMOSTRA	LOTE / TEMPO
1	I / 1
2	II / 1
3	III / 1
4	IV / 1
5	V / 1
6	VI / 1
7	VII / 1
8	VIII / 1
9	IX / 1
10	X / 1
11	I / 2
12	II / 2
13	III / 2
14	IV / 2
15	V / 2
16	VI / 2
17	VII / 2
18	VIII / 2
19	IX / 2
20	X / 2
21	* / 0

* Utilizada apenas para a apresentação das amostras aos provadores. Desconsiderada para efeito da análise estatística.

Após realização dos testes de degustação e calculados os dados com o pacote estatístico SAS, apresentamos os resultados para cada atributo sensorial.

O QUADRO 14, apresenta as causas de variação com seus respectivos níveis usados na presente análise.

QUADRO 14 - DESCRIÇÃO DAS CAUSAS DE VARIAÇÃO E SEUS NÍVEIS

CAUSAS DE VARIAÇÃO	N Í V E I S
LAVAGEM (LAV)	(1) Sim (2) Não
TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA)	(1) 2 Meses (2) 4 Meses
TEMPERATURA DE VAPOR (TAV)	(1) 40 °C (2) 50 °C
TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV)	(1) 0 minutos (2) 20 minutos (3) 40 minutos

4.4.1. Qualidade Geral

A análise de variância dos resultados mostrou que o tempo de armazenamento (TA) a operação de lavagem (LAV) a temperatura (TAV) e o tempo de aplicação de vapor (TV) influenciaram na qualidade geral das pré-fritas congeladas, já que existe diferença significativa ao nível de 1 % entre as amostras (QUADRO 15).

QUADRO 15 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA RELATIVA AO EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV), TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV), SOBRE A QUALIDADE GERAL NAS BATATAS PRÉ-FRITAS CONGELADAS

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
PROV	9	537.33	59.70	32.10**
TA	1	34.05	34.05	18.31**
LAV	1	16.22	16.22	8.72**
TAV	1	129.36	129.36	69.54**
TV	2	112.18	56.09	30.15**
PROV x TA	9	25.77	2.86	1.54 ^{ns}
PROV x LAV	9	27.49	3.05	1.64 ^{ns}
PROV x TAV	9	14.18	1.57	0.85 ^{ns}
PROV x TV	18	57.66	3.20	1.72*
TA x LAV	1	5.34	5.34	2.87 ^{ns}
TA x TAV	1	2.16	2.16	1.16 ^{ns}
TA x TV	2	1.40	0.70	0.83 ^{ns}
LAV x TAV	1	1.60	1.60	0.86 ^{ns}
LAV x TV	2	7.11	3.55	1.91 ^{ns}
TAV x TV	2	92.40	46.20	24.84 ^{ns}
TA x LAV x TAV x TV	9	18.70	2.07	1.12 ^{ns}
RESÍDUO	162	301.33	1.86	
TOTAL	239	1384.33		

** = Significativo ao nível de 1 %

* = Significativo ao nível de 5 %

^{ns} = Não significativo

Não foram significativas as interações de tempo de armazenamento com a lavagem (TA x LAV), temperatura de vapor (TA x TAV) e tempo de aplicação de vapor (TA x TV); de igual forma a lavagem com a temperatura de vapor (LAV x TAV), tempo de aplicação de vapor (LAV x TV) e a interação tempo de armazenamento, lavado, temperatura e tempo de vapor (TA x LAV x TAV x TV).

Porém foi observada interação significativa entre temperatura e tempo de aplicação de vapor (TA x TV) ao nível de 1 % e por tanto comparou-se as médias obtidas para cada temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV).

Os resultados estatísticos de média expressos no QUADRO 16, revelam que para as seis combinações de temperatura e tempo as fritas congeladas provenientes de tratamentos com 40 °C e 20 min., apresentaram melhor qualidade geral (5,87) que as submetidas à 50 °C e 40 min. (2,18), as médias intermediárias apresentaram valores muito semelhantes à média de valor superior (40 °C x 20 min.).

Realizou-se uma comparação de médias para interação conjunta tempo de armazenamento, lavagem, temperatura e tempo de aplicação de vapor (TA x LAV x TAV x

TV). O QUADRO 17 dá uma visão geral de qual é o tratamento que apresenta a mais alta média na qualidade geral das pré-fritas congeladas, é assim que aquelas que foram retiradas após 2 meses de início do armazenamento e tratadas à 40 °C por 20 min. e foram armazenadas à -18 °C por 11 meses apresentaram a média mais alta (6,65), em comparação de 1,59 que representa as não lavadas e tratadas a 50 °C por 40 min.

QUADRO 16 - VALORES DAS MÉDIAS DA QUALIDADE GERAL PARA CADA COMBINAÇÃO DE TEMPERATURA (TA) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV)

N Í V E I S		I	M É D I A S
TAV	TV		
1	1		5.11
1	2		5.87
1	3		5.22
2	1		5.11
2	2		4.50
2	3		2.18

QUADRO 17 - VALORES DAS MÉDIAS DA QUALIDADE GERAL PARA CADA
 COMBINAÇÃO DE TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVA-
 GEM (LAV), TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO
 DE VAPOR (TV)

N Í V E I S				M É D I A S
TA	LAV	TAV	TV	
1	1	1	1	5.01
1	1	1	2	6.65
1	1	1	3	5.43
1	1	2	1	5.01
1	1	2	2	4.06
1	1	2	3	2.06
1	2	1	1	4.67
1	2	1	2	5.08
1	2	1	3	3.90
1	2	2	1	4.67
1	2	2	2	3.40
1	2	2	3	1.59
2	1	1	1	5.27
2	1	1	2	6.20
2	1	1	3	5.92
2	1	2	1	5.27
2	1	2	2	5.15
2	1	2	3	3.14
2	2	1	1	5.51
2	2	1	2	5.58
2	2	1	3	5.64
2	2	2	1	5.51
2	2	2	2	5.42
2	2	2	3	1.96

4.4.2. Cor

A análise dos dados demonstrou, que a cor é função do tempo de armazenamento (TA), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV), como podemos observar no QUADRO 18 segundo o qual estes efeitos são significativos, e não é função da lavagem (LAV). Foi observada que a interação de temperatura com o tempo de vapor (TAV x TV), também é significativa.

Comparando as médias desta interação, podemos observar no QUADRO 19, que as fritas congeladas que foram submetidas à combinação de 40 °C por 20 min, apresentaram maior média, em comparação com as tratadas à 50 °C e 40 min.

A interação TA x LAV x TAV x TV apresenta como no caso anterior uma alta média nas amostras que foram lavadas e tratadas com vapor à 40 °C por 20 min (6,86) e retiradas após dois meses do início do armazenamento (QUADRO 20).

QUADRO 18 -- ANÁLISE DE VARIÂNCIA RELATIVA AO EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV), TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV), SOBRE A COR NAS BATATAS PRÉ-FRITAS CONGELADAS

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
PROV	9	303.25	33.69	18.24**
TA	1	7.56	7.56	4.09*
LAV	1	4.05	4.05	2.20 ^{ns}
TAV	1	113.43	113.43	61.42**
TV	2	149.00	74.50	40.34**
PROV x TA	9	12.97	1.44	0.78 ^{ns}
PROV x LAV	9	55.37	6.15	3.33**
PROV x TAV	9	18.62	2.06	1.12 ^{ns}
PROV x TV	18	72.26	4.01	2.17**
TA x LAV	1	1.12	1.12	0.61 ^{ns}
TA x TAV	1	2.28	2.28	1.24 ^{ns}
TA x TV	2	0.70	0.35	0.19 ^{ns}
LAV x TAV	1	0.35	0.35	0.19 ^{ns}
LAV x TV	2	6.53	3.26	1.77 ^{ns}
TAV x TV	2	60.25	30.12	16.31**
TA x LAV x TAV x TV	9	16.67	1.85	1.00 ^{ns}
RESÍDUO	162	299.20	1.84	
TOTAL	239	1123.68		

** = Significativo ao nível de 1 %

* = Significativo ao nível de 5 %

^{ns} = Não significativo

QUADRO 19 - VALOR DAS MÉDIAS DA COR PARA CADA COMBINAÇÃO DE
 TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE
 VAPOR (TV)

N Í V E I S			M É D I A S
TAV	TV		
1	1		5.31
1	2		6.36
1	3		4.91
2	1		5.31
2	2		4.60
2	3		2.55

QUADRO 20 - VALORES DAS MÉDIAS DA COR PARA CADA COMBINAÇÃO DE
 TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV),
 TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE
 VAPOR (TV) °

N Í V E I S					M É D I A S
TA	LAV	TAV	TV		
1	1	1	1		5.08
1	1	1	2		6.86
1	1	1	3		5.46
1	1	2	1		5.08
1	1	2	2		4.58
1	1	2	3		2.12
1	2	1	1		5.34
1	2	1	2		5.96
1	2	1	3		4.00
1	2	2	1		5.34
1	2	2	2		3.62
1	2	2	3		2.54
2	1	1	1		5.45
2	1	1	2		6.53
2	1	1	3		4.81
2	1	2	1		5.45
2	1	2	2		5.36
2	1	2	3		2.89
2	2	1	1		5.38
2	2	1	2		6.11
2	2	1	3		5.38
2	2	2	1		5.38
2	2	2	2		4.84
2	2	2	3		2.66

4.4.3. Textura

Como nos atributos sensorias anteriores, a análise de variância ratificou, que a textura foi influenciada pelo tempo de armazenamento, temperatura e tempo de aplicação de vapor ao nível de 1 % de significância e a lavagem ao nível de 5 % (QUADRO 21).

Não foram significativas as interações entre a lavagem, temperatura, tempo de aplicação de vapor com o tempo de armazenamento (TA x LAV, TA x TAV, TA x TV), como também a temperatura e tempo de aplicação de vapor com a lavagem (LAV x TAV, LAV x TV).

Foi observada interação significativa entre a temperatura e tempo de aplicação de vapor (TAV x TV) ao nível de 1 % e entre a interação tempo de armazenamento, lavagem, temperatura e tempo de aplicação de vapor, ao nível de 5 %.

O QUADRO 22, apresenta o valor das médias entre a interação temperatura e tempo de vapor, dando a média mais alta a combinação 40 °C por 20 minutos (6,25) e a mais baixa 4,41 a combinação de 50 °C por 40 minutos, tendo como no caso da qualidade geral valores muito aproximados para as médias intermediárias.

A comparação de médias para a interação tempo de armazenamento, lavagem, temperatura e tempo de vapor, visualiza a média de 3,76 como a mais baixa, que nos leva a concluir que as pré-fritas congeladas que foram retiradas após 2 meses do início do armazenamento, lavadas, tratadas à 50 °C por 40 minutos e armazenados à -18 °C por 11 meses, apresentaram baixa textura em comparação com os outros tratamentos (QUADRO 23).

QUADRO 21 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA RELATIVA AO EFEITO DO TEMPO
DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV), TEMPERA-
TURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV)
SOBRE A TEXTURA DAS BATATAS PRÉ-FRITAS CONGELADAS

CAUSAS DA VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
PROV	9	559.90	62.21	37.77**
TA	1	14.90	14.90	9.05**
LAV	1	6.53	6.53	3.97*
TAV	1	31.68	31.68	19.24**
TV	2	39.97	19.98	12.14**
PROV x TA	9	4.66	0.51	0.31 ^{ns}
PROV x LAV	9	57.63	6.40	3.89**
PROV x TAV	9	17.36	1.92	1.17 ^{ns}
PROV x TV	18	89.13	4.95	3.01**
TA x LAV	1	0.60	0.60	0.34 ^{ns}
TA x TAV	1	0.01	0.01	0.01 ^{ns}
TA x TV	2	2.50	1.25	0.76 ^{ns}
LAV x TAV	1	3.50	3.50	2.13 ^{ns}
LAV x TV	2	4.22	2.11	1.28 ^{ns}
TA x TV	2	16.77	8.38	5.09**
TA x LAV x TAV x TV	9	28.79	3.19	1.94*
RESÍDUO	162	266.83	1.64	
TOTAL	239	1144.45		

** = Significativo ao nível de 1 %

* = Significativo ao nível de 5 %

^{ns} = Não significativo.

QUADRO 22 - VALOR DAS MÉDIAS DA TEXTURA PARA CADA COMBINAÇÃO
DE TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE ALICAÇÃO DE
VAPOR (TV)

N Í V E I S			M É D I A S
TAV	TV		
1	1		5.82
1	2		6.25
1	3		5.35
2	1		5.82
2	2		5.01
2	3		4.41

QUADRO 23 - VALORES DAS MÉDIAS DA TEXTURA PARA CADA COMBINAÇÃO DE TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV), TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV)

N Í V E I S				M É D I A S
TA	LAV	TAV	TV	
1	1	1	1	5.47
1	1	1	2	6.93
1	1	1	3	5.54
1	1	2	1	5.47
1	1	2	2	5.04
1	1	2	3	3.76
1	2	1	1	5.92
1	2	1	2	5.30
1	2	1	3	4.26
1	2	2	1	5.92
1	2	2	2	4.33
1	2	2	3	4.44
2	1	1	1	6.16
2	1	1	2	6.38
2	1	1	3	6.10
2	1	2	1	6.16
2	1	2	2	4.99
2	1	2	3	5.35
2	2	1	1	5.76
2	2	1	2	6.41
2	2	1	3	5.50
2	2	2	1	5.76
2	2	2	2	5.69
2	2	2	3	4.10

4.4.4. Sabor

Este atributo sensorial também é função do tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor (TV) como nos mostra o QUADRO 24.

Observou-se que a interação TAV x TV apresentou diferença significativa ao nível de 1 %, comparando-se as médias desta interação, a maior delas corresponde as batatas tratadas à 40 °C por 20 min, que difere significativamente das tratadas à 50 °C por 40 min (QUADRO 25). O QUADRO 26, apresenta os valores das médias da interação entre o tempo de armazenamento, lavagem, temperatura e tempo de aplicação de vapor. O tratamento de 40 °C por 20 min que foram lavadas e retiradas após dois meses de armazenamento apresentou uma média de 7,24. Médias muito semelhantes apresentaram aquelas que foram retiradas após quatro meses do início do armazenamento que foram lavadas e submetidas à temperatura de 40 °C por 20 min (6,84) e por 40 min (6,30).

QUADRO 24 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA RELATIVA AO EFEITO DO TEMPO
 DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV), TEMPE-
 RATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV)
 SOBRE O SABOR DAS BATATAS PRÉ-FRITAS CONGELADAS

CAUSAS DA VARIAÇÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
PROV	9	487.92	54.21	32.16**
TA	1	12.06	12.06	7.15**
LAV	1	29.96	29.96	17.77**
TAV	1	110.16	110.16	65.34**
TV	2	130.62	65.31	38.74**
PROV x TA	9	21.61	2.40	1.42 ^{ns}
PROV x LAV	9	19.94	2.21	1.31 ^{ns}
PROV x TAV	9	20.47	2.27	1.35 ^{ns}
PROV x TV	18	74.15	4.11	2.44**
TA x LAV	1	1.29	1.29	0.77 ^{ns}
TA x TAV	1	1.38	1.38	0.82 ^{ns}
TA x TV	2	0.62	0.31	0.19 ^{ns}
LAV x TAV	1	0.05	0.05	0.03 ^{ns}
LAV x TV	2	5.54	2.77	1.64 ^{ns}
TAV x TV	2	75.96	37.98	22.53**
TA x LAV x TAV x TV	9	7.95	0.88	0.52 ^{ns}
RESÍDUO	162	273.11	1.68	
TOTAL	239	1272.85		

** = Significativo ao nível de 1 %
 * = Significativo ao nível de 5 %
^{ns} = Não significativo

QUADRO 25 - VALOR DAS MÉDIAS DO SABOR PARA CADA COMBINAÇÃO DE
TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE
VAPOR (TV)

N Í V E I S			M É D I A S
TAV	TV		
1	1		5.87
1	2		6.52
1	3		5.68
2	1		5.87
2	2		5.21
2	3		2.93

QUADRO 26 - VALORES DAS MÉDIAS DO SABOR PARA CADA COMBINAÇÃO
DE TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV),
TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE
VAPOR (TV)

N Í V E I S				M É D I A S
TA	LAV	TAV	TV	
1	1	1	1	5.82
1	1	1	2	7.24
1	1	1	3	5.96
1	1	2	1	5.82
1	1	2	2	5.17
1	1	2	3	3.31
1	2	1	1	5.60
1	2	1	2	5.92
1	2	1	3	4.74
1	2	2	1	5.60
1	2	2	2	4.27
1	2	2	3	2.07
2	1	1	1	6.22
2	1	1	2	6.84
2	1	1	3	6.30
2	1	2	1	6.22
2	1	2	2	5.85
2	1	2	3	3.70
2	2	1	1	5.85
2	2	1	2	6.11
2	2	1	3	5.74
2	2	2	1	5.85
2	2	2	2	5.58
2	2	2	3	2.64

4.4.5.- Análise de Variância Multivariada para os Atributos Sensoriais.

Neste caso estamos aplicando a análise da variância simultaneamente a todos os atributos sensoriais, qualidade geral, cor, textura e sabor.

O QUADRO 27, apresenta os valores de Wilks' Lambda para os atributos sensoriais estudados, este valor equivale ao valor de " F " da análise de variância simples e é o valor mais usado na análise de variância multivariada.

De acordo com as probabilidades de Wilks' Lambda, existe diferença significativa ao nível de 1 % para os provadores (PROV), tempo de armazenamento (TA), lavagem (LAV), temperatura (TAV) e tempo de aplicação de vapor, é dizer que estes influenciaram na qualidade geral, cor, textura e sabor em forma global.

As interações tempo de armazenamento com lavagem (TA x LAV), temperatura (TA x TAV) e tempo de aplicação de vapor (TA x TV) mostraram ser não significativos, como também lavagem com temperatura (LAV x TAV) e tempo de aplicação de vapor (LAV x TV), considerando os atributos sensoriais como um todo.

Mas a interação temperatura e tempo de aplicação de vapor (TAV x TV) é significativa ao nível de 1 % . Estes resultados refletem muito bem o que foi observado nas análises de variância para cada atributo sensorial. Os resultados obtidos nesta análise são muito semelhantes aos resultados dos atributos analisados individualmente.

QUADRO 27 - VALORES DE WILKS' LAMBDA RELATIVO AO EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO (TA), LAVAGEM (LAV), TEMPERATURA (TAV) E TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TV) SOBRE OS ATRIBUTOS SENSORIAIS ESTUDADOS NAS BATATAS PRÉ-FRITAS CONGELADAS

CAUSAS DA VARIACÃO	WILKS' LAMBDA		
	VALOR	F	Pr > F
PROV	0.1786	12.96	0.0001 **
TA	0.9217	4.52	0.0016 **
LAV	0.9226	4.47	0.0017 **
TAV	0.7397	18.73	0.0001 **
TV	0.7109	9.90	0.0001 **
TA x LAV	0.9831	0.91	0.4544 **
TA x TAV	0.9923	0.41	0.7991 **
TA x TV	0.9927	0.19	0.9916 **
LAV x TAV	0.9886	0.61	0.6530 **
LAV x TV	0.9627	1.02	0.4186 **
TAV x TV	0.7518	8.16	0.0001 **

** = Significativo ao nível de 1 %

** = Não significativo.

4.4.6.- Análise de Componentes Principais

Aplicando a análise de componentes principais, foi encontrado que o componente principal 1 (PRIN 1) explica mais de 80 % da informação obtida com os dados, enquanto o componente principal 2 (PRIN 2) explica aproximadamente 11 % (QUADRO 28).

Como componente principal 1, explica uma porcentagem bastante alta de informação obtida com os dados, podemos dizer que os atributos qualidade geral e sabor que apresentam maior peso no autovetor correspondente ao PRIN 1 são os atributos de maior importância para as características sensoriais como um todo (QUADRO 29).

A FIGURA 08, visualiza a disposição das amostras entre os componentes principais 1 e 2. A descrição de cada amostra apresenta-se no QUADRO 30.

QUADRO 28 - PROPORÇÃO DOS COMPONENTES PRINCIPAIS REFERENTES
AOS ATRIBUTOS SENSORIAIS

	AUTOVALORES	PROPORÇÃO	CUMULATIVO
PRIN 1	3.25050	0.81262	0.81262
PRIN 2	0.43152	0.10788	0.92050
PRIN 3	0.20711	0.05178	0.97228
PRIN 4	0.11087	0.02772	1.00000

QUADRO 29 - PROPORÇÃO DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS PARA O COMPO-
NENTE PRINCIPAL 1 (PRIN 1)

ATRIBUTOS SENSORIAIS	PRIN 1
Qualidade Geral	0.525729
Cor	0.482383
Textura	0.464140
Sabor	0.524863

 DISPOSIÇÃO DAS AMOSTRAS ENTRE OS COMPONENTES PRINCIPAIS 1 E 2

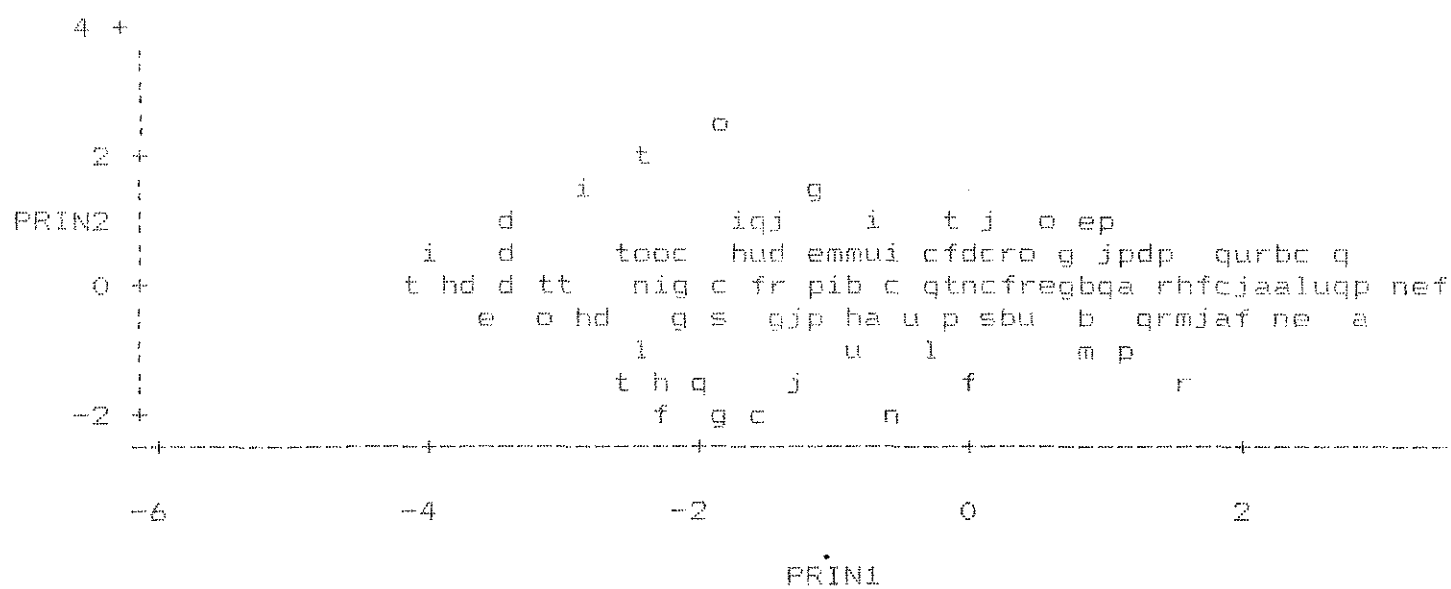


FIGURA 08

QUADRO 30 - DESCRIÇÃO DE CADA AMOSTRA NO GRÁFICO DO COMPONENTE PRINCIPAL 1 (PRIN 1) E COMPONENTE PRINCIPAL 2 (PRIN 2)

AMOSTRA	LOTE / TEMPO	DESCRIÇÃO
a	I / 1	40 °C x 20 min.(lavada)
b	II / 1	40 °C x 40 min.(lavada)
c	III / 1	50 °C x 20 min.(lavada)
d	IV / 1	50 °C x 40 min.(lavada)
e	V / 1	Testemunha (lavada)
f	VI / 1	40 °C x 20 min.(sem lavar)
g	VII / 1	40 °C x 40 min.(sem lavar)
h	VIII / 1	50 °C x 20 min.(sem lavar)
i	IX / 1	50 °C x 40 min.(sem lavar)
j	X / 1	Testemunha (sem lavar)
l	I / 2	40 °C x 20 min.(lavada)
m	II / 2	40 °C x 40 min.(lavada)
n	III / 2	50 °C x 20 min.(lavada)
o	IV / 2	50 °C x 40 min.(lavada)
p	V / 2	Testemunha (lavada)
q	VI / 2	40 °C x 20 min.(sem lavar)
r	VII / 2	40 °C x 40 min.(sem lavar)
s	VIII / 2	50 °C x 20 min.(sem lavar)
t	IX / 2	50 °C x 40 min.(sem lavar)
u	X / 2	Testemunha (sem lavar)

Ao aumentar valores do PRIN 1 significa que as amostras tem os maiores valores dos 4 atributos sensoriais (qualidade geral, cor, textura e sabor). Podemos observar que a amostra " a " (40 °C por 20 min, lavadas e retiradas após 2 meses do início do armazenamento) apresenta valores maiores a respeito da qualidade geral, cor, textura e sabor, em comparação com as amostra " t " e " d " , que se deslocam mais para o lado esquerdo do gráfico.

O QUADRO 31, mostra que entre os atributos sensoriais, cor, textura e sabor embora apresentem coeficientes de correlação altos e razoavelmente próximos, o que mais se correlacionou com a qualidade geral foi o sabor, que apresentou o maior coeficiente de correlação ($r = 0,8885$), por outro lado as medidas de textura foram as que apresentaram menor coeficiente em relação aos outros atributos sensoriais, sendo que o coeficiente de correlação mais baixo foi encontrado entre a textura e a cor ($r = 0,5736$).

Em resumo, a análise dos componentes principais mostrou que a qualidade geral e o sabor foram os atributos mais importantes para avaliar a qualidade das pré-fritas congeladas.

QUADRO 31 - MATRIZ DE CORRELAÇÃO ENTRE OS ATRIBUTOS SENSORIAIS

	Qualidade Geral	Cor	Textura	Sabor
Qualidade Geral	1.0000	0.7744	0.7396	0.8885
Cor	0.7744	1.0000	0.5736	0.7855
Textura	0.7396	0.5736	1.0000	0.7222
Sabor	0.8885	0.7855	0.7222	1.0000

4.4.7. Considerações Gerais

No QUADRO 32, observamos que para a qualidade geral, cor, textura e sabor, aquelas batatas pré-fritas originárias das que foram retiradas após dois meses do início do armazenamento, lavadas, tratadas com vapor à 40 °C por 20 min e armazenadas por 11 meses à -18 °C, foram as que apresentaram as médias mais altas.

Verifica-se que a menor média nos 4 atributos sensoriais foi obtida no segundo mês de armazenamento, nas

batatas tratadas a 50°C por 40 min. No aspecto qualidade geral e sabor, os resultados referem-se a batatas não lavadas; enquanto para cor e textura a batatas lavadas.

Através destas afirmações podemos ratificar que as melhores médias para os atributos sensoriais foram obtidas a partir das batatas provenientes do lote I, em contraste com as originárias do lote IX, ambas retiradas após dois meses de início do armazenamento.

Aos quatro meses os tratamentos à 40 °C por 20 min, continuam sendo os melhores, embora a análise estatística mostre por pequena margem, uma diferença entre esses dois tempos, sendo que as médias das notas atribuídas pelos provadores situam-se dentro dos critérios tidos como "bom" para a avaliação dos atributos sensoriais (ver QUADRO 33).

QUADRO 32 - VALORES DAS MÉDIAS (MAIOR E MENOR) DA INTERAÇÃO
 TEMPO DE ARMAZENAMENTO, LAVAGEM, TEMPERATURA E
 TEMPO DE APLICAÇÃO DE VAPOR (TA x LAV x TAV x
 TV), PARA CADA ATRIBUTO SENSORIAL

M É D I A S		
ATRIBUTO SENSORIAL	MAIOR	MENOR
QUALIDADE GERAL	6.65	1.59
TRATAMENTO	1:1:1:2	1:2:2:3
=====		
COR	6.86	2.12
TRATAMENTO	1:1:1:2	1:1:2:3
=====		
TEXTURA	6.93	3.76
TRATAMENTO	1:1:1:2	1:1:2:3
=====		
SABOR	7.24	2.07
TRATAMENTO	1:1:1:2	1:2:2:3

Tratamentos:

- 1:1:1:2 -> retiradas após 2 meses do início do armazenamento, lavadas, 40 °C x 20 min. (lote I)
 1:1:2:3 -> retiradas após 2 meses do início do armazenamento, lavadas, 50 °C x 40 min. (lote IV)
 1:2:2:3 -> retiradas após 2 meses do início do armazenamento, sem lavar, 50 °C x 40 min. (lote IX)

QUADRO 33 - CRITÉRIOS PARA AS AVALIAÇÕES DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS NA BATATA FRITA SEGUNDO A
MÉDIA OBTIDA, NA INTERAÇÃO TA x LAV x TAV x TV .

ATRIBUTO SENSORIAL	MÉDIA	VALOR	CRITÉRIOS
QUALIDADE GERAL	MAIOR	6.65	Critérios pessoais dos provadores
	MENOR	1.59	Critérios pessoais dos provadores
C O R	MAIOR	6.86	Uniforme, amarela-amarronzada
	MENOR	2.12	Vítrea, parcialmente manchada de escuro
TEXTURA	MAIOR	6.93	Ligeiramente dura e menos uniforme, mas ainda atraente
	MENOR	3.76	Quase sem crosta, ligeiramente ligeiramente consistente
S A B O R	MAIOR	7.24	Típico - sem sabor estranho
	MENOR	2.07	Desagradável estranho - velho ou mofado

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos na presente pesquisa, concluimos:

- O processo de lavagem favoreceu a presença de brotos durante o armazenamento.
- A aplicação de vapor demonstrou ser um tratamento não químico eficaz no controle do brotamento, nas batatas que não foram lavadas.
- A lavagem e aplicação de vapor, não alteraram a coloração típica das batatas.
- Em geral os tratamentos de lavagem e tratamentos de vapor não influenciaram na perda de peso dos tubérculos.
- As batatas submetidas à 50 °C por 40 min., lavadas ou não, apresentaram os maiores teores de açúcares. De uma maneira geral pode-se dizer que os menores teores de açúcares reductores foram encontradas nos lotes submetidos

à 40 °C por 20 min. (lavadas ou sem lavar) e testemunhas (lavadas e sem lavar).

-
- Sob o ponto de vista da análise sensorial, as melhores batatas foram as lavadas e tratadas à 40 °C por 20 min. . O pior tratamento foi aquele com batatas não lavadas tratadas à 50 °C por 40 minutos, não diferenciando-se muito das lavadas tratadas da mesma forma.

 - Levando-se em consideração todos os fatores estudados, podemos recomendar, com base neste trabalho, que os tubérculos da variedade " Bintje ", sejam curadas, lavadas, submetidas ao tratamento de vapor à 40 °C por 20 min. e armazenadas à 10 °C por até 4 meses.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- AMARAL, J.D. A conservação da batata. Lisboa, Livraria Sá Da Costa, 1955. 396 p. (Coleção de livros agrícolas "a terra e o homem", 29)
- 2.- A.O.A.C.. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 11 ed. Washington, 1970. 1015 p.
- 3.- BALDINI, V.L.S. Conceito geral sobre alcalóides. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 17(1): 1-14, 1980.
- 4.- BEUKEMA, H.P. & VAN DER ZAAG, D.E. Potato improvement: some factors and facts. Wageningen, International Agricultural Center, 1979. 224 p.
- 5.- BLEINROTH, E.W. & HANSEN, H.A. Construção de frigorífico para batatas. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 33: 57-65, 1973.
- 6.- BOOCK, D.J. Conservação da batatinha "Solanum tuberosum L.". In: SEMINÁRIO NACIONAL DE ARMAZENAGEM, 2., Brasília, 1977. Anais. Brasília, CIBRAZEM, 1977. v. 3, p. 261-9.
- 7.- BOOTH, R.H. & SHAW, R.L. Principles of potato storage. Lima, International Potato Center, 1981. 105 p.
- 8.- BRASIL, MINISTÉRIO DE AGRICULTURA. Portaria N. 307 de 27 de maio de 1977, especificações para a padronização, classificação e comercialização interna da batata Solanum tuberosum L. 5 p. (Mimeografado)
- 9.- BURTON, W.C. The effect of oxygen concentration upon sprout growth on the potato tuber. Eur. Potato J., Wageningen, 11: 249-65, 1968.
- 10.- CARDOSO, M.R. Colheita e armazenamento de batata. Inf. Agropec., Belo Horizonte, Z(76): 62-5, 1981.

- 11.- CARVALHO, R.; TRAVAGLINI, D.; MATSURA, F.; CABRAL, A. & MORI, E. Comportamento das variedades Bintje e Radosa na obtenção de flocos de batatinha e fritas do tipo "chips". R. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 54: 135-52, 1977.
- 12.- CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP), Lima. Principales enfermedades, nematodos e insectos de la papa. Lima, 1983. 95 p.
- 13.- COCHRAN, W.G. & COX, G.M. Experimental designs. 2.ed. New York, John Wiley and Sons, 1957. 611 p.
- 14.- CROSBY, M. Vocabulario de enfermedades y plagas de la papa. Lima, 1987. 22 p.
- 15.- DOREYAPPA, G. & KRISHNAPPA, K.S. Effect of pre-harvest foliar spray of maleic hidrazide on storage behaviour of potato stored at room temperature. J. Indian Potato Assoc. Shimla. 13(3/4): 63-72, 1986.
- 16.- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). Almacenamiento de papas. Santiago de Chile, Programa Regional de Abastecimiento de Alimentos y Desarrollo Agroindustrial, 1979. 13 p.
- 17.- GARCIA, J. M.; BLEINROTH, E.; SABBAGH, N. & SHIROSE, I. Conservação das variedades de batatinha mais comercializadas no Brasil. Col. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, Z: 417-37, 1976.
- 18.- GRIGG, G.T. & CHASE, R.W. The effect of washing potatoes with wash solutions containing chlorine. Am. Pot. J., Orono, 44(12): 425-8, 1967.
- 19.- JADHAV, S.J.; SALUNKHE, D.K.; WYSE, R.E.; DALVI, R.R. Solanum alkaloids: Biosynthesis and inhibition by chemicals. J. Food Sci., Chicago, 38(3): 453-455, 1973.
- 20.- 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.
- 21.- LEACH, S.S. Quality of stored potatoes improved by chemical treatment. Am. Pot. J., Orono, 55: 155-9, 1978.

- 22.- MALEIC hydrazide for the control of sprouting in store. In: Annual Review: Sutton Bridge Experimental Station. Oxford, Potato Marketing Board, may 1988. 31-34 p.
- 23.- MAZZA, G. Correlations between quality parameters of potatoes during growth and long storage. Am. Potato J., Drono, 60(3): 145-59, 1983.
-
- 24.- McRAE, D.C. & FLEMING, J. Potato damage: where it occurs and how to avoid it. London, Potato Marketing Board, s.d. 31 p.
- 25.- MONDY, N.I.; TYMIAK, A.; CHANDRA, S. Inhibition of glycoalkaloid formation in potato tubers by the sprout inhibitor maleic hydrazide. J. Food Sci., Chicago, 43: 1033-35, 1978.
- 26.- MUNARES, M. Estudio del aceite esencial de la Muna (*Mintostachis mollis*) en almacenaje de papa como inhibidor de brotamiento y microorganismos. Lima, 1983. 120 p. (tesis de Ingeniero-Facultad de Ingenieria de Alimentos. UNA).
- 27.- NETHERLANDS. Ministry of Agriculture & Fisheries. The Dutch potato scene. Netherlands, 1987. 16 p.
- 28.- ORMACHEA, E.C. Usos tradicionales de la Muna (*Mintostachys* spp. Labiatae) en aspectos fitosanitarios de Cuzco y Puno. Rev. Per. Ent., Lima, 22(1): 67-70, 1979.
- 29.- PASCHOALINO, J.E.; FERREIRA, V. & POMPEU, R. Aptidão das variedades de batatinha Bintje e Radosa para processamento de fritas à francesa e congeladas e pure congelado. Colet. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 6(2): 431-44, 1975.
- 30.- -----; MIYA, E.E.; SHIROSE, I. Influência das condições de congelamento sobre as características organolépticas de batatinha à francesa, semifrita e congelada. B. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 53: 129-39, set./out. 1977.
- 31.- -----; 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. Colet. Inst. Tecnol. Alim., Campinas, 13: 33-57, 1983.

- 32.- PATIL, B.C.; SALUNKHE, D.K.; SING, B. Metabolism of solanine and chlorophyll in potato tubers as affected by light and specific chemicals. J. Food Sci., Chicago, 36(3): 474-76, 1971.
- 33.- PETERSON, C.L.; WYSE, R.; NEUBER, H. Evaluation of respiration as a tool in predicting internal quality and storability of potatoes. Am. Potato J., Orono, 58: 245-56, 1981.
- 34.- PONNAMPALAM, R. & MONDY, N. Effect of sprout inhibitor isopropyl N-(3-chlorophenyl)carbamate (CIPC) on phenolic and ascorbic acid content of potatoes. J. Agric. Food Chem. Washington. 34: 262-263, 1986.
- 35.- PRESSEY, R. Role of invertase in the accumulation of sugars in cold-stored potatoes. Am. Potato J. Orono, 46: 291-97, 1969.
- 36.- ----- Changes in sucrose synthetase and sucrose phosphate synthetase activities during storage of potatoes. Am. Potato J., Orono, 47: 245-51, 1970.
- 37.- RAMA, M.V. & NARASIMHAN, P. Sprout suppression of potatoes (Solanum tuberosum L.) by vapour heat treatment. J. Food Sci. Technol., Mysore, 22: 213-14, 1985.
- 38.- ----- Heat treatments for the control of sprouting of potatoes during storage. Ann. Appl. Biol. Warwick. 108: 597-603, 1986.
- 39.- ----- Comparative efficacies of chemical sprout inhibitors and vapour heat treatments on the control of sprouting in stored potatoes. J. Food Sci. Technol. Mysore. 24: 40-2, 1987.
- 40.- RASTOVSKI, A.; BUITELAAR, N.; VAN ES, A.; DE HAAN, P.; HARTMANS, K. & MEIJERS, C. Storage of potatoes: post-harvest, behaviour, store design, storage practice, handling. Wageningen, Center for Agricultural Publishing and Documentation, 1981. 462 P.
- 41.- REGINA, S.M. Lavar batatas é jogar dinheiro pelo ralo. Guia Rural Abril, Anuário. São Paulo, : 259, 1988.

- 42.- RODRIGUEZ, N.S.S. Avaliação tecnológica e sensorial de novos genótipos de batata (*Solanum tuberosum* L.) para industrialização na forma de pré-fritas congeladas. Campinas, 1990. 177 p. Tese (Mestre em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas.
-
- 43.- SAMOTUS, B. Storage of potato tuber under water, preliminary investigations. Potato Res., Wageningen, 14: 145-49, 1971.
-
- 44.- SCHIPPERS, P.A. The influence of curing conditions on weight loss of potatoes during storage. Am. Potato J., Orono, 48: 278-86, 1971.
- 45.- SHAW, R.L. & BOOTH. Introduction to potato storage. Lima, International Potato Center, 1985. 10 p.
- 46.- SOLA, M. Fisiología de la papa en almacenamiento. Lima, Centro Internacional de la Papa, 1978. 11 p.
- 47.- SPARKS, W.C. & SUMMERS, L.V. Potato weight losses, quality changes and cost relationships during storage. Idaho Agricultural Experimental Station Bulletin, Idaho, (535), jan. 1974. 14 p.
- 48.- ----- Storage chemicals. Update on sprout inhibitors rot preventors. SPUDMAN, voice of the potato industry. Monterrey. 16(6): 10-1 e 29, 1978.
- 49.- ----- Potato storage quality as influenced by rate of ventilation. Am. Potato J., Orono, 57: 67-73, 1980.
- 50.- SWAN, J.D. Storing washed potatoes. Am. Pot. J. Orono, 33(9): 281-4, 1956.
- 51.- TIMM, H.; HUGHES, D.L.; WEAVER, M.L. Effect of exposure time of ethylene on potato sprout development. Am. Potato J., Orono, 63: 655-64, 1986.
- 52.- 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 J., Orono, 60(12): 933-37, 1983.
- 53.- UY, W.T. & LIZADA, M.C.C. Storage of potatoes treated with an emulsifiable coating. Postharvest Res. Notes Philippines, 1(1): 20-22, 1984.

- 54.- WAGGONER, P.E. Washing muddy potatoes. Am. Potato J., Orono, 33(9): 269-70, 1956.
- 55.- WU, M.T. & SALUNKHE, D.K. Inhibition of chlorophyll and solanine formation and sprouting of potato tubers by oil dipping. J. Am. Soc. Hort. Sci., Virginia, 97(5): 614-16, 1972a.
- 56.- ----- Control of chlorophyll and solanine syntheses and sprouting of potato tubers by hot paraffin wax. J. Food Sci., Chicago, 37: 629-30, 1972b.
- 57.- ----- Inhibition of wound induced glycoalkaloid formation in potato tubers (Solanum tuberosum L.) by isopropyl - N - (3 - chlorophenyl)- carbamate. J. Food Sci., Chicago, 42(3): 622-24, 1977a.
- 58.- ----- Influence of temporary anoxia by submerging in water on light-induced greening and glycoalkaloid formation of potato tubers. J. Food Biochemistry, Connecticut. 1(3): 275-84, 1977b.

7. ABSTRACT

The main objectives of the present work were: to determine the influence of washing and steaming on the physical and chemical characteristics of stored potatoes; to investigate the results of the processing of pre-fried frozen potatoes over their organoleptic properties.

We have worked with the " Bintje " variety of potato because this variety presents, the better conditions for to prepare pre-fried potatoes, besides being one of the most commonly cultivated in the Sao Paulo State.

The potatoes were pre-stored for fifteen days at 15 °C, with 85 - 90 % relative humidity (curing). They were washed with tap water (provenient from the public supplying service), until they were totally free from soil vestiges. After that, the potatoes were steamed at 40 °C and 50 °C for 20 and 40 minutes, inside a chamber specially adapted for that. Then, they were stored at 10 °C, at relative humidity similar to that used in curing process.

The influence of the treatments described above were determined by assessing the presence of sprouts, the color of the peel, the weight loss and the grade of reducing sugars in the potatoes. After all, potatoes were fried and then they had their general quality, color, texture and taste evaluated by a team of trained tasters.

The color and the presence of sprouts were assessed visually. The grade of reducing sugars and the weight loss were statistically analysed. Data were normalized to facilitate the analysis. Variance analysis, analysis of main components and correlation study were also applied to determine the influence of washing and steaming over the sensorial attributes of the potatoes.

Washed potatoes presented more sprouts than did non-washed ones; besides the steaming has reinforced the inactivity of the sprouts. The color of the potatoes remained the same (typical color of the cultivate) after being stored for seven months. The statistical analysis of weight losses showed no significant difference at the 1 % level, between the two treatments in that the potatoes have been processed, until the end of the fourth month of storing. The highest grades of reducing sugars have been found in potatoes that were steamed at 50 °C for 40 minutes time, it

doesn't matter if they were washed or not. Pre-fried frozen potatoes that had been submitted to 40 °C for 20 minutes presented the highest mean values concerning to sensorial attributes: general quality, color, texture and flavour.
