

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA
PROCESSAMENTO DE TUBÉRCULOS NÃO
COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA**

TESE DE DOUTORADO

Marlene Terezinha Lovatto

Santa Maria, RS, Brasil

2010

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA
PROCESSAMENTO DE TUBÉRCULOS NÃO
COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA**

por

Marlene Terezinha Lovatto

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia,
Área de Concentração em Produção Vegetal, Universidade Federal de Santa
Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutora em Agronomia.

Orientador: Dilson Antônio Bisognin, PhD.

Santa Maria, RS, Brasil

2010

Lovatto, Marlene Terezinha, 1959-

L896d

Desenvolvimento de tecnologias para processamento de tubérculos não comercializáveis de batata / Marlene Terezinha Lovatto. - 2010.

132 f. ; il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2010.

“Orientador: Prof. Dilson Antônio Bisognin”

1. Agronomia 2. Solanum tuberosum L. 3. Desidratação 4. Conservas 5. Agregação de valor 5. Produtos inovadores I. Bisognin, Dilson Antônio II. Título

CDU: 633.491

Ficha catalográfica elaborada por
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Agronomia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
Aprova a Tese de Doutorado

**DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA PROCESSAMENTO
DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA**

elaborada por
Marlene Terezinha Lovatto

Como requisito parcial para obtenção do grau de
Doutora em Agronomia

Comissão Examinadora

Dilson Antônio Bisognin, PhD. (UFSM)
Presidente/Orientador

Francisco Vilaró, PhD. (INIA Uruguay)

Arione da Silva Pereira, PhD. (EMBRAPA – Clima temperado)

Rogério Luiz Backes Dr. (EPAGRI)

Claudia das Neves Costa, Dra (UFSM)

Santa Maria, 10 de junho de 2010.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que carinhosamente contribuíram para a minha realização.

Agradeço de forma especial:

À Deus, pela constante luz em meus caminhos.

À minha família, pela compreensão e estímulo em todas as etapas desta aprendizagem, ao Valmir e o Lorenzo, grandes motivadores desta conquista.

Ao Professor Dilson Antônio Bisognin, pela orientação, confiança, incentivo e amizade, pelo exemplo de simplicidade, sabedoria e grandeza de alma, meu agradecimento especial.

Aos Professores do Comitê de Orientação e do Programa de Pós-Graduação em Agronomia e Ciência e Tecnologia de Alimentos, pelos ensinamentos.

A Prof^a. Rosa de Oliveira Treptow e a equipe do Laboratório de Análise Sensorial do Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado da Embrapa, Pelotas, RS.

Ao professor Lindolfo Storck pela valiosa colaboração.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação em Agronomia pela amizade, estímulo e colaboração.

A equipe do Programa de Genética e Melhoramento de Batata pela atenção e contribuição na realização dos experimentos, pelo companheirismo e pela especial amizade.

**“Não existe nada no produto
que antes não tenha estado no processo.”**

Saturnino de la Torre

RESUMO

Tese de Doutorado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIAS PARA PROCESSAMENTO DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA

AUTORA: MARLENE TEREZINHA LOVATTO
ORIENTADOR: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN
Santa Maria, 10 de Junho de 2010.

A batata é um alimento básico, rico em carboidratos, proteínas e vitaminas, e é mundialmente consumida numa multiplicidade de preparações culinárias. A produção brasileira de batata atende ao mercado interno, havendo disponibilidade de tubérculos durante todo o ano, favorecendo o processo de industrialização. Ao mesmo tempo em que o processamento é uma possibilidade de agregar valor aos tubérculos de batata, pode aumentar a oferta e o consumo de produtos inovadores. O objetivo deste trabalho foi desenvolver tecnologias para o processamento de tubérculos não comercializáveis de batata, visando agregar valor aos produtos. Os resultados deste trabalho indicam que a aplicação das tecnologias processamento mínimo, de desidratados e conservas possibilita a utilização de tubérculos não comercializáveis de batata, para gerar produtos inovadores. Produtos minimamente processados têm boa aceitação até o quinto dia de armazenamento. A desidratação possibilita aumentar a vida de prateleira e a praticidade de preparação de vários produtos e agregar valor aos tubérculos. Tubérculos pequenos de batata podem ser utilizados para a produção de conservas, de elevada aceitabilidade e qualidade, principalmente em relação ao sabor, ao aroma e a textura.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., minimamente processados, desidratados, conservas, agregação de valor, produtos inovadores.

ABSTRACT

Doctoral Dissertation
Graduate Program of Agronomy
Universidade Federal de Santa Maria

DEVELOPMENT OF TECNOLOGIES FOR PROCESSING OF NON-COMMERCIAL TUBERS OF POTATO

AUTHOR: MARLENE TEREZINHA LOVATTO
ADVISOR: DILSON ANTÔNIO BISOGNIN
Santa Maria, June 10th, 2010.

The potato is a basic and rich food in carbohydrates, proteins and vitamins. It is world-wide consumed in a multiplicity of dish preparations. The Brazilian potato production is usually for the domestic market. Tubers are harvested year around, which is favorable to the industrialization process. Processing is a possibility to add value to potato tubers, to increase the availability and the consumption of innovative products. The objective of this work was to develop processing technologies for non-commercial tubers, aiming to add value to the products. The results of this work indicated that the application of minimum processing, dehydration and pickle technologies make possible to use non-commercial potato tubers to generate innovative products. Minimum processing products have good acceptance until the fifth day of storage. The dehydration makes possible to increase the shelf life, to reduce the food-preparation time, and to add value to the tubers. Small potato tubers can be used for pickle preparations to increase acceptability and quality, mainly in flavor, aroma and texture.

Key words: *Solanum tuberosum* L., minimum processing, dehydrated, pickles, add value, innovator products.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fluxograma geral para o processamento de tubérculos de batata.....	25
FIGURA 2 – Fluxograma geral para elaboração de batatas minimamente processadas.	39
FIGURA 3 – Fluxograma geral para a elaboração de batatas desidratada.	50
FIGURA 4 – Fluxograma geral para a elaboração de conservas de tubérculos de batata.	60
FIGURA 5 – Aspecto geral de tubérculos submetidos aos tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias (A = controle, B = metabissulfito de sódio a 0,1%, C = metabissulfito de sódio a 0,2% D = metabissulfito de sódio a 0,1% + ácido Ascórbico 1%, E = branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% e F = branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% com vácuo). Santa Maria, RS, 2010.	77
FIGURA 6 – Mistura de tubérculos das cultivares Asterix e Macaca utilizada para a elaboração de produtos minimamente processados de batata (A = matéria-prima, B = tubérculos descascados, e C = tubérculos aparados). Santa Maria, RS, 2010.	78
FIGURA 7 – Cubos de batata da cultivar Asterix desidratados a 60°C (A = controle; B = branqueamento, C = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,05%; D = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,1%, e E = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,2%). Santa Maria, RS, 2010.	96
FIGURA 8 – Cubos de batata da cultivar Macaca desidratados a 60°C (A = controle; B = branqueamento, C = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,05%; D = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,1%, e E = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,2%). Santa Maria, RS, 2010.	97

FIGURA 9 – Cubos de batata da cultivar Ágata desidratados a 60°C (A = controle; B = branqueamento, C = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,05%; D = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,1%, e E = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,2%). Santa Maria, RS, 2010. 98

FIGURA 10 – Conserva de tubérculos de batata condimentada com mostarda + cardamomo. Santa Maria, RS, 2010. 108

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – pH dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	70
TABELA 2 – Acidez titulável ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	71
TABELA 3 – Percentagem de umidade dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenadas a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	71
TABELA 4 – Cor medida pelas coordenadas $L^*a^*b^*$ dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo na média das quatro avaliações durante o armazenamento a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	72
TABELA 5 – Teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$) dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	73
TABELA 6 – Contagem total, coliformes e psicrotróficos (UFC g^{-1}) dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	74
TABELA 7 – Notas para tamanho, formato, defeitos, cor e qualidade geral de tubérculos submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	76

TABELA 8 – Notas para sabor característico e estranho e gosto amargo de tubérculos de batatas submetidos a tratamentos de processamento mínimo, armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias e submetidos ao cozimento. Santa Maria, RS, 2010.	80
TABELA 9 – Dureza na primeira mordida, cremosidade durante a mastigação e umidade de tubérculos de batatas submetidos a diferentes tratamentos de processamento mínimo, armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias e submetidos ao cozimento. Santa Maria, RS, 2010.	82
TABELA 10 – Notas de intenção de compra dos tubérculos de batatas submetidos a diferentes tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.	83
TABELA 11 – Teor de massa seca (%) em cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata antes da desidratação. Santa Maria, RS, 2010.	91
TABELA 12 – Velocidade de desidratação (g h^{-1}) de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.	92
TABELA 13 – Umidade residual (%) de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.	92
TABELA 14 – Atividade de água (a_w) de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.	93
TABELA 15 – Teor residual de SO_2 (mg kg^{-1}) em cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.	94
TABELA 16 – Cor, medida pelas coordenadas $L^*a^*b^*$, em cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.	95
TABELA 17 – Número mais provável de coliformes termotolerantes (45°C) e coliformes totais (35°C) por grama de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.	99
TABELA 18 – Tempo de hidratação (min.), razão de reidratação, tempo de cocção (min.) e razão de reidratação após a cocção de cubos de batata submetidos ou não ao branqueamento das cultivares Asterix, Macaca e Ágata e desidratados a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.	101

TABELA 19 – Avaliação da preferência da condimentação em conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.	107
TABELA 20 – Avaliação das sensações aroma, sabor e textura em conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.	107
TABELA 21 – Avaliação do atributo aparência do produto em conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.	108
TABELA 22 – Razões pelas quais os avaliadores comprariam o produto conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.	109

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Escala de cor CIE $L^*a^*b^*$ (<i>Commission Internationale de l'Eclairage</i>) L^* corresponde a luminância e varia de 0 (preto) a 100 (branco), o eixo a^* varia de verde (negativo) a vermelho (positivo) e o eixo b^* varia de azul (negativo) a amarelo (positivo) passando pelo centro do eixo onde o valor zero.	129
ANEXO B – Ficha de instruções para avaliação sensorial de batatas.	130
ANEXO C – Ficha de avaliação sensorial de batatas minimamente processadas.	131

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	21
2.1 Importância e utilização da batata.....	21
2.2 Processamento de tubérculos de batata	23
2.2.1 Recepção e seleção da matéria-prima.....	26
2.2.2 Lavagem e sanitização.....	27
2.2.3 Descascamento e aparação	27
2.2.4 Enxágue	29
2.2.5 Corte	29
2.2.6 Centrifugação.....	30
2.2.7 Controle de processos metabólicos.....	30
2.2.8 Controle microbiano	33
2.3 Aplicação de tecnologia para o processamento mínimo de batatas	34
2.3.1 Escolha da matéria-prima	39
2.3.2 Tratamentos para a manutenção da qualidade.....	41
2.3.2.1. Tratamento físico – branqueamento	41
2.3.2.2 Tratamento químico – sulfitos e ácidos.....	43
2.3.3. Acondicionamento e armazenamento.....	46
2.3.4 Análises de qualidade	46
2.3.4.1 Teor de vitamina C	47
2.3.4.2 Qualidade sensorial.....	48
2.4 Aplicação de tecnologia para a desidratação de tubérculos batata	50
2.4.1 Branqueamento.....	51
2.4.2 Desidratação	53
2.4.3 Análises de qualidade	55
2.4.3.1 Capacidade de reidratação	55
2.4.3.2 Atividade de água (a_w).....	56
2.4.3.3 Residual SO_2	58

2.5 Aplicação de tecnologias para a produção de conservas de batatas	59
2.5.1 Escolha da matéria-prima	60
2.5.2 Branqueamento ou pré-cozimento.....	61
2.5.3 Enchimento das embalagens.....	61
2.5.4 Exaustão e fechamento	62
2.5.5 Tratamento térmico e resfriamento.....	62
2.5.6 Rotulagem e armazenamento	63
3 CAPÍTULO I.....	64
PROCESSAMENTO MÍNIMO DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA	64
3.1 Introdução	64
3.2 Material e métodos	66
3.3 Resultados e discussão.....	70
3.4 Conclusões	84
4 CAPÍTULO II.....	85
PRODUÇÃO DE DESIDRATADOS A PARTIR DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA.....	85
4.1 Introdução	85
4.2 Material e métodos	88
4.3 Resultados e discussão.....	90
4.4 Conclusões	102
5 CAPÍTULO III.....	103
PRODUÇÃO DE CONSERVAS A PARTIR DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA.....	103
5.1 Introdução	103
5.2 Material e métodos	105
5.3 Resultados e discussão.....	107
5.4 Conclusões	109
6 DISCUSSÃO GERAL.....	110
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
BIBLIOGRAFIA.....	113
ANEXOS	128
ANEXO A – Escala de cor CIE $L^*a^*b^*$	129
ANEXO B – Ficha de instrução para avaliação sensorial de batatas.....	130
ANEXO C – Ficha de avaliação sensorial de batatas minimamente processadas.....	131

APRESENTAÇÃO

O Núcleo de Pesquisa em Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas tem como objetivo disponibilizar condições adequadas de estrutura física e de equipamentos para o desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e inovação, para melhor qualificar os recursos humanos. Para isso, conta com laboratórios, casas de vegetação, telados, casas de sombra e equipamentos que dão suporte aos Programas de Genética e Melhoramento de Plantas e de Propagação Vegetativa de Plantas.

O Programa de Genética e Melhoramento da Batata do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria tem como objetivo geral desenvolver novas cultivares de batata altamente adaptadas as condições edafocológicas do Brasil e com níveis mínimos de caracteres para atender as necessidades dos produtores e consumidores da região sul do Brasil. No Programa atuam docentes e estudantes de graduação e pós-graduação que, desde março de 2002, realizaram mais de 50 publicações e produziram, até o momento, 34 teses e dissertações. Essas publicações podem ser acessadas em www.ufsm.br/batata.

Pesquisas para quantificar a qualidade industrial poderão ser realizadas e auxiliarão na escolha dos clones superiores com potencial como novas cultivares de batata. Como um Programa de instituição de ensino, as pesquisas podem servir também para a orientação de alunos de graduação e pós-graduação em Genética e Melhoramento de Batata. Assim, um novo tema de pesquisa em pós-colheita de batata foi iniciado no Programa e servirá de base para futuras investigações.

Considerando que a batata é um ingrediente fundamental na produção de numerosas preparações culinárias, devido ao seu alto valor nutricional, e que a produção de alimentos é uma questão de segurança, o despertar da consciência para o uso racional de todos os recursos naturais não renováveis e o máximo aproveitamento dos alimentos produzidos, são responsabilidades de toda a população. Além disso, a batata apresenta grande versatilidade, que pode participar da composição de sofisticados pratos elaborados pela cozinha tecnoemocional até simplesmente sofrer uma rápida cocção no vapor e está pronta para ser consumida. Essa versatilidade de formas de preparo e consumo sugere que diferentes tipos, formatos e qualidades intrínsecas dos tubérculos podem ser utilizados para minimizar as

perdas, agregar valor e desenvolver produtos até então não disponíveis no mercado brasileiro, beneficiando os produtores e consumidores de todos os níveis sociais.

Com a aplicação de tecnologias não muito sofisticadas e passíveis de serem utilizadas em pequenas agroindústrias regionais, tubérculos não comercializáveis de batata podem originar diferentes produtos de fácil preparo ou prontos para o consumo. As tecnologias estudadas neste trabalho possibilitam a utilização de praticamente todos os tubérculos produzidos de batata. Como a tuberização é contínua e o ciclo de desenvolvimento das plantas nas condições do Rio Grande do Sul não é suficiente para que todos os tubérculos atinjam a maturidade, muitos tubérculos são rejeitados pelo consumidor, devido principalmente ao tamanho. Tubérculos pequenos apresentam baixos teores de amido e matéria-seca, que é desejável para a produção de conservas. Com o crescimento, os tubérculos acumulam amido e aumentam o teor de massa seca, características desejáveis para a maioria dos produtos industrializados de batata, incluído o processamento mínimo e a desidratação. Portanto, existe disponibilidade de tubérculos com qualidade para processamentos não tradicionais, que agregam valor e aumentam a sustentabilidade da produção de alimentos e da cadeia produtiva da batata de pequenos e médios produtores.

Enfim, enquanto são discutidas novas tecnologias para geração de energia, toneladas de alimentos são descartadas ou tem preços marginalizados, por falta de aplicação de tecnologias simples e conhecidas. As tecnologias desenvolvidas neste trabalho podem ser aplicadas em pequenas agroindústrias regionais, próximo das áreas produtoras dos tubérculos, para gerar renda extra, agregar valor e viabilizar a produção de batata em pequenas áreas. Os novos produtos são de alta qualidade, de fácil preparo e com longa vida de prateleira, podendo garantir a segurança alimentar e ajudar a minimizar a fome e a pobreza. Neste ínterim, o momento mais nobre do ser humano é quando está para consumir um alimento, cujo papel social torna iguais os desiguais.

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma planta da família Solanaceae, com diversidade genética que permite seu cultivo numa ampla variação de tipos de solo e clima, desde 55 graus de latitude sul até mais de 65 graus de latitude norte (HIJMANS, 2001). Os tubérculos produzidos são destinados principalmente ao consumo humano, sendo considerada uma importante fonte de carboidratos e vitaminas, comercializada em todos os continentes, e comercializada principalmente *in natura*. No Brasil, o consumo *per capita* varia de 10 a 15 kg por ano, enquanto que nos países europeus e do hemisfério norte, o consumo chega a mais de 100 kg por ano. O processamento de batata no Brasil é uma atividade pouco difundida, atingindo cerca de 5% do volume colhido, enquanto nos EUA, 70% da batata produzida é industrializada (FAOSTAT, 2010).

A batata pode ser consumida nas modalidades fria ou quente, como entradas ou pratos principais, cozida, assada, em saladas, conservas, entre outros. Entretanto, o mercado brasileiro é carente em industrializados de batata, apenas alguns produtos são ofertados, deixando uma grande oportunidade de mercado que pode ser explorada para aumentar e incentivar o consumo de batata brasileira. A produção brasileira de batata atende ao mercado interno, havendo disponibilidade de tubérculos para a indústria durante todo o ano, favorecendo o processo de industrialização. Ao mesmo tempo em que o processamento é uma possibilidade de agregar valor aos tubérculos de batata, pode aumentar a oferta e o consumo de produtos e, ainda, pode viabilizar a cadeia produtiva da batata, principalmente para pequenos e médios produtores.

Nos próximos 20 anos a população mundial aumentará em média 100 milhões de pessoas ao ano, aumentando a pressão sobre a terra e a água para a produção de alimentos. Nesse cenário, a batata, “tesouro enterrado”, é a cultura capaz de ofertar matéria-prima para suprir essas necessidades de consumo e principalmente com potencialidade para ser industrializada, dando origem a novos produtos com longa vida de prateleira e com características que aliam praticidade e economicidade ao consumidor (POTATO, 2008).

Considerando que existem tubérculos de batata com as características necessárias para os diversos tipos de processamento, com baixos teores de amido e elevados teores de substâncias pécicas para a elaboração de conservas (EIPESON; PAULUS, 1973) e, com altos teores de amido, essa diversidade de matéria-prima pode ser utilizada para aumentar a gama de produtos disponíveis no mercado. Os produtos de tubérculos de batata processados, tais como, minimamente processados, desidratados e conservas ácidas, oferecem comodidade ao consumidor, pela facilidade e agilidade no preparo e composição de pratos. A aplicação de tecnologias relativamente simples permitem ampliar a linha de produtos alimentícios, originando produtos diferenciados à base de batata, com características especiais relacionadas ao fácil preparo e à qualidade nutricional e microbiológica.

Dentre os possíveis processamentos que podem ser aplicados aos tubérculos de batata, neste estudo foram testadas três tecnologias. A tecnologia de processamento mínimo em tubérculos sem valor comercializável e constituído por mistura de cultivares, a tecnologia de desidratação em tubérculos com tamanho comercial e a tecnologia para produção de conservas ácidas de tubérculos pequenos, que não atingiram a maturidade. Essas três tecnologias foram escolhidas pela simplicidade e possibilidade de aplicação em pequenas agroindústrias locais e para demonstrar que é possível industrializar matérias-primas de diferentes qualidades, ampliar a conservação, e ofertar alimentos práticos e seguros.

O produto batata, minimamente processado, pode ser elaborado a partir de tubérculos não comercializáveis, descartados durante a lavagem e classificação antes da comercialização *in natura*. O descarte desses tubérculos ocorre devido ao tamanho (menor diâmetro inferior a 45 mm), por apresentar deformações ou formato inadequado e ser geralmente obtido como uma mistura de cultivares. No entanto, essa matéria-prima tem potencial para originar diversos produtos de alta qualidade e valor agregado. Ao contrário, o produto batata, minimamente processado, a partir de tubérculos pequenos se torna mais atrativo, pois apresenta diâmetro reduzido, o que realça a aparência do produto e valoriza o efeito estético de uma composição culinária e, ainda, oferece rapidez para a cocção, aspecto relevante para o ritmo de vida atual. O produto minimamente processado é definido como derivado de frutas ou hortaliças que tenha sofrido qualquer alteração física para o preparo, porém, deve manter as características do produto fresco (INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION - IFPA, 2009).

O produto batata, minimamente processado, é uma alternativa para aumentar o consumo de batata, é capaz de viabilizar a comercialização e o uso em redes de restaurantes onde o espaço é reduzido e a produção de lixo se torna uma dificuldade e representa economia de mão-de-obra, redução no tempo para o preparo de pratos e aumento da rotatividade no atendimento ao público. O consumo desse produto também poderia ser estendido a cozinhas de hospitais, creches, unidades militares, penitenciárias, entre outros. As batatas descascadas, e empacotadas em embalagens especiais podem ser conservadas por cinco a sete dias, quando armazenadas sob refrigeração. Essa mudança na oferta de batata pode representar um grande impacto para a indústria da batata, principalmente quando a matéria-prima possui baixo ou nenhum valor comercial e, depois de processada e tratada, se transforma num produto seguro e prático. As batatas minimamente processadas estão prontas para cozinhar e podem ser utilizadas como base para diversas preparações culinárias.

Já para a produção de batatas desidratadas, podem ser utilizados praticamente qualquer tipo de tubérculo, principalmente na forma de cubos. A desidratação ocorre pela ação do calor que vaporiza e remove a umidade dos tecidos, estando o rendimento do produto desidratado diretamente relacionado com a composição dos tubérculos, isto é, quanto mais elevado o teor de massa seca, maior o rendimento final. A eficiência do processo de desidratação em desidratadores de cabine está relacionada com a homogeneidade quanto ao formato e a composição da matéria-prima, proporcionando equilíbrio da umidade do produto final. A desidratação de tubérculos de batata proporciona a estabilidade do produto por longos períodos de estocagem, reduz consideravelmente a massa e o volume, viabilizando o transporte para longas distâncias, em situações de emergências no fornecimento de alimento, como no caso de abalos sísmicos, por exemplo, fato inviável para tubérculos *in natura*. Os produtos desidratados podem ser utilizados ou consumidos de diferentes formas, podem constituir formulações de sopas, podem ser reidratados e cozidos em poucos minutos, servir como base para a composição de variadas preparações culinárias, com o sabor e a textura característicos da batata. Ainda, os desidratados quando moídos originam a farinha de batata, com a qual, em alguns minutos, se elabora um purê apenas adicionando leite ou água quente. Os produtos desidratados de batata possuem potencialidade para serem introduzidos no cardápio da merenda escolar, ou em programas sociais de combate a fome, como uma fonte de carboidratos, proteínas e vitaminas C e B, alimentando seguramente milhões de crianças que vivem em estado de fome e miséria. Esse produto pode ser facilmente transportado, tem

vida de prateleira longa devido a sua estabilidade e pode ser armazenado na temperatura ambiente, o que é uma grande vantagem.

A produção de conservas de batata pode viabilizar a utilização de tubérculos pequenos, que não completaram a maturidade. Tubérculos imaturos apresentam tecidos celulares ricos em substâncias pécticas, que proporcionam textura adequada para a elaboração de conservas. Na cultura da batata é possível produzir tubérculos com composição especial, basta à adoção de algumas práticas de manejo, os tubérculos podem ser colhidos e industrializados com a casca, dando origem a um produto diferenciado quanto à aparência devido a cor da casca. As conservas se caracterizam pelo armazenamento de hortaliças em soluções acidificadas e tratadas pela ação do calor para garantir inocuidade e conservação do produto por longos períodos (BRASIL,1977). O produto conserva de batata pode ser consumido de diversas formas, principalmente por consumidores que culturalmente incluem esse produto em seu cardápio.

A recente valorização dos costumes e das relações sociais e a constante busca por inovações na área da gastronomia, onde os detalhes tais como a aparência, o sabor e a textura são muito valorizados, os tubérculos de batata podem, pela sua versatilidade, compor cardápios muito variados. É possível inferir que produtos de batata, originados pela aplicação de tecnologias como o processamento mínimo, a desidratação ou a conservação em soluções acidificadas, podem ser preparados e servidos de diversas formas e fazer parte de inúmeras composições culinárias, comprovando a versatilidade no consumo e no uso da batata na alimentação humana. Se forem utilizados tubérculos não comercializáveis para o seu preparo, poderão agregar valor e viabilizar a cadeia produtiva de batata de pequenos e médios produtores. Os novos produtos são de alta qualidade, de fácil preparo e com longa vida de prateleira, podendo aumentar a segurança alimentar e ajudar a minimizar a fome e a pobreza.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver tecnologias para o processamento de tubérculos não comercializáveis de batata, para agregar valor aos produtos e ampliar a oferta e os usos da batata na alimentação. Especificamente, foram desenvolvidas as tecnologias de processamento mínimo de uma mistura de tubérculos não comercializáveis por apresentarem defeitos quanto à aparência e ao tamanho, de desidratação para aumentar a conservação, facilitar o manuseio, o transporte e o armazenamento, e de conservas em solução ácida, para aproveitar, agregar valor e aumentar a conservação de tubérculos pequenos de batata.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância e utilização da batata

A batata é o alimento básico importante e popular no mundo inteiro, existindo nos Andes a mais de treze mil anos (WILLARD, 1993) e consumida pelos povos andinos a oito mil anos (POTATO, 2008). Foi levada para a Europa pelos espanhóis e se difundiu rapidamente pelo mundo, alimentando o desenvolvimento econômico e mudando a história da humanidade. Hoje, essa hortaliça é cultivada em todos os continentes, desde a planície de Yunnan na China até as terras baixas subtropicais da Índia, nas montanhas equatoriais de Java e nas estepes da Ucrânia (POTATO, 2008).

A batata é produzida em mais de 130 países, com crescimento mais expressivo nos países em desenvolvimento do que nos desenvolvidos. A Ásia e a Oceania superaram a Europa e estão despontando como os produtores mais importantes de batata em nível mundial (POTATO, 2008). O gigante da batata é a República Popular da China que produziu 72 milhões de toneladas em 2007, mais de um quinto da produção mundial, em aproximadamente cinco milhões de hectares, a superfície mais extensa do mundo (20% do total). Em 2007 foram cultivados no mundo inteiro em torno de 19,2 milhões de hectares de batata e foram colhidos 320 milhões de toneladas. As mais extensas áreas encontram-se na Ásia e Europa que cultivam 8,7 e 7,4 milhões de hectares, respectivamente. Na Europa, essas áreas se concentram na Federação Russa e Ucrânia.

O aumento da produção de batata em nível mundial foi da ordem de 4,5% nos últimos 10 anos, e não se deve tão somente ao aumento da superfície cultivada, mas também pela inclusão da batata no sistema de rotação. Isso se deve à disponibilidade de variedades precoces, com ciclo vegetativo entre 80 e 100 dias, permitindo aproveitar o pousio entre o arroz e o trigo, como acontece na Índia (POTATO, 2008). Essa produção é conseguida com diferentes técnicas de cultivo em países em desenvolvimento e nos menos adiantados e dependem das condições de crescimento e do mercado existente. Nos Andes, na África Central, e no Himalaia, por exemplo, a batata é cultivada manualmente em pequenas áreas

para subsistência, porém, na maioria das regiões, o cultivo é altamente mecanizado (POTATO, 2008).

A América do Sul, continente de onde provém a batata, apresenta atualmente a colheita mais reduzida na escala mundial, menos de 16 milhões de toneladas em 2006 e 2007. Na região andina do Peru, a batata é cultivada tradicionalmente em pequenas plantações familiares. Na Argentina, Brasil, Colômbia e México, o cultivo tem aumentado nos últimos anos impulsionado por agricultores maiores, freqüentemente colaborando com organizações produtoras de sementes (POTATO, 2008). O Brasil ocupa o primeiro lugar na produção entre os países da América do Sul e décimo quinto na produção mundial. A produção brasileira de batata foi de 4,6 milhões de toneladas em 2007 (FAOSTAT, 2008). A área plantada no Brasil foi de 144.919 ha em 2008, sendo que a produção está concentrada nas regiões sudeste e sul, sendo Minas Gerais o maior produtor, com aproximadamente 1,2 mil toneladas, o que representou 32,8% da produção nacional. A produtividade média nacional é de 25.372 kg ha⁻¹, enquanto no Rio Grande do Sul é de 16.192 kg ha⁻¹ (IBGE, 2009).

A época de produção nas principais regiões do Rio Grande do Sul concentra-se na primavera e no outono (ZORZELLA et al., 2003a), sendo que as maiores áreas cultivadas localizam-se nas regiões sul, central, norte, nordeste e serra (PEREIRA, 2003). De acordo com IBGE (2009), em 2008 foram plantados 23.785 hectares, e a produção foi de 385.145 toneladas, o que representa 10,47% da produção nacional.

Como no restante do país, na região sul o cultivo da batata é dependente de cultivares estrangeiras, apresentando problemas de adaptação às condições ecológicas, ao ciclo de desenvolvimento e a suscetibilidade a doenças e pragas. Esses problemas de adaptação geram instabilidade na produção em relação a aparência e a qualidade culinária (PEREIRA, 2003).

A batata é destinada essencialmente ao consumo humano (POTATO, 2008). Duzentos gramas de batata cozida fornecem 6% da energia, 0,3% da gordura, 11% de carboidratos, 9% da proteína, 11% da fibra, 28% do potássio, 47% da vitamina C, e 8% da vitamina B2 do requerimento diário recomendado para uma pessoa (HAASE, 2008). O consumo per capita no Brasil varia entre 10 e 15 kg por habitante por ano, considerado pequeno quando comparado com os países europeus e do hemisfério norte, onde o consumo chega a mais de 100 kg *per capita* (FAOSTAT, 2008), enquanto na China, maior produtor mundial, é de 30 kg *per capita*. Do ponto de vista de segurança alimentar, a batata é uma cultura com alta capacidade de produzir carboidratos e proteínas, vitaminas e minerais em curto espaço de tempo (GRAY; HUGHES, 1978).

Considerando a qualidade nutricional entre outros fatores, a batata poderia estar na mesa de milhões de brasileiros com maior frequência, cumprindo seu papel social, porque a fome afeta 800 milhões de pessoas no mundo, dos quais, 44 milhões são brasileiros (FAOSTAT, 2008). A batata além de alimentar milhões de pessoas em todo mundo, a partir de seu consumo de mesa poderia ser industrializada para aumentar o tempo de conservação e ser utilizada como base para originar uma infinidade de pratos típicos de comunidades regionais, mantendo a relação entre comida e cultura (FERNÁNDEZ-ARMESTO, 2004).

2.2 Processamento de tubérculos de batata

O processamento de frutas e hortaliças pode converter toneladas de alimentos perecíveis em produtos estáveis que podem ser estocados por longos períodos de tempo, reduzindo perdas pós-colheita, ofertando maior quantidade de alimentos e compensando os períodos de escassez de oferta. O processamento estende a disponibilidade de produtos sazonais, mantém os valores nutritivos e estéticos e aumenta a variedade, funcionalidade e conveniência de diversos produtos alimentares. Em particular, tem se expandido os mercados de frutas e hortaliças prontas para servir em todo o mundo, o que impulsionou o consumo *per capita* nas últimas duas ou três décadas (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995). Vários processos tecnológicos estão sendo empregados em escala industrial para preservar frutas e hortaliças. Os mais importantes são a elaboração de conservas, o congelamento e a desidratação. Entre essas tecnologias, a desidratação é especialmente apropriado para países em desenvolvimento com baixa disponibilidade de energia, podendo utilizar a energia solar como uma alternativa viável. Nesse segmento, os últimos anos de pesquisa resultaram no desenvolvimento de vários métodos e equipamentos (LEWICKI, 2006).

A forma comercial mais antiga de produto processado de batata é a fécula (MERCKER, 1960), produzida pela primeira vez na Alemanha, no final do século XVIII, e nos EUA, em 1831. Por volta de 1880, a produção se expandiu, atingindo 150 fábricas nos EUA (WILLARD, 1993). Por volta de 1845 foram pesquisadas novas fontes de amido, devido ao aumento no preço da batata, ocasionado pela ocorrência de epidemias de *Phytophthora infestans* Mont. de Bary (MERCKER, 1960). As primeiras formas de batata desidratada deram origem a uma farinha fina, desta forma pode ser facilmente reidratada com um líquido quente para fazer um mingau, para engrossar um ensopado ou alimentar uma família de

camponeses, um soldado, um marinheiro ou um bebê (WILLARD, 1993). A farinha foi amplamente utilizada na panificação para melhorar a textura e o sabor e retardar o envelhecimento, porém mais recentemente seu uso tem sido mais restrito à confeitaria, como agente espessante, e em biscoitos e doces (WILLARD, 1993) como agente melhorador de cor e sabor (YADAD et al., 2006). Batatas desidratadas foram utilizadas para alimentar o exército dos Estados Unidos durante a segunda guerra mundial, que posteriormente avançou em direção da produção das atuais pré-fritas congeladas. Além da indústria de alimentos, o amido de batata pode ser usado na fabricação de papel e na indústria química, farmacêutica e têxtil (ALVES; VEDOVOTO, 2003).

Considerando o total de batata produzida, o processamento industrial era quase inexistente até 1957, quando foi fundada a EUROPEAN ASSOCIATION FOR POTATO RESEARCH (EAPR). A partir de então, teve início o processamento de batata na forma de *chips* e congeladas para fritas francesas. A partir de tubérculos de batata vem sendo produzidos inúmeros produtos industrializados, alguns consumidos mundialmente nos mesmos padrões, tais como a batata palito ou pré-fritas francesas e batata *chips*, e, outros não com menor expressão na escala de produção e consumo, mas com usos mais específicos como a fécula, a farinha de batata, a batata palha, os minimamente processados, os cubos desidratados e as conservas. Neste meio século de processamento de batata, a industrialização está tecnologicamente avançada e impulsionada pelo mercado, no entanto, a qualidade dos produtos depende fortemente das matérias-primas disponíveis. Isso significa que a qualidade e o desempenho da indústria são dependentes da disponibilidade de cultivares adequadas e de vários fatores ambientais, como as condições de cultivo, de colheita e do armazenamento pós-colheita dos tubérculos (KEIJBETS, 2008; BISOGNIN et al., 2008).

O volume total de tubérculos de batatas processado em 2006 no mundo foi de aproximadamente 30 milhões de toneladas, ou 9,5% do total colhido. A indústria de processamento avança rapidamente na China e na Índia, com a instalação de plantas industriais, incluindo a extração de fécula de batata, pré-fritas congeladas, chips e flocos de batata. Além disso, aumentou consideravelmente o comércio internacional de produtos de batatas processadas, principalmente congelados e desidratados (KEIJBETS, 2008). No Japão, 30% da farinha de trigo utilizada na industrialização de macarrão está sendo substituída por farinha de batata pela disponibilidade e menor custo. Assim, o prato tradicional da cultura japonesa adquiriu outro sabor, com a vantagem de apresentar sabor de batata. A atual expansão das cadeias de restaurantes de comida rápida em todo o mundo tem aumentado o

consumo de produtos congelados. Em 2001 foram produzidos aproximadamente 8,5 milhões toneladas de batata congelada, destas 87% para fritas francesas e 13% em produtos de especialidades (FAO, 2002). O mercado de *chips* vem ocupando um espaço cada vez maior, particularmente nos centros urbanos. Além do valor nutricional, um atributo universalmente apreciado nos *chips* é o sabor quando frito. Atualmente processos tecnológicos sofisticados são utilizados para produzir batata na forma de *chips*, um produto difundido no mundo inteiro (WILLARD, 1993).

Independente do tipo de processamento a que os tubérculos de batata serão submetidos, um fluxograma geral pode ser seguido (Figura 1). As variações no fluxograma se devem ao tipo da matéria-prima, a planta industrial a ser utilizada e o tipo de produto a ser elaborado. A seguir serão discutidas as etapas gerais de um fluxograma de processamento de tubérculos de batata, sendo que as etapas específicas serão discutidas na aplicação de tecnologias de processamento mínimo, de desidratação e de conservas.

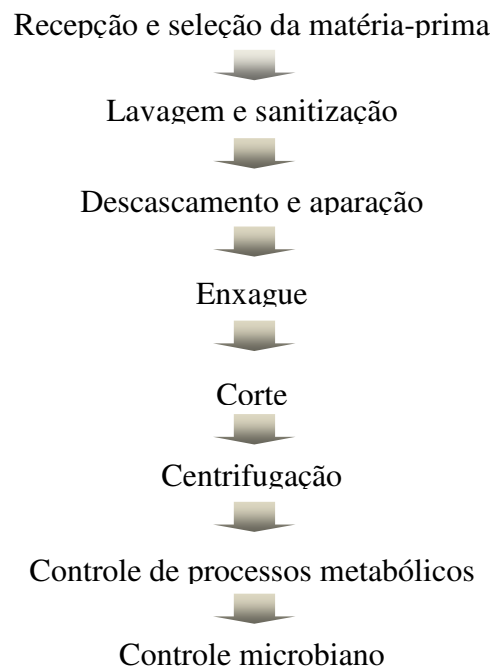


Figura 1 – Fluxograma geral para o processamento de tubérculos de batata.

2.2.1 Recepção e seleção da matéria-prima

As boas práticas agrícolas são indispensáveis para a obtenção de matéria-prima de qualidade, principalmente do ponto de vista das contaminações por produtos químicos e de natureza microbiológica. Uma vez colhida, a matéria-prima deve ser colocada em embalagens apropriadas para evitar a mistura e a contaminação (CENCI, 2006). A matéria-prima deve ser armazenada em condições adequadas, como no caso dos tubérculos de batata, que devem ser mantidos a temperaturas próximas de 20°C e umidade relativa do ar próxima a 80% por um período de 15 dias, para que haja a cura e suberização dos danos mecânicos sofridos durante a colheita e o armazenamento (BISOGNIN; STRECK, 2009).

A recepção antecede todas as demais etapas do processamento, portanto, é fundamental para a garantia da qualidade do produto. Nessa etapa são conferidas as características de qualidade dos lotes e, em função das quais, serão definidas as operações subsequentes para obter a melhor qualidade final do produto processado. Entretanto, devem ser respeitadas as recomendações dos programas de boas práticas de fabricação em todas as etapas. O processamento pode ser considerado como uma sucessão de distintas etapas de agregação de valor, relacionadas com a obtenção de um determinado produto (HÜBBE et al., 2007).

A seleção da matéria-prima é realizada depois da pré-lavagem, pois os danos ou imperfeições se tornam mais aparentes. A seleção pode ser manual, sobre esteiras rolantes e, em alguns casos, pode ser efetuada mecanicamente. Os fatores considerados importantes na seleção estão diretamente relacionados com a matéria-prima em questão, podem ser citados, fatores como a forma, o tamanho, a cor da epiderme, a textura, os danos mecânicos entre outros. As vantagens de trabalhar com matéria-prima selecionada está relacionada com a eficiência na condução do processo como um todo. Para o processamento, o formato e o tamanho assumem papel importante, devido influenciar a quantidade de matéria-prima que é perdida (AGUIRRE, 2001a).

2.2.2 Lavagem e sanitização

Os microrganismos podem ser encontrados em todos os ecossistemas e em associação com todos os organismos multicelulares (STROHL et al., 2004). Em vegetais, a contaminação inicial está relacionada com as práticas culturais e varia em função das características intrínsecas (textura, pH, umidade, potencial redox, teor de nutrientes, constituintes antimicrobianos e estrutura biológica), aspecto particular nas espécies. Frutas e hortaliças podem veicular microrganismos patogênicos ao homem, incluindo bactérias gram-positivas e gram-negativas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Especial atenção deve ser dispensada para as raízes e os tubérculos, os quais crescem em contato direto com o solo, potencial agente de contaminação. Na cultura da batata, antes da comercialização os tubérculos são lavados e, se a água estiver contaminada, ocorre à infiltração dos patógenos nos tecidos da epiderme que aumentam a contagem inicial de microrganismos na matéria-prima.

A operação de lavagem com água potável antes do processamento é o primeiro passo para a redução da contaminação da superfície suja ou da casca antes da imersão em sanitização. A lavagem é seguida da sanitização, que consiste na imersão da matéria-prima em água clorada, em concentrações que podem variar entre 100 e 200 mg L⁻¹ de cloro livre (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O efeito antimicrobiano do cloro se baseia em sua forte ação oxidante e na rápida combinação com as proteínas, ambas as reações provocam numerosas alterações no metabolismo dos microrganismos (LÜCK, 1981). No entanto, o pH da solução é um fator determinante na eficiência do cloro e deve ser ajustado entre 6,5 e 7,0 (CHITARRA; CHITARRA, 2005, PINELI; MORETTI, 2007). Esses processos reduzem a carga microbiana inicial e, conseqüentemente, a população de patógenos (PILON, 2003).

2.2.3 Descascamento e aparação

A maioria das hortaliças necessita ser previamente descascada. A eficiência do processo de descascamento é função da homogeneidade da matéria-prima, no que se refere ao tamanho, à forma, as manchas na casca, ao grau de maturação, a quantidade de danos mecânicos causado pelo manejo durante o cultivo, colheita e armazenamento. A eficiência e a efetividade da operação de descascamento afeta o rendimento do processo e o tempo

necessário para a aparação. O aperfeiçoamento de técnicas e o desenvolvimento de equipamentos, combinados com o controle da operação de descascamento, podem minimizar as perdas e o trabalho de aparação e resultar em um produto de melhor qualidade (AGUIRRE, 2001a).

O descascamento é uma das mais importantes etapas no processamento de batatas. A retirada da casca ou pele de algumas hortaliças, quando necessário, pode ser realizada de forma manual (por meio de raspagem ou corte da casca ou pele), com o uso de equipamento mecânico por abrasão, por meio físico com água quente ou vapor ou químico por imersão em solução de soda cáustica (KROLOW, 2006). O método escolhido depende, acima de tudo, da espécie ou da cultivar a ser utilizada e da capacidade da planta industrial. O descascamento mecânico por abrasão, muito utilizado no caso de raízes e tubérculos, aumenta as perdas em 25 a 50% quando são utilizados tubérculos alongados e com gemas profundas, quando comparado com os métodos químicos, e ainda requer de 20 a 40% a mais de trabalho na aparação para resultar em um produto aceitável (AGUIRRE, 2001a). Sua maior utilização em processamento de batata se deve a fácil disponibilidade de equipamentos e a praticidade de operação, além de manter as características organolépticas, as quais são alteradas pelo descascamento químico e térmico.

O uso do descascamento físico pela ação do calor (térmico) depende das características da matéria-prima, pois a mesma é exposta diretamente a chama a 450°C, carboniza a superfície externa e em seguida é lavada para a remoção da casca. Esse tipo de descascamento é muito utilizado para a cebola, que posteriormente vai ser tratada termicamente. Outra forma seria a de expor a matéria-prima à água, salmoura, ou vapor, fazendo com que o tecido imediatamente abaixo da casca seja cozido até o amolecimento. A casca é então removida por lavadores com jato de água ou por abrasão (AGUIRRE, 2001a).

O descascamento químico consiste em tratar frutas ou hortaliças com soluções diluídas de hidróxido de sódio, dissolvendo as substâncias pécticas que se encontram abaixo da epiderme, permitindo o seu desprendimento sem perdas, podendo ser realizado por operações contínuas ou descontínuas. As variáveis mais importantes no descascamento químico são o tempo de imersão da matéria-prima na solução, a temperatura e a concentração da solução, e as características da matéria-prima, tais como tipo, cultivar, maturação, tamanho e forma dos tubérculos, entre outras (AGUIRRE, 2001a).

A aparação é realizada manualmente logo após o descascamento mecânico, com o objetivo de remover restos de casca, gemas profundas, áreas descoloridas, machucaduras,

porções decompostas ou atacadas por insetos e outros defeitos, contribuindo com a aparência do produto. A velocidade na realização desta operação depende da eficácia do descascamento.

2.2.4 Enxágüe

O enxágüe é realizado com água potável e tem como finalidade remover o suco celular e o amido extravasado pelo rompimento das membranas celulares durante o descascamento e a aparação. Os constituintes celulares presentes no citoplasma e nos vacúolos, tais como, as enzimas oxidativas, compostos fenólicos e grãos de amido, são expostos durante o processamento e podem causar reações indesejáveis. Para minimizar os efeitos dessas reações é necessário manter os tubérculos imersos em água durante todas as operações de preparo. No entanto, sucessivas lavagens causam perdas parciais de vitaminas e sólidos solúveis, que, em alguns casos, depreciam o sabor do produto (VILLAGRAN et al., 2009).

2.2.5 Corte

O corte é realizado com a finalidade de obter uniformidade no tamanho do pedaço, maior eficiência no tratamento de branqueamento ou tratamento térmico e ainda melhorar a acomodação da matéria-prima nas embalagens, assim como tornar o produto atrativo para o consumidor (KROLOW, 2006). A batata já descascada, aparada e enxaguada é cortada no formato e tamanho definidos pelas exigências do mercado e pela característica do produto a que dará origem, tais como, cubos, palitos, fatias ou em bolinhas, como no caso de pequenos tubérculos. As lâminas de corte devem ser constituídas de material adequado e que permaneça afiado, com a finalidade de minimizar os danos ao tecido celular durante a operação.

O corte, para a maioria das hortaliças, pode ser realizado mecanicamente, por processadores de alimentos específicos, mantendo-se o produto imerso em água para evitar reações que depreciem principalmente a aparência. Na produção de batatas desidratadas, dois fatores devem ser levados em consideração, a facilidade de branqueamento e a capacidade de reidratação do produto seco (AGUIRRE, 2001a). Quando são utilizados tubérculos pequenos na produção de minimamente processados ou de conservas, estes são somente descascados, ficando prontos para as etapas subseqüentes.

2.2.6 Centrifugação

O processo de centrifugação tem como principal finalidade a remoção da água aderida a superfície de corte da matéria-prima, facilitando as etapas subsequentes, como acontece com a centrifugação realizada antes do branqueamento e da desidratação. Quando antecede ao branqueamento, proporciona menor variação na temperatura da solução, e quando aplicada antes da desidratação, diminui o tempo de permanência do produto na desidratadora. Portanto, a centrifugação diminui o tempo de permanência da matéria-prima na solução de branqueamento e também na desidratadora, gerando economia de energia e aumento na produtividade da unidade de processamento e, principalmente, melhorando a qualidade final do produto. No caso de minimamente processados, a centrifugação é usada para remoção do excesso da solução sanitizante que poderia diluir a solução de tratamento, utilizada para a manutenção da vida de prateleira e, imediatamente após aplicação desta, pois o excesso de umidade comprometeria a qualidade do produto embalado a vácuo (PINELI; MORETTI, 2004).

2.2.7 Controle de processos metabólicos

Um dos maiores problemas dos produtos processados é a rápida deterioração. As lesões provocadas nos tecidos por ocasião do corte elevam a atividade respiratória (JACOMINO et al., 2008) que envolve a quebra oxidativa de compostos orgânicos tais como os açúcares, tendo como principais produtos o CO_2 , H_2O e energia. Isso contribui para a ativação e síntese de enzimas responsáveis por uma série de reações bioquímicas, sendo influenciada pela idade fisiológica da matéria-prima, presença ou ausência de injúrias ou doenças, temperatura e composição atmosférica (CARVALHO FILHO et al., 2002).

As enzimas foram inicialmente conhecidas pela capacidade de provocar alterações indesejáveis, como a mudança da coloração, rancidez, perda de aroma e valor nutricional, especialmente em produtos de origem vegetal. O tratamento térmico, denominado branqueamento, é uma operação destinada à inativação térmica das enzimas, deve seu nome à sua aplicação para a inativação de polifenoloxidasas para evitar o escurecimento enzimático (ALENCAR; KOBLITZ, 2008). O escurecimento enzimático é um fenômeno totalmente

indesejável, por alterar o aspecto tradicional dos produtos e causar a rejeição do consumidor ao mesmo.

As alterações de coloração dos tecidos envolvem o escurecimento enzimático, que é um sério problema no processamento de batata, pois a lesão dos tecidos de um vegetal provoca perda ou redução da compartimentalização celular, acarretando extravasamento de substratos do vacúolo e subsequente reação com enzimas presentes no citoplasma. Um dos exemplos é o extravasamento de substratos fenólicos do vacúolo que entram em contato com as enzimas catalisadoras das reações de oxidação dos polifenóis (polifenoloxidase ou PFO) presentes no citoplasma, resultando no escurecimento enzimático, comum em batata, pêra e maçã que foram submetidos ao corte. Outros fatores que determinam a intensidade de escurecimento são a disponibilidade de O_2 , a temperatura, o pH e a atividade de água (a_w) (JACOMINO et al., 2008). A atividade de água indica a quantidade de água disponível para facilitar o movimento molecular para as reações químicas de transformação dos alimentos sejam elas, enzimáticas ou não enzimáticas (BARBOSA-CÁNOVAS; VEJA-MERCADO, 2000). Em batata, a aparência visual é um ou o mais importante fator considerado pelo consumidor na hora da compra (LAURIDSEN; KNØCHEL, 2003).

O escurecimento resulta não somente numa indesejável formação de cor, mas também pode resultar na perda da qualidade nutricional, sobretudo pela destruição de aminoácidos, como tirosina e fenilalanina, e proporcionar mudanças no sabor (ZORZELLA et al., 2003b). O resultado final das reações catalisadas pela PFO são quinonas. Essas substâncias são altamente reativas e combinam-se entre si e com outros componentes do meio para gerar produtos de condensação de alta massa molecular e coloração escura, chamadas de melaninas (ALENCAR; KOBLITZ, 2008). Embora indesejável na maioria dos casos, em virtude da alteração da coloração, perda de nutrientes e formação de sabor indesejável, o escurecimento oxidativo em chá, café, cacau e ameixa seca é desejável (ARAÚJO, 2004).

Muitos métodos de prevenção do escurecimento enzimático foram desenvolvidos, baseados na inibição da enzima e na supressão de substratos e ou na retirada de produtos. A eficiência depende de diversos fatores, como a matéria-prima (fonte da polifenoloxidase – PFO), o pH e a temperatura (ALENCAR; KOBLITZ, 2008). Os métodos mais utilizados para o controle do escurecimento enzimático são o branqueamento, a refrigeração, o congelamento, a desidratação, a supressão de O_2 , a redução de pH e a aplicação de aditivos químicos como sulfitos, ácidos, sais e agentes redutores, quelantes e acidulantes (MARSHALL, 2000; ALENCAR; KOBLITZ, 2008).

O branqueamento é um tratamento térmico que varia de 95 a 100°C aplicado por alguns minutos, e tem como finalidade destruir enzimas capazes de alterar a cor de frutas e hortaliças. Na realidade, a destruição das enzimas é um dos múltiplos objetivos do branqueamento, que se constitui em um tratamento prévio a desidratação, o congelamento e a esterilização (MAFART, 1994). O branqueamento também reduz a carga microbiana inicial, promove o amaciamento dos tecidos vegetais e remove o ar dos espaços intercelulares. A remoção de ar pode, ainda, alterar o comprimento da onda da luz refletida no produto, como ocorre em ervilhas, que adquirem uma cor verde mais brilhante (AZEREDO, 2004).

Os agentes sulfitantes mais comumente usados pela indústria de alimentos são o dióxido de enxofre, metabissulfito de sódio e potássio e bissulfito de sódio e potássio. O escurecimento de frutas e hortaliças cruas e bebidas é o maior problema para indústria de alimentos e pode causar deterioração, mudanças na aparência e nas propriedades organolépticas, resultando na diminuição da vida de prateleira e no valor de mercado, por isso sulfitos são utilizados no processamento de alimentos para inibir as reações de escurecimento enzimático e não enzimático e como agente branqueador. O gás dióxido de enxofre é utilizado desde o século XVII para higienizar os barris usados na fermentação de vinho e cidra e também foi usado para umedecer o milho para moagem na prevenção de crescimento de microrganismos indesejáveis (SUH et al., 2007). SINGLA et al. (2006) e LU et al. (2006) também relatam que sulfitos são largamente usados como aditivos em alimentos e bebidas para prevenir a oxidação, o crescimento bacteriano e para controlar reações enzimáticas durante a produção e a estocagem, e são efetivos no controle do escurecimento e atividade microbiana, além de serem de baixo custo.

Apesar da ampla utilização de sulfitos na indústria de alimentos, pode haver formação de odores desagradáveis (BELTRÁN et al., 2005, TRONCOSO et al., 2009), e inúmeros efeitos adversos a saúde humana relacionados a ingestão desses aditivos alimentares, que em doses acima do permitido, causam riscos a saúde de indivíduos alérgicos (MACHADO et al.; 2006, SINGLA et al. 2006), principalmente em alimentos que não necessitam de cozimento antes do consumo, como por exemplo, frutas desidratadas e bebidas alcoólicas. Em produtos minimamente processados o uso de sulfitos não é permitido, exceto no caso de tubérculos de batatas, (*Food and Drug Administration* - FDA, 1994) porque é necessária a cocção antes do consumo, e o SO₂ é perdido por evaporação durante este processo (PETRI et al., 2008).

2.2.8 Controle microbiano

Os microrganismos deteriorantes se desenvolvem no alimento, obtendo energia dos componentes básicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A deterioração não se deve somente ao crescimento de microrganismos, mas também a produção de metabólitos finais que causam odor indesejável e a produção de camada limosa e de gás, não satisfazendo a expectativa do consumidor (FORSYTHE, 2002). Os microrganismos patogênicos, em determinadas condições, produzem substâncias tóxicas (toxinas) que causam dano ao vegetal e a saúde do consumidor. Alguns são tidos como indicadores, pois sua presença não se traduz em perigo para o consumidor, porém indica a possibilidade da presença de patógenos. São considerados perigosos, quando causam doenças ou quando produzem toxinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Grandes diferenças na contagem microbiana têm sido relatadas entre os lotes de produtos vegetais. Esta variação é atribuída a inúmeros fatores tais como, as condições durante a colheita, a presença de solo que acompanha o produto, a manipulação pós-colheita e a variabilidade natural do produto (RICO et al., 2007). Toda matéria-prima apresenta uma microbiota natural e variável, concentrada principalmente na região superficial e, em alguns casos, nos tecidos internos. As operações de descascamento, corte e fatiamento aumentam a exposição dos tecidos e disponibiliza nutrientes, proporcionando condições ideais para a proliferação de microrganismos, como em produtos pré-cortados, onde vários microrganismos podem ser encontrados incluindo a microbiota mesofílica, bactérias lácticas, coliformes fecais, leveduras, bolores e uma microbiota pectinolítica (CHITARRA, 1998).

As empresas do ramo adotam sistemas de gerenciamento da segurança, como as boas práticas de fabricação (BPFs), a administração da qualidade total (TQM) e a análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC), assegurando aos consumidores a qualidade física, química e microbiológica (FORSYTHE, 2002). Através da contagem dos microrganismos psicrotróficos é possível avaliar as condições microbiológicas do processamento de alimentos refrigerados, já que esses agentes contaminantes contribuem para a diminuição do tempo de vida útil do alimento e comprometem a segurança alimentar.

Neste sentido, é imprescindível a sanitização de toda área de processamento, incluindo equipamentos, utensílios, bem como a observância dessas práticas em todas as etapas de preparo. No Brasil, ainda não existe uma legislação específica regulamentada para produtos

minimamente processados, nesse caso, são respeitados os padrões descritos na Resolução RDC nº 12 de 02/01/2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde. A legislação sanitária de alimentos exige, para raízes, tubérculos e similares, frescas *in natura*, preparadas, sanitizadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, a ausência de *Salmonella sp.* (em 25 g de amostra). Permite o máximo de 10^3 unidades formadoras de colônias por grama (UFC g^{-1}), quando obtido por contagem em placa, ou expressa em número mais provável (NMP g^{-1}) quando a contagem for obtida em meio líquido, de coliformes a $45^\circ C$ g^{-1} de produto para preservação da saúde pública (BRASIL, 2001).

Os problemas inerentes a segurança no consumo de alimentos podem ser reduzidos com o uso de tecnologias apropriadas, bem como pela adoção de padrões de qualidade, respeitando-se os limites de tolerância estabelecidos por leis internacionais, federais ou estaduais. As leis objetivam preservar a saúde pública com base na prevenção dos agentes causadores de doenças que podem ser veiculadas pelos alimentos. Portanto, a segurança dos alimentos relaciona-se com a inocuidade dos produtos. A segurança de um alimento é um atributo de valor a ser entregue ao consumidor, onde a gestão da cadeia de suprimentos pode ser fundamental e a gestão da qualidade é de responsabilidade de cada agente da cadeia produtiva. Sendo assim, a qualidade microbiológica das hortaliças processadas é de responsabilidade de todos os elos envolvidos na cadeia produtiva (CENCI, 2006). Contudo, a padronização dos métodos de análises em nível mundial facilitaria a comparação de dados estatísticos referentes à doenças transmitidas por alimentos, apesar de que os melhores métodos para detecção de microrganismos ainda estejam sendo desenvolvidos (FORSYTHE, 2002).

2.3 Aplicação de tecnologia para o processamento mínimo de batatas

O mercado de produtos minimamente processados tem alcançado grande expansão nos últimos anos, devido a mudanças nas atitudes dos consumidores, especialmente no que se refere à busca de alimentos que trazem benefícios a saúde. Vegetais contêm muitos, ou talvez todos os componentes essenciais a nutrição humana (HOUNSOME, 2008). Os vegetais e as frutas são fontes de vitaminas tais como, ácido ascórbico e β -caroteno, antioxidantes capazes de seqüestrar radicais livres. O grande desafio é manter o valor nutricional, sensorial e

inocuidade dos produtos depois de submetê-los as operações de preparo, tais como descascamento, corte, empacotamento e armazenamento.

Segundo a *International Fresh-cut Produce Association* – IFPA (2009), os produtos minimamente processados podem ser definidos como frutas ou vegetais, ou combinação desses, que tenham sido fisicamente alterados na forma original, mas que mantenham a qualidade e o frescor. Produtos minimamente processados são, em sua essência, vegetais que passaram por alterações físicas, isto é, foram descascados, picados, torneados e ralados, dentre outros processos, mas metabolicamente ativos (MORETTI, 2007). Esses produtos são frutas ou verduras higienizadas e embaladas que foram submetidos a processos técnicos, preservando suas características sensoriais naturais, tornando-os prontos para o consumo *in natura* ou para preparo culinário. São também conhecidos como levemente processados, parcialmente processados, processados frescos, cortados frescos ou pré-preparados (CHITARRA, 1998).

Produtos minimamente processados estão no mercado norte-americano desde os anos trinta do século passado. Nessa época, eram encontrados em quitandas e pequenos mercados na forma de saladas embaladas. No entanto, o grande crescimento do processamento mínimo ocorreu na década de 50, com o surgimento das redes de alimentação rápida (MORETTI, 2007). No Brasil, o processamento mínimo teve início na década de 70 pelo mesmo motivo, e a alface foi à hortaliça mais comercializada, seguida pela cebola e cenoura. Na época, não havia tecnologia apropriada, sendo feitas adaptações de tecnologias utilizadas em outros países. A partir da década de 90 foram iniciadas pesquisas para desenvolver tecnologias que viabilizaram a instalação de agroindústrias de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Hoje, existe um grande avanço na produção de conhecimentos científicos, permitindo a diversificação da oferta desses produtos, que tem como principal característica a conveniência (MORETTI, 2007). No entanto, a diversidade agrícola favorecida pelo clima, em conjunto com a riqueza de espécies vegetais nativas de nosso bioma, aliados a receptividade do brasileiro a novos produtos, são indicadores de que muitos trabalhos ainda devem ser conduzidos para elucidar o comportamento de novas espécies. O referencial teórico disponível mostra que cada espécie apresenta comportamento fisiológico pré e pós-colheita diferenciados, indicando que esses parâmetros de conservação precisam ser determinados para cada espécie e até cultivar.

Nos tecidos íntegros a casca atua como barreira física, reduzindo a perda de água e a invasão microbiana (CHITARRA, 1998). A remoção da casca pelas operações de

descascamento e corte aumenta a atividade respiratória, microbiana e enzimática (PETRI *et al.*, 2008). As plantas possuem uma grande diversidade de compostos fenólicos como fenóis simples, ácidos fenólicos, flavonóides e taninos (ZORZELLA *et al.*, 2003a), o que também é reforçado pelas afirmações de MORETTI (2007), quando diz que hortaliças, como a batata e alcachofra, possuem altos níveis constitutivos de compostos fenólicos, escurecendo facilmente quando o tecido injuriado é exposto ao oxigênio presente no ar. As lesões provocadas nos tecidos expõem enzimas ligadas e ou confinadas em plastídeos, na parede celular, no vacúolo e no citoplasma ao suco celular e ao oxigênio do ar, favorecendo reações que causam a depreciação dos produtos. As enzimas do grupo das oxireductases são capazes de formar compostos fenólicos com ao auxílio do oxigênio molecular, resultando na formação de quinonas. As quinonas são substâncias incolores altamente reativas, combinam-se entre si e com outros componentes do meio para gerar produtos de condensação de alta massa molecular e cor escura, chamados de melaninas. Esse fenômeno é muito indesejável (ALENCAR; KOBLITZ, 2008).

Portanto, o processamento produz efeitos físicos imediatos e subseqüentes no tecido processado e o comportamento fisiológico dos produtos minimamente processados são idênticos aos tecidos que sofreram injúrias (MORETTI, 2007). Segundo CHITARRA (1998), a perda da qualidade ocorre de modo cumulativo, portanto deve-se ter cuidado em todas as etapas, desde o campo até o processamento. A proporção de dano ao tecido e a severidade do estresse variam muito entre os diferentes produtos e as distintas formas de preparo. O descascamento remove a proteção natural da epiderme e destrói a compartimentalização que separa enzimas e seus respectivos substratos nas células diretamente afetadas, produzindo aumento na respiração e na produção de etileno, indução da síntese de processos fenólicos e início do processo de cura (MORETTI, 2007).

Para minimizar os processos degradativos, algumas técnicas de conservação podem ser adotadas, entre elas, a aplicação de agentes sulfitantes, agentes redutores, agentes quelantes, agentes anti-oxidantes e de ácidos orgânicos que atuam diferentemente em cada tipo de tecido. Ainda podem ser minimizadas as perdas da qualidade pela ação do frio, combinado com embalagens adequadas para cada produto. O efeito de substâncias anti-escurecedoras no metabolismo, na mudança de cor e na composição química, são considerados juntos com a embalagem e refrigeração para assegurar alta qualidade e longa vida de prateleira ao produto (ROCCULI *et al.*, 2007).

A ampliação da vida de prateleira do produto é um desafio para as instituições de pesquisa e indústria de alimentos, e o processamento deveria ser “invisível”, com a vida de prateleira de pelo menos 4 a 7 dias, mas preferencialmente deveria chegar a 21 dias (AHVENAINEN, 1996). O processo de descontaminação é fundamental na vida de prateleira do produto, entretanto pode promover mudanças fisiológicas e sensoriais (GÓMEZ-LÓPEZ et al., 2009). Muitas combinações de tratamentos físicos e químicos vêm sendo testados nos últimos anos para minimizar a ação microbiana com diferentes agentes desinfetantes ou o uso combinado de diversos agentes sanitizantes. Em geral, a combinação de desinfetantes mantém melhor a qualidade sensorial e microbiológica dos produtos (ALLENDE et al., 2006).

Para o aumento da vida de prateleira dos produtos minimamente processados são importantes o controle da temperatura, minimização da carga microbiana, diminuição da extensão do dano mecânico, aplicação de compostos antioxidantes, remoção da umidade superficial e da modificação da atmosfera da embalagem (MORETTI, 2007). A curta vida de prateleira de frutas e vegetais minimamente processados tem sido atribuída ao metabolismo e a ação de microorganismos danificadores (GÓMEZ-LÓPEZ et al., 2009). Deve-se ressaltar que a utilização de processos de resfriamento não melhora a qualidade do produto, mas sim aumenta a vida de prateleira (LEAL; CORTEZ, 2002). Na Europa, a vida de prateleira dos produtos minimamente processados varia de 5 a 7 dias, enquanto nos Estados Unidos varia de 10 a 14 dias (JAOUEN, 2006).

Os produtos minimamente processados representam um segmento dinâmico e em expansão em todo mundo. Para o produtor, as principais vantagens são agregar valor a matéria-prima e obter preços constantes ao longo do ano, sem depender de cotações sazonais (NANTES; LEONELLI, 2000). Entretanto, a viabilidade técnica e comercial desses produtos depende da eficiência do sistema de resfriamento e embalagem, pois as frutas e hortaliças frescas continuam o metabolismo após a colheita e durante a comercialização. A oferta de produtos diferenciados, com características específicas e padrão de qualidade que atendam a demanda, constitui uma alternativa para garantir preços viáveis (GODY et al., 2003), onde a embalagem é uma ferramenta de marketing fundamental para o sucesso dos minimamente processados (NANTES; LEONELLI, 2000).

No caso específico da batata, a aplicação da tecnologia de processamento mínimo permite aumentar o leque de produtos alimentícios, com um diferencial, está pronto para ser preparado. Produtos minimamente processados necessitam apenas de um rápido cozimento e estão prontos para serem consumidos, e, para os produtores abre outro canal de

comercialização, pois permite agregação de valor a matérias-primas que não chegariam às gôndolas dos supermercados. Entretanto, depois de descascadas, aparadas, tratadas e acondicionadas, adquirem aspecto atrativo e conseguem dividir espaços com dezenas de outros produtos de tal categoria.

A composição da matéria-prima utilizada para aplicação deste processamento deve atender as exigências da aplicação culinária a qual o produto será destinado. Essas exigências não são específicas, pois matérias-primas com elevados teores de massa seca seriam mais facilmente conservadas, embora diversos resultados de pesquisa mostram que produtos minimamente processados, até o momento, tem alcançado um período entre sete e quinze dias de armazenamento em boas condições para o consumo, o que está compatível com os mercados europeus e norte americanos.

Para a elaboração de produtos minimamente processados de batata, as etapas de lavagem e sanitização, descascamento e aparação, enxágue e sanitização, centrifugações 1 e 2 (Figura 2) seguem os critérios gerais relativos a aplicação de outras tecnologias, entretanto a escolha de matéria-prima, os tratamentos para a manutenção da qualidade, o acondicionamento e o armazenamento e as análises de qualidade são específicos, os quais são abordados a seguir.

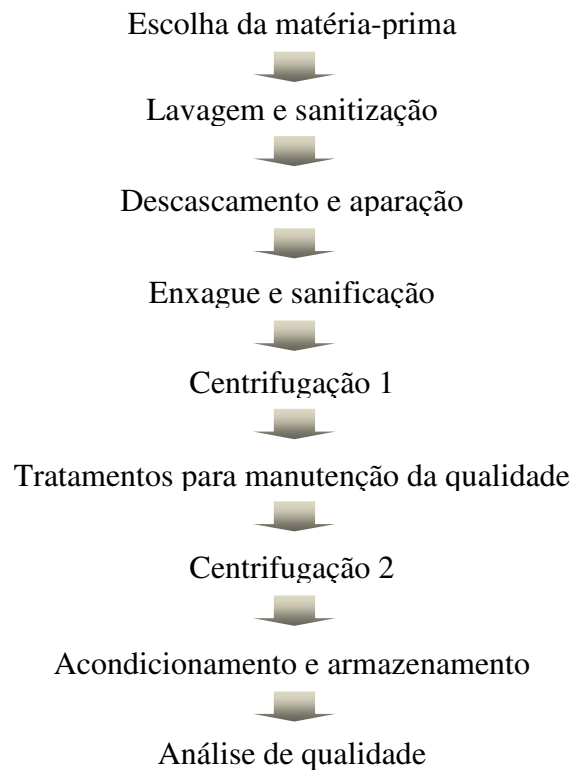


Figura 2 – Fluxograma geral para elaboração de batatas minimamente processadas.

2.3.1 Escolha da matéria-prima

Na cultura da batata, a colheita dos tubérculos deve ser realizada pelo menos duas semanas após a morte da parte aérea, para que a casca esteja completamente formada e firme e que não seja danificada durante a colheita e transporte (BISOGNIN; STRECK, 2009). Após o arranquio, os tubérculos permanecem no campo por cerca de 2 horas, para secagem inicial e perda de água superficial. Em seguida, são lavados, escovados, postos a secar sob ventilação, classificados em peneiras quanto ao tamanho e selecionados quanto a qualidade. A cultivar e o tamanho mais adequado para processamento mínimo da batata dependem da forma e da finalidade do produto final a ser obtido (PINELI; MORETTI, 2007).

As batatas para processamento mínimo destinadas à fritura devem ter teores de massa seca e de açúcares redutores semelhantes aos padrões de utilizados para chips, isto é, maiores que 20% e menores que 0,2%, respectivamente. Esses atributos resultam em batatas mais crocantes, secas e com coloração adequada. Por outro lado, não há requerimento para batatas que se destinam à cocção, sendo qualquer cultivar normalmente adequada para esta finalidade (PINELI; MORETTI, 2007). Atualmente, predomina a cultivar Ágata, que tem se mostrado

bastante promissora, em função da boa aparência dos tubérculos, aspecto muito valorizado pelos consumidores. Às áreas menores são plantadas com outras cultivares, nas quais se destacam Bintjie e Atlantic, com altos teores de massa seca, destinadas a industrialização na forma de chips, batata palha e em menor escala, batata pré-frita. Quanto ao tamanho e formato é necessário adaptar ao produto final, para que as perdas durante o corte sejam minimizadas (PINELI; MORETTI, 2007).

Na Europa, o processo de corte e arredondamento da batata, conhecido por “torneamento”, tem-se mostrado muito interessante, por dar aos produtores e processadores a possibilidade de agregar valor a batatas pequenas, que apresentam baixo valor de mercado. Para corte em bastão ou palito, as batatas devem ser maiores e a cultivar deve ser idealmente mais alongada e ter forma regular, pois eventuais curvas ou depressões na superfície do tubérculo comprometem a padronização das unidades (PINELI; MORETTI, 2007).

Considerando-se a matéria-prima disponível no Brasil e o preço dos tubérculos, identificam-se como matéria-prima adequada para o processamento mínimo os tubérculos com classificação “primeirinha” e “diversas”. Entende-se por “primeirinha” as batatas que passaram pela peneira 45 mm, mas foram retidas pela peneira de 38 mm e foram selecionadas positivamente quanto à qualidade e a aparência. “Diversas” são as batatas retidas pelas peneiras de 45 mm e de 38 mm com um ou mais defeitos, tais como rachaduras, pequenas lesões na epiderme, crescimento secundário ou outros distúrbios que não são aceitos pelo consumidor, mas que não comprometem a qualidade do tubérculo para fins culinários e industriais. Tanto a batata classificada como “primeirinha” quanto a classificada como “diversas” têm valor inferior de mercado, sendo usadas por cozinhas industriais e unidades de processamento (PINELI, MORETTI, 2004; PINELI; MORETTI, 2007).

Os tubérculos oriundos de uma planta de batata não são formados ao mesmo tempo, pois a tuberização é contínua e resulta em tubérculos de diferentes tamanhos no momento da colheita (SADOWSKA et al., 2008). Cerca de 20 a 50% dos tubérculos colhidos pertencem às classes primeirinha e diversas e são comercializadas por um preço 40 a 50% inferior ao da classificação extra, mais aceita pelo consumidor (PINELI; MORETTI, 2004). A viabilização do uso desses tubérculos de menor diâmetro através da tecnologia de processamento mínimo permite agregar valor a matéria-prima, transformando-a em produto alimentício, prático, visualmente atrativo, saudável e seguro. Portanto, os tubérculos de batata de diâmetro inferior

a 45 mm têm potencial para serem processados e assim ofertados pelas redes dos supermercados brasileiros.

2.3.2 Tratamentos para a manutenção da qualidade

Os diversos processos metabólicos produzem, na maioria das vezes, alterações sensoriais importantes. Produtos minimamente processados de alta qualidade devem possuir aparência fresca e consistente, textura aceitável, sabor e aroma característicos, além de vida de prateleira suficiente para serem distribuídos e consumidos (MORETTI, 2007). Para que isso ocorra, devem-se utilizar matérias-primas de alta qualidade, processados de acordo com as boas práticas de manipulação de alimentos, garantindo a manutenção da qualidade e da vida útil do produto. A ampliação da vida de prateleira do produto é um desafio para as instituições de pesquisa e indústria de alimentos e o processamento deveria ser “invisível”, com a vida de prateleira de pelo menos 4 a 7 dias, mas preferencialmente deveria chegar a 21 dias (AHVENAINEN, 1996). O processo de descontaminação é fundamental na vida de prateleira do produto, entretanto pode promover mudanças fisiológicas e sensoriais (GÓMEZ-LÓPEZ et al., 2009).

2.3.2.1 Tratamento físico – branqueamento

O tratamento físico a base de calor é também conhecido por branqueamento. O branqueamento consiste na imersão de alimentos crus por um breve período de tempo em água em ebulição ou próximo dela (AGUIRRE, 2001a). Curtos períodos de exposição são efetivos na redução da incidência de reações degradativas que ocorrem durante a estocagem. Uma rápida elevação da temperatura proporcionará a inativação de enzimas, redução na contagem microbiana, eliminação de gases inclusos no tecido, sem causar sérios prejuízos na textura. A maioria das enzimas é inativada a 70°C, mas geralmente 90°C é considerado mais seguro (AGUIRRE, 2001a). A inativação enzimática, através do tratamento térmico, é uma das soluções encontradas pela indústria alimentícia, sendo esse recurso utilizado,

principalmente, na conservação do produto e durante o período de elaboração e armazenamento (LUIZ et al., 2007).

A água fervendo ou vapor saturado são usualmente utilizados como formas de branqueamento de batata. Entretanto, causam mudanças indesejáveis como o amolecimento dos tecidos causado pela absorção de água e a perda de conteúdos sólidos dissolvidos na água, causando diminuição do sabor e incorrendo em custos para eliminar o conteúdo sólido da água antes do reuso. O branqueamento de batatas com massa de 70 a 80 g pela ação da água quente ou do vapor promove a inativação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase em 11 e 16 min., respectivamente, independente da forma de aquecimento. Além disso, as temperaturas elevadas eliminaram a microbiota contaminante, porém acarretam a perda da textura e da aparência de produto fresco (SOTOME et al., 2009).

O tratamento térmico é o método mais utilizado para estabilizar os alimentos, devido à capacidade de destruir microrganismos e inativar enzimas. Branqueamento a vapor é um dos métodos mais eficazes de tratamento térmico aplicado para o controle do escurecimento enzimático em produtos hortícolas. Branqueamento a vapor não é, contudo, prático para a prevenção do escurecimento em alimentos frescos. As temperaturas aplicadas no branqueamento variam de acordo com a termoestabilidade da enzima a ser inativada, bem como com a natureza dos produtos alimentares, variando entre 70 e 105°C. Em geral, a exposição de polifenoloxidase a temperaturas na faixa de 70 - 90°C resultam na destruição da atividade catalítica (ARAUJO, 2004).

Além dos tratamentos físicos, uma gama de produtos químicos inibem a atividade da polifenoloxidase, porém apenas um número limitado de inibidores de escurecimento é considerado aceitável no que diz respeito à segurança dos consumidores, custos da aplicação e alternativas potenciais a substituição dos sulfitos (MARSHALL et al., 2000). As batatas são extremamente sensíveis ao escurecimento enzimático, por isso, a vida de prateleira de batatas descascadas ou cortadas cruas é limitada pelo início do escurecimento enzimático na superfície de corte (ROCHA et al., 2003).

2.3.2.2 Tratamento químico – sulfitos e ácidos

Os agentes químicos, como sulfitantes e ácidos orgânicos, são também utilizados para manter a vida de prateleira dos produtos minimamente processados. A associação de tratamentos antioxidantes com diferentes atmosferas deve ser avaliada como alternativa para obtenção de um produto mais estável no que diz respeito à firmeza, cor e aspecto de frescor (PINELI et al., 2005b). SON et al. (2001) testaram cinco grupos de compostos químicos (ácidos carboxílicos, ácido ascórbico e seus derivados, aminoácidos contendo enxofre, ácidos fenólicos e outros) que atuam como agentes antiescurecedores, aplicados em fatias de maçã em soluções na concentração de 1%. No grupo dos ácidos carboxílicos foram analisados doze ácidos que são naturalmente encontrados nos frutos (acético, cítrico, fórmico, fumárico, láctico, málico, malônico, pirúvico, oxálico, oxalacético, succínico e tartárico) e observaram que dentro do grupo dos ácidos carboxílicos o ácido oxálico, oxalacético, ácido tartárico e o ácido malônico foram mais eficientes que o ácido cítrico no controle do escurecimento de fatias de maçã. Ficou evidenciado que embora o ácido cítrico seja amplamente utilizado comercialmente como inibidor da atividade da polifenoloxidase, os ácidos oxálico e oxalacético se mostram mais potentes no controle da atividade da enzima.

O ácido ascórbico e seus derivados (ácido ascórbico previne o escurecimento por reduzir a quinona no seu composto original polifenol), foram efetivos na inibição do escurecimento inicial em fatias de maçã, entretanto o poder redutor do ácido ascórbico foi esgotado em 20 min. e o escurecimento desenvolveu-se rapidamente depois disso (SON et al., 2001). O ácido ascórbico é um antioxidante natural que evita o escurecimento enzimático dos tecidos, perda do aroma e sabor, bem como as mudanças na textura e redução na qualidade nutricional (CHITARRA, 2001), mas a ação preventiva é rápida pelo baixo conteúdo nos tubérculos (ZORZELLA et al., 2003a), encontrando-se pouca correlação entre o conteúdo de ácido ascórbico e o grau de escurecimento da batata. Também, o ácido ascórbico é um agente redutor que está envolvido na prevenção da formação da melanina, devido a capacidade de reduzir os precursores da mesma (CANTOS et al., 2002).

Os aminoácidos contendo enxofre são bem conhecidos por sua atividade antiescurecedora, são utilizados com sucesso para maçãs e outros frutos, entretanto seu exato mecanismo de inibição da polifenoloxidase pelos compostos contendo enxofre não estão ainda elucidados. A glutatona, N-acetil-cis e cisteína foram mais eficientes que a histidina e a

metionina, entretanto qualquer um desses compostos foi melhor que o ácido ascórbico. Como inconveniente, as doses elevadas produzem odores desagradáveis em frutas e vegetais (SON et al., 2001). Os ácidos fenólicos têm mostrado complicadas e intrigantes reações no escurecimento enzimático e junto com seus derivados são componentes importantes do gosto e odor da batata. Entre os compostos fenólicos testados, o ácido kojico mostrou o mais intenso efeito inibitório. Alguns autores relatam que o mecanismo de inibição do ácido kojico na polifenoloxidase é como agente redutor tão eficaz quanto um inibidor da enzima (SON et al., 2001).

O efeito positivo dos sulfitos na prevenção do escurecimento enzimático foi comprovado por LU et al. (2006) utilizando $0,5 \text{ g L}^{-1}$ de bissulfito de sódio para a conservação de maçã minimamente processada, por BELTRÁN et al. (2005) utilizando 2 mg L^{-1} de sulfito de sódio em batata embalada a vácuo e por TRONCOSO et al. (2009) em fatias de batata sulfiteadas. Foi verificado que o ácido ascórbico e ou ácido cítrico adicionados nas soluções de mergulho potencializam o efeito antiescurecedor do sulfito, provando que pode ser possível a redução da concentração de SO_2 de 0,5% para 0,1%, quando combinado com ácido cítrico ou ácido ascórbico (PETRI et al., 2008).

Existem diferenças entre as cultivares de batata minimamente processadas quanto à aparência durante a estocagem (CABEZAS-SERRANO et al., 2009) e isso se deve a atividade das enzimas e ao conteúdo de fenóis e antioxidantes. Nesse caso, a atividade antioxidante foi mais correlacionada com o conteúdo de ácido ascórbico do que com o de fenóis totais, sendo o último correlacionado com a polifenoloxidase. Constataram também que há diferenças na susceptibilidade ao escurecimento entre as cultivares devido à composição química, cor inicial e desempenho pós-corte. A composição inicial é extremamente diferente entre as cultivares, em termos de conteúdos de fenóis, vitamina C, conteúdo de açúcar, atividade antioxidante e enzimática, o que explica parcialmente a adequação para ser minimamente processada, podendo ser afetada pelo manuseio pré e pós-colheita. CANTOS et al. (2002) comparando cultivares de batata no processamento mínimo, constataram que a sequência de susceptibilidade ao escurecimento foi Monalisa > Spunta > Liseta > Cara > Agria e, da mesma forma, VITTI (2007) concluiu que as cultivares Ágata e Asterix são mais indicadas para o processamento mínimo do que a Monalisa, sendo esta mais susceptível ao escurecimento enzimático.

Existe o efeito sinérgico da misturas de agentes antiescurecedores, como a utilização de 0,2% de ácido oxálico combinado com 1% de ácido cítrico e, ácido ascórbico, entre outros,

onde se observa um efeito sinérgico na mistura de ácido oxálico com ácido eritórbito e ácido ascórbico, e ainda, um elevado efeito com ácido cítrico (SON et al., 2001). Determinados conservantes alimentares, como os derivados de enxofre (dióxido de enxofre, sulfitos, bissulfitos e metabissulfitos), têm como principal efeito prevenir e retardar as reações que conduzem o escurecimento dos alimentos (ARAUJO, 2004). Os derivados de enxofre agem pela formação de compostos estáveis com os intermediários insaturados e instáveis da reação de Maillard (reação entre açúcares redutores e aminoácidos cujo produto final são pigmentos castanho escuros denominados melanoidinas), reduzindo a concentração de reagentes susceptíveis de originar melanóides (LINDSAY, 2000). Em produtos com concentrações elevadas de ácido ascórbico, os sulfitos também se opõem ao escurecimento não enzimático do ascorbato, por mecanismos ainda não conhecidos, mas que são diferentes dos mecanismos implicados no escurecimento, tanto anaeróbico como oxidativo desta vitamina (LINDSAY, 2000).

Muitas combinações de tratamentos físicos e químicos estão sendo testados nos últimos anos para melhorar a ação antimicrobiana com diferentes agentes desinfetantes (ALLENDE et al., 2006) ou o uso combinado de diversos agentes sanitizantes. Em geral a combinação de desinfetantes químicos mantém melhor a qualidade sensorial e microbiológica dos produtos (ALLENDE et al., 2006). Em geral, o pH dos tecidos se encontra entre cinco e sete, sendo favorável ao crescimento de numerosas espécies microbianas. A carga microbiana é muito variável em frutas e hortaliças, entretanto, raízes e tubérculos apresentam elevadas contagens, devido ao contato com o solo, como acontece em batatas que nas plantas industriais variam de $7,5 \times 10^4$ a $2,8 \times 10^7$ (CARVALHO; CASTRO, 2002). Alguns métodos como a supressão de O_2 , redução do pH (acidificação do produto), tratamento térmico (branqueamento), adição de inibidores químicos (sulfitos, ácidos, sais e agentes redutores) podem evitar o escurecimento enzimático e reduzir a carga microbiana (ALENCAR; KOBLITZ, 2008). O efeito de substâncias anti-escurecedoras no metabolismo, na mudança de cor e na composição química, são considerados juntos com a embalagem e a refrigeração para assegurar alta qualidade e a vida de prateleira do produto (ROCCULI et al., 2007).

2.3.3 Acondicionamento e armazenamento

Quando os vegetais são acondicionados em embalagens plásticas sem vácuo, a modificação da atmosfera é passiva, ou seja, ocorre em função da respiração do produto e da permeação de gases pela embalagem. Quando se faz a injeção de uma mistura gasosa na embalagem tem-se uma atmosfera modificada ativa, embora essa atmosfera ainda possa se modificar ainda mais durante o armazenamento (SARANTÓPOULOS, 1997).

O empacotamento em atmosfera modificada é uma técnica já em uso na indústria de minimamente processados, e implica na alteração da composição de gases da camada que cerca o produto. Os baixos níveis de O_2 e altos níveis de CO_2 da atmosfera de armazenamento reduzem o consumo e a transformação de compostos orgânicos do produto, reduzem a taxa de respiração, retardam o amolecimento e retenção da firmeza, estendendo o tempo de armazenamento (CARVALHO FILHO et al., 2002). Cada produto demanda concentrações de O_2 e CO_2 específicas para as atmosferas de armazenamento (KADER, 1992), que no caso de batatas inteiras a concentração mínima tolerada é 5,0% de O_2 e 10% de CO_2 . Por outro lado, o armazenamento em atmosfera modificada pode influenciar na qualidade textural e teor de água de frutas e vegetais (ANGÓS et al., 2008), sendo que níveis excessivamente baixos de O_2 favorecem processos fermentativos que podem causar a formação de compostos, como acetaldeídos, e o aparecimento de odor desagradável.

2.3.4 Análises de qualidade

Os produtos minimamente processados após o acondicionamento necessitam ser avaliados. Muitas análises físico-químicas podem ser utilizadas como parâmetros de qualidade, como o pH, a acidez titulável, a cor e o teor de vitamina C, os atributos da qualidade sensorial e os parâmetros de contaminação microbiana.

2.3.4.1 Teor de vitamina C

As vitaminas são compostos orgânicos, que em quantidades mínimas atuam em diversos processos metabólicos e precisam ser ingeridas diariamente. A ingestão diária de vitaminas necessária para garantir o funcionamento adequado do organismo é especificada como dose diária recomendada (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). A vitamina C não é sintetizada pelo organismo humano, sendo, portanto, indispensável o suprimento através da alimentação. A vitamina C é facilmente encontrada em vegetais, que são a principal fonte dessa vitamina (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os efeitos benéficos que as frutas e os vegetais proporcionam a saúde são atribuídos a presença de antioxidantes que atuam como receptores de radicais livres, entre eles, o ácido ascórbico, um antioxidante presente em grande quantidade em frutas e vegetais (RICO et al., 2007). São fontes excepcionais de ácido ascórbico a acerola (1,0 a 1,8%), a goiaba e o caju (0,2 a 0,3%). Em tubérculos de batata o teor de vitamina C é dependente da cultivar (ZORZELLA et al., 2003b), e pode variar entre 10 e 30 mg 100 g⁻¹ (ARAÚJO, 2004), cujos valores apresentam uma pequena redução após o cozimento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O processamento mínimo de batata pode aumentar o teor de vitamina C, como observado em batata minimamente processada das cultivares Monalisa e Spunta e armazenadas a 4°C (TUDELA et al., 2002). O teor de ácido ascórbico em batatas frescas é resultante de processos biossintéticos e degradativos, sendo que a diminuição nos tubérculos não necessariamente significa uma queda na biossíntese, mas simultaneamente o consumo pelas reações de escurecimento. Dentro da embalagem, o alto teor de CO₂ pode acelerar a perda de vitamina C por oxidação do ácido ascórbico, catalisado pela ascorbato peroxidase. Esses resultados indicam que os filmes plásticos com baixa permeabilidade ao O₂, comumente usados na indústria de batata minimamente processada, não preservam o teor de vitamina C e que a embalagem a vácuo provou ser a melhor condição de embalagem, evitando o escurecimento e retendo a vitamina C.

O teor de vitamina C tende a diminuir com a maturação e com o armazenamento de hortícolas, devido à ação direta das enzimas ascorbato oxidase e peroxidase, que aceleram a oxidação da vitamina. Essa vitamina encontra-se em tecidos vegetais na forma reduzida como ácido ascórbico (AA), ou na forma oxidada como dehidroascórbico (DHA), ambos com

atividade vitamínica (OMS-OLIU et al., 2008). No entanto, a degradação do DHA para ácido 2,3-dicetogulônico leva a perda da atividade biológica e esse, através de outras reações químicas, produz pigmentos escuros que depreciam a aparência do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Durante o processamento, a oxidação indireta da vitamina C ocorre pela ação de quinonas oriundas da oxidação de compostos fenólicos pelas polifenoloxidase, a velocidade da oxidação aeróbica é dependente do pH, é mais rápida e a degradação é maior em meio alcalino, resulta dessa oxidação, além o ácido dehidroascórbico, a água oxigenada (ARAÚJO, 2004).

2.3.4.2 Qualidade sensorial

A importância da ciência sensorial dos alimentos baseia-se na relevância da percepção do consumidor para a aceitação e o sucesso comercial de alimentos e bebidas e na significância do alimento para o bem estar e saúde humana. Nas empresas de alimentos, a ciência sensorial dos alimentos pode ser de grande valor para traçar estratégias táticas e metas de pesquisa, buscando a compreensão de respostas dos consumidores de diferentes segmentos ou para tendências emergentes na produção, processamento e consumo de alimentos (TUORILA; MONTELEONE, 2009).

Os atributos de qualidade sensorial são agrupados em categorias identificadas pelos sentidos da própria pessoa, tais como a aparência, a textura, o sabor e o aroma. A aparência fresca e consistente, a textura aceitável, o sabor e aroma característicos, além da vida de prateleira suficiente para que se mantenham durante a distribuição e comercialização são determinantes na qualidade de minimamente processados. A qualidade sensorial é um aspecto importante na qualidade de batatas minimamente processadas e pode limitar a utilização do produto, mesmo durante um período de 5 a 7 dias, sendo que estresses mecânicos contribuem para a deterioração do produto (THYBO et al., 2006).

A aparência é o fator de qualidade de maior importância do ponto de vista da comercialização, sendo definida pelo tamanho, forma, cor, brilho e defeitos externos e internos. A textura é afetada pela firmeza, maciez, fragilidade, suculência, granulidade, resistência e fibrosidade, e o sabor e aroma pela doçura, pela acidez, pela adstringência, pelo amargor e pelos sabores estranhos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Essas características de

aparência estão intrinsicamente ligadas ao atributo cinestésico, tendo por ponto de ligação a forma, que de alguma maneira relaciona-se com a consistência e viscosidade dos alimentos e, conseqüentemente, com a percepção oral, que interage com o odor e o gosto na constituição do sabor (QUEIROZ; TREPTOW, 2006).

A textura é vista como um conjunto de características de um alimento perceptíveis pelos receptores mecânicos e táteis e, eventualmente pelos visuais e auditivos (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). A textura de tubérculos de batata é determinante da qualidade de batatas cozidas, sendo a característica que mais influencia a preferência do consumidor. Da mesma forma, que o sabor e aroma, a textura é uma característica difícil de analisar, uma vez que depende da interação de vários fatores, e a definição da textura, que é atrativa aos consumidores, depende da análise de um painel sensorial, em vez de medições analíticas (TAYLOR et al., 2007).

O aroma e o sabor possuem uma base química cuja percepção ocorre simultaneamente tornando, por conseguinte, mais difícil o treinamento de avaliadores, enquanto que a aparência e a textura possuem uma base física, cuja percepção é discreta e separada, por isso o processo é mais fácil (MUÑOZ, 1999). O sentido humano, em particular as sensações químicas, são ajustadas para atuar como identificadores da composição dos alimentos ingeridos. Essa função biológica protege do consumo de alimentos estragados e encoraja o consumo de itens nutricionalmente benéficos (TUORILA; MONTELEONE, 2009). Quase todos os aromas das hortaliças se desenvolvem durante a desintegração celular que libera enzimas que atuam sobre precursores não voláteis, enquanto a parede celular se mantém intacta não possui aroma, pois os compostos aromáticos se encontram unidos quimicamente a precursores como açúcares e aminoácidos (FISHER; SCOTT, 1997). Os compostos aromáticos encontram-se distribuídos num amplo leque de compostos químicos que podem ser voláteis ou não voláteis (FISHER; SCOTT, 1997). Na realidade, uma boa produção de alimentos está na aprendizagem do controle do aroma e sabor durante a fabricação (HÜBBE, 2007).

2.4 Aplicação de tecnologia para a desidratação de tubérculos batata

A desidratação de alimentos é uma das operações unitárias mais relevantes e fascinantes no processamento de alimentos, assim como um tema de contínuo interesse da pesquisa. A desidratação pode ser resumida em dois fenômenos, o aquecimento do produto e a redução do conteúdo de água, ambos em função do tempo (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000). O fluxograma de produção de desidratados de batata contempla várias etapas, as quais podem variar em função dos equipamentos disponíveis na planta industrial e com a matéria-prima a ser processada (Figura 3). Entretanto, o processo de desidratação segue o aquecimento da matéria-prima, a eliminação da água e os cuidados necessários para garantir a qualidade do produto final.

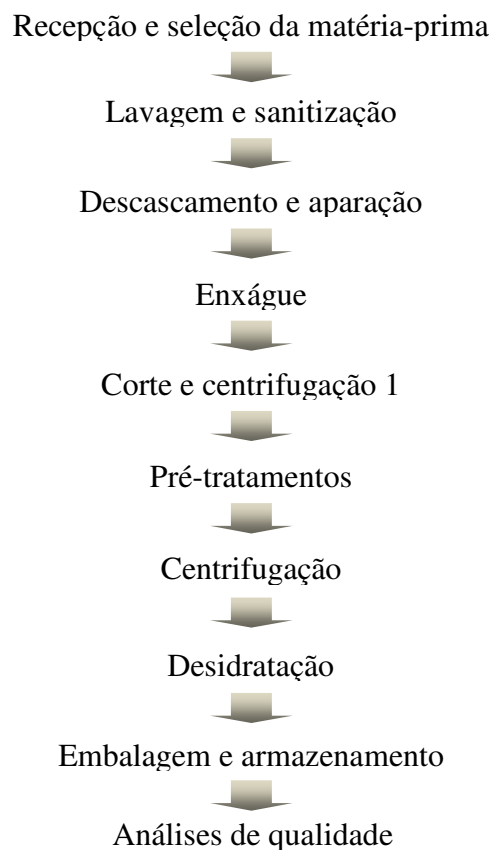


Figura 3 – Fluxograma geral para a elaboração de batatas desidratada.

A qualidade dos produtos desidratados depende fundamentalmente de três etapas, os pré-tratamentos, a desidratação propriamente dita e a pós-desidratação. Os processos que

antecedem a desidratação (pré-tratamentos) podem ser divididos em físicos e químicos. Os tratamentos físicos são realizados pela aplicação de calor através da água ou vapor, enquanto que os químicos compreendem a aplicação de sulfitos ou ácidos orgânicos, aplicados isoladamente ou combinados. Para a desidrataação propriamente dita, devem ser escolhidos equipamentos com elevada eficiência no consumo de energia, que mantenha a qualidade estrutural, nutricional e sensorial do produto e a capacidade de reidratação. A eliminação parcial da água é um obstáculo ao desenvolvimento de microrganismos e a ocorrência de reações enzimáticas e não enzimáticas. Além disso, reduz grandemente o volume, facilita o transporte e, principalmente, permite agregar valor a batata.

Um produto é desidratado quando a água é eliminada por evaporação, através da transferência de calor e massa. A desidrataação visa reduzir o teor de água a ponto de inibir as reações que causam deterioração e desenvolvimento de microrganismos, garantindo as características sensoriais e o valor nutricional. São considerados produtos desidratados de batata a farinha, a fécula, os flocos, os grânulos, as lâminas fritas denominadas de chips, a batata ralada (palha), os cubos e fatias desidratadas, entre outros (BHERING, 2006).

Para elaboração de batatas desidratadas, algumas etapas são comuns as demais tecnologias de processamento. Os pré-tratamentos, a desidrataação e a pós-desidrataação mais influenciam a qualidade do produto final, cujo efeito depende muito do tipo de material processado e da forma de utilização do mesmo (LEWICKI, 2006). Dentre os pré-tratamentos, o branqueamento interfere na desidrataação e na qualidade final do produto, principalmente na reidratação. As seguir são discutidas as etapas específicas de produção de batatas desidratadas.

2.4.1 Branqueamento

O branqueamento é uma etapa essencial antes do processamento, além de inativar enzimas, reduz a contagem microbiana, reduz o tempo de desidrataação, melhora a reidratação e ajuda na prevenção da deterioração durante a desidrataação e o armazenamento (MUKHERJEE; CHATTOPADHYAY, 2007). Durante o branqueamento com água quente ou vapor, ocorre à inativação de enzimas e uma substancial redução da carga microbiana, responsáveis por alterações indesejáveis nos alimentos, tais como cor, odor, sabor e textura,

além da perda de vitaminas durante a desidratação e o armazenamento (AGUIRRE, 2001a). Além disso, quando aplicada antes da desidratação, aumenta significativamente a taxa de reidratação e o coeficiente de difusão, quando comparado com amostras não tratadas, e reduz o tempo de desidratação, devido ao amolecimento parcial dos tecidos, tornando as membranas celulares mais permeáveis à transferência de umidade e proporcionando uma desidratação mais rápida e completa (AGUIRRE, 2001a; KINGSLY, 2007).

Durante o aquecimento ocorrem importantes mudanças físicas e químicas, tais como, a perda de sólidos solúveis, a desnaturação de enzimas, a remoção do ar dos tecidos, a hidrólise e solubilização da protopectina e a gelatinização dos grãos de amido, que ocorre nos dois primeiros minutos em água quente a 90°C. No caso da batata, essas mudanças afetam a estrutura interna e, em consequência, a qualidade do produto desidratado. Outras consequências do branqueamento, como a perda de sólidos solúveis e a hidrólise de matérias pécnicas não tem influência na qualidade estrutural (MATÉ et al., 1999), porém, a gelatinização do amido provoca o aumento da resistência a difusão da água através do tecidos (NIETO et al., 2001). No entanto, resultam em perdas de nutrientes solúveis por difusão, tais como, vitaminas, açúcares, aminoácidos e minerais. A perda dos açúcares é desejável nos casos de produtos derivados de batata, pois reduz o escurecimento não enzimático que ocorre durante a desidratação e o armazenamento (AGUIRRE, 2001a; MARÍN et al., 2006). A temperatura e o tempo de exposição ao branqueamento variam de uma hortaliça para outra e de acordo com o tamanho dos pedaços a serem desidratados (AGUIRRE, 2001a).

Em cilindros de batata, o branqueamento de até 2,5 min. afeta a reidratação, sendo que de apenas 1 min. apresenta as mais baixas taxas de difusão. O efeito adverso na reidratação mostrado pelo branqueamento por curto período de tempo pode ser devido à gelatinização parcial do amido e a modificação celular do tecido da batata (CUNNINGHAM et al., 2008). O branqueamento por períodos de 5 a 7 min. muda as propriedades do tecido da batata, ocorrendo a gelatinização e as menores perdas de sólidos solúveis, o que promove a transferência de água e assim aumenta a cinética de reidratação (MAZZA, 1983). O branqueamento por 5 min. é adequado para melhorar a absorção de água, cuja melhoria é atribuída as mudanças nas propriedades físicas da batata (CUNNINGHAM et al., 2008). A gelatinização do amido e a separação da parede celular são consideradas as duas principais alterações provocadas pelo aquecimento em tecidos de batata (KARLSSON; ELIASSON, 2003) e longo tempo de cozimento tem como consequência um substancial gasto de energia,

redução no teor de vitaminas e de compostos precursores de sabor e aroma desejáveis (VILAGRAN et al., 2009).

Na indústria, os vegetais desidratados são geralmente branqueados com água quente ou vapor, porém tratamentos químicos também podem ser usados (CUNNINGHAM et al., 2008), como os sulfitos, que oferecem uma série de vantagens técnicas tais como, o controle do escurecimento enzimático e não enzimático, a ação antimicrobiana e antioxidante, a redução e clarificação, além de manter e até melhorar a qualidade dos produtos alimentícios por longos períodos (ARAUJO, 2004).

2.4.2 Desidratação

A desidratação envolve a aplicação de calor para vaporizar a umidade dos tecidos e remover o vapor d'água após a separação de frutos e vegetais (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995). A desidratação tem como objetivo principal prolongar a vida útil, além de reduzir a massa e o volume do produto, o que melhora a eficiência no acondicionamento, na estocagem e no transporte (KINGSLEY et al., 2007). Assim, a desidratação trata de preservar a qualidade dos alimentos, diminuindo a atividade de água mediante a redução do conteúdo de umidade e evitando assim a deterioração e a contaminação microbiológica dos mesmos durante o armazenamento (MARÍN et al., 2006). A deterioração e a contaminação provocam mudanças físicas, estruturais, químicas, organolépticas e nutricionais, que causam a degradação da qualidade (MARÍN et al., 2006).

A efetividade do processo de desidratação depende de diferentes fatores, tais como, método de transferência de calor, continuidade e descontinuidade do processo, direção dos fluidos aquecidos em relação ao produto e a variação da pressão (SEVERINI et al., 2005). Em termos da matéria-prima, o teor de massa seca determina o rendimento global e os custos de produção dos desidratados (MELONI, 2003). As propriedades das matérias-primas, o formato e as características do produto definem a escolha do desidratador e/ou o método de desidratação, assim como as condições e os custos para a operacionalização (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995).

A maior produção de alimentos desidratados é realizada pelo processo convencional, através da circulação do ar aquecido por convecção (MASKAN, 2001), sendo responsável pela retirada de água dos alimentos em desidratadores de bandeja. Esse é o procedimento mais econômico e a técnica mais comum para a desidratação industrial de batata, entretanto, longos períodos de desidratação e altas temperaturas podem causar danos às células, influenciando na reidratação dos produtos alimentícios (CUNNINGHAM et al., 2008). Além disso, promove a perda da textura e a diminuição de vitaminas, da cor e do aroma, entre outros (MARÍN et al., 2006). Entre as desvantagens da desidratação com ar quente, podem ser citadas a baixa eficiência energética e o longo tempo de desidratação, que é causado pela rápida redução da superfície e o conseqüente encolhimento, que freqüentemente resulta na redução da transferência de umidade e até mesmo de calor (FENG; TANG, 1998), causando danos irreversíveis a textura (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995).

Os equipamentos para a desidratação podem ser classificados de acordo com o fluxo de carga e descarga em contínuo ou intermitente, a pressão utilizada em atmosférico ou vácuo e o sistema utilizado para o fornecimento de calor em convecção, condução, radiação ou dielétrico. O ar quente desempenha duas funções importantes, aquecer o produto e evaporar a água nele contida e arrastar para o exterior o vapor d'água formado (TRAVAGLINI et al., 2001). A avaliação para a seleção de um desidratador deve-se levar em conta a capacidade de produção, o conteúdo inicial da umidade do produto, a distribuição de tamanho de partículas do produto, as características de desidratação do produto, a temperatura máxima que pode suportar o produto, as isotermas de umidade e os dados físicos do produto (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995).

As indústrias de médio e pequeno porte utilizam desidratadores tipo cabine com circulação de ar. A configuração básica consiste de uma cabine com isolamento térmico apropriado, onde se coloca o produto, equipado com sistema de aquecimento e ventilação de ar circulante sobre ou através das bandejas (BARBOSA-CÁNOVAS; VEGA-MERCADO, 2000; TRAVAGLINI et al., 2001). Além deste, existem desidratadores de bandeja apoiadas sobre base móvel, que possibilita a movimentação das bandejas enquanto se processa a desidratação pela circulação do ar quente, proporcionando maior velocidade de evaporação. Os desidratadores de esteira contínua são indicados para produção em larga escala de um produto específico (TRAVAGLINI et al., 2001) e os de tipo cabine com circulação de ar entre ou através das bandejas é muito utilizado para desidratação de frutas e hortaliças em pequena e média escala (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995).

2.4.3 Análises de qualidade

A qualidade dos produtos desidratados está diretamente relacionada com a capacidade de reidratação, sendo que o branqueamento tem grande influência sobre a absorção de água, devido às mudanças estruturais do tecido celular. Além disso, a reidratação de produtos desidratados pode ser considerada como um índice de qualidade. Essas características refletem as mudanças físicas e químicas que ocorrem durante a desidratação, e essas, por sua vez, são influenciadas pela composição da amostra, pelas condições da desidratação e pelos tratamentos que o produto tenha sido submetido (MASKAN, 2001). Além da reidratação, a qualidade dos produtos desidratados é avaliada pela atividade da água, pelo controle microbiano e pelo residual de SO₂.

2.4.3.1 Capacidade de reidratação

A reidratação é necessária para reconstituir as propriedades físico-químicas, mecânicas, sensoriais e nutricionais do produto desidratado antes do consumo (MARÍN et al., 2006). A reidratação é considerada um complexo processo que visa restaurar as propriedades do produto fresco, quando colocado em contato com a fase líquida (LEE et al., 2006), podendo ser considerado como uma medida do dano ocorrido no produto durante a desidratação (HOGEKAMP; SCHUBERT, 2003). Portanto, a reidratação mede o grau de ruptura da estrutura do tecido celular que ocorreu antes e durante a desidratação (BILBAO-SÁINZ et al., 2005).

A reidratação pode ser medida pela razão da massa do produto reidratado pela massa do produto desidratado (AGUIRRE, 2001b). No entanto, é importante considerar que a reidratação não é o processo inverso da desidratação e que ambos os fenômenos tem diferentes mecanismos de transferência de massa e dependem de fatores distintos (MARÍN et al., 2006). A reidratação é afetada pelos tratamentos anteriores à desidratação, o método de desidratação, a temperatura e a velocidade da retirada da água, a temperatura de armazenamento e os fatores extrínsecos e intrínsecos ao processo de reidratação. Como fatores extrínsecos estão o líquido e a temperatura da solução de reidratação, a agitação durante a reidratação e as características do produto desidratado (MARÍN et al., 2006).

Uma das características mais importantes dos produtos desidratados é a capacidade de reidratação rápida e completa, sendo diretamente influenciada pelo método de desidratação. A desidratação convectiva é a técnica mais comum para o processamento industrial de batata, no entanto, apesar da vantagem de ser uniforme ao longo do tempo, as temperaturas elevadas podem causar danos celulares (CUNNINGHAM et al., 2008), que podem ser constatados pela quantidade de água absorvida durante a reidratação (VILAGRAN et al., 2009). O aumento da temperatura da água de reidratação de cilindros de batata acima de 60°C promove a remoção de sólidos dos tecidos desidratados, obstruindo as cavidades próximas da superfície e, conseqüentemente, reduz a taxa de absorção de água nos estágios finais da reidratação (CUNNINGHAM et al., 2008). Esse efeito também foi observado quando aplicado o pré-tratamento com cloreto de sódio, sendo mais evidente em concentrações da solução superiores a 25%.

A ampla variedade de produtos derivados de batata desidratada, tais como, fatias de batata, grânulos, flocos e farinha (CUNNINGHAM et al., 2008) necessitam especificações de qualidade e valor nutricional, enfatizando a necessidade de um completo entendimento do processo para otimizar a reidratação (LEE et al., 2006). Alguns autores consideram que a reidratação é composta por três etapas simultâneas, ou seja, a absorção de água, o inchamento do produto desidratado e a perda ou difusão de componentes solúveis (MARÍN et al., 2006; LEE et al., 2006). A qualidade de um produto reidratado depende das propriedades estruturais (densidade, porosidade, tamanho do poro e volume específico), óticas (cor e aparência), texturais (força de compressão, relaxamento, tensão), mecânicas (estado do produto: cristalino, elástico, vítreo), sensoriais (aroma, sabor e cor) e nutricionais (conteúdo de vitaminas, proteínas, açúcares entre outros) (MARÍN et al., 2006).

2.4.3.2 Atividade de água (a_w)

Nos alimentos, a água está presente em grande quantidade e se liga aos sólidos basicamente por meio das ligações físicas, químicas e físico-químicas. A água, fisicamente ligada, apresenta as ligações mais fracas com os sólidos, enquanto que a água quimicamente ligada só pode ser separada quebrando-se a estrutura química, com conseqüente alteração nas propriedades do alimento (TEIXEIRA NETO, 1997). A atividade de água é um fator

determinante no estudo da estabilidade da qualidade dos alimentos desidratados (MARÍN et al., 2006), pois quantifica o grau de ligação da água contida no produto e, conseqüentemente, a disponibilidade para agir como um solvente e participar das transformações químicas, bioquímicas e microbiológicas durante o armazenamento. A atividade de água é definida como sendo a relação entre a pressão parcial do vapor de água no produto e a pressão de vapor da água pura, à mesma temperatura (BELITZ; GROSCH, 1997).

A atividade de água é um importante parâmetro de controle de qualidade e de processo em uma condição estabelecida, podendo ser reproduzido e utilizado como referência da qualidade do produto (JARDIM, 1997). Para a preservação da qualidade é necessário evitar as reações de deterioração, normalmente resultante do crescimento microbiano de reações químicas, tais como, escurecimento enzimático e não enzimático, oxidação de lipídios e degradação de pigmentos, as quais, na sua maioria, dependem da presença de água (COULTATE, 1998; ARAUJO, 2004). Para auxiliar no controle das reações indesejáveis, são utilizados aditivos químicos, principalmente os sulfitos, que em suas formas incluem dióxido de enxofre, sulfito de sódio, bissulfito e metabissulfito de sódio, que agem como antimicrobianos e no controle do escurecimento (ARAUJO, 2004).

A atividade de água exerce influência sobre diversas reações químicas, tais como reação de Maillard, oxidação de lipídios, reações enzimáticas, degradação de vitaminas, desnaturação de proteínas e gelatinização do amido. A reação de Maillard ocorre a taxa máxima na faixa de a_w de 0,4 a 0,8. A oxidação de lipídios ocorre a taxa mínima em a_w igual a 0,4 a 0,5, sendo que tanto abaixo como acima destes limites a taxa da reação aumenta. As reações de degradação de vitaminas têm sua taxa aumentada com o aumento da a_w entre 0,24 e 0,65. A gelatinização do amido é altamente dependente da disponibilidade de água no sistema (ROCKLAND; BEUCHAT, 1987). Em função da atividade de água, os alimentos são classificados em três grupos, alimentos com baixa umidade (a_w até 0,60), alimentos com umidade intermediária (a_w entre 0,60 e 0,90) e alimentos com alta umidade (a_w com valores acima de 0,90) (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Quanto mais alta a a_w , maior a velocidade das reações e, portanto, menor a vida de prateleira do produto. Entretanto, por ocasião da desidratação, alimentos com teores de umidade e a_w muito baixos podem resultar em produtos com elevada dureza, prejudicando a textura e diminuindo a massa total, o que gera um menor rendimento por ocasião da comercialização. A maioria das bactérias não se multiplica em atividade de água menor que 0,91 e a maioria dos fungos não crescem a a_w menor que 0,80. Frutas e hortaliças desidratadas

contendo entre 15 e 20% de umidade, possuem atividade de água em torno de 0,6, o que impede o desenvolvimento de leveduras osmófilas e de alguns mofos (DECAGON, 2010). A influência da a_w sobre a morte ou sobrevivência de microrganismos é complexa, pois varia em função de fatores intrínsecos e extrínsecos, como pH, presença de compostos antimicrobianos e nutrientes, temperatura do meio, presença de oxigênio e tratamentos químicos (TAPIA et al., 2007). Portanto, os processos de concentração e desidratação se empregam primariamente com o objetivo de reduzir o conteúdo de água de um alimento, aumentando simultaneamente a concentração de solutos e diminuindo deste modo a perecibilidade. Entretanto, observa-se que diversos alimentos com o mesmo conteúdo de água diferem significativamente em sua suscetibilidade à alteração, pois o conteúdo de água por si só, não é um indicador fiel da perecibilidade (REID; FENNEMA, 2010).

2.4.3.3 Residual SO_2

Um obstáculo sempre encontrado pelos tecnólogos de alimentos em desidratados ao longo período de estocagem de frutas e hortaliças é a descoloração devido ao escurecimento, que pode ser enzimático e não enzimático. O branqueamento pela ação do calor inativa as enzimas responsáveis pelo escurecimento. Os sulfitos também atuam como inibidores da ação das enzimas, pois a presença do SO_2 retarda o escurecimento de frutas e hortaliças desidratadas (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995). Os sulfitos são então utilizados para o controle do escurecimento enzimático e não-enzimático, do desenvolvimento microbiano e como agente antioxidante, redutor e clarificante. A eficácia é dependente do pH, da temperatura, da concentração de sulfito e dos componentes reativos presentes no produto (ARAUJO, 2004).

Os sulfitos mais comumente usados pela indústria de alimentos são o dióxido de enxofre, o metabissulfito de sódio e potássio e o bissulfito de sódio e potássio (MACHADO et al., 2006). De acordo com a legislação brasileira, os sulfitos são classificados como aditivos alimentares e o emprego está restrito a alguns alimentos (MACHADO et al., 2006). O residual máximo de SO_2 em legumes e verduras desidratadas é de 0,02 g 100 g⁻¹ (BRASIL, 1988). A análise de resíduos de sulfitos em alimentos é dificultada pelo fato de ocorrerem rápidas interações entre os sulfitos e vários componentes dos alimentos, que reagem prontamente com

açúcares redutores, aldeídos, cetonas, antocianinas e proteínas formando grande variedade de sulfitos orgânicos combinados (ARAUJO, 2004).

2.5 Aplicação de tecnologias para a produção de conservas de batatas

Frutas e hortaliças em conserva são produtos preparados com tubérculos, rizomas, bulbos, talos, brotos, folhas, inflorescências, pecíolos, frutos, sementes e cogumelos cultivados, cujas partes comestíveis são envasadas praticamente cruas, reidratadas ou pré-cozidas, imersas ou não em líquido de cobertura apropriado, submetidas ao branqueamento e pasteurização, respectivamente antes e depois de fechadas hermeticamente nos recipientes utilizados a fim de evitar alterações indesejadas. As conservas podem ser acidificadas artificialmente com ácidos orgânicos, para se obter o pH de equilíbrio igual ou menor do que 4,5 no produto final (BRASIL, 2002).

As conservas, além de proporcionarem a conservação de frutas e hortaliças, também oferecem uma infinidade de produtos que permitem sofisticação, variedade e praticidade. Em relação a praticidade, as conservas permanecem inalteradas por meses, prontas para o consumo e com a garantia de ser um produto saudável. A conservação se deve a acidificação, que é um dos métodos mais antigos utilizados para a inibição do crescimento microbiano (MONTVILLE; MATHEWS, 2005).

A seguir serão abordadas as etapas gerais do fluxograma de elaboração de conservas de tubérculos de batata (Figura 4). Algumas das etapas são as mesmas utilizadas na aplicação de outras tecnologias de processamento de tubérculos de batata. Para a produção de conservas, são específicas as etapas de escolha da matéria-prima, o branqueamento ou pré-cozimento, o enchimento das embalagens, a exaustão e o fechamento, o tratamento térmico e o resfriamento, e a rotulagem e o armazenamento.

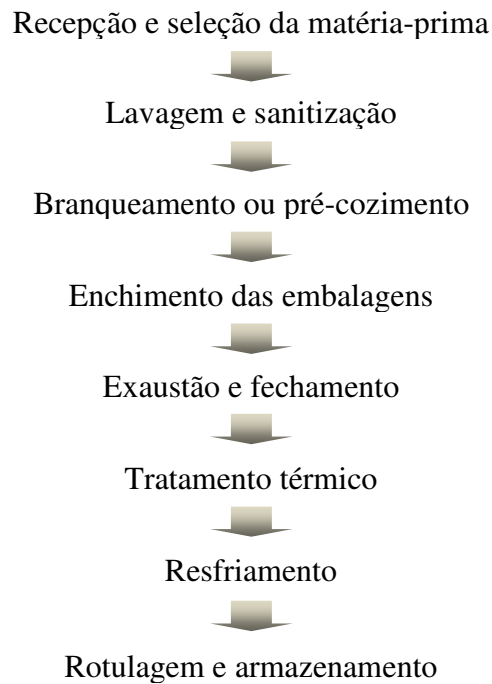


Figura 4 – Fluxograma geral para a elaboração de conservas de tubérculos de batata.

2.5.1 Escolha da matéria-prima

A qualidade da batata para a indústria de conservas é influenciada por vários fatores, tais como os teores de massa seca e amido, e a presença de substâncias pécticas, que garantem a integridade dos tecidos durante a exposição ao tratamento térmico utilizado para elaboração do produto (EIPESON; PAULUS, 1973). A batata pode ser colhida antes de completar a maturidade, quando os tubérculos têm em sua composição menores teores de amido e maiores teores de substâncias pécticas, como celulosas e hemicelulosas, que são responsáveis pela textura rígida do produto cru. As substâncias pécticas são os principais constituintes da lamela média e desempenham um papel importante na adesão intercelular e na resistência mecânica da parede celular (ABU-GHANNAM; CROWLEY, 2006).

Para a elaboração de conservas, o tamanho do tubérculo assume papel importante, pois os tubérculos menores são facilmente acomodados nas embalagens, apresentam aparência atrativa ao consumidor e tem os teores adequados de massa seca e amido, que caracterizam as conservas ácidas. As conservas podem ser elaboradas com ou sem casca. A presença de pigmentos na casca do tubérculo é um atrativo a mais para o consumo e caracteriza o produto

como alimento funcional. No entanto, esses tubérculos não podem apresentar defeitos externos. Os tubérculos com defeitos externos ou com crescimento secundário podem ser descascados e o tamanho padronizado, viabilizando o aproveitamento em conservas.

2.5.2 Branqueamento ou pré-cozimento

No processamento de conservas ácidas de batata, com ou sem casca, o branqueamento ou pré-cozimento tem como principal finalidade facilitar a acomodação dos tubérculos nas embalagens, pois o aquecimento provoca um leve amolecimento do tecido superficial. No caso dos tubérculos descascados, o branqueamento também tem a finalidade de minimizar o escurecimento enzimático durante as operações de preparo das conservas.

2.5.3 Enchimento das embalagens

O enchimento das embalagens consiste na acomodação dos tubérculos e das especiarias nas embalagens, para evitar que flutuem após a adição do líquido de cobertura, principalmente quando da utilização de embalagens de vidros, uma vez que o produto será facilmente visualizado pelo consumidor. O aspecto visual é um atributo de grande relevância para tomada de decisão do consumidor no momento da compra de um produto, pois a embalagem transparente, como o vidro, permite que se visualize o seu conteúdo.

Nesta etapa é feita a adição do líquido formulado de cobertura, composto basicamente de água, vinagre, açúcar e sal, cujas proporções variam de acordo com a acidez desejada. O líquido de cobertura pode ser vertido quente sobre os tubérculos previamente acondicionados nas embalagens, a uma temperatura superior a 85°C (KROLOW, 2006). O sabor resultante dependerá do balanço desses componentes e de quais especiarias foram adicionados (JORGE, 2002). Especiarias são produtos constituídos de partes (raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes, talos) de uma ou mais espécies vegetais, tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas (BRASIL, 2005).

Muitas especiarias são tradicionalmente utilizadas para melhorar a cor e o sabor de preparações culinárias ou produtos, e, em alguns casos, para aumentar a vida de prateleira. As especiarias começaram a ser utilizadas como conservantes e para realçar o sabor dos alimentos já nos tempos pré-históricos, quando os homens começaram a polir as pedras e juntar a argila com água para fabricar os utensílios (CAMARGO-MORO, 2004). Normalmente, a escolha da especiaria está relacionada aos hábitos culturais regionais. Diversas espécies possuem valor condimentar e tem seu uso regulamentado pela ANVISA (BRASIL, 2002). Inseridas nesta multiplicidade de alternativas podem ser citados o endro, a erva-doce e o cominho, que tradicionalmente são utilizadas na elaboração de conservas de outras espécies.

2.5.4 Exaustão e fechamento

A exaustão é feita para eliminar o restante de ar das embalagens, para formar vácuo e minimizar as reações químicas. O vácuo pode ser formado em nível industrial de três formas: processo térmico, mecânico ou por injeção de vapor ou vácuo mecânico. Após a exaustão, a embalagem é imediatamente fechada hermeticamente (JORGE, 2002; KROLOW, 2006). O processo mais comum e barato de exaustão é o processo térmico em túneis, que consiste na passagem das embalagens preenchidas com o produto e o líquido de cobertura quente, sem as tampas ou levemente frouxas, sobre uma esteira, por um túnel de vapor, a temperatura de 85 a 95°C por 2 a 4 min. O fechamento das embalagens é feito imediatamente após a saída do túnel de exaustão (KROLOW, 2006).

2.5.5 Tratamento térmico e resfriamento

O tratamento térmico é realizado para eliminar os microrganismos que causam alterações na cor, no sabor e no aroma dos alimentos e promover o cozimento do produto, melhorando a textura. Para definir a intensidade do tratamento térmico é importante conhecer o teor da acidez da conserva (KROLOW, 2006). As conservas são consideradas de baixa acidez com $\text{pH} > 4,5$; ácidas com pH entre 4,0 e 4,5 e muito ácidas com $\text{pH} < 4,0$. No caso de

conservas ácidas recomenda-se um tratamento térmico brando, com temperatura por volta de 100°C, por 10 a 15 min. (JORGE, 2002). Enquanto que para conservas de baixa acidez ou acidez intermediária o tratamento térmico deve ser mais intenso, ou seja, há necessidade de temperaturas acima de 100°C e pressão controlada (KROLOW, 2006).

Durante o processamento térmico, os tubérculos de batata estão sujeitos a acentuadas alterações na textura dos tecidos, e o grau de amolecimento é influenciado pela cultivar e pelas condições de cultivo, armazenamento e processamento (EIPESON; PAULUS, 1973). Além disso, podem provocar mudanças indesejáveis no sabor, na cor e na composição nutricional pela desnaturação de proteínas e degradação de vitamina (LÓPEZ-GÓMEZ, 2009).

Concluído o tratamento térmico, as conservas são imediatamente submetidas ao resfriamento para interromper o cozimento e minimizar os danos relativos a cor, sabor, odor e textura (KROLOW, 2006). Assim, as embalagens são transferidas do tratamento térmico para um banho a 60°C e, posteriormente, para um recipiente com circulação de água a temperatura de até 40°C (JORGE, 2002).

2.5.6 Rotulagem e armazenamento

A rotulagem é de responsabilidade do fabricante e deve obedecer as normas de rotulagem geral e nutricional especificadas na legislação pertinente. As embalagens de vidro devem apresentar lacre nas tampas ou outro dispositivo que garanta a inviolabilidade da embalagem. Os vidros devem ser acondicionados em caixas próprias e armazenados em local escuro, limpo, seco, com boa ventilação e temperatura ambiente.

A indústria de conservas deve cumprir as exigências constantes no Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação e respeitar o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores de alimentos.

3 CAPÍTULO I

PROCESSAMENTO MÍNIMO DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA

3.1 Introdução

As transformações sociais, notadamente ocorridas nas últimas décadas, provocaram a mudança dos hábitos alimentares das pessoas. O alimento deixou de ser uma parte da vida cotidiana, antes aceita de forma inconsciente, para tornar-se alvo de maior atenção, principalmente no que diz respeito à saúde (SANTOS, 2008; ROCHA et al., 2003), conveniência e rapidez no preparo. Como consequência surgiram os produtos minimamente processados, tornando-se um importante setor na indústria de alimentos, devido a qualidade semelhante ao produto *in natura* (ROCHA et al., 2003). Paralelamente, a indústria, a ciência e a tecnologia dos alimentos acompanharam essas tendências, ofertando alimentos de qualidade, seguros e convenientes para o uso. A qualidade dos produtos em relação ao conteúdo de vitaminas e sais minerais (CARVALHO; CASTRO, 2002) e a forma de apresentação ao consumidor são as características mais marcantes nessa mudança. A procura por alimentos saudáveis, frescos, nutritivos e inócuos ao homem aumentou a demanda por frutas e hortaliças minimamente processados (SANTOS, 2008).

Nos Estados Unidos, a venda de alimentos minimamente processados tem crescido nos últimos anos, devido ao elevado consumo de alimentos em restaurantes, instituições e redes de supermercados (IFPA, 2009). No Brasil, o processamento mínimo é uma das mais recentes tendências da indústria alimentar (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A oferta desses produtos é altamente diversificada e ocupa cada vez mais espaço nas feiras livres, quitandas e gôndolas das redes de supermercados. Isso é um indicativo do grande potencial de crescimento, da aceitação dos produtos e da satisfação do consumidor, através da sua percepção positiva acerca da qualidade organoléptica, físico-química e microbiológica do produto (DELLA LUCIA, 2008) ou do elevado grau de praticidade.

O mercado institucional, representado pelas grandes redes e lanchonetes de comida rápida e pelos restaurantes de auto-serviço, e os produtos destinados à aviação comercial e as cozinhas industriais, possuem alta demanda de frutas e hortaliças minimamente processadas, devido ao maior comprometimento com a qualidade e praticidade oferecidas. A oportunidade nesses segmentos ocorre devido à transferência de mão-de-obra do cliente para o fornecedor, pois o produto vem mais elaborado para o preparo final, diminuindo o tempo de preparo. Existem outras vantagens, como menor espaço de armazenamento, maior higiene, menor movimentação de resíduos nas cozinhas, menor desperdício e economia de água e tempo. O crescimento do mercado institucional e o aumento da competitividade vêm exigindo produtos inovadores, de melhor qualidade e menor preço (NANTES; LEONELLI, 2000).

A alimentação é de primordial importância, porque a nutrição física está associada à sobrevivência (BAGGOTT, 2002). Um dos fatores que tornou a batata (*Solanum tuberosum* L.) a hortaliça mais apreciada, reverenciada e consumida no mundo é a facilidade de preparo. Bastam alguns minutos de cozimento e está pronta para ser servida ou para dar origem a diversos pratos. O cozimento pode ser realizado na água, no vapor, no forno comum ou de microondas e proporciona substancial contribuição para o fornecimento diário de minerais, vitaminas, proteínas e carboidratos (HAASE, 2008). Além disso, a batata é importante para a economia nacional, com bom valor nutricional, colhida durante todo ano e, por isso, pode ser acrescentada na lista de alimentos minimamente processados, pois alia conveniência e qualidade de produto fresco (TUDELA et al., 2002, CABEZAS-SERRANO et al., 2009).

A industrialização da batata em larga escala tem sido limitada no Brasil, quase que exclusivamente pela falta de matéria-prima adequada (FREITAS et al., 2006). O processo de industrialização é visto como uma possibilidade para agregação de valor aos produtos primários (CHITARRA, 1998, NANTES; LEONELLI, 2000, ENDO et al., 2006) e redução de desperdícios (PILON, 2003). Os tubérculos aceitáveis comercialmente com diâmetro entre 35 e 42 mm, ou com algumas imperfeições, são descartados ou comercializados em mercado marginal (FIOREZE, 2003). Considerando que a produção de batata é dependente da qualidade da semente e das condições edafoclimáticas, aproximadamente 40% dos tubérculos não são aceitos pelo mercado consumidor, seja por defeitos ou injúrias externas, por tamanho inadequado, pela presença de crescimento secundário ou pelo esverdeamento. Além disso, 20 a 50% dos tubérculos colhidos pertencem a classes comercializadas por um preço 40 a 50% inferior ao do tamanho classificado como extra, que é a classe mais aceita pelo consumidor (PINELI; MORETTI, 2004). Esses tubérculos não aceitos pelo mercado ou de baixo valor

comercial podem ser melhor aproveitados com o processamento mínimo, que agregaria valor ao produto e aumentaria o retorno econômico e a sustentabilidade das pequenas e médias propriedades rurais (NANTES; LEONELLI, 2000). Além disso, a batata é potencialmente adequada para o processamento mínimo e mantém uma linearidade de comercialização, pela disponibilidade de matéria-prima durante todo o ano (FONSECA, 2007).

Os objetivos deste estudo foram aplicar a tecnologia de processamento mínimo em tubérculos não comercializáveis de batata, para preservar as características de qualidade durante o armazenamento.

3.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no Setor de Processamento de Frutas e Hortaliças do Colégio Politécnico e no Núcleo de Pesquisa em Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Todas as operações de processamento foram realizadas de acordo com os procedimentos estabelecidos pelas boas práticas de fabricação. Os equipamentos e utensílios foram sanificados com solução de hipoclorito de sódio na dose de 200 mg L⁻¹ de cloro livre e pH ajustado para 7,0. A matéria-prima foi constituída por uma mistura de tubérculos das cultivares Macaca e Asterix. No lote de batatas utilizado, os tubérculos eram heterogêneos quanto ao formato (arredondado e alongado) e o menor diâmetro variava entre 30 e 45 mm. Essa matéria-prima foi utilizada por ser representativa de um lote não comercializável, oriundo da lavagem e classificação de tubérculos para o comércio *in natura*, e para facilitar e melhor inferir sobre os resultados.

Os tubérculos inteiros foram lavados em água potável e imersos por 15 min. em uma solução de hipoclorito de sódio na dose de 200 mg L⁻¹ de cloro livre e pH ajustado para 7,0. A seguir, os tubérculos foram descascados mecanicamente, em descascador dotado de disco abrasivo, e imediatamente imersos em água para a aparição (remoção manual das imperfeições, restos de casca e manchas escuras). Os tubérculos descascados foram sanificados em uma solução de hipoclorito de sódio na dose de 100 mg L⁻¹ de cloro livre e pH ajustado para 7,0, a temperatura ambiente por 10 min. Após o processo de sanitização, os tubérculos foram centrifugados a 460 rpm por 4 min. e imediatamente imersos por 10 min. nas soluções de tratamento e novamente centrifugados antes do acondicionamento. Os

tratamentos utilizados foram os seguintes: controle; solução de metabissulfito de sódio à 0,1%; solução de metabissulfito de sódio à 0,2%; solução de metabissulfito de sódio à 0,1% + ácido ascórbico à 1%; branqueamento + metabissulfito de sódio à 0,1%; branqueamento + metabissulfito de sódio à 0,1% com vácuo. O branqueamento foi realizado pela imersão dos tubérculos em água aquecida a 100°C, numa relação de 1 kg para 2 L de água, na qual permaneceram por 5 min. a temperatura de 80°C. Todas as amostras foram acondicionadas manualmente em embalagens de 17 x 25 cm, contendo aproximadamente 600 g de tubérculos, e seladas em empacotadora comercial. As embalagens com os respectivos tubérculos do tratamento com vácuo foram submetidas a pressão de 540 mmHg por 20 s. As embalagens utilizadas eram de material coextrusado, composto por cinco camadas (polietileno de baixa densidade, adesivo, poliamida nylon, adesivo e polietileno de baixa densidade).

As amostras de todos os tratamentos foram armazenadas em refrigerador a temperatura de $5 \pm 1^\circ\text{C}$. As amostras foram avaliadas por ocasião do armazenamento e a cada 5 dias até 15 dias. Nesses intervalos foi realizada a caracterização físico-química, microbiológica e sensorial dos tubérculos minimamente processados das amostras de cada tratamento. A caracterização físico-química foi feita pelas determinações de pH, obtido em potenciômetro digital a partir de amostra liquefeita, conforme metodologia descrita em INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2009); de acidez titulável, determinada de acordo com o método 942.15, AOAC (2005), e expresso em percentagem de ácido cítrico; de umidade, realizada em estufa a 105°C até a obtenção de massa constante, de acordo com a metodologia descrita em INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2009); de cor em seis leituras por amostra em colorímetro Minolta (CR 310) no sistema de coordenadas $L^* a^* b^*$ (AnexoA); e o teor de vitamina C quantificado pelo teor de ácido ascórbico em tubérculos triturados e homogeneizados em solução contendo 50 mM Tris-HCl e 10 mL L⁻¹ de Triton X-100 (pH 7,5), centrifugado a 6800 g por 10 min. Ao sobrenadante foi adicionado ácido tricloroacético (TCA) a 10% na proporção 1:1 (v v⁻¹) seguido de centrifugação (6800 g por 10 min) para remoção da proteína. A determinação de ácido ascórbico foi realizada como descrito por JACQUES-SILVA et al. (2001). Uma alíquota da amostra (300 µL) foi incubada a 37°C em um meio contendo 100 µL de TCA 13,3%, 100 µL de água deionizada e 75 µL 2,4-dinitrofenilhidrazina (DNPH). A solução de DNPH continha 2% de DNPH, 0,23% de tiuréia e 0,27% de CuSO₄ diluído em H₂SO₄ a 49%. Depois de 3 h foi adicionado 500 µL de H₂SO₄ a 65% e a absorbância foi lida a 520 nm. Uma curva padrão usando cisteína foi utilizada para

calcular a concentração de grupos tiol nas amostras. Os resultados foram expressos em mg por 100 g de amostra.

As análises microbiológicas para detecção de microrganismos foram realizadas seguindo as boas práticas laboratoriais. Foram determinadas: contagem total (TC) de microrganismos contaminantes, coliformes (*Escherichia coli*), de psicrotróficos e foi avaliada a presença ou ausência de *Salmonella sp.* As análises foram realizadas a cada 5 dias durante 15 dias, sendo os testes realizados em duplicata. Para a contagem total foi utilizado método *Compact Dry TC* testado e aprovado pela *AOAC Research Institute* (TC 010404) (HyServe GmbH & Co. KG). As análises foram efetuadas em porções de 25 g de amostra de tubérculos, assepticamente pesadas e acondicionadas em embalagens estéreis contendo 225 mL de água peptonada tamponada (0,1%) estéril. As embalagens contendo as amostras foram trituradas durante 30 s com auxílio do *Stomacher*, constituindo após a homogeneização a diluição 10^{-1} . Retirando uma alíquota de 1 mL da solução 10^{-1} que acrescentada a 9 mL de água peptonada estéril, obteve-se a diluição 10^{-2} . Nas micro-placas prontas e cromógenas foi depositado 1 mL da solução na diluição 10^{-2} , foram incubadas a $35 \pm 2^\circ\text{C}$ por 48 h. Transcorrido o tempo de incubação, foi feita a contagem das colônias que adquiriram a cor vermelha e multiplicada a média aritmética da duplicata pelo respectivo valor da diluição. Os resultados foram expressos em UFC g^{-1} de produto. Para a detecção de coliformes foi utilizado o método *Compact Dry EC*, testado e aprovado pela *AOAC Research Institute* (EC 110402) (HyServe GmbH & Co. KG). O preparo das amostras e das diluições foi idêntico a contagem total (TC). Nas micro-placas prontas e cromógenas foi depositado 1 mL da solução na diluição 10^{-2} , foram incubadas a $40 \pm 2^\circ\text{C}$ por 18 h e realizada a contagem das colônias. Quando presentes, os coliformes apresentam colônias de coloração vermelha e as *E. coli* coloração azul. Os resultados foram expressos em UFC g^{-1} de produto. Para a contagem total de psicrotróficos foi utilizado o meio *Plate Count Agar* (PCA). O preparo da amostra e das diluições foi idêntico a contagem total (TC). Foi utilizada diluição 10^{-2} plaqueada em profundidade, 1 mL da solução foi colocado nas placas em triplicata. As placas receberam aproximadamente 25 mL de meio, que depois da completa solidificação, foram invertidas e incubadas a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ durante 10 dias. Decorrido o tempo de incubação foi feita a contagem das colônias e multiplicada a média aritmética da duplicata pelo respectivo valor da diluição. Os resultados foram expressos em UFC g^{-1} . Para a detecção de *Salmonella sp.*, utilizou-se o teste DuPont™ Lateral Flow System™ *Salmonella* certificado pela *AOAC Research Institute* sob nº 020601 (DuPont). O teste imunoensaio usa o formato Elisa sanduíche com anticorpo específico para *Salmonella sp.*, capaz de detectar 1UFC por 25 g de amostra. Com o meio *Salmonella* foi

preparado o caldo de enriquecimento, em 225 mL foi adicionado 25 g de amostra em saco estéril tipo *Stomacher*. A amostra foi homogeneizada por 30 s, fechada e incubada por 5 h a $42 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (enriquecimento primário). Em seguida foi transferido 1 mL de cada enriquecimento para tubos contendo 10 mL de caldo TT Hajna (enriquecimento secundário), acrescentado 400 μL de solução de iodo iodeto e incubado a $42 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 19 – 24 h. A interpretação dos testes foi realizada 10 min. após a inserção das fitas indicadoras nos tubos com 500 μL de meio TT Hajna (DuPont).

A análise sensorial foi realizada no Centro de Pesquisa Agropecuário de Clima Temperado da Embrapa, Pelotas, RS. Os atributos de qualidade das batatas minimamente processadas foram avaliados por uma equipe de nove julgadores treinados, pela técnica de análise descritiva quantitativa (ADQ) (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). Foram analisados os atributos aparência (formato, tamanho, cor e defeitos), textura (dureza na primeira mordida, cremosidade e umidade), sabor (amargo, sabor característico, sabor estranho) e intenção de compra, por meio uma escala não estruturada de 9 pontos (Anexo B). As amostras foram cozidas em calor úmido (microondas) por 60 min. Para o cozimento foi utilizado um recipiente de vidro com capacidade de 2 L onde foi adicionado 1 L de água, para a cocção de uma porção de ± 600 g de tubérculos. Cada julgador recebeu uma ficha de instruções para avaliação do produto, as amostras numericamente identificadas e as fichas de avaliação. Nas fichas, registraram na escala o grau de percepção para o atributo em análise (Anexo C).

O experimento foi um fatorial (fator 1: seis tratamentos para o controle da qualidade e fator 2: quatro tratamentos de tempos de armazenamento) no delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e médias de tratamentos significativas comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis ou Duncan, a 5% de probabilidade de erro, conforme o caso. As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional SAEG (2007).

3.3 Resultados e discussão

O pH dos tubérculos submetidos aos diferentes tratamentos de processamento mínimo oscilou durante o armazenamento (Tabela 1). Na média dos tratamentos, houve uma leve redução do pH em função do armazenamento, cujas diferenças foram detectadas a partir dos 10 dias de armazenamento. Os valores de pH encontrados estão na faixa entre 5,0 e 7,0, conforme preconizado em CARVALHO; CASTRO (2002). Esses resultados estão de acordo com os obtidos por ROCHA et al. (2003) com a cultivar Desiree, quando estocou batatas descascadas a vácuo, e por FONSECA (2007) quando avaliou o armazenamento de batatas tratadas com ácido cítrico e metabissulfito de sódio. A redução do pH ajuda a evitar o escurecimento enzimático e diminui a carga microbiana (ALENCAR; KOBLITZ, 2008).

Tabela 1 – pH dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	Cinco	Dez	Quinze
Controle	6,34	6,52	5,96	5,86
Metabis. sódio 0,1%	6,15	5,91	5,99	5,91
Metabis. sódio 0,2%	6,12	5,86	5,70	5,73
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	6,17	5,78	5,85	5,77
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	6,27	6,14	5,87	5,80
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	6,10	6,24	5,94	5,76
Média	6,19A ²	6,08 A	5,89 B	5,81 B

¹ Branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

² Tratamentos não seguidos pela mesma letra diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Os resultados médios de acidez titulável das batatas minimamente processadas (Tabela 2) foram menores nos tratamentos onde se utilizou o branqueamento, devido à utilização do ácido clorogênico na formação do complexo com o íon ferroso (FRIEDMAN, 1997). Além disso, os teores médios aumentaram durante o armazenamento, sendo mais discreto quando se utilizou o branqueamento, devido à inibição da atividade metabólica provocada pela gelatinização do amido. Isso se deve ao fato de que a acidez titulável aumenta com a velocidade da hidrólise do amido (REIS et al., 2005).

Tabela 2 – Acidez titulável (mg 100 g⁻¹) dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a 5 ± 1°C por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	Cinco	Dez	Quinze
Controle	0,21 a ²	0,17 b	0,25 a	0,27 a
Metabis. sódio 0,1%	0,19 a	0,30 a	0,20 a	0,23 bc
Metabis. sódio 0,2%	0,21 a	0,29 a	0,26 a	0,25 ab
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	0,26 a	0,25 a	0,22 a	0,25 ab
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	0,11 b	0,13 b	0,18 a	0,20 c
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	0,10 b	0,13 b	0,15 a	0,17 d
Média	0,18	0,21	0,21	0,23

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Tratamentos não seguidos pela mesma letra, na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Tanto o período de armazenamento quanto os tratamentos para a manutenção da qualidade dos tubérculos minimamente processados não afetaram a percentagem de umidade das amostras (Tabela 3). O teor de massa seca é dependente da cultivar e varia muito com as condições de cultivo e de armazenamento. Como foi utilizada mistura de tubérculos das cultivares Macaca e Asterix, que normalmente diferem no teor de massa seca, era esperado que as amostras apresentassem variação conforme a combinação dos tubérculos de cada cultivar em cada amostra e que não houvesse variação durante o período de armazenamento. Portanto, esses resultados eram esperados e confirmam que a matéria-prima utilizada era desuniforme, o que é comum em lotes de tubérculos não comercializáveis.

Tabela 3 – Percentagem de umidade dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenadas a 5 ± 1°C por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento				Média
	Zero	Cinco	Dez	Quinze	
Controle	79,63	75,28	76,82	80,10	77,95a ²
Metabis. sódio 0,1%	79,07	74,60	77,43	80,03	77,78a
Metabis. sódio 0,2%	78,73	75,49	77,64	80,62	78,12a
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	80,68	78,70	79,20	76,86	78,87a
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	77,20	75,09	78,03	68,85	74,79a
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	78,00	75,56	81,03	74,69	77,32a
Média	78,89A ²	75,79A	78,36A	77,69 A	

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Médias não seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Tendo em vista que a maior variação de cor dos tubérculos ocorreu entre os tratamentos para a manutenção da qualidade dos tubérculos minimamente processados e que o armazenamento pouco afetou a cor dos tubérculos, os resultados apresentados se referem a uma média das quatro avaliações de cor dos tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 5°C (Tabela 4). Dentre os tratamentos, o maior escurecimento foi verificado no controle, conforme esperado (Figura 5). Nesse tratamento, foi observado o menor valor de L^* , mostrando que os demais tratamentos aplicados foram efetivos no controle do escurecimento. Para o valor de a^* pode-se verificar uma coloração avermelhada no controle (Figura 5A), comprovando a ocorrência do escurecimento que tem seu início pela coloração avermelhada, enquanto que nos tratamentos com apenas metabissulfito (Figura 5 B e C) ficaram com uma coloração intermediária entre o vermelho e o verde. Esses resultam mostram o efeito do metabissulfito no controle do escurecimento, que foi potencializado pela combinação com ácido ascórbico (Figura 5 D). Nos tratamentos com branqueamento (Figura 5 E e F) ocorreu uma coloração acinzentada, provavelmente atribuída a formação de um complexo entre o ácido clorogênico e o íon ferro, que desenvolve a coloração cinza azulada (FRIEDMAN, 1997). Portanto, a aplicação de branqueamento promove a formação de cor não característica de tubérculos recém descascados, o que poderia causar a rejeição dos consumidores para o produto minimamente processado.

Tabela 4 – Cor medida pelas coordenadas $L^*a^*b^*$ dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo na média das quatro avaliações durante o armazenamento a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Coordenadas de cor		
	L^*	a^*	b^*
Controle	44,75 b ²	2,26 a	15,00 d
Metabis. sódio 0,1%	56,24 a	-0,55 b	24,22 a
Metabis. sódio 0,2%	57,35 a	-0,68 b	24,62 a
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	56,70 a	-1,17 c	22,46 b
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	56,86 a	-2,51 d	20,58 c
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	55,31 a	-2,90 d	21,62 bc

O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Tratamentos não seguidos pela mesma letra na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

O teor de vitamina C, medido pelo teor de ácido ascórbico, variou com os tratamentos entre 9,10 e 27,44 mg 100 g⁻¹ (Tabela 5). Esses resultados estão de acordo com GREGORY (2010), que afirma que a diminuição do pH devido a efeitos térmicos pode apresentar efeito favorável sobre a estabilidade de vitaminas como o ácido ascórbico e ainda, que os agentes sulfítantes (SO₂, bissulfito, metabissulfito) utilizados para inibição do escurecimento enzimático, exercem efeitos protetores sobre o ácido ascórbico. A polpa crua de batata possui aproximadamente 17,4 mg 100 g⁻¹, e após o cozimento esse valor é reduzido para 13,1 mg 100 g⁻¹ (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Neste estudo foi avaliado o branqueamento em água aquecida a 80°C por 5 min. que não afetou o teor de vitamina C. No entanto, o teor de vitamina C aumentou com o armazenamento, o que está de acordo com o observado por TUDELA et al. (2002) em tubérculos descascados e armazenados a 4°C em todas as cultivares estudadas. Os maiores teores de vitamina C foram detectados no tratamento com aplicação de vácuo.

Tabela 5 – Teor de ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹) dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo armazenados a 5 ± 1°C por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	Cinco	Dez	Quinze
Controle	15,94 b ²	16,81 bc	13,40 d	9,10 c
Metabis. sódio 0,1%	10,05 c	7,83 d	9,26 e	16,44 b
Metabis. sódio 0,2%	15,12 cb	16,10 bc	15,88 bcd	17,30 b
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	15,70 b	14,10 d	13,83 cd	16,23 b
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	13,96 b	15,73 bc	16,66 bcd	15,99 b
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	18,29 a	26,84 a	27,44 a	27,21 a
Média	14,84 C	16,23 AB	16,08 ABC	17,05 AB

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Tratamentos não seguidos pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Os tubérculos de batata minimamente processados apresentaram uma contagem de três ciclos logarítmicos para a contagem total de microrganismos, dois ciclos logarítmicos para *E.coli* (termotolerantes), ausência de mesófilos e quatro ciclos logarítmicos para os psicrotróficos, em todos os tratamentos de manutenção da qualidade, com exceção dos tratamentos onde foi aplicado o branqueamento, onde não foi detectada a presença de contaminação microbiana (Tabela 6). Além disso, não foi detectada a presença de *Salmonella*

sp. em 25 g de amostra durante os 15 dias de armazenamento das batatas minimamente processadas, correspondendo os resultados obtidos aos padrões preconizados pela legislação vigente (BRASIL, 2001). Durante o período de armazenamento não houve a proliferação da contaminação dos diferentes microorganismos. Isso pode ser atribuído à combinação de frio e a modificação da atmosfera em volta dos tubérculos, conforme observado por FARBER (1991), ou simplesmente ao efeito da baixa temperatura de armazenamento, considerado o fator mais importante na estabilidade microbiana em comparação com a atmosfera modificada e embalagem a vácuo (LAURIDSEN; KNØCHEL, 2003). Portanto, a sanitização realizada antes e durante o processamento, e os tratamentos aplicados foram eficientes para controlar a população de microrganismos. Com esses resultados, as batatas minimamente processadas estão dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001), o que garante a segurança de seu consumo.

Tabela 6 – Contagem total, coliformes e psicotróficos (UFC g⁻¹) dos tubérculos de batata submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a 5 ± 1°C por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	Zero	Cinco	Dez	Quinze
Contagem total				
Controle	4,0 x 10 ³	1,0 x 10 ³	8,0 x 10 ²	1,0 x 10 ³
Metabis. sódio 0,1%	2,0 x 10 ³	5,0 x 10 ²	1,0 x 10 ²	1,0 x 10 ³
Metabis. sódio 0,2%	3,0 x 10 ³	1,0 x 10 ³	1,0 x 10 ²	2,0 x 10 ³
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	2,0 x 10 ³	2,0 x 10 ³	4,0 x 10 ³	2,0 x 10 ³
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	0	0	0	0
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	0	0	0	0
Coliformes (termotolerantes)				
Controle	3,1 x 10 ²	2,2 x 10 ²	1,9 x 10 ²	1,3 x 10 ²
Metabis. sódio 0,1%	2,3 x 10 ²	1,8 x 10 ²	2,1 x 10 ²	1,7 x 10 ²
Metabis. sódio 0,2%	3,8 x 10 ²	1,7 x 10 ²	1,8 x 10 ²	1,4 x 10 ²
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	1,4 x 10 ²	1,2x 10 ²	1,1 x 10 ²	1,5 x 10 ²
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	0	0	0	0
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	0	0	0	0
Psicotróficos				
Controle	1,2 x 10 ⁴	4,0 x 10 ³	4,0 x 10 ³	2,0 x 10 ³
Metabis. sódio 0,1%	1,0 x 10 ⁴	2,0 x 10 ³	7,0 x 10 ³	5 x 10 ³
Metabis. sódio 0,2%	1,2 x 10 ⁴	9,0 x 10 ³	1,0 x 10 ³	1,0 x 10 ³
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	1,5 x 10 ⁴	2,0 x 10 ²	6,0 x 10 ²	2,0 x 10 ²
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	0	0	0	0
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	0	0	0	0

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

A análise de aparência dos tubérculos minimamente processados de batata mostrou uma grande variação para todos os atributos avaliados (Tabelas 7). Essa variação pode ser explicada pela heterogeneidade da matéria-prima utilizada para a elaboração do produto, considerando o tamanho, o formato, os defeitos externos, a cor e a qualidade geral, além da diferença de maturidade fisiológica dos tubérculos. A padronização da aparência do produto minimamente processado é um desafio para a indústria na melhoria da qualidade sensorial e na eliminação de defeitos externos e de superfícies endurecidas (THYBO et al., 2006). A heterogeneidade da matéria-prima em termos de formato, a cultivar Macaca apresenta tubérculos arredondados e a Asterix oval alongados, e de tamanho, devido à utilização de tubérculos fora dos padrões comerciais, conjuntamente, afetaram a aparência (Tabela 7 e Figura 6). A utilização de tubérculos de uma única cultivar já representaria uma grande melhoria da qualidade geral dos tubérculos minimamente processados devido a maior homogeneidade. A separação dos tubérculos por cultivar pode ser facilmente acertada pelas empresas de lavagem e classificação.

Tabela 7 – Notas para tamanho, formato, defeitos, cor e qualidade geral de tubérculos submetidos a tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento							
	Zero		Cinco		Dez		Quinze	
Tamanho dos tubérculos								
Controle	1,81 ³ a ²		3,07 a		3,60 a		3,22a	
Metabis. sódio 0,1%	2,59 ab		5,25 b		2,51ab		2,53 ab	
Metabis. sódio 0,2%	3,33 bc		2,81 ac		4,12 abc		3,42 abc	
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	3,07abcd		4,80 bd		4,53 ac		4,67 d	
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	3,64 cde		3,22 acd		4,62c		4,10 acd	
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	4,20 e		4,94 bd		4,90 c		4,87 d	
Formato dos tubérculos								
Controle	3,62 bc		5,03a		4,54c		4,3 c	
Metabis. sódio 0,1%	5,29 a		4,83 a		4,45 c		3,32 c	
Metabis. sódio 0,2%	4,04 bc		3,15 bc		5,1 bc		5,91 ab	
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	3,72 bc		4,38 ab		6,24 ab		6,73 a	
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	4,72 ab		2,84 c		6,65 a		5,81 ab	
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	5,74 a		3,37 bc		5,43 abc		4,98 bc	
Defeitos externos								
Controle	7,21 a		7,88 a		8,05 a		7,73 a	
Metabis. sódio 0,1%	1,29 cde		1,93 bc		2,95 bc		1,93 bc	
Metabis. sódio 0,2%	0,72 b		1,25 c		1,50 c		1,59 c	
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	1,68 bcd		1,68bc		2,04 c		2,33 bc	
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	5,35 ab		4,95 a		3,48 ab		7,72 a	
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	4,62 abc		3,18 ab		3,63 ab		3,83 ab	
Cor dos tubérculos								
Controle	6,58 a	B	7,44 a	A	7,49 a	A	7,28 a	AB
Metabis. sódio 0,1%	2,42bc	BC	2,69 c	AB	3,58bcd	A	2,02 bc	C
Metabis. sódio 0,2%	1,52 c	B	3,03 bc	A	3,05cd	A	1,44 c	B
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	1,29 c	C	1,87 c	AB	2,12 d	A	1,43 c	BC
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	4,13 ab	C	5,44 ab	AB	4,65 ab	BC	7,02 a	A
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	3,71 ab	BC	3,93 abc	AB	4,5 abc	A	2,85 ab	C
Qualidade geral								
Controle	1,95 d	A	1,02 d	AB	0,44 d	B	0,27 c	B
Metabis. sódio 0,1%	5,94 abc	A	7,21 a	A	4,47 abc	B	4,89 ab	AB
Metabis. sódio 0,2%	6,95 a	A	6,91ab	AB	6,17 a	BC	5,77 ab	C
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	6,22 ab	A	6,45 abc	A	5,29 ab	B	5,30 ab	B
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	4,51 cd	A	2,75 cd	AB	2,10 cd	BC	0,41c	C
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	5,20 bcd	A	3,94 bcd	BC	3,63 bcd	C	4,39 bc	AB

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Tratamentos não seguidos pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade de erro.

³Notas de 0 a 9 para o atributo avaliado. Quanto maior a nota em cada item avaliado, melhor a qualidade do atributo aparência.

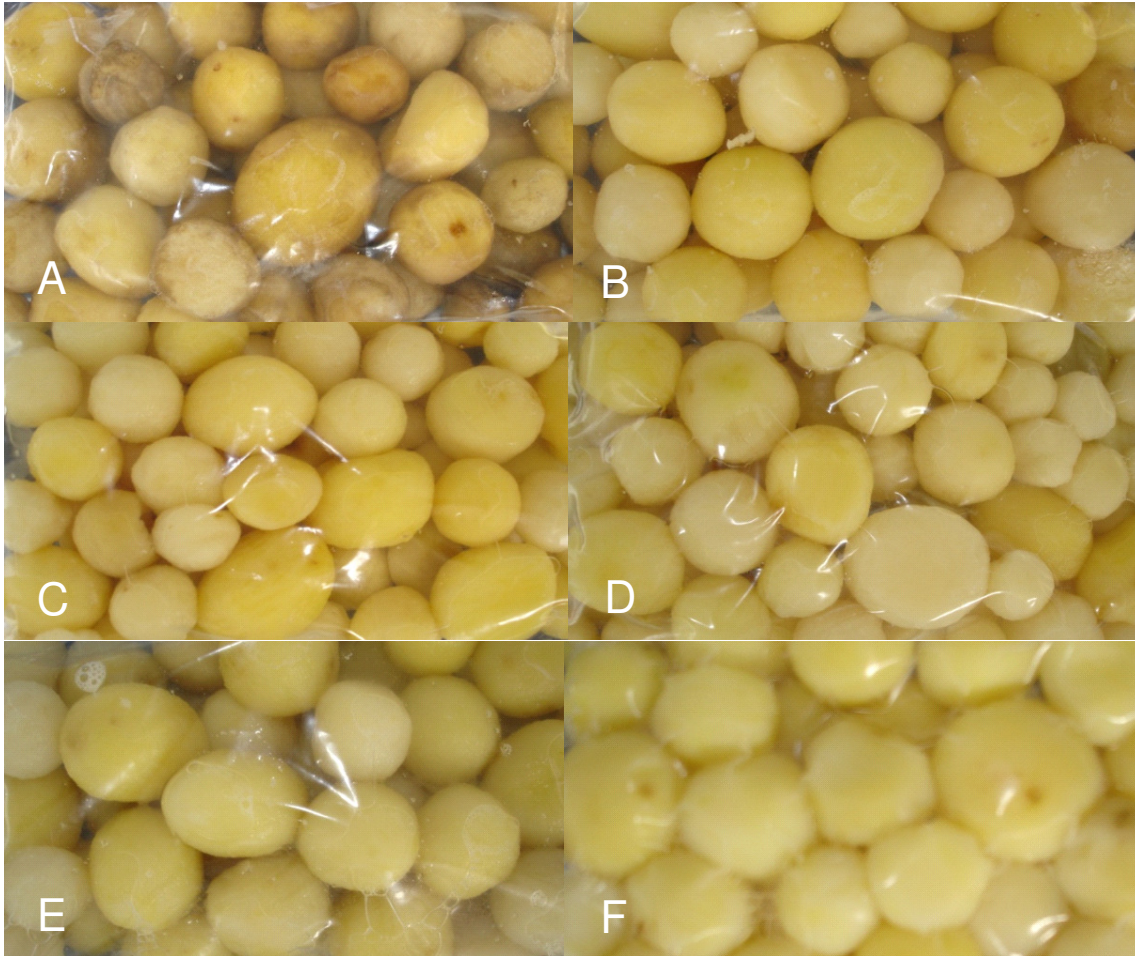


Figura 5 – Aspecto geral de tubérculos submetidos aos tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias (A = controle, B = metabissulfito de sódio a 0,1%, C = metabissulfito de sódio a 0,2% D = metabissulfito de sódio a 0,1% + ácido Ascórbico 1%, E = branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% e F = branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% com vácuo). Santa Maria, RS, 2010.

O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

A cor é o atributo de qualidade importante e atrativo para o consumidor e, portanto, de grande relevância para o processamento mínimo (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Os tubérculos da cultivar Macaca possuem polpa de coloração branca, enquanto que tubérculos da cultivar Asterix possuem coloração amarelada, o que se refletiu na diversidade de coloração encontrada durante todo o período de armazenamento (Tabela 7, Figura 5). Apesar disso, pode ser observado que tubérculos tratados com branqueamento apresentaram coloração indesejável, pelo aparecimento da cor acinzentada, que foi detectado na análise sensorial e parcialmente confirmado através da leitura de cor (Tabela 4, Figura 5E).



Figura 6 – Mistura de tubérculos das cultivares Asterix e Macaca utilizada para a elaboração de produtos minimamente processados de batata (A = matéria-prima, B = tubérculos descascados, e C = tubérculos aparados). Santa Maria, RS, 2010.

Durante o período de armazenamento, os tubérculos submetidos aos tratamentos com metabissulfito de sódio a 0,1% e 0,2% e a 0,1% associado ao ácido ascórbico a 1% foram superiores na qualidade geral, em relação aos demais tratamentos. Isso mostra que a combinação do ácido ascórbico com a eficiência do metabissulfito de sódio em manter a qualidade pode ter sido favorável (Figura 5 B,C,D). Os tratamentos com branqueamento seguido do resfriamento causou a retrogradação do amido (LANTE; ZOCCA, 2010), resultando na liberação de líquidos dentro da embalagem e no desenvolvimento de coloração

acinzentada, provocada pela reação entre o ácido clorogênico e o íon ferro (FRIEDMAN, 1997), diminuindo a qualidade geral do produto (Tabela 7, Figura 5E, F). Em nenhum dos tratamentos de qualidade e tempos de armazenamento foram observados valores altos de qualidade geral, o que igualmente se deve a heterogeneidade da matéria-prima quanto ao tamanho, forma e cor dos tubérculos e a presença de defeitos externos.

Os resultados obtidos com os diferentes parâmetros que definem a qualidade dos tubérculos minimamente processados em relação a aparência eram esperados, pois o objetivo do estudo era agregar valor a tubérculos fora dos padrões exigidos para o comércio *in natura* ou com menor valor comercial. A padronização do tamanho dos tubérculos facilita o manuseio em grandes quantidades, minimiza as perdas e aumenta a produção da indústria e a qualidade do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Considerando que o tamanho e o formato são importantes nas operações de processamento, porque facilitam o descascamento e a obtenção de produtos uniformes, mesmo matérias-primas heterogêneas podem ser facilmente padronizadas antes do processamento, o que não foi realizado neste estudo. A vantagem da utilização de matéria-prima heterogênea é aumentar a inferência dos resultados, ou seja, este estudo mostra que matérias-primas de valor comercial inferior podem ser utilizadas na elaboração de produtos minimamente processados de alto valor agregado e com vida útil comparável com produtos obtidos de matéria-prima homogênea. Entretanto, a separação dos tubérculos por cultivar é possível e necessária para viabilizar a agroindústria regional, pois resultará em maior qualidade geral e valor agregado aos produtos minimamente processados de batata.

Para detecção do atributo sabor foram avaliados o gosto amargo, o sabor característico e o sabor estranho de batatas minimamente processadas durante os 15 dias de armazenamento (Tabela 8). Os resultados mostraram que o sabor característico (amido) decresceu no decorrer do armazenamento para todos os tratamentos, variando de moderado a não perceptível. No entanto, os tratamentos com metabissulfito de sódio a 0,2%, metabissulfito de sódio a 0,1% associado ao ácido ascórbico a 1% e branqueamento associado ao metabissulfito de sódio a 0,1% com vácuo foram os que melhor mantiveram o sabor, ficando entre fraco e regular no 15º dia de armazenamento. O sabor característico manteve-se entre regular e moderado nos tratamentos com metabissulfito de sódio a 0,2%, metabissulfito de sódio a 0,1% associado ao ácido ascórbico a 1% até o 10º dia de armazenamento, permanecendo dentro da faixa aceitável para o consumo. Em relação ao gosto amargo, os tratamentos metabissulfito de sódio a 0,2%, metabissulfito de sódio a 0,1% associado ao ácido ascórbico a 1% e

branqueamento associado ao metabissulfito de sódio a 0,1% com vácuo foram os que apresentaram os melhores resultados, ou seja, entre fraco e regular, sendo que em todos os tratamentos observou-se um aumento no gosto amargo durante o armazenamento.

Tabela 8 – Notas para sabor característico e estranho e gosto amargo de tubérculos de batatas submetidos a tratamentos de processamento mínimo, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias e submetidos ao cozimento. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento							
	Zero		Cinco		Dez		Quinze	
Sabor característico								
Controle	4,38 ³ d ²	A	2,81 d	AB	2,75 cd	BC	0,00 d	C
Metabis. sódio 0,1%	5,02 bcd	A	5,04 ab	A	1,78 d	B	2,00 bcd	B
Metabis. sódio 0,2%	4,68 cd	AB	4,63 abc	BC	5,78 a	AB	2,65 abc	C
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	5,79 ab	A	5,29 a	AB	4,88 ab	BC	3,07 abc	C
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	5,53 abc	A	4,43 bcd	AB	3,33 bcd	BC	0,24 cd	C
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	6,00 a	A	4,14 cd	B	4,12 abc	B	3,44 a	B
Sabor estranho								
Controle	2,60 a	AB	2,11 a	A	4,91 a	BC	7,25 a	C
Metabis. sódio 0,1%	0,81 ab	A	0,54 bc	A	2,91 b	B	2,75 cd	B
Metabis. sódio 0,2%	0,22 b	A	1,00 ab	AB	2,72 b	BC	3,09 bc	C
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	0,25 b	A	0,73 c	A	4,91 a	B	3,2 bc	B
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	0,40 b	A	0,35 c	A	5,02 a	B	6,21 abc	B
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	0,26 b	A	0,41 c	AB	4,33 ab	C	2,93 c	BC
Gosto amargo								
Controle	1,88 ab	A	4,62 a	B	4,58 a	B	6,44 a	C
Metabis. sódio 0,1%	2,19 ab	A	3,45 ab	B	3,53 bcd	B	3,85 abc	B
Metabis. sódio 0,2%	2,62 a	BC	0,81 c	AB	1,65 d	AB	3,40 bcd	C
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	0,62 c	A	0,50 c	A	4,10 ab	B	3,05 cd	AB
Branq. + metabis. sódio 0,1%	0,83 c	A	3,78 ab	B	3,89 abc	B	4,31 abc	B
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1% com vácuo	1,10 bc	A	1,83 bc	AB	2,49 cd	BC	2,91 d	C

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Tratamentos não seguidos pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade de erro.

³Notas de 0 a 9 para o atributo avaliado. Quanto maior a nota do sabor característico e menor nota para sabor estranho e gosto amargo, melhor a qualidade do atributo sabor.

O armazenamento do produto aumentou o sabor estranho em todos os tratamentos, porém os tratamentos metabissulfito de sódio a 0,1%, metabissulfito de sódio a 0,1% associado ao ácido ascórbico a 1% e branqueamento associado ao metabissulfito de sódio a 0,1% com vácuo foram os de menor sabor estranho na avaliação aos cinco dias de armazenamento, quando o sabor estranho ainda não era perceptível, fato essencial para a aceitação do produto pelo consumidor. O sabor típico de batata cozida é relativamente fraco,

quando comparado com outras hortaliças, depende da interação de compostos voláteis e solúveis dos constituintes celulares (TAYLOR et al., 2007). Em batatas cozidas foram identificados mais de 140 compostos voláteis que contribuem para formação do sabor (ULRICH et al., 2000).

As substâncias químicas responsáveis pelo gosto amargo são compostos orgânicos, tais como os alcalóides (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). Em batata, o sabor que causa sensação semelhante à ardência se deve a presença do alcalóide solanina. A solanina é formada pela exposição dos tubérculos a luz. Os sabores estranhos também podem resultar do manejo inadequado da cultura, como a aplicação excessiva de defensivos e fertilizantes, e dos tubérculos durante a colheita e pós-colheita, como altas temperaturas e falta de ventilação durante o armazenamento.

Em geral, nos tratamentos branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% e branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% com vácuo apresentaram maior dureza na primeira mordida (Tabela 9). Essa dureza foi avaliada como de regular a moderada, devido à perda de líquidos observada durante o armazenamento, possivelmente ocasionada pelo aquecimento durante o branqueamento. Também foi observada a formação de uma fina camada mais densa na superfície dos tubérculos, possivelmente como resultado da gelatinização do amido. Nesses mesmos tratamentos também ocorreu uma perda da cremosidade com o armazenamento, provavelmente devido a gelatinização do amido. Em geral, a cremosidade ficou próxima de regular, variando de pouco cremosa até cremosidade moderada. A umidade (suculência) variou de pouca a regular em todos os tratamentos, sendo que nos tratamentos branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% e branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% com vácuo houve uma menor percepção de umidade com o armazenamento do produto.

Tabela 9 – Dureza na primeira mordida, cremosidade durante a mastigação e umidade de tubérculos de batatas submetidos a diferentes tratamentos de processamento mínimo, armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias e submetidos ao cozimento. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento							
	Zero	Cinco	Dez	Quinze				
Dureza na primeira mordida								
Controle	6,12 ³ a ²	A	4,39 b	AB	3,48 cd	BC	3,12 c	C
Metabis. sódio 0,1%	4,84 bc	A	3,95 b	BC	4,38 bcd	AB	3,59 bc	C
Metabis. sódio 0,2%	4,57 bc	A	4,28 b	A	3,05 d	B	4,68 ab	A
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	4,27 c	BC	4,71 ab	AB	4,83 abc	A	3,50 bc	C
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	5,72 ab	B	5,80 a	AB	6,37 a	A	5,23 a	B
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	5,25 ab	BC	6,22 a	A	5,92 ab	AB	4,87 a	C
Cremosidade durante a mastigação								
Controle	3,64 c	AB	3,50 bc	A	5,81 a	C	4,62 a	BC
Metabis. sódio 0,1%	4,38 bc	BC	3,68 bc	A	5,38 a	C	3,93 ab	AB
Metabis. sódio 0,2%	3,90 c	A	4,29 ab	AB	5,11 ab	B	3,80 abc	A
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	5,04 ab	BC	4,70 a	AB	6,07 a	C	4,15 a	A
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	4,83 ab	C	3,33 c	BC	2,93 b	AB	2,45 c	A
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	5,31 a	B	3,02 c	A	2,97 b	A	2,77 bc	A
Umidade								
Controle	3,33 b	A	2,60 c	A	5,30 ab	B	5,21 a	B
Metabis. sódio 0,1%	3,59 b	AB	3,09 c	A	5,59 a	C	4,44 abc	BC
Metabis. sódio 0,2%	3,87 b	A	3,88 abc	A	4,40 c	B	4,24 bc	AB
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	4,83 a	AB	3,98 ab	A	5,51 a	C	5,08 ab	BC
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	4,20 ab	AB	4,42 a	B	4,67 bc	B	3,72 c	A
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	5,04 a	B	3,45 bc	B	4,95 abc	B	3,91 c	A

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Tratamentos não seguidos pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade de erro.

³Notas de 0 a 9 para o atributo avaliado. Quanto maior a nota em cada item avaliado, melhor a qualidade do atributo textura.

A textura de um tecido é mantida pelo turgor das células, que é perdido a medida que ocorre o aquecimento. Durante o processo de aquecimento ocorre o inchamento (gelatinização) do grão de amido e a degradação da pectina que forma a lamela média, o que enfraquece as ligações intercelulares. Portanto, o aquecimento ou a cocção dos tubérculos de batata causa o amaciamento dos tecidos e facilita a separação das células. Neste estudo ocorreu o acúmulo de líquidos na embalagem nos tratamentos com branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% e branqueamento + metabissulfito sódio 0,1% com vácuo, que no final do período de armazenamento podem ter resultado em sabor estranho. No entanto, sabor estranho também foi observado no controle, sem o acúmulo de líquido na embalagem.

Os odores desagradáveis surgem pela presença de processos anaeróbicos, comprometendo a aceitação do produto (PINELI et al., 2005a). Tubérculos de batata da

cultivar Ágata embaladas a vácuo parcial e armazenadas a 5°C mantiveram a firmeza, porém apresentaram a superfície enrugada, a embalagem encharcada e leve odor desagradável a partir do 6º dia de armazenamento, relacionados a processos fermentativos indesejáveis (PINELI et al., 2005b).

As batatas minimamente processadas apresentaram boa aceitabilidade até o 5º dia de armazenamento (Tabela 10). Os resultados da intenção de compra expressam as variações observadas nos atributos aparência, sabor e textura, ou seja, todos os atributos avaliados apresentaram valores intermediários e aceitáveis. Considerando que foram utilizados tubérculos não comercializáveis, ou de baixo valor, com duas cultivares misturadas, os resultados desse estudo eram esperados e refletem a qualidade da matéria-prima. Assim, fica claro que é possível o aproveitamento de tubérculos não comercializáveis, mesmo sendo uma mistura de cultivares. O domínio do processo de elaboração de produtos minimamente processados de batata permite ajustes dependentes da qualidade da matéria-prima, estes, se refletem na qualidade final do produto. Portanto, existe a necessidade de utilização de tubérculos de uma única cultivar e, associado a melhorias do processo, resultará em um grande ganho em qualidade final e valor agregado.

Tabela 10 – Notas de intenção de compra dos tubérculos de batatas submetidos a diferentes tratamentos de processamento mínimo e armazenados a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ por 15 dias. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Dias de armazenamento							
	Zero		Cinco		Dez		Quinze	
Controle	3,30 ³ d ²	A	3,34 d	A	1,18 d	B	0,19 d	B
Metabis. sódio 0,1%	4,05 cd	AB	4,72 bcd	A	3,08 abc	BC	1,38 bcd	C
Metabis. sódio 0,2%	4,59 bcd	A	5,00 abc	A	4,15 abc	AB	1,82 abc	B
Metabis. sódio 0,1% + ác. ascórbico 1%	6,40 a	A	6,10 a	A	2,64 bcd	B	2,69 ab	B
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,1%	4,91 abc	A	4,02 cd	AB	1,61 cd	BC	1,07 cd	C
Branq. + metabis. sódio 0,1% com vácuo	6,35 ab	A	5,54 ab	AB	3,70 ab	BC	3,17 a	C

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 2 L de água) por 5 min.

²Tratamentos não seguidos pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis, a 5% de probabilidade de erro.

³Notas de 0 a 9 para o atributo avaliado. Quanto maior a nota, melhor a intenção de compra.

A qualidade sensorial é o conjunto de características capazes de impressionar nossos sentidos. O ato de consumir um alimento é resultante de uma série de atitudes frente ao produto (QUEIROZ; TREPTOW, 2006). A vida de prateleira do produto pode ser determinada pelo tempo requerido para que a intenção de compra atinja determinada aceitabilidade (ARES et al., 2008). Assim, as batatas minimamente processadas apresentaram uma boa intenção de compra até o 5º dia de armazenamento, o que pode ser considerado adequado para a matéria-prima processada e a tecnologia utilizada. Apesar de representar vantagens ao consumidor e ganho econômico aos produtores pela agregação de valor, o processamento mínimo diminui a vida de prateleira, devido aos danos físicos provocados pelas operações de preparo, que alteram a taxa respiratória e a evolução do etileno, deterioram a textura e aumentam a produção de compostos indesejáveis (CHITARRA, 2001).

3.4 Conclusões

A mistura de tubérculos não comercializáveis de batata pode ser utilizada para a elaboração de produtos minimamente processados com boa aceitação até o quinto dia de armazenamento a 5°C.

Os tubérculos de batata devem ser sanitizados antes e depois do descascamento e apanagem para garantir o padrão de qualidade microbiológica do produto.

Tanto o metabissulfito de sódio quanto o branqueamento são eficazes para manter a qualidade dos tubérculos minimamente processados durante o armazenamento.

A aplicação do branqueamento em água aquecida a 80°C por 5 min. elimina os microorganismos contaminantes, porém altera a cor dos tubérculos e afeta negativamente a aceitação do produto pelos consumidores.

4 CAPÍTULO II

PRODUÇÃO DE DESIDRATADOS A PARTIR DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA

4.1 Introdução

O desenvolvimento da humanidade sempre esteve atrelado a capacidade de obter e de conservar os alimentos, tendo cada povo estabelecido métodos de conservação adaptados as necessidades e exigências organolépticas. De modo geral, as técnicas de conservação desenvolvidas foram influenciadas pelo clima de cada região, como por exemplo, a experiência dos esquimós com o uso do frio, dos egípcios com a defumação e dos asiáticos e germânicos com vegetais fermentados em salmoura. Povos nômades, como os Semitas, tinham grande preocupação com a conservação, pois tinham que armazenar provimentos suficientes para suas viagens pelos desertos. Aproveitando as condições de clima seco e quente da região e da disponibilidade de frutas, tais como peras, figos, uvas e tâmaras, desenvolveram métodos de desidratação natural, apenas expondo-os ao sol. Repetiam o processo até que as frutas apresentassem a umidade adequada para a conservação. A experiência dos Semitas foi aproveitada pelo Império Romano, que utilizou frutas passas para fornecer aos soldados, um alimento de características primordiais: nutritivo, leve, fácil de ser transportado e de longa conservação (BITTENCOURT, 2001).

Caso similar ocorreu com a batata na América do Sul, onde cresce há pelo menos 13 mil anos. Os Incas criaram o primeiro produto desidratado, o *Chuño*, que era o alimento básico para o uso dos soldados durante as conquistas. O processo básico de desidratação foi proporcionado pelo clima, através do congelamento noturno dos tubérculos seguido de descongelamento diurno ao sol, facilitado pela baixa umidade do ar. Os cristais de gelo rompiam os tecidos e o líquido celular era liberado, facilitado pelo pisoteio. Após quatro a cinco ciclos de congelamento e descongelamento, os tubérculos eram expostos a corrente fria de ar para melhorar a cor e o sabor e depois serem desidratados ao sol e, dessa forma, podiam

ser armazenados por vários meses e até anos ou moídos antes do armazenamento (WILLARD, 1993).

A desidratação ganhou amplo desenvolvimento durante a primeira guerra mundial. Na Alemanha, em 1916, havia 841 indústrias em operação, onde as batatas eram mecanicamente descascadas, fatiadas ou picadas, branqueadas em vapor e secas, numa mistura de ar quente em estufa ou em secadores de tambor. Em 1917, a tecnologia foi levada da Alemanha para os EUA, para produzir farinha de batata como substituto da farinha de trigo (WILLARD, 1993).

Durante a segunda guerra mundial ocorreu a segunda grande expansão da indústria de desidratação de alimentos, com a incorporação do dióxido de enxofre, para a prevenção do escurecimento enzimático e não enzimático. No entanto, os produtos eram pobres em textura e sabor, não podiam ser reconstituídos rapidamente e eram volumosos, causando problemas para o transporte e armazenamento. No Reino Unido foi desenvolvido o processo de produção de grânulos, para a diminuição do volume e o cozimento imediato. Foram produzidas seis mil toneladas de grânulos para as forças armadas britânicas durante a segunda Guerra Mundial (WILLARD, 1993).

Sendo assim, a desidratação é uma das mais antigas técnicas de preservação que se tem registro, sempre com o intuito de manter os alimentos disponíveis para os tempos de escassez (CRUZ, 1990). O processo de desidratação é simples e consiste na eliminação de água de um produto por evaporação, com transferência de calor e massa. Em alimentos sólidos, como frutas e hortaliças, significa a remoção da umidade por evaporação. Essa redução deve ser efetuada até um ponto, no qual a concentração de açúcares, ácidos, sais e outros componentes seja suficientemente elevada para reduzir a atividade de água, a ponto de inibir reações que causam deterioração e o desenvolvimento de microrganismos. Deve ainda conferir ao produto final características sensoriais próprias e preservar o máximo do valor nutricional (MELONI, 2003).

Além de diminuir a disponibilidade de água para as reações de deterioração dos produtos, a desidratação também aumenta a estabilidade dos mesmos, reduz o volume, facilita o transporte e o armazenamento e elimina a necessidade de refrigeração durante o armazenamento e o transporte. As frutas e hortaliças podem ser desidratadas por diferentes métodos, no entanto, o mais utilizado no Brasil é a desidratação em cabine com bandejas e circulação forçada de ar, devido à fácil manutenção, a flexibilidade no processo de

desidratação e o menor custo de construção (BITTENCOURT, 2001). Nos últimos 10 anos, a oferta de desidratadores mais bem dimensionados e com preços mais acessíveis possibilitou o ingresso de empresas de pequeno e médio porte nesse setor, melhorando e inovando os produtos.

A longa vida de prateleira e a redução substancial do volume são as razões para a popularidade das hortaliças e frutas desidratadas, podendo ser ampliado ainda mais com a melhoria da qualidade dos produtos e dos processos, aumentando o grau de aceitabilidade dos alimentos desidratados no mercado. Da mesma forma, a crescente resistência dos consumidores ao uso de químicos para a conservação e o aumento da popularidade de alimentos desidratados de alta qualidade e com boas propriedades de reidratação, tem renovado o interesse pelas operações de desidratação (MASKAN, 2001). O uso de sulfitos ou combinação com outros antioxidantes mantém a vida de prateleira do produto. As fatias de batata desidratada podem ser armazenadas a 32°C por seis meses, sem deterioração da qualidade em relação a textura, o sabor e a reidratação (SMITH; DAVIS, 1962).

Os consumidores podem desfrutar da comodidade oferecida pela batata desidratada, que pode ser usada na forma de cubos para conservas, em ensopados, em sopas e misturas com carne e milho, em salada de batata, em tortilhas e em misturas secas para sopas. As fatias com três milímetros de espessura podem ser usadas para saladas de batatas e para a comercialização institucional e o varejo. Quando triturado ou em pó podem ser utilizadas na composição de petiscos extrusados, como espessantes em produtos enlatados, em mistura para bolinhos de massa e panquecas de batata, entre outras (WILLARD, 1993). Apesar da oferta de tubérculos de batata com características adequadas durante todo o ano, esses produtos não estão disponíveis no mercado brasileiro.

O objetivo deste estudo foi aplicar a tecnologia de desidratação para aumentar a conservação pós-colheita, desenvolver novos produtos e agregar valor aos tubérculos de batata. Tubérculos não comercializáveis podem ser utilizados para a elaboração de desidratados, o que ajudaria a viabilizar a cadeia produtiva da batata para os pequenos e médios produtores.

4.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida no Setor de Processamento de Frutas e Hortaliças do Colégio Politécnico e no Núcleo de Pesquisa em Melhoramento e Propagação Vegetativa de Plantas, ambos da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Para garantir a qualidade do produto final, a higiene do processo foi assegurada através dos procedimentos estabelecidos pelas boas práticas de fabricação. Os utensílios e equipamentos foram sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio, contendo 200 mg L⁻¹ de cloro livre e pH ajustado para 7,0.

Foram utilizados tubérculos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata, com o menor diâmetro superior a 45 mm e sem defeitos externos aparentes. Inicialmente os tubérculos foram lavados em uma solução de hipoclorito de sódio, contendo 200 mg L⁻¹ de cloro livre e pH ajustado para 7,0. Os tubérculos foram descascados mecanicamente por abrasão, com o auxílio de um descascador elétrico e submetidos a aparação (retirada dos restos de casca, de lesões, de gemas profundas e outros defeitos externos). Após, os tubérculos foram sanitizados em solução de dicloro-S-triazinatriona sódica, na concentração de 100 mg L⁻¹ de cloro livre e pH ajustado para 7,0, na temperatura de 15°C por 15 min. Foram registrados o consumo de água e o rendimento dos tubérculos. O rendimento foi calculado pela fórmula $R = (Md / Mi) * 100$, sendo Mi a massa dos tubérculos íntegros e Md a massa dos tubérculos descascados e aparados.

Os tubérculos descascados, aparados e sanificados foram seccionados em fatias de aproximadamente 1 cm de espessura e cortadas na forma de cubos (1 cm³), com auxílio de um picador. Os cubos foram centrifugados a 460 rpm por 4 min. para a remoção do excesso de água. Os tratamentos foram: controle; branqueamento; branqueamento + metabissulfito de sódio (Na₂S₂O₅) à 0,05%; branqueamento + metabissulfito de sódio à 0,1%; e branqueamento + metabissulfito de sódio à 0,2%. Para o branqueamento, os cubos foram imersos em uma solução de 2% de cloreto de sódio a 100°C, na proporção de 3 L de solução por 1 kg de cubos, e permaneceram a 80°C por aproximadamente 6 min. Para todos os tratamentos, os cubos de batata permaneceram imersos na respectiva solução ou água (controle) à temperatura de 15°C por 10 min., na relação de 2 L de solução para 1 kg de cubos. Após a aplicação dos tratamentos, os cubos foram centrifugados a 460 rpm por 4 min. para serem desidratados.

Os cubos foram distribuídos nas oito bandejas do desidratador, na quantidade de 1.500 g em cada uma. Os cubos foram homogeneizados, formando uma única camada. Quando

todas as bandejas estavam completas, foram colocadas no desidratador (modelo PEG 30 Classic, marca Pardal, Petropolis- RJ) antecipadamente aquecido a 60°C. A temperatura usada durante todo o processo de secagem foi 60°C. O controle da perda de massa foi realizado em intervalos de uma hora, através da pesagem das bandejas em balança digital com precisão de 5 g. O processo foi cessado quando a variação da massa entre dois intervalos foi igual ou inferior a 10% da massa inicial (definido em testes preliminares). Concluída a desidratação, o produto permaneceu nas bandejas com a cabine fechada, para entrar em equilíbrio com a temperatura do ambiente. Os cubos foram acondicionados em embalagens de vidro, hermeticamente vedados e identificados.

Foram determinados o teor de massa seca dos cubos de batata e a velocidade de desidratação para cada cultivar. Para determinar a velocidade de desidratação, utilizou-se a média ponderada da quantidade de água da amostra pelo tempo (em horas) para obtenção de massa constante ($VS = \text{perda de água da amostra} / \text{hora de desidratação}$). Também foram realizadas as seguintes análises de qualidade: determinação da umidade residual, da atividade de água, residual de dióxido de enxofre (SO_2), razão de reidratação, teste do cozimento, determinação da cor e presença de microrganismos. A determinação da umidade residual foi realizada em estufa a 105°C, até a obtenção de massa constante, de acordo com a metodologia descrita em INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2009). A atividade de água (a_w) das amostras foi determinada em medidor Testo 650, modelo 05636501. O residual de SO_2 foi determinado de acordo com o método descrito em AOAC (2005). A razão de reidratação foi calculada para os tratamentos testemunha e com branqueamento em copos de Béquer com capacidade para 500 mL. Foi adicionado 50 g de amostra em 500 mL de água na temperatura ambiente (20°C) e testados 0, 30 e 60 min. de reidratação. A água foi drenada e as amostras foram pesadas e os dados utilizados para o cálculo da taxa de reidratação. As mesmas amostras hidratadas foram usadas para o teste de cozimento. As amostras reidratadas foram colocadas num recipiente contendo 1 L de água a 90°C onde permaneceram até o ponto de cozimento. O ponto de cozimento foi determinado em função do aspecto interno dos cubos. Com auxílio de uma lamina afiada, cubos foram seccionados e quando desapareceu o aspecto farináceo foram considerados cozidos. Nesse momento, foi feita a leitura do tempo gasto para o cozimento, a água de cozimento foi drenada e determinada a massa das amostras. A cor foi determinada em colorímetro (Minolta CR-300) e expressa na forma das coordenadas L^* , a^* e b^* em três leituras de cada amostra. A detecção de microrganismos foi realizada conforme metodologia descrita na Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003), como a

contagem de coliformes totais e termotolerantes, expressos um UFC g⁻¹, e para *Salmonella sp.*, como presença ou ausência em 25 g de amostra.

Os dados foram submetidos a análise estatística, seguindo um modelo fatorial de três cultivares e cinco tratamentos, no delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições. Os tratamentos de variáveis com teste F significativo foram comparados pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro. As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo computacional SAEG (SAEG, 2007).

4.3 Resultados e discussão

A média do consumo de água em todas as etapas de elaboração de cubos de batata desidratados foi de aproximadamente 10 L para 1 kg de tubérculos processados. Em um processo industrial, a água de lavagem dos tubérculos pode ser filtrada, tratada e reutilizada no mesmo processo. Da mesma forma, a água utilizada para o descascamento mecânico dos tubérculos pode ser filtrada e reutilizada no mesmo processo e ainda os resíduos gerados pelo descascamento podem ser utilizados na alimentação animal. Também, a água utilizada na lavagem dos tubérculos descascados e dos cubos pode ser filtrada, para a extração da fécula, que pode ser utilizada na panificação, e a água reutilizada no processo.

O rendimento dos tubérculos durante o processo de descascamento e aparação das diferentes cultivares foi de 80% para a Macaca, 83% para a Asterix e 85% para a Ágata. As diferenças de rendimento podem ser atribuídas ao formato, a profundidade das gemas e a aspereza da casca dos tubérculos de batata. A cultivar Macaca apresenta tubérculos de formato oval-curto e achatado e casca mais áspera (PEREIRA; CASTRO, 2006) do que Asterix e Ágata, o que afetou o rendimento. A cultivar Asterix tem tubérculos oval alongados, que aumenta as perdas durante o descascamento. A cultivar Ágata apresenta formato mais arredondado, casca lisa e gemas com pouca proeminência. Portanto, os tubérculos da cultivar Ágata apresentam características, mas positivas do que aqueles das demais cultivares, quando o descascamento é efetuado por equipamentos dotados de discos abrasivas, resultando em maiores rendimentos nas operações de preparo para o processamento.

Houve interação entre as cultivares e os tratamentos para a manutenção da qualidade dos cubos desidratados de batata para todas as variáveis analisadas, com exceção da velocidade de desidratação dos cubos. A cultivar Asterix apresentou o maior teor de massa

seca nos cubos antes de serem desidratados, seguida pelas cultivares Macaca e Ágata (Tabela 11). Foram detectadas diferenças significativas entre os tratamentos de todas as cultivares, porém essas diferenças não se devem ao tratamento, mas sim, a composição aleatória da amostra. Pelas médias de tratamento, é possível verificar que o teor de massa seca foi praticamente o mesmo nos diferentes tratamentos. Portanto, se o teor de massa seca afeta o processo de desidratação, esses efeitos serão detectados entre as cultivares e não entre os tratamentos.

Tabela 11 – Teor de massa seca (%) em cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata antes da desidratação. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Asterix		Macaca		Ágata		Média
Controle	23,08	a ²	21,33	a	17,79	bc	20,73
Branqueamento	21,67	b	20,08	b	18,46	ab	20,07
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	21,83	b	21,29	a	18,62	ab	20,58
Branq. + metabis. sódio 0,1%	21,33	b	21,67	a	17,33	c	20,11
Branq. + metabis. sódio 0,2%	21,33	b	21,17	a	18,29	abc	20,26
Média	21,85	A	21,11	B	18,1	C	

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

²Médias não seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Não houve diferença na velocidade média de desidratação entre as diferentes cultivares de batata, nem entre os diferentes tratamentos utilizados, mostrando que as variações observadas no teor de massa seca não influenciaram na velocidade de desidratação (Tabela 12). Da mesma forma, o branqueamento não influenciou a velocidade de desidratação dos tecidos, contrariando a afirmação de AGUIRRE (2001a). O branqueamento torna as membranas celulares mais permeáveis a perda de água, aumentando a velocidade de desidratação (AGUIRRE, 2001a), o que pode ocorrer em outras hortaliças que não em batata, pois a velocidade de desidratação é muito dependente do material vegetal cru (NIETO et al., 2001). A velocidade de desidratação nos tecidos branqueados é aumentada pela perda da resistência das membranas celulares e, ao mesmo tempo, é diminuída pela gelatinização dos grânulos de amido que incham, comprimindo o interior das células. Neste estudo, o branqueamento não afetou a velocidade de desidratação da batata, pelo menos no formato de cubos.

Tabela 12 – Velocidade de desidratação (g h^{-1}) de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Asterix	Macaca	Ágata	Média
Controle	0,12 a ²	0,16 a	0,16 a	0,14
Branqueamento	0,15 a	0,16 a	0,16 a	0,16
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	0,17 a	0,15 a	0,15 a	0,15
Branq. + metabis. sódio 0,1%	0,15 a	0,15 a	0,15 a	0,15
Branq. + metabis. sódio 0,2%	0,15 a	0,15 a	0,15 a	0,15
Média	0,15 A	0,15 A	0,15 A	

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

²Médias não seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

A umidade residual dos cubos de batata das cultivares Asterix Macaca e Ágata variou de 8,27 a 9,30 (Tabela 13). A umidade residual do produto desidratado depende da espécie e, nesse caso, os valores podem ser considerados bons. A umidade residual dos produtos desidratados afeta a atividade da água, que é um importante parâmetro para a conservação dos produtos desidratados. O teor de umidade residual dos cubos de batata resultou em valores de atividade de água que variaram entre 0,557 a 0,715 para os diferentes tratamentos de manutenção da qualidade e cultivares (Tabela 14). Esses valores de atividade de água são classificados como grupo de baixa atividade (a_w menor do que 0,60) e grupo de atividade intermediária (a_w entre 0,60 e 0,90) (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Portanto, os cubos desidratados de batata encontram-se classificados dentro do grupo de alimentos com atividade intermediária de água na maioria dos tratamentos.

Tabela 13 – Umidade residual (%) de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C . Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Asterix	Macaca	Ágata	Média
Controle	9,27 a ²	9,30 a	9,20 a	9,26
Branqueamento	9,17 a	9,17 a	9,00 a	9,11
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	9,27 a	9,27 a	9,23 a	9,26
Branq. + metabis. sódio 0,1%	9,17 a	9,23 a	9,17 a	9,19
Branq. + metabis. sódio 0,2%	9,13 a	8,27 b	9,03 a	8,81
Média	9,2 A	9,05 A	9,13 A	

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

²Médias não seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 14 – Atividade de água (a_w) de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Asterix	Macaca	Ágata	Média
Controle	0,584	0,557	0,639	0,593 E ²
Branqueamento	0,638	0,675	0,708	0,673 B
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	0,662	0,614	0,665	0,647 D
Branq. + metabis. sódio 0,1%	0,699	0,703	0,715	0,705 A
Branq. + metabis. sódio 0,2%	0,632	0,643	0,691	0,655 C
Média	0,643	0,638	0,684	

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

²Médias não seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

Durante as últimas décadas, a atividade de água é um parâmetro importante em muitos aspectos do processamento e da preservação de alimentos processados. O efeito da atividade de água tem sido estudado para definir a estabilidade microbiológica do produto e das transformações químicas e bioquímicas durante o armazenamento (BELITZ; GROSCH, 1997). Portanto, a relação da atividade de água com a estabilidade dos alimentos durante o armazenamento justifica a preocupação com as relações hídricas de alimentos durante o processamento de desidratação (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995). Além da atividade de água, a temperatura de armazenamento é considerada um importante parâmetro de qualidade, com forte efeito nas reações de deterioração dos alimentos, pelo desenvolvimento de microorganismos ou por reações químicas, tais como a reação de Maillard, oxidação de lipídios, reações enzimáticas, degradação de vitaminas, desnaturação de proteínas e gelatinização do amido (ROCKLAND; BEUCHAT, 1987).

O teor residual de SO₂ máximo observado nos diferentes tratamentos foi de 151,86 mg kg⁻¹ (Tabela 15). Como não foi detectado residual de SO₂ nos tratamentos controle e branqueamento, cujos tratamentos não receberam a aplicação desse aditivo, o residual detectado nos demais tratamentos se deve, exclusivamente, ao residual da aplicação. Considerando que o padrão de aditivos intencionais, categoria conservadores, relacionados na Resolução CNS/MS n°04, de 24 de novembro de 1988 (BRASIL, 1988) prevê como valor máximo 200 mg kg⁻¹ de SO₂ residual em hortaliças desidratadas, todos os produtos tratados com metabissulfito de sódio, nas concentrações aplicadas neste estudo, estão dentro dos padrões preconizados pela legislação. Esses valores presentes no produto ainda serão menores após o armazenamento e, principalmente, após a cocção.

Tabela 15 – Teor residual de SO₂ (mg kg⁻¹) em cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Asterix	Macaca	Ágata
Controle	ND < 10	ND < 10	ND < 10
Branqueamento	ND < 10	ND < 10	ND < 10
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	8,43	19,87	58,77
Branq. + metabis. sódio 0,1%	32,56	55,19	63,33
Branq. + metabis. sódio 0,2%	83,12	115,91	151,86

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

A avaliação da cor dos cubos desidratados a 60°C pelas coordenadas L^* , a^* e b^* diferenciaram as cultivares utilizadas e os tratamentos aplicados (Tabela 16, Figuras 7, 8 e 9). A cultivar Asterix apresentou os maiores valores para a^* e b^* , que variam, respectivamente, do verde ao vermelho e do azul ao amarelo (Figura 7). Para a coordenada L^* , que mede do preto ao branco, as cultivares Macaca e Ágata apresentaram os maiores valores (Figuras 8 e 9). Considerando os tratamentos aplicados, o branqueamento + metabissulfito sódio a 0,05%, branqueamento + metabissulfito sódio a 0,1%, e branqueamento + metabissulfito sódio a 0,2%, foram aqueles com metabissulfito de sódio que apresentaram maior controle do escurecimento, expresso pelos valores de L^* , a^* e b^* .

Tabela 16 – Cor, medida pelas coordenadas L*a*b*, em cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Asterix		Macaca		Ágata		Média
Coordenada L*							
Controle	54,38	a ²	50,82	b	53,98	a	53,06
Branqueamento	54,87	a	53,55	a	50,41	b	52,94
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	57,31	b	60,41	a	59,70	a	59,14
Branq. + metabis. sódio 0,1%	57,62	b	61,55	a	60,28	a	59,82
Branq. + metabis. sódio 0,2%	57,50	b	62,98	a	61,22	a	60,57
Média	56,34	B	57,86	A	57,12	AB	
Coordenada a*							
Controle	3,47	a	3,25	a	3,70	a	3,47
Branqueamento	6,03	a	4,31	b	4,55	b	4,96
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	3,25	a	1,39	b	1,64	b	2,09
Branq. + metabis. sódio 0,1%	3,27	a	1,25	b	1,54	b	2,02
Branq. + metabis. sódio 0,2%	3,37	a	0,85	c	1,57	b	1,93
Média	3,88	A	2,21	C	2,60	B	
Coordenada b*							
Controle	15,72	ab	13,72	b	14,05	b	14,5
Branqueamento	37,95	a	33,31	b	31,63	b	34,3
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	45,64	a	40,51	b	46,42	a	44,19
Branq. + metabis. sódio 0,1%	46,32	a	42	b	46,71	a	45,01
Branq. + metabis. sódio 0,2%	46,08	a	42,2	b	47,79	a	45,36
Média	38,34	A	34,35	C	37,32	B	

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

²Médias não seguidas pela mesma letra, minúsculas na coluna e maiúscula na linha, diferem entre si pelo teste de Duncan, a 5% de probabilidade de erro.

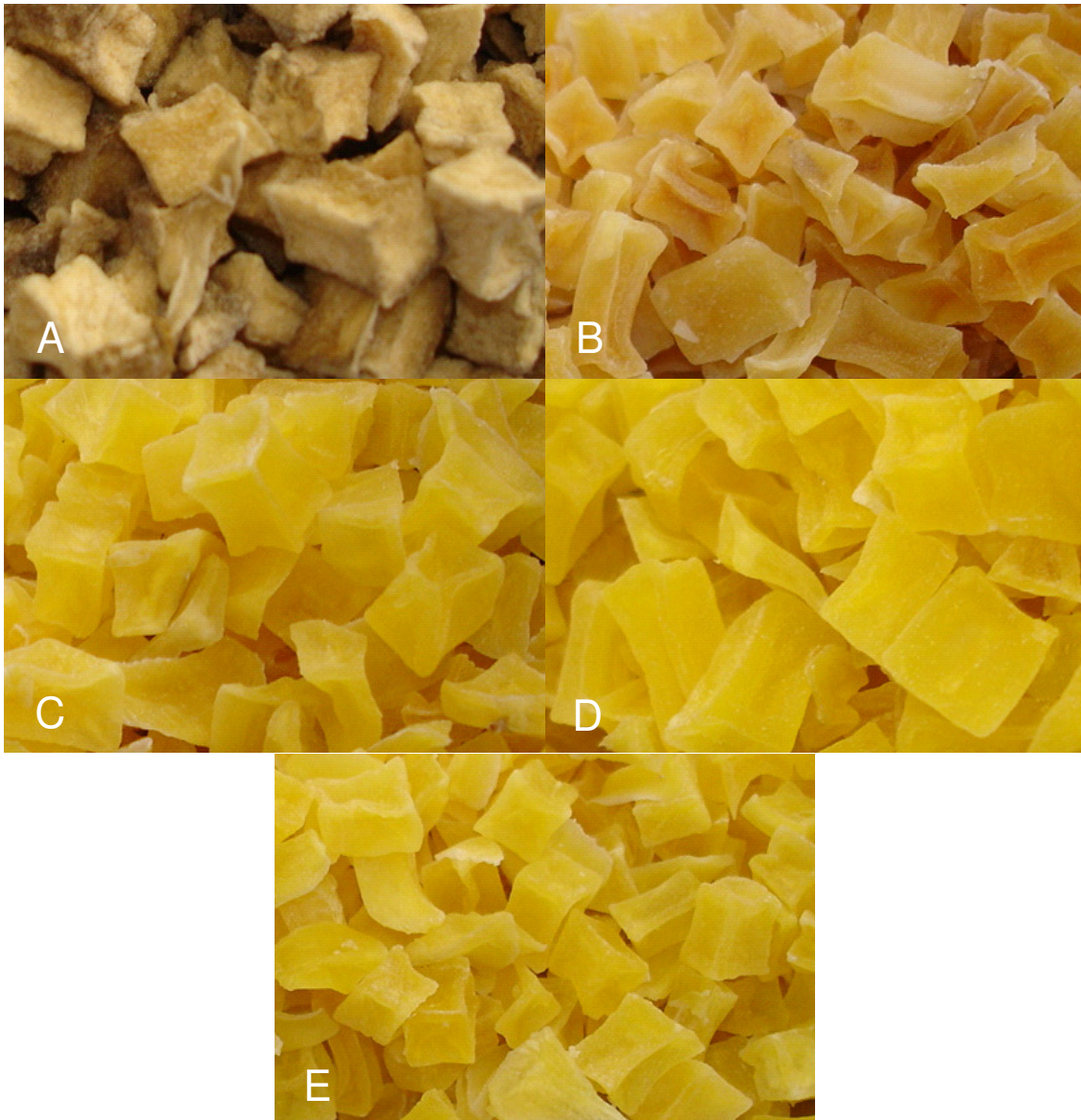


Figura 7 – Cubos de batata da cultivar Asterix desidratados a 60°C (A = controle; B = branqueamento, C = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,05%; D = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,1%, e E = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,2%). Santa Maria, RS, 2010.

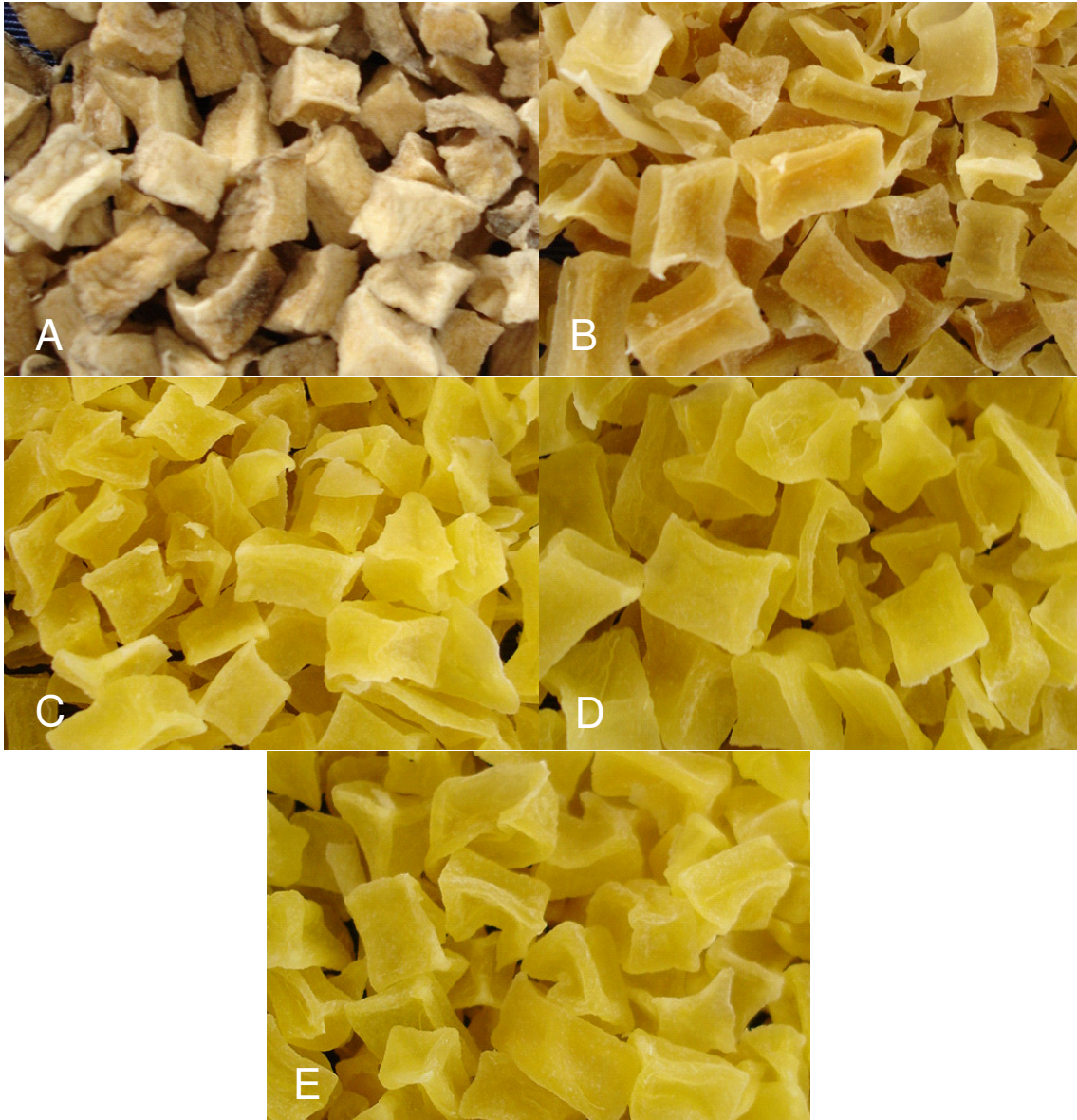


Figura 8 – Cubos de batata da cultivar Macaca desidratados a 60°C (A = controle; B = branqueamento, C = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,05%; D = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,1%, e E = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,2%). Santa Maria, RS, 2010.

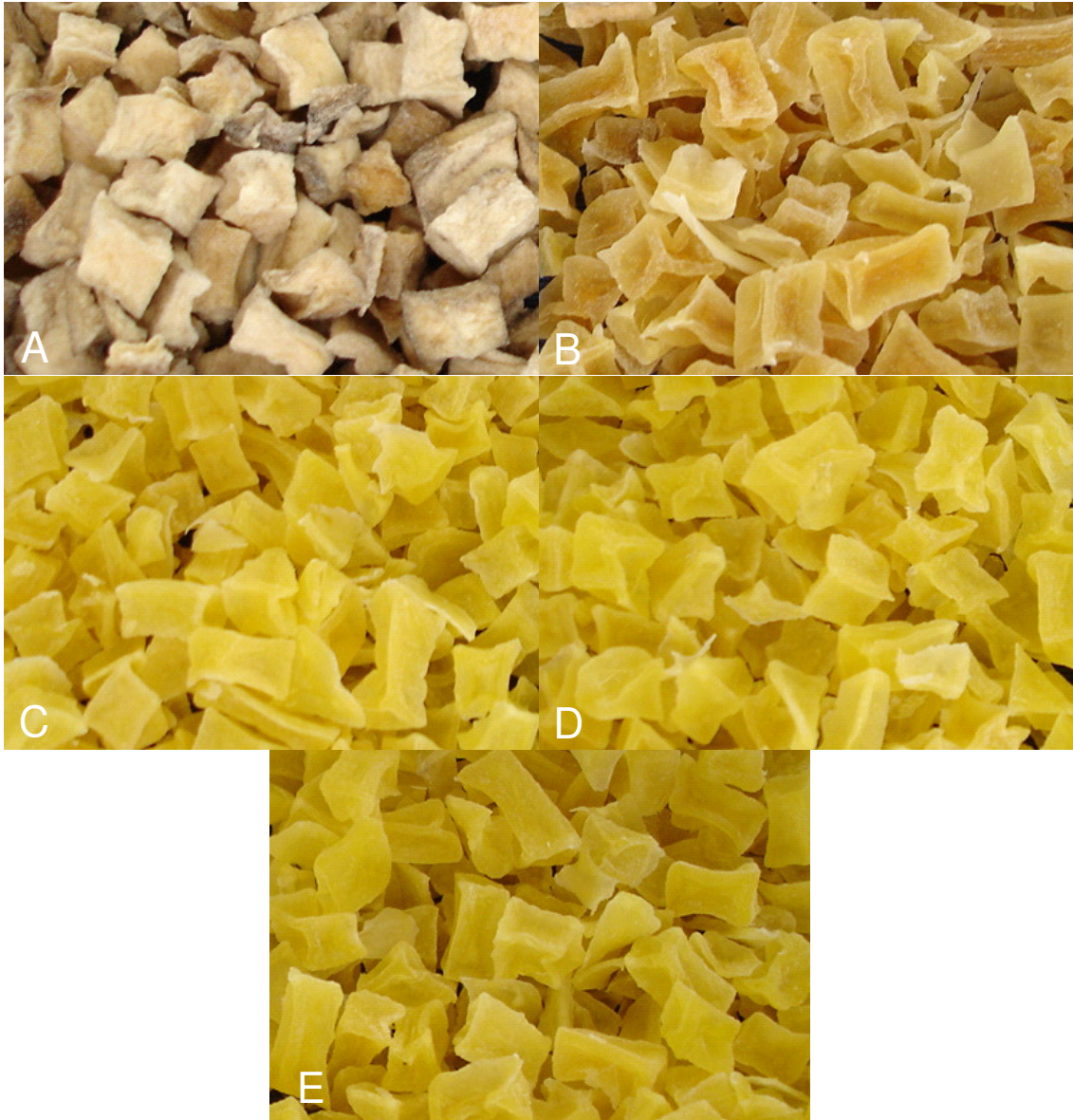


Figura 9 – Cubos de batata da cultivar Ágata desidratados a 60°C (A = controle; B = branqueamento, C = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,05%; D = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,1%, e E = branqueamento + metabissulfito de sódio a 0,2%). Santa Maria, RS, 2010.

Os maiores valores de L^* expressam maior luminosidade, os menores valores de a^* expressam uma diminuição na intensidade de vermelho, e os maiores valores de b^* expressam o predomínio da cor amarela, atributo de qualidade para batata desidratada. A cor do chips após a fritura com $L^* < 55$ é inaceitável, $L^* \geq 55$ e ≤ 70 é aceitável e $L^* > 70$ é de alta qualidade (COLEMAN, 2004). Neste estudo, a cor dos cubos dos tratamentos com metabissulfito de sódio ficaram na faixa do aceitável, utilizando o mesmo parâmetro de cor de chips (Figuras 7C, D e E; 8C, D e E e 9C, D e E). Já com a aplicação somente de branqueamento (Figuras 7B, 8B e 9B) houve um efeito sobre a intensidade da cor vermelha,

possivelmente atribuída a reação de escurecimento não enzimática que ocorre no final do processo de desidratação e está relacionada a ação do calor e ao teor de açúcares redutores (AGUIRRE, 2001a). Nesse tratamento, os maiores valores de a^* também podem ser um indicativo da ocorrência da reação de Maillard, influenciando também na diminuição dos valores de b^* , o que concorda com as observações de SEVERINI et al., (2005). Portanto, o metabissulfito de sódio foi o tratamento mais eficaz para o controle do escurecimento enzimático e não enzimático, possibilitando que os cubos desidratados de batata mantivessem a cor desejada.

A quantificação de microorganismos nos cubos de batata desidratados das três cultivares acusou a presença de coliformes termotolerantes e totais (Tabela 17), porém não foi detectada a presença de *Salmonella sp.*. A quantidade detectada de coliformes ficou dentro do padrão preconizado pelo regulamento técnico descrito na RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Esses resultados mostram que a sanitização dos tubérculos antes e depois do descascamento foi eficiente na redução da população microbiana, pois os tubérculos de batata são produzidos no solo e, durante a colheita e o manejo pós-colheita, estão em contato com o solo, fonte dos microorganismos contaminantes. Além disso, o branqueamento também foi eficiente na redução da população microbiana, pois os tratamentos com branqueamento apresentaram número mais provável de coliformes menor do que 3.

Tabela 17 – Número mais provável de coliformes termotolerantes (45°C) e coliformes totais (35°C) por grama de cubos de batata das cultivares Asterix, Macaca e Ágata desidratados a 60°C. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Asterix		Macaca		Ágata	
	45°C	35°C	45°C	35°C	45°C	35°C
Controle	4,6 x 10 ¹	2,4 x 10 ³	7 x 10 ¹	2,8 x 10 ³	3,4 x 10 ¹	3,5 x 10 ³
Branqueamento	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Branq ¹ . + metabis. sódio 0,05%	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Branq. + metabis. sódio 0,1%	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
Branq. + metabis. sódio 0,2%	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

A maioria dos microorganismos que contaminam os tubérculos de batata é comum no solo, inclusive as bactérias transmitidas pela água, que pertencem ao gênero *Bacillus* e *Pseudomonas*. Alguns trabalhos mostram outros tipos de bactérias, tais como coliformes e gêneros *Achromobacter*, *Clostridium*, *Micrococcus* e *Streptococcus* em diferentes hortaliças

desidratadas (JAYARAMAN; DAS GUPTA, 1995). Em termos de microorganismos contaminantes, existe um limite inferior da atividade de água específico para o seu crescimento. Para a completa estabilidade microbiológica do produto desidratado, a atividade de água deve ser abaixo de 0,6 (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007). Os fatores que mais afetam a população microbiana dos produtos desidratados consideram o nível de contaminação da matéria-prima, o método de pré-tratamento (descascamento e branqueamento), o tempo decorrido durante as etapas de elaboração do produto e o início do processo de desidratação, a umidade residual do produto desidratado e o nível geral de sanitização da planta industrial. O branqueamento é fundamental para a inativação das enzimas causadoras de escurecimento e também contribui para a redução da contaminação microbiana no produto final. A redução da contagem total de microorganismos após o branqueamento foi maior que 99,9% (AGUIRRE, 2001b).

Para a avaliação da reidratação somente foram comparados tratamentos com e sem o branqueamento, pois a imersão em metabissulfito de sódio não tem efeito sobre a razão de reidratação (VARNALIS et al., 2004). Para todas as cultivares estudadas, o tempo de cocção foi maior quando as amostras não foram hidratadas, porém a hidratação dos cubos por 30 ou 60 min. pouco alterou a razão de reidratação e o tempo de cocção (Tabela 18). Também, os tratamentos com branqueamento, quando comparados com os tratamentos sem branqueamento, promoveram uma leve redução na razão de reidratação e no tempo de cocção. Esses resultados estão de acordo com MATÉ et al. (1999) e TAIWO; ADEYEMI (2009), que verificaram que o branqueamento prévio afetou as propriedades mecânicas e a reidratação.

Tabela 18 – Tempo de hidratação (min.), razão de reidratação, tempo de cocção (min) e razão de reidratação após a cocção de cubos de batata submetidos ou não ao branqueamento das cultivares Asterix, Macaca e Ágata e desidratados a 60°C. Santa Maria, RS, 2010.

Tratamentos	Hidratação (min)	Razão de Reidratação ²	Cocção (min)	Razão de reidratação após a cocção ³
Asterix				
sem branqueamento ¹	0	0,00	15,25	2,52
sem branqueamento	30	1,93	10,25	2,68
sem branqueamento	60	2,05	8,50	2,75
com branqueamento	0	0,00	14,18	2,41
com branqueamento	30	1,65	9,40	2,43
com branqueamento	60	1,77	7,85	2,46
Macaca				
sem branqueamento	0	0,00	20,80	2,91
sem branqueamento	30	1,99	9,73	2,89
sem branqueamento	60	2,14	10,28	2,98
com branqueamento	0	0,00	10,00	2,53
com branqueamento	30	1,80	7,65	2,65
com branqueamento	60	1,95	6,71	2,66
Ágata				
sem branqueamento	0	0,00	20,00	2,87
sem branqueamento	30	2,11	9,15	3,00
sem branqueamento	60	2,29	8,19	3,18
com branqueamento	0	0,00	17,00	2,93
com branqueamento	30	1,89	6,25	2,78
com branqueamento	60	2,13	6,68	2,92

¹O branqueamento em água aquecida a 80°C (proporção de 1 kg de amostra para 3 L de água) por 6 min.

²Reidratação com água a 20°C, medida pela razão de reidratação = massa reidratada / massa desidratada.

³Razão de reidratação após o cozimento = massa reidratada cozida / massa desidratada.

A absorção de água durante a reidratação ocorre rapidamente no primeiro estágio, isto é, durante o contato do produto desidratado com o líquido utilizado. Por isso, a razão de reidratação diminui à medida que avança a reidratação e aumenta o teor de umidade (MALDONADO et al., 2010), conforme observado nos primeiros 30 min. de hidratação comparado com os 30 min. seguintes. A razão de reidratação depende do grau de ruptura estrutural que ocorreu durante o pré-tratamento e a desidratação (BILBAO-SAINZ et al., 2005), porém os tecidos possuem uma heterogeneidade estrutural que torna complexa a quantificação do transporte de água por ocasião da desidratação e da absorção de água por ocasião da reidratação.

4.4 Conclusões

A desidratação pode ser aplicada para a elaboração de novos produtos de batata, para aumentar a vida de prateleira e a praticidade de preparação e agregar valor aos tubérculos.

A sanitização antes e depois do descascamento associada ao branqueamento garantem o padrão de qualidade microbiológica dos produtos desidratados de batata.

A aplicação de metabissulfito de sódio é necessária para a manutenção da cor dos produtos desidratados.

5 CAPÍTULO III

PRODUÇÃO DE CONSERVAS A PARTIR DE TUBÉRCULOS NÃO COMERCIALIZÁVEIS DE BATATA

5.1 Introdução

A conserva de hortaliças, como tubérculos de batata, é um produto preservado pela adição de ácidos e ação do calor. Essa prática se tornou possível quando hortaliças foram acondicionadas em recipientes adequados e submetidos a um rápido cozimento para manter as características próprias do vegetal. A possibilidade de cozimento foi à primeira revolução, uma descoberta por experimentação e observação, das mudanças bioquímicas que transformam o sabor e ajudam a digestão (FERNÁNDEZ-ARMESTO, 2004).

Todas as civilizações desenvolveram, em maior ou menor grau, formas de conservar os alimentos de acordo com as necessidades. Conservar nada mais era que uma arte, que refletia a sensibilidade e o gosto de cada época, coerente com as observações e os pensamentos. Na Idade Média, os alimentos eram produzidos localmente, preservados pela salga, pela conserva em salmoura ou vinagre, e por desidratação. O papel das especiarias na culinária era determinado pelo gosto e pela cultura, tendo iniciado pela engenhosidade de enrolar com folhas os alimentos que eram colocados diretamente sobre as brasas para o cozimento. Nesta época, o que era cru passou a ser cozido e hoje, na maior parte do mundo, o consumo de alimentos crus se tornou refinado (FERNÁNDEZ-ARMESTO, 2004).

A tecnologia aplicada na conservação deve manter as propriedades físicas e nutricionais do alimento o mais próximas do produto natural, requisitos decisivos para a aceitabilidade do produto pelos consumidores. A aceitabilidade é o fator principal a ser considerado nas conservas, podendo ser avaliado por meio de testes sensoriais, que quando bem aplicados, reproduzem com mais confiabilidade as respostas dos consumidores do que os testes analíticos (FISHER; SCOTT, 1997). A análise sensorial é uma ciência que se ocupa em

entender, descrever, medir e até mesmo reproduzir os mecanismos de percepção de estímulos externos pelos sentidos humanos básicos (FERREIRA; OLIVEIRA, 2007).

Antigamente, conservas eram feitas para garantir o provimento de alimentos nas entressafras, e, para evitar o rápido perecimento de frutas e hortaliças. Com o aperfeiçoamento de tecnologias de cultivo, os períodos de entressafra praticamente inexistem. Nesse contexto, a produção de conservas se justifica pelo aproveitamento de matérias-primas com características especiais, pela conveniência oferecida pelo produto, e pelo peculiar sabor apreciado por consumidores que desenvolveram paladares e preferências alimentares que são fruto da educação sensorial que começa na infância (RÉDON, 2008). A introdução de aditivos, como os ácidos e condimentos, combinados com diferentes métodos físicos de conservação de alimentos, possibilitaram a industrialização de dezenas de matérias-primas, que originaram uma diversidade de produtos alimentícios.

Para originar conservas ácidas várias matérias-primas podem ser aproveitadas, tais como, frutas em desenvolvimento oriundas da operação de manejo denominada raleio, prática comum na produção comercial de frutas. Nessa operação são retiradas frutas, que podem estar em excesso, para garantir o desenvolvimento das características de qualidade e de comercialização (CHITARRA; CHITARRA, 2005), como por exemplo, melões cultivados em casas de vegetação. Na bataticultura, grande percentual de tubérculos produzidos não atinge o diâmetro para comercialização *in natura* e podem ser utilizadas para elaborar produtos especiais, como conservas ácidas, entre tantos outros usos culinários. Ainda técnicas especiais de cultivo e manejo da cultura, tais como, cultivo sem solo, escolha da cultivar e densidade de plantio, podem dar origem a tubérculos com características especiais quanto ao tamanho, formato, cor da casca e ainda determinar o momento ideal para a colheita, quando a composição química do tubérculo for adequada para a produção de conservas.

A batata quando colhida antes de completar a maturidade tem em sua composição menores teores de amido e maiores teores de substâncias pécticas, celulosas e hemicelulosas, que são responsáveis pela textura rígida do produto cru. As substâncias pécticas são as principais constituintes da lamela média, e desempenham um papel importante na adesão intercelular e também contribui para a resistência mecânica da parede celular (ABU-GHANNAM; CROWLEY, 2006). Essa composição proporcionaria melhor textura para a conserva de batata. A conservação de alimentos independentemente do processamento ser artesanal ou industrial, baseia-se em três fatores principais, a qualidade da matéria-prima, o

uso da tecnologia adequada e a manipulação correta de todas as etapas da elaboração do produto (KROLOW, 2006).

O objetivo deste estudo foi produzir e avaliar conservas de batata, para melhor aproveitar a produção e agregar valor a tubérculos não comercializáveis.

5.2 Material e métodos

A pesquisa foi conduzida na Universidade Federal de Santa Maria, RS, utilizando-se tubérculos pequenos de clones avançados do Programa de Genética e Melhoramento de Batata. Os tubérculos foram produzidos em cultivo sem solo, em telado do Departamento de Fitotecnia. Foram utilizados tubérculos menores do que 23 mm, plantados em 01 de maio e colhidos em 08 de agosto de 2007, completando a maturidade em temperatura ambiente e na ausência de luz, por um período de 15 dias.

As etapas de elaboração das conservas de tubérculos de batata foram adaptadas de KROLOW (2006). Os tubérculos foram inicialmente classificados manualmente pelo tamanho, formato e cor da casca, sendo imediatamente lavados em água potável e sanitizados em solução contendo 100 mg L⁻¹ de cloro livre. A seguir procedeu-se o branqueamento, utilizando-se água aquecida a 80°C por 3 min., com a finalidade de facilitar o acondicionamento dos mesmos nos vidro. O líquido de cobertura foi composto por uma solução contendo 50% de vinagre e 50% de água, acrescida de 2% de sal e de 1,5% de sacarose. Essa solução foi combinada com 1 g das seguintes especiarias, que constituíram os tratamentos: alecrim (*Rosmarinus officinalis* L.); erva-doce (*Pimpinella anisum* L.); alecrim + erva-doce; endro (*Anethum graveolens* L.) e mostarda (*Brassica hirta* Moench.) + cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.). As conservas foram envasadas em embalagem de vidro, contendo 160 g de tubérculos, 1 g de especiarias e completado com líquido de cobertura, seguido do processo de exaustão durante a pasteurização e fechamento da embalagem, quando a temperatura do produto no centro do vidro atingiu 85°C. Após o fechamento, as embalagens foram submetidas a temperatura de 100°C por 15 min., para concluir o processo de pasteurização dos tubérculos e resfriadas com água até atingir a temperatura de 30°C. As conservas foram identificadas de acordo com os tratamentos e armazenadas em ambiente arejado, fresco e seco.

Foram realizados dois testes de análise sensorial, um para avaliar a condimentação das conservas de batata e outro para avaliar os atributos de qualidade, como a aparência do produto (fatiado e na embalagem), o aroma, o sabor e a textura. Para a escolha da melhor condimentação, as conservas elaboradas foram submetidas ao teste de avaliação de preferência, através do teste de ordenação. Foi constituído um painel composto por 52 provadores não-treinados que responderam um formulário. Ao provador, foi apresentado um conjunto de amostras identificadas por números aleatórios constituídos por três algarismos e distribuídas ao acaso. Foi solicitado que ordenasse as amostras de acordo com a intensidade do atributo sabor, do melhor para o pior. O horário da realização das análises foi das 10 às 11 horas, com os dados da pesquisa foram testados as hipóteses estatísticas da preferência: H_0 : não existe diferença no sabor entre as amostras e H_1 : existe diferença no sabor conforme a amostra, pela análise de variância não-paramétrica e aplicação do teste de Friedman, com auxílio do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

Após a escolha do sabor, a conserva preparada com cardamomo + mostarda, que obteve maior pontuação, foi submetida ao teste de aceitabilidade. O painel sensorial foi constituído por 51 provadores não-treinados, com idade superior a 19 anos. Os atributos de qualidade avaliados foram: a aparência do produto (fatiado e na embalagem), o aroma, o sabor e a textura. Os dados foram distribuídos em uma escala hedônica de sete pontos (gostei muitíssimo (nota 9); indiferente (nota 5); desgostei muitíssimo (nota 3). Além da avaliação da aceitabilidade, foi avaliada a intenção de compra do produto, caso estivesse disponível no mercado. Os dados originados dessa pergunta foram expressos na forma de percentagem. Para a intenção de compra, as respostas foram organizadas na forma de categorias. Para a análise dos dados foi utilizado os testes de Friedman e Kolmogorov-Smirnov, com o auxílio do programa Statistica 7.0 (STATSOFT, 2004).

5.3 Resultados e discussão

O teste de preferência indicou que a melhor condimentação para conservas de batata foi a combinação de cardamomo + mostarda e a pior a erva doce (Tabela 19, Figura 10). Entretanto, nas conservas condimentadas com endro, alecrim e alecrim + erva doce, a soma de postos foi muito próxima, conforme comprovam os desvios padrões. O valor do teste qui quadrado foi de 20,70, com probabilidade $p = 0,00036$, comprovando que existe diferença entre a soma dos postos. Com base nesses resultados, foi selecionada a amostra cardamomo + mostarda para a avaliação das sensações de aroma, sabor e textura do produto conserva de batata, através de uma escala hedônica de sete pontos (Tabela 20).

Tabela 19 – Avaliação da preferência da condimentação em conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.

Condimentos	Média dos postos	Σ postos	s*
Erva doce	2,46	128,00	1,43
Endro	3,12	162,50	1,40
Alecrim	2,71	141,00	1,40
Cardamomo + mostarda	3,77	196,00	1,16
Alecrim + erva doce	2,93	152,50	1,35

s = desvio padrão.

A análise das sensações de aroma, sabor e textura percebida pelos julgadores indicou que não existe diferença entre as sensações testadas ($p=0,16$) (Tabela 20), demonstrando que a textura e a intensidade dos compostos não foi suficiente para ser reconhecida pelos receptores sensoriais e mecânicos dos julgadores.

Tabela 20 – Avaliação das sensações aroma, sabor e textura em conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.

Atributos	Média dos postos	Σ postos	s*
Aroma	2,09	106,50	0,84
Sabor	2,07	105,50	0,80
Textura	1,84	94,00	0,88

s = desvio padrão



Figura 10 – Conserva de tubérculos de batata condimentada com mostarda + cardamomo. Santa Maria, RS, 2010.

A análise do atributo aparência do produto na embalagem e fatiado ($p=0,10$) indicou que a sensação visual transmitida pela aparência do produto foi insuficiente para influenciar a percepção dos provadores, pois, o produto na embalagem ou fatiado resultou na mesma preferência (Tabela 21).

Tabela 21 – Avaliação do atributo aparência do produto em conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.

Aparência	Média	s*
Embalado	7,90	0,84
Fatiado	7,81	0,80

s = desvio padrão.

Durante a análise sensorial, foi feita a seguinte pergunta: “se o produto estivesse disponível no mercado, você compraria?”. Um percentual de 92% dos julgadores respondeu que compraria o produto, 4% que não compraria e 4% talvez compraria, demonstrando a aceitabilidade do produto, principalmente por ser inovador, pratico e com aparência atrativa (Tabela 22).

Tabela 22 – Razões pelas quais os avaliadores comprariam o produto conservas ácidas de batata. Santa Maria, RS, 2010.

Categorias	Percentual (%)
Caráter inovativo (nova forma de consumo para batata)	35
Praticidade (pronto para servir)	29
Aparência atrativa (homogênea e decorativa)	20
Acidez do produto (lembra pepino e azeitona)	12
Outras razões	4

Quando foi solicitado aos avaliadores que emitissem sugestões a respeito do produto conservas ácidas de batata, verificou-se que 29% gostariam que os tubérculos fossem descascados; 29% que fossem utilizados tubérculos grandes fatiados; 23% preferiam que a condimentação fosse mais acentuada em relação ao sabor e a acidez; enquanto 17% sugeriram maior picância, sensação de ardor na cavidade oral, e os 2% restantes deram outras sugestões. As sugestões emitidas refletem os hábitos culturais dos avaliadores (QUEIROZ; TREPTOW, 2006), demonstrando preferência por produtos descascados, grandes, fatiados e com condimentação e picância acentuadas.

5.4 Conclusões

Os tubérculos de batata que não alcançaram o tamanho mínimo para consumo *in natura* podem ser utilizados para a elaboração de conservas ácidas condimentadas, para melhor aproveitamento e agregar valor aos tubérculos produzidos.

A aplicação de tecnologias tradicionais a matérias-primas não tradicionais, como é o caso de tubérculos pequenos de batata, podem resultar em novos produtos de elevada aceitabilidade e qualidade, principalmente em relação ao sabor, ao aroma e a textura.

6 DISCUSSÃO GERAL

A utilização da batata na alimentação humana reflete a diversidade genética e a capacidade de se adaptar e produzir tubérculos nas mais variadas condições edafoclimáticas. No Brasil, tubérculos de batata são colhidos praticamente o ano inteiro, sendo encontrados tubérculos de diferentes tamanhos em uma mesma planta. Isso se deve as diferenças no crescimento e está relacionado com a fisiologia da planta, pois a emissão de estolões e a diferenciação de novos tubérculos ocorrem de maneira contínua.

Os tubérculos depois de colhidos são classificados pelo tamanho, sendo que aqueles que atingem o tamanho mínimo são comercializados *in natura*. Os tubérculos que não atingem os padrões de mercado são considerados não comercializáveis ou são comercializados em mercados marginais. Neste trabalho foram aplicadas tecnologias tradicionais de processamento em tubérculos não comercializáveis de batata, que correspondem em média a 40% dos tubérculos produzidos pela planta, para originar diversos produtos. Foram aplicadas e avaliadas as tecnologias de processamento mínimo, desidratação e conservas ácidas.

Os tubérculos com tamanho comercial, que apresentam algum defeito externo como crescimento secundário ou dano de praga ou doença, apresentam aptidão para originar diversos produtos desidratados de batata. Os desidratados se mantêm inalterados por longos períodos de armazenamento em temperatura ambiente, sendo que a perda da água reduz o volume e a massa, facilitando o transporte e a distribuição.

Os tubérculos menores podem ser utilizados para o processamento mínimo e, aqueles imaturos com elevados teores de substâncias pécticas e baixos teores de amido, para a elaboração de conservas ácidas, de textura crocante.

Produtos processados de batata são praticamente inexistentes no mercado nacional. A oferta de novos produtos aumenta o consumo de batata, pela inclusão de produtos com elevado frescor e praticidade para o consumo e com caráter de conveniência, atributos valorizados pelos consumidores contemporâneos.

Os resultados deste trabalho também mostram que o processamento dos tubérculos agrega valor, facilita a conservação e o transporte e amplia a oferta e os usos da batata na

alimentação humana. O processamento dos tubérculos também possibilita a criação de agroindústrias regionais, podendo viabilizar a cadeia produtiva da batata, principalmente para pequenos e médios produtores, e melhora a renda familiar.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho indicam que a aplicação das tecnologias processamento mínimo, de desidratados e conservas ácidas possibilitam a utilização de tubérculos não comercializáveis de batata, para gerar produtos inovadores. O processamento dos tubérculos agrega valor, facilita a conservação e o transporte e amplia a oferta e os usos da batata na alimentação humana. Além disso, o processamento possibilita a criação de agroindústrias regionais, próximas as áreas produtoras, para viabilizar a cadeia produtiva da batata, principalmente para pequenos e médios produtores.

BIBLIOGRAFIA

ABU-GHANNAM, N.; CROWLEY, H. The effect of low temperature blanching on the texture of whole processed new potatoes. **Journal of Food Engineering**, v. 74, p. 335-344, 2006.

AGUIRRE, J.M. de. Desidratação de hortaliças. In: AGUIRRE, J.M. de; GASPARINO FILHO, J. (Coord.) **Desidratação de frutas e hortaliças**. Manual Técnico. FRUTHOTEC – ITAL, Campinas, SP. 2001a. p. 4-1, 4-42.

AGUIRRE, J.M. de. Controle de qualidade. In: AGUIRRE, J.M.de; GASPARINO FILHO, J. (Coord.) **Desidratação de frutas e hortaliças**: Manual Técnico. FRUTHOTEC – ITAL, Campinas, SP. 2001b. p. 5-1, 5-14.

AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, p.179-187, 1996.

ALENCAR, S.M. de; KOBLITZ, M.G.B. Oxirredutases. In: KOBLITZ, M.G.B. (Coord.). **Bioquímica de Alimentos**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2008. p. 125-152.

ALLENDE, A.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; GIL, M.I. Minimal processing for healthy traditional foods. **Trends in Food Science & Technology**, v.17, p. 513-519, 2006.

ALVES, E.R.de A. VEDOVOTO,G.L. **A indústria do amido de mandioca**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 201 p.

ANGÓS, I.; VÍRSEDA, P.; FERNÁNDEZ, T. Control of respiration and color modification on minimally processed potatoes by means of low and high O₂/CO₂ atmospheres. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 422-430, 2008.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis of the AOAC**. 18 ed. Gaithersburg: AOAC International, 2005.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 478p.

ARES, G. et al. Failure criteria based on consumers' rejection to determine the sensory shelf life of minimally processed lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 49, p. 255-259, 2008.

AR-USDA. Fresh-cut fruit moves into the fast lane. **Agricultural Research Magazine**, v. 53, n. 8, p. 10-12. 2005.

AZEREDO, H.M.C.de. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 195 p.

BAGGOTT, A. **Rituais Celtas: a roda céltica da vida, os poderes sagrados da natureza**. São Paulo: Madras, 2002. 202 p.

BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; VEGA-MERCADO, H. **Deshidratación de alimentos**. Zaragoza, España: Acribia, 2000. 297 p.

BELITZ, H.-D.; GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2. Ed. Zaragoza: Acribia, 1997. 1087 p.

BELL, L.N. Moisture effects on foods chemical stability. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. et al. **Water activity in foods: fundamentals and applications**. Iowa: Blackwell Publishing, 2007. 173-198.

BELTRÁN, D. et al. Effect of sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, p. 37-46, 2005.

BHERING, L.L. **Seleção assistida por marcadores moleculares para a qualidade de processamento em batata**. 2006. 86f. Dissertação (Mestrado Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BILBAO-SÁINZ, C.; ANDRÉS, A.; FITO, P. Hydration kinetics of dried apple as affected by drying conditions. **Journal of Food Engineering**, v. 68, p. 369-376, 2005.

BISOGNIN, D.A. et al. Envelhecimento fisiológico de tubérculos de batata produzidos durante o outono e a primavera e armazenados em diferentes temperaturas. **Bragantia**, v. 67, p. 59-65, 2008.

BISOGNIN, D.A.; STRECK, N.A. **Desenvolvimento e manejo das plantas para a alta produtividade e qualidade da batata**. Itapetininga: SP ABBA - Publicação Técnica, 2009. 32 p.

BITTENCOURT, J. **Avaliação de um secador de bananas do tipo cabine com bandejas**. 2001. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Pós-Colheita) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução n. 12, de 02 jan. 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em 14 fev. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução n. 04, de 24 nov. 1988. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 dez. 1988, Seção I, p. 24716-24723.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA - Resolução n. 352, de 23 de dezembro de 2002. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Boas Práticas de Fabricação. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 de janeiro de 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde - ANVISA - Resolução n. 272, de 22 de setembro de 2005. Aprova o "Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis". **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 23 de setembro de 2005.

BRASIL. Resolução nº4, de 24 de novembro de 1988. Aprova revisão das Tabelas I, II, IV e V referente a Aditivos Intencionais, bem como anexos I, II, III e VII, todos do Decreto n. 55.871, de 26 de março de 1965. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 de dezembro de 1988.

BRASIL, Resolução nº 13, de maio de 1977. Estabelece características mínimas de identidade para as hortaliças em conserva. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF. Disponível em: <<http://e.legis.anvisa.gov.br>>. Acesso em 21 fevereiro de 2009.

CABEZAS-SERRANO, A. et al. Suitability of five different potato cultivars (*Solanum tuberosum* L.) to be processed as fresh-cut products. **Postharvest Biology and Technology**, v. 53, p. 138-144, 2009.

CAMARGO-MORO, F. **Veneza: o encontro do oriente com o ocidente**. Rio de Janeiro: Record, 2004. 361 p.

CANTOS, E. et al. Phenolic compounds and related enzymes are not rate-limiting in browning development of fresh-cut potatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 50, p. 3015-3023, 2002.

CARVALHO FILHO, C.D. et al. Psicrometria aplicada ao resfriamento de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. (Coord.). **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa, 2002. p. 385-409.

CARVALHO, E.P.de; CASTRO, H.A.de. Controle microbiológico e fitossanitário de alimentos. **Textos Acadêmicos** (Especialização em Tecnologia e Qualidade de Alimentos Vegetais) - Universidade Federal de Lavras, MG. 2002. 122 p.

CENCI, S.A. Boas práticas de pós-colheita de frutas e hortaliças na agricultura familiar. In: NETO, F. do N. (Org.). **Recomendações básicas para a aplicação das boas práticas agropecuárias e de fabricação na agricultura familiar**. 1. Ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. p. 67-80.

CHITARRA, M.I.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Viçosa: UFV, 1998. 88 p.

CHITARRA, M.I.F. **Alimentos minimamente processados**. Lavras: UFLA/FAEPE. 2001. 93 p.

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.D. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manejo**. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COLEMAN, W.K. Comparative performance of the L*a*b* color space and North American color chart for determining chipping quality in tubers of potato (*Solanum tuberosum* L.) **Canadian Journal of Plant Science**, v. 84, p. 291-298, 2004.

COULTATE, T.P. **Manual de química y bioquímica de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1998. 366 p.

CRUZ, G.A. **Desidratação de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Globo S. A., 1990. 207 p.

CUNNINGHAM, S.E. et al. Experimental study of rehydration kinetics of potato cylinders. **Food and Bioproducts Processing**, v. 86, p. 15-24, 2008.

DECAGON DEVICES. **Water activity vs. water content, 2007**. Disponível em: <http://www.decagon.com/aqualab/water_content.html>. Acesso em: 12 jan. 2010.

DELLA LUCIA, S.M. **Métodos estatísticos para avaliação da influência de características não sensoriais na aceitação, intenção de compra e escolha do consumidor**. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2008. 135p.

EIPESON, W.E.; PAULUS, K. Investigations on some chemical constituents of potato and their influence on the behavior during canning. **Potato Research**, v.16, p. 270-284, 1973.

ENDO, E. et al. Alterações físicas e físico-químicas de batatas (*Solanum tuberosum* L.) minimamente processadas intercaladas com diferentes filmes ativos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 17, p. 239-249, 2006.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 22 jan. 2010.

FARBER, J.M. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology: A review. **Journal of Food Protection**, v. 54, p. 58-70, 1991.

FENG, H.; TANG, J., Microwave finish drying of diced apples in a spouted bed. **Journal of Food Science**, v. 63, p. 679-683. 1998.

FERNÁNDEZ-ARMESTO, F. **Comida: uma história**. Rio de Janeiro: Record, 2004. 364 p.

FERREIRA, E.B.; OLIVEIRA, M.S. de. Sensometria: uma abordagem com ênfase em procrustes. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA (RBRAS), 52; SIMPÓSIO DE ESTATÍSTICA APLICADA À EXPERIMENTAÇÃO AGRONÔMICA (SEAGRO), 12., 2007, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: [s.n.], 2007.

FIGUEIREDO, C. A batata no Estado do Rio Grande do Sul. In: PEREIRA, A.S. (Coord.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa. 2003. p. 44-52.

FISHER, C.; SCOTT, T.R. **Flavores de los alimentos: biología y química**. Zaragoza: Acribia S.A., 1997. 212 p.

FONSECA, R.da R. **Determinação das características físico-químicas e de qualidade de batatas minimamente processadas submetidas a tratamentos com ácido cítrico e metabissulfito de sódio**. 2007. 105 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos, Nutrição e Saúde) - Escola de Nutrição de Salvador, Universidade Federal da Bahia, BA, 2007.

FORSYTHE, S.J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Trad. Maria Carolina Minardi Guimarães e Cristina Leonhardt. Porto Alegre: Artmed, 2002. p. 216, 211.

FREITAS, S.T.de et al. Qualidade para processamento de clones de batata cultivados durante a primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, p. 80-85, 2006.

FRIEDMAN, M. Chemistry biochemistry, and dietary role of potato polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 1523-1540, 1997.

GODY, R.C.B.; SCOTTI, C.A; BUENO, L.A.P. A batata no Estado do Paraná. In: PEREIRA, A.S. (Coord.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2003. p. 25 - 43.

GÓMEZ-LÓPEZ, V. M. et al. Chlorine dioxide for minimally processed produce preservation: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, p. 17-26, 2009.

GRAY, D.; HUGHES, J.C. Tuber quality. In: **The potato crop**, the scientific basis for improvement (Ed. P.M. Harris). Chapman Hall, London, 1978. p. 504-544.

GREGORY J.F. Vitaminas. In: DAMODARAN,S.; PRKIN,K.L.; FENNEMA,O.R. (Ed.) **Química de alimentos de Fennema**. 4.ed. Porto Alegre: Artemed, 2010. p 346-404.

HAASE, N.U. Healthy aspects of potatoes as part of the human diet. **Potato Research**, v. 51, p. 239-258, 2008.

HIJMANS, R.J. Global distribution of the potato crop. **American Journal of Potato Research**, v.78, p.403-412, 2001.

HOGKAMP, S.; SCHUBERT, H. Rehydration of food powders. **Food Science and Technology International**, v. 9, p. 223-235, 2003.

HOJEIJE, K.Y. APPCC no plantio e na industrialização do palmito. Necessidade ou obrigação? **Revista Higiene Alimentar**, v. 20, março 2006.

HOUNSOME, N. et al. Plant metabolites and nutritional quality of vegetables. **Journal of Food Science**, v. 73, p. 48-62, 2008.

HÜBBE, S. et al. **Guia de buenas prácticas para la elaboración de conservas vegetales y de frutas**. Buenos Aires: Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, 2007. 65 p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/servidor_arquivos_est/>. Acesso em: 18 dez. 2009.

IFPA. International Fresh-Cut Produce Association. Disponível em: <<http://www.fresh-cut.org/>>. Acesso em: 23 out. 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Normas Analíticas Instituto Adolfo Lutz. 1. ed. eletrônica. Disponível em: <<http://www.ial.sp.gov.br/>>. Acesso em: 11 nov. 2009.

JACOMINO, A.P. et al. Transformações bioquímicas em hortícolas após a colheita. In: KOBLITZ, M.G.B. (Coord.). **Bioquímica de alimentos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 153-189.

JACQUES-SILVA, M.C. et al. Diphenyl diselenide and ascorbic acid changes deposition of selenium and ascorbic acid in liver and brain of mice. **Pharmacology & Toxicology**, v. 88, p. 119-125, 2001.

JAOUEN, N. Packaging ideas for fresh-cut products. In: Fresh-cut Europe 2006: The new European fresh-cut conference. Disponível em: <<http://www.freshcuteurope.com/>>. Acesso em: 14 fev. 2010.

JARDIM, D.C.P. Atividade de água: considerações teóricas e práticas. In: JARDIM, D.C.P.; GERMER, S.P.M. (Coord.) **Atividade de água em alimentos**: Manual Técnico. FRUTHOTEC – ITAL, Campinas, SP. 1997. Cap.1, p.1-9.

JAYARAMAN, K.S.; DAS GUPTA, D.K. Drying of fruits and vegetables. In: MUJUMDAR, A.S. (Ed.) **Handbook of Industrial Drying**, New York: Marcel Dekker, 1995. v. 1, 2.ed. p. 643-690.

JORGE, J.T. Processamento de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. (Eds.) **Resfriamento de frutas e hortaliças**. EMBRAPA Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2002. p. 411-428.

KADER, A.A. Modified atmospheres during transport and storage. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Oakland: University of California, 1992. 537 p.

KARLSSON, M.E.; ELIASSON, A.C. Gelatinization and retrogradation of potato (*Solanum tuberosum*) starch in situ as assessed by differential scanning calorimetry (DSC). **LWT - Food Science and Technology**, v. 36, p. 735-741, 2003.

KEIJBETS, M.J.H. Potato processing for the consumer: Developments and future challenges. **Potato Research**, v. 51, p. 271-281. 2008.

KINGSLEY, A.R.P. et al. Thin-layer drying behaviour of organically produced tomato. **American Journal of Food Technology**, v. 2, p. 71-78, 2007.

KROLOW, A.C.R. **Hortaliças em conserva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 40 p. (Coleção agroindústria familiar).

LANA, M.M. et al. Cenourete e Catetinho: Minicenouras brasileiras. **Horticultura Brasileira**, v. 19, p. 376-379, 2001.

LAURIDSEN, L.; KNØCHEL, S. Microbiological stability and diversity in raw pre-peeled potatoes packed in different atmospheres. **European Food Research Technology**, v. 217, p. 421-426, 2003.

LEAL, P.A.M.; CORTEZ, L.A.B. Psicrometria aplicada ao resfriamento de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L.(Coord.). **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, Embrapa. 2002. p. 373-384.

LEE, K.T.; FARID, M.; NGUANG, S.K., The mathematical modelling of the rehydration characteristics of fruits. **Journal of Food Engineering**, v. 72, p. 16-23, 2006.

LEWICKI, P.P. Design of hot air drying for better foods. **Trends Food Science & Technology**, v. 17, p. 153-163, 2006.

LINDSAY, R.C. Aditivos alimentarios. In: FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 2000. p. 907 – 971.

LÓPEZ-GÓMEZ, V.M. et al. Chlorine dioxide for minimally processed produce preservation: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, p. 17-26, 2009.

LU, S.; LUO, Y.; FENG, H. Inhibitory of apple polyphenol oxidase activity by sodium chlorite. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 3693-3696, 2006.

LÜCK, E. **Conservacion química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia. 1981. 242 p.

LUÍZ, R.C.; HIRATA, T.A.M.; CLEMENTE, E. Cinética de inativação da polifenoloxidase e peroxidase de abacate (*Persea americana* MILL.). **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 31, p. 1766-1773, 2007.

MACHADO, R.M.D; TOLEDO, M.C.F.; VICENTE, E. Sulfitos em alimentos. **Brazilian Journal of Food Tecnology**, v. 9, p. 265-275, 2006.

MAFART, P. **Ingeniería industrial alimentaria: Procesos físicos de conservación**, v. 1. Zaragoza: Acribia, 1994. 285 p.

MALDONADO, S.; ARNAU, E.; BERTUZZI, M.A. Effect of temperature and pretreatment on water diffusion during rehydration of dehydrated mangoes. **Journal of Food Engineering**, v. 96, p. 333-341, 2010.

MARÍN, B.E. et al. La rehidratacion de alimentos deshidratados. **Revista Chilena de Nutrición**, v. 33, dez 2006.

MARSHALL, M.R; Kim, J.; Wei, C-I., Enzymatic Browning in Fruits, Vegetables and Seafoods. Food and agricultural organization (FAO), 2000. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/Ags/agsi/ENZYMFINAL/Enzymatic%20Browning.html>>. Acesso em: 11 nov. 2009.

MASKAN, M. Drying, shrinkage and rehydration characteristics of kiwifruits during hot air and microwave drying. **Journal of Food Engineering**, v. 48, p. 177-182. 2001.

MATÉ, J.I.; ZWIETERING, M.; VAN'T RIET, K. The effect of blanching on the mechanical and rehydration properties of dried potato slices. **European Food Research Technology**, v. 209, p. 343-347, 1999.

MAZZA, G. Correlations between quality parameters of potatoes during growth and long-term storage. **American Potato Journal**, v.60, p.145-159. 1983.

- MELONI, P.L.S. **Desidratação de frutas e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2003. 87p.
- MERCKER, A.E. Potato processing and its future. **American Potato Journal**, v. 38, p. 66-70, 1960.
- MONTVILLE, T.J.; MATHEWS, K.R. **Food microbiology: an introduction**. American Society for Microbiology. Washington: AMS Press, 19-20, 2005.
- MORETTI, C.L. Panorama de processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007. p. 25-40.
- MORETTI, C.L.; MATTOS, L.M. Processamento mínimo de minicenoura. In: **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007. p. 397-413.
- MUKHERJEE, S.; CHATTOPADHYAY, P.K. Whirling bed blanching of potato cubes and its effects on product quality. **Journal of Food Engineering**, v. 78, p. 52-60, 2007.
- MUÑOZ, A.M. Analisis descriptivo: Desarrollo de descriptores. In: ALMEIDA, T.C.A; HOUGH, G.; DAMÁSIO, M.H.;da SILVA, M.A.A.P (Ed.) **Avances em análise sensorial**. São Paulo: Livraria Varela, 1999. p. 23-34.
- NANTES, J.F.D.; LEONELLI, F.C.V. A estruturação da cadeia produtiva de vegetais minimamente processados. **Revista da FAE**, v. 3, p. 61-69, 2000.
- NIETO, A.; CASTRO, M.A.; ALZAMORA, S.M. Kinetics of moisture transfer during air drying of blanched and/or osmotically dehydrated mango. **Journal of Food Engineering**, v. 50, p. 175-185, 2001.
- OMS-OLIU, G.; SOLIVA-FORTUNY, R.; MARTIN-BELLOSO, O. Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pears, **Postharvest Biology and Technology**, v. 50, p. 87-94, 2008.
- PEREIRA, A. da S. Melhoramento genético. In: PEREIRA, A. da S.; DANIELS, J. (Editores técnicos) **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. EMBRAPA Clima Temperado, Brasília, DF. 2003. p. 105-124.

PEREIRA, A.da S.; CASTRO, C.M. Batata 'macaca' (macaquinha, rosa redonda, rosa maçã) **Comunicado técnico versão on line ISSN 1806-9185**, Embrapa clima temperado, 2006.

PETRI, E. et al. Effect of agents on the respiration rate minimally processed potato (*Solanum tuberosum* cv. Monalisa). **Journal of Food Science**, v. 73, p. 122-126, 2008.

PHIL CRUSE OF GRAPHIC QUALITY CONSULTANCY, Disponível em: <http://www.colourphil.co.uk/lab_lch_colour_space.html>. Acesso em: 12 maio 2009.

PILON, L. **Estabelecimento da vida útil de hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada e refrigeração**. 2003. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP, 2003.

PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L. **Processamento mínimo de mini batatas**. EMBRAPA Hortaliças, Comunicado Técnico n. 24, Brasília, DF, 2004.

PINELI, L.L.O. et al. Associação de atmosfera modificada e antioxidantes reduz o escurecimento de batatas 'Ágata' minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 993-999, 2005a.

PINELI, L.L.O. et al. Caracterização química e física de batatas 'Agata' minimamente processadas embaladas sob diferentes atmosferas ativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1035-1041, 2005b.

PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L. Processamento mínimo de batata. In: MORETTI, C.L. (Ed.) **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007. p. 343-371.

POTATO 2008. Ano Internacional de La Papa 2008. Disponível em: <<http://www.potato2008.org/es/index.html>>. Acesso em: 18 dez. 2009.

QUEIROZ, M.I.; TREPTOW, R. de O. **Análise sensorial para a avaliação da qualidade dos alimentos**. Rio Grande: FURG, 2006. 268 p.

REID, D.S.; FENNEMA, O. R. Água e gelo. In: DAMODARAN, S.; PRKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. (Ed.) **Química de alimentos de Fennema**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. p 26-72.

REDÓN, J.M. **A cozinha do pensamento**: um convite para compartilhar uma boa mesa com filósofos. São Paulo: SENAC, 2008. 223 p.

REIS, K.C.dos et al. Aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de minimilho minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 338-345, 2005.

RIBEIRO, E.P.; SERAVALLI, E.A.G. **Química dos alimentos**. São Paulo: Blucher. 2007. 184 p.

RICO, D. et al. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 18, p. 373-386, 2007.

ROCCULI, P. et al. Effects of the application of anti-browning substances on the metabolic activity and sugar composition of fresh-cut potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 43, p. 151-157, 2007.

ROCHA, A.M.C.N.; COULON, E.C.; MORAIS, A.M.M.B. Effects of vacuum packaging on the physical quality of minimally processed potatoes. **Food Service Technology**, v. 3, p. 81-88, 2003.

ROCKLAND, L.B; BEUCHAT, L.R. **Water activity**: theory and applications to food. New York: CRC Press, 1987. 404 p.

SADOWSKA, J.; FORMAL, J.; ZGÓRSKA, K. The distribution of mechanical resistance in potato tuber tissues. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 70-76, 2008.

SAEG- Sistema para análises estatísticas. Versão 9.1: Viçosa: Fundação Arthur Bernardes. UFV, 2007.

SANTOS, A.N.R.dos. **Conformação da qualidade microbiológica em couve minimamente processada no Distrito Federal**: O caso da agroindústria Machadinho. 2008. 120 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - Universidade de Brasília, DF, Brasília, 2008.

SARANTÓPOULOS, I.G.L. Embalagens para vegetais minimamente processados fresh cut. ITAL. **Boletim de tecnologia e desenvolvimento de embalagens**, v. 9, p. 1-4, 1997. Disponível em: <http://cetea.ital.org.br/cetea/informativo/v9n5/v9n5_artigo4.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2010.

SEVERINI, C. et al. Combined treatments of blanching and dehydration: Study on potato cubes. **Journal of Food Engineering**, v. 68, p. 289-296, 2005.

SINGLA, M.L. et al. An optoelectronic instrument for the determination of sulphite in beverages. **Food Chemistry**, v. 97, p. 737-741, 2006.

SMITH, O.; DAVIS, C.O. Potato quality XIV. Prevention of graying in dehydrated potato products. **American Potato Journal**, v. 39, p. 135-148, 1962.

SON, S.M.; MOON, K.D.; LEE, C.Y. Inhibitory effects of various antibrowning agents on apple slices. **Food Chemistry**, v. 73, p. 23-30, 2001.

SOTOME, I. TEKENAKA, M. et al. Blanching of potato with superheated steam and hot water spray. **Food Science and Technology**, v. 42, p. 1035-1040, 2009.

SOUZA, V.Q.de; PEREIRA, A.da S. **Esverdeamento de tubérculos em genótipos de batata**. Pelotas: Embrapa, 2003. 4 p. (Comunicado técnico 90).

STATSOFT, INC. **Statistica**: data analysis software system, version 7. [S.l.: s.n.], 2004.

STROHL, W.A.; ROUSE, H.; FISHER, B.D. **Microbiologia ilustrada**. Porto Alegre: Artmed, 2004. 531 p.

SUH, H.J. et al. Preliminary data on sulphite intake from Korean diet. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, p. 212-213, 2007.

TAIWO, K.A.; ADEYEMI, O. Influence of blanching on the drying and rehydration of banana slices. **African Journal of Food Science**, v. 3, p. 307-315, 2009.

TAYLOR, M.A.; MCDOUGALL, G.J.; STEWART, D. Potato flavor and texture. In: VREUGDENHIL, D. (Ed.) **Potato biology and biotechnology: advances and perspectives**. Elsevier. 2007. p. 525-540.

TAPIA, M.S.; ALZAMORA, S.M.; CHIRIFE, J. Effects of water activity (aw) on microbial stability: as a hurdle in food preservation. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G.V; FONTANA, A.J.; SCHIMIDT, S.J.; LABUZA, T.P. **Water activity in foods: Fundamentals and applications**. Iowa: Blackwell Publishing, 2007. p. 173-198.

TAYLOR, M.A.; McDOUGALL, G.J.; STEWART, D. Potato flavor and texture. **Potato biology and biotechnology: advances and perspectives**. Invergowrie: Elsevier, 2007. chapter 24.

TEIXEIRA NETO, R.O. Considerações gerais sobre a determinação de umidade em alimentos. In: JARDIN, D.C.P.; GERMER, S.P.M. **Atividade de água em alimentos**. Campinas: ITAL, 1997. p. 5.1- 5.7.

TEMUSSI, P.A. Sweet, bitter and umami receptors: A complex relationship – Review. **Trends in Biochemical Sciences**, v. 34, p. 296-302, 2009.

THYBO, A.K.; KAACK, J.C.K.; PETERSEN, M.A. Effect of cultivars, wound healing and storage on sensory quality and chemical components in pre-peeled potatoes. **LWT - Food Science and Technology**, v. 39, p. 166-176, 2006.

TRAVAGLINI, D.A.; GASPARINO FILHO, J.; AGUIRRE, J.M.de Equipamentos de secagem. In: AGUIRRE, J.M.de. GASPARINO, F. (Coord). **Desidratação de frutas e hortaliças**. Campinas: ITAL, 2001. p. 2-1 , 2-29.

TRONCOSO, E.; PEDRESCHI, F.; ZÚÑIGA, R.N. Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. **LWT - Food Science and Technology**, v. 42, p. 187-195, 2009.

TUDELA, J.A.; SPIN, J.C.; GIL, M.I. Vitamin C retention in fresh-cut potatoes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 26, p. 75-84, 2002.

TUORILA, H.; MONTELEONE, E. Sensory food science in the changing society: Opportunities, needs and challenges. **Trends in Food Science & Technology**, v. 20, p. 54-62, 2009.

ULRICH, D. et al. Investigation of the boiled potato flavor by human sensory and instrumental methods. **American Journal of Potato Research**, v. 77, p. 111-117, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. Pró-reitoria de pós-graduação e pesquisa. **Estrutura e apresentação de monografias, dissertações e teses**: MDT / 6. ed. rev. e ampl. Santa Maria. Ed. da UFSM, 2006. 67 p.

VAMOS-VIGYAZO, L. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 15, p. 49-127, 1981.

VANETTI, M.C.D. Aspectos microbiológicos de produtos minimamente processados. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/texto11.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2010.

VARNALIS, A.L. et al. Optimization of high temperature puffing of potato cubes using response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 61, p. 153-163, 2004.

VILLAGRAN, M.D.M-S.; BEVERLY, D.J.; WILLIAMSON, L. **Dehydrated potato flakes**. US20090098260A1. United States Patent Application, 2009.

VITTI, M.C.D. **Respostas fisiológicas e bioquímicas de diferentes cultivares de batatas ao processamento mínimo**. 2007. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP. 2007.

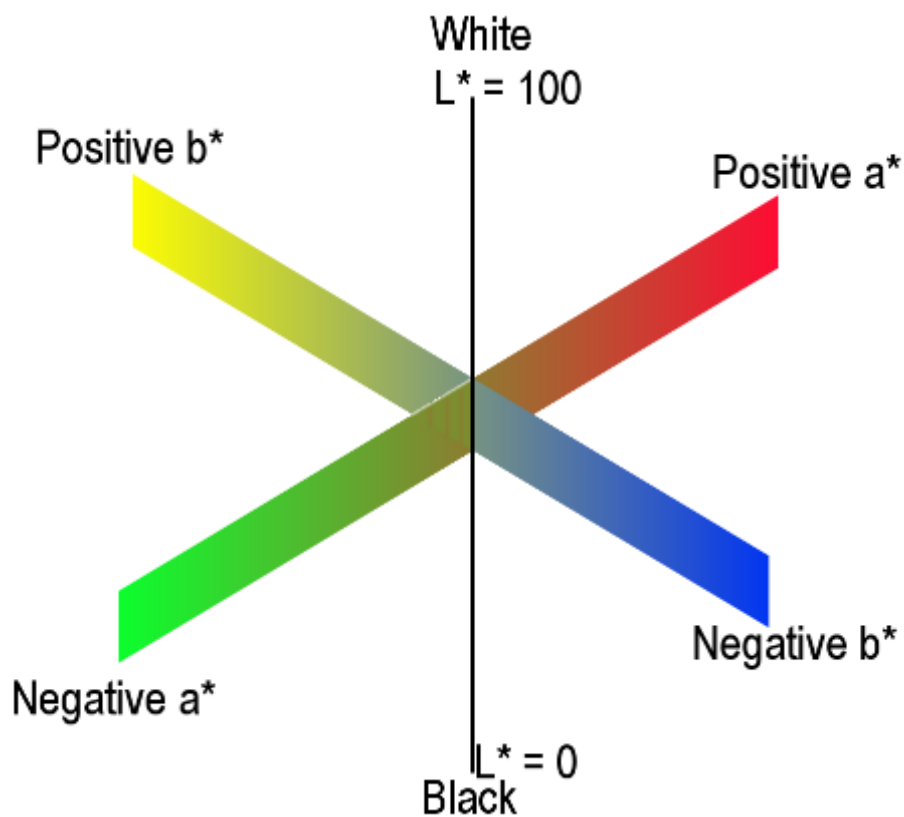
WILLARD, M. Potato processing: past, present and future. **American Potato Journal**, v. 70, p. 405-418, 1993.

YADAV, A.R. et al. Influence of drying conditions on functional properties of potato flour. **European Food Research Technology**, v. 223, p. 553-560, 2006.

ZORZELLA, C.A.; VENDRUSCULO, J.L.; TREPTOW, R.O. Qualidade sensorial de "Chips" de diferentes genótipos de batatas (*Solanum tuberosum* L.), cultivos de primavera e outono no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 9, p. 57-63, 2003a.

ZORZELLA, C.A. et al. Caracterização física, química e sensorial de genótipos de batata processados na forma de chips. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 215-24, 2003b.

ANEXOS

ANEXO A – Escala de cor CIE $L^*a^*b^*$ 

Fonte: <http://www.colourphil.co.uk/lab_lch_colour_space.html>

Escala de cor CIE $L^*a^*b^*$ (*Commission Internationale de l'Eclairage*) L^* corresponde a luminância e varia de 0 (preto) a 100 (branco), o eixo a^* varia de verde (negativo) a vermelho (positivo) e o eixo b^* varia de azul (negativo) a amarelo (positivo) passando pelo centro do eixo onde o valor zero .

ANEXO B – Ficha de instrução para avaliação sensorial de batatas

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO

LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIAL

FICHA DE INSTRUÇÕES PARA AVALIAÇÃO DE BATATAS

Você está recebendo amostras de batatas para avaliar a aparência, sabor e textura. Para esta avaliação você usará os modelos de escalas abaixo.

APARÊNCIA

Observando o produto em sua embalagem, diga como você percebe estes atributos descritos abaixo

1-Tamanho	Desuniforme	Regular	Uniforme		
2- Formato	Desuniforme	Regular	Uniforme		
3-Cor	Claro	médio	escuro		
4-Defeitos (manchas)	Ausentes	Regular	Presentes (muitos)		
5-Qualidade Geral	Péssima	ruim	regular	boa	ótima

SABOR

Escala	Não perceptível	fraco	regular	moderado	forte
6-Gosto amargo (amargo)					
7-Sabor característico (amido)					
8-Sabor estranho (produto químico)					

TEXTURA

Na 1ª Mordida

9-Dureza	Não perceptível (mole)	macio	Regular	moderado	Duro
----------	------------------------	-------	---------	----------	------

Durante a Mastigação

10-Creiosidade	Não perceptível (esfarelada)	pouco	regular	moderada	m.cremosa
11- Umidade	Não perceptível (seca)	pouco	regular	moderada	m.úmida
12-Intenção de compra	não compraria	compraria com restrições		sairia p/comprar	

ANEXO C – Ficha de avaliação sensorial de batatas minimamente processadas

**EMBRAPA CLIMA TEMPERADO
LABORATÓRIO DE ANÁLISE SENSORIAL
Avaliação de Batatas minimamente processadas**

Nome: _____ Data: __/__/__

Faça um traço vertical na altura da escala que corresponde a sua percepção do atributo que se pede.

Aparência | _____ | _____ | _____ | _____ |

Código das amostras
1- Tamanho

desuniforme . uniforme

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

2- Formato

desuniforme . uniforme

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

3- Cor

claro . escuro

_____	_____
_____	_____
_____	_____

4- Defeitos

ausentes . muitos

_____	_____
_____	_____
_____	_____

5- Qualidade Geral

péssimo . ótimo

_____	_____
_____	_____
_____	_____

6- Gosto amargo

não perceptível . forte

_____	_____
_____	_____

_____	_____
7- Sabor característico	não perceptível _____ forte
_____	_____
_____	_____
8- Sabor estranho	não perceptível _____ forte
_____	_____
_____	_____
9- Dureza	mole _____ duro
_____	_____
_____	_____
10- Cremosidade	esfarelada _____ muito cremosa
_____	_____
_____	_____
11- Umidade	seca _____ muito úmida
_____	_____
_____	_____
12- Intenção de compra	não compraria _____ sairia p/comprar
_____	_____
_____	_____

Comentários: _____