

PUBLICAÇÃO TÉCNICA - ABBA

TECNOLOGIAS DE
PROCESSAMENTO PARA
MAXIMIZAR O APROVEITAMENTO
DE TUBÉRCULOS DA BATATA

Dilson Antônio Bisognin &
Marlene Terezinha Lovatto

1ª edição

Itapetininga/SP
2012



Associação Brasileira da Batata

Aquisição de exemplares:

ABBA- Associação Brasileira da Batata
R. Dr. Virgílio de Rezende, 705 – Itapetininga/SP – CEP 18200-046
Telefax: 15-3272-4988 – e-mail: publicacoes.abba@terra.com.br

Comitê de Publicação:

Dilson Antônio Bisognin – Eng. Agrônomo PhD., Professor UFSM – Santa Maria/RS
Marlene Terezinha Lovatto – Eng. Agrônomo Dr., Professor Colégio Politécnico
da UFSM – Santa Maria/RS

Natalino Shimoyama – Gerente Geral – ABBA
Daniela Cristiane A. de Oliveira – Coord. de Marketing e Eventos – ABBA

ABBA-Associação Brasileira da Batata

Diretor Presidente: Marcelo Balerini de Carvalho
Diretor Administrativo e Financeiro: Emílio Kenji Okamura
Diretor de Marketing e Pesquisa: Pedro Hayashi
Diretor Batata Consumo e Indústria: Airton Arikita
Diretor Batata Semente: Edson Asano
Gerente Geral: Natalino Shimoyama

Capa e Projeto Gráfico: Shani Carvalho Ceretta

1ª edição

Setembro/2012 – 1.000 exemplares

(Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP Catalogação na fonte)

Tecnologias de processamento para maximizar o aproveitamento de tubérculos de batata/40 pgs. - 2012.

ISBN 978-85-99668-06-1

1. Batata 2. *Solanum tuberosum* L. 3. Desidratação 4. Conservas 5. Agregação de valor
5. Produtos inovadores I. Bisognin, Dilson Antônio. II. Lovatto, Marlene Terezinha. III.
ABBA. IV. Título. V. Publicação Técnica - ABBA.
CDD: 635.21

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução não autorizada desta
publicação em todo ou em parte constitui violação dos direitos autorais
(Lei nº 9.610/98).

Lista de Figuras

Figura 1 — Fluxograma geral para a elaboração de minimamente processados de batata	11
Figura 2 — Tubérculos de batata minimamente processados, submetidos a tratamentos com metabissulfito de sódio à 0,2% (A) ou metabissulfito de sódio à 0,1% + ácido ascórbico à 1% (B) e armazenados a temperatura de 5°C por cinco dias	18
Figura 3 — Fluxograma geral para a elaboração de desidratados de batata	20
Figura 4 — Velocidade de desidratação de cubos de três cultivares de batata submetidos ao branqueamento ou em combinação com metabissulfito de sódio para a elaboração de desidratados de batata	23
Figura 5 — Cubos de batata das cultivares Asterix (A,B,C), Macaca (D,E,F) e Agata (G,H,I) submetidos ao branqueamento em água a 80°C (A,D,G) ou a combinação com metabissulfito de sódio a 0,05% (B,E,H) e 0,2% (C,F,I)	25
Figura 6 — Fluxograma geral para a elaboração de conservas de tubérculos de batata	26
Figura 7 — Conservas de tubérculos pequenos de batata condimentada com mostarda e cardamomo	31
Figura 8 — Fluxograma geral da produção de bioetanol a partir de tubérculos de batata	32

Sumário

1 INTRODUÇÃO	7
2 APROVEITAMENTO DE TUBÉRCULOS DE BATATA DE BAIXO VALOR COMERCIAL	10
2.1 Elaboração de minimamente processados de batata	10
2.1.1 Recepção e seleção da matéria-prima	11
2.1.2 Lavagem e sanitização	12
2.1.3 Descascamento e aparação	13
2.1.4 Enxágue e sanitização	13
2.1.5 Centrifugação	14
2.1.6 Tratamentos para manutenção da qualidade	14
2.1.6.1 Controle de processos metabólicos	15
2.1.6.2 Controle microbiano	16
2.1.7 Acondicionamento e armazenamento	17
2.1.8 Análises de qualidade	17
2.2 Elaboração de desidratados de batata	18
2.2.1 Corte e centrifugação	19
2.2.2 Pré-tratamentos	20
2.2.3 Desidratação	21
2.2.4 Análises de qualidade	22
2.3 Elaboração de conservas de batata	25
2.3.1 Recepção e seleção da matéria-prima	26
2.3.2 Lavagem e sanitização	27
2.3.3 Branqueamento ou pré-cozimento	28
2.3.4 Enchimento das embalagens	28
2.3.5 Exaustão e fechamento	29
2.3.6 Tratamento térmico e resfriamento	29
2.3.7 Rotulagem e armazenamento	30

2.4 Produção de bioetanol	31
2.4.1 Recepção e seleção da matéria-prima	32
2.4.2 Lavagem e trituração	33
2.4.3 Cozimento, liquefação e sacarificação	33
2.4.4 Fermentação	34
2.4.5 Destilação	35
BIBLIOGRAFIA	36

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum L.*) é uma planta da família Solanaceae, com diversidade genética que possibilita o cultivo numa ampla variação de tipos de solo e clima. Os tubérculos são destinados principalmente ao consumo humano, por constituírem-se em uma importante fonte de carboidratos e vitaminas e são comercializados em todos os continentes, predominantemente na forma in natura. A batata é o terceiro cultivo em importância para a alimentação humana.

No Brasil, o consumo per capita varia de 10 a 15 kg/ano, enquanto que nos países da Europa e da América do Norte, o consumo chega a mais de 100 kg/ano. A batata pode ser consumida nas modalidades fria ou quente, como entradas ou pratos principais, cozida, assada, saladas e conservas, entre outros. Entretanto, o mercado brasileiro é carente em industrializados de batata, pois apenas alguns produtos são ofertados, deixando uma grande oportunidade de negócio que pode ser explorada para aumentar e incentivar o consumo da batata brasileira.

A produção brasileira de batata atende ao mercado interno, havendo disponibilidade de tubérculos para a indústria durante todo o ano, o que favorece 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, principalmente para pequenos e médios produtores. O processamento de batata no Brasil é uma atividade pouco di-

fundida, atingindo cerca de 7% do volume colhido, enquanto que nos Estados Unidos cerca de 70% da produção é industrializada (Faostat, 2010).

A batata é uma cultura capaz de ofertar matéria-prima para suprir as necessidades de consumo da humanidade e com grande potencial para ser industrializada, originando novos produtos, com longa vida de prateleira e com características que aliam praticidade e economicidade ao consumidor. A diversidade 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 (Lovatto, 2010). O despertar da consciência para o uso racional de todos os recursos naturais não renováveis e o máximo aproveitamento dos alimentos produzidos são de responsabilidade de toda a população.

Dos tubérculos colhidos entre 20 e 50% pertencem a classe primeirinha e diversas (diâmetro entre 30 e 45 mm), comercializada por um preço 40 a 50% inferior ao do tamanho classificado como extra, que é a classe mais aceita pelo consumidor (Pineli & Moreti, 2004). Com a aplicação de tecnologias não muito sofisticadas e passíveis de serem utilizadas em pequenas agroindústrias regionais, tubérculos de baixo ou mesmo sem valor comercial para o mercado in natura podem originar diferentes produtos de batata de fácil preparo ou prontos para o consumo. As tecnologias discutidas neste trabalho possibilitam a utilização de praticamente todos os tubérculos produzidos de batata. Tubérculos pequenos e imaturos apresentam baixos teores de amido e massa seca, que é desejável para a produção de conservas. Com o crescimento, os tubérculos acumulam amido e massa seca, características desejáveis para a maioria dos produtos industrializados de batata, incluído o processamento mínimo e a desidratação (Lovatto, 2010). Aqueles tubérculos ainda

descartados podem ser processados para bioetanol, de alto valor agregado quando utilizado em processos industriais, como o preparo de bebidas finas.

O objetivo desta publicação é apresentar tecnologias de processamento que podem ser aplicadas em agroindústrias regionais para maximizar o aproveitamento dos tubérculos de batata, agregar valor, gerar renda e viabilizar a produção em pequenas áreas.

2 APROVEITAMENTO DE TUBÉRCULOS DE BATATA DE BAIXO VALOR COMERCIAL

Vários processos tecnológicos podem ser empregados para maximizar o aproveitamento de tubérculos de baixo ou mesmo sem valor comercial. As tecnologias mais importantes são o processamento mínimo, a elaboração de conservas, a desidratação e a produção de bioetanol. A desidratação é especialmente adequada para regiões com baixa disponibilidade de energia e pouca infra-estrutura para o armazenamento refrigerado.

2.1 Elaboração de minimamente processados de batata

O produto minimamente processado é uma alternativa importante para aumentar o consumo de batata, sendo capaz de viabilizar a comercialização e o uso em redes de restaurantes, onde o espaço é reduzido e a produção de lixo deve ser evitada. O uso desse produto representa economia de mão de obra, redução no tempo para o preparo de pratos e aumento da rotatividade no atendimento ao público.

Para a elaboração de produtos minimamente processados de batata são necessárias várias etapas (Figura 1). Entretanto, algumas variações no fluxograma podem

ocorrer em função da planta industrial e dos procedimentos adotados na indústria.

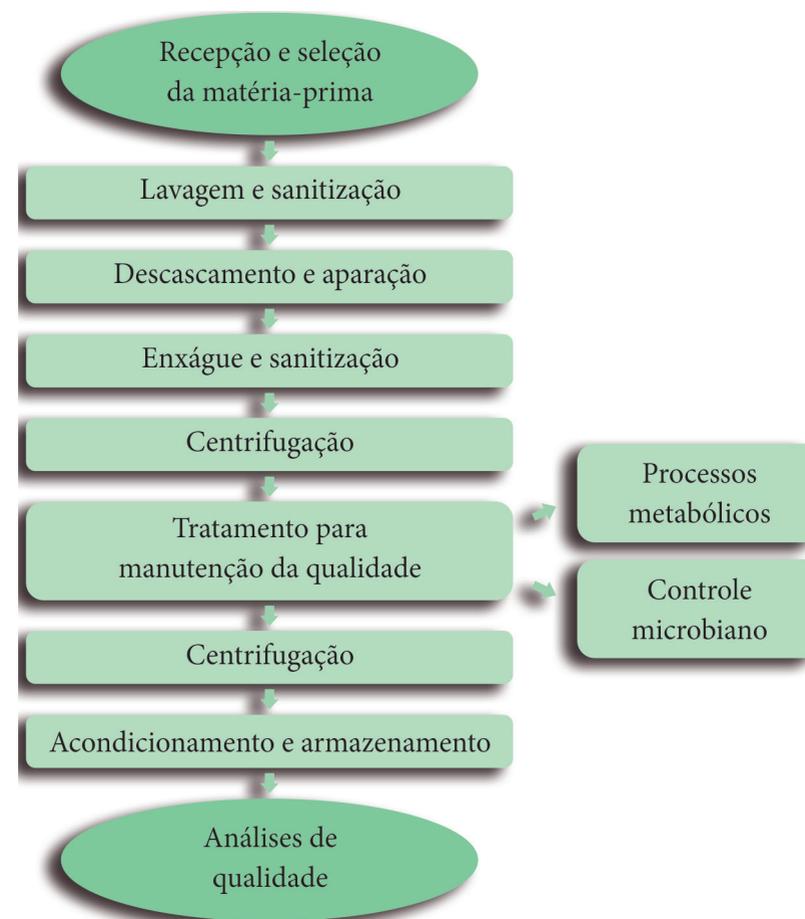


Figura 1 - Fluxograma para a elaboração de minimamente processados de batata.

2.1.1 Recepção e seleção da matéria-prima

A recepção antecede todas as demais etapas do processamento e é fundamental para a garantia da qualidade do produto. Nessa etapa são avaliadas as características dos lotes e definidas as operações subsequentes para se 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 para agregar valor ao produto final.

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, sendo citados, fatores como o formato, o tamanho, a cor da casca, a textura, os danos mecânicos entre outros. As vantagens de trabalhar com matéria-prima selecionada está relacionada com a eficiência do processo e a qualidade final do produto processado.

Os tubérculos com diâmetro inferior a 45 mm ou com formato inadequado para o mercado in natura tem grande potencial como matéria-prima para originar produtos minimamente processado de alta qualidade e valor agregado. A batata minimamente processada a partir de tubérculos pequenos se torna mais atrativa, pois realça a aparência do produto, valoriza o efeito estético de uma composição culinária e oferece rapidez para a cocção, que é uma demanda atual e muito relevante do mercado consumidor.

2.1.2 Lavagem e sanitização

A operação de lavagem dos tubérculos com água potável antes do processamento é o primeiro passo para a redução da contaminação da superfície suja ou da própria casca. A lavagem é seguida da sanitização, que consiste na imersão dos tubérculos em água clorada, em concentrações que podem variar entre 100 e 200 mg/L de cloro livre. O efeito antimicrobiano do cloro se deve a forte ação oxidante e a rápida combinação com as proteínas, que minimizam ou eliminam os micro-organismos presentes. A maior eficiência do cloro se dá em pH entre 6,5 e 7,0.

2.1.3 Descascamento e aparação

O descascamento é uma etapa importante do processamento de batatas e pode ser manual por raspagem ou corte da casca, mecânico por abrasão, físico pela ação da água quente ou vapor, e químico por imersão em solução de soda cáustica. O método escolhido depende da qualidade dos tubérculos e da capacidade da planta industrial. A eficiência do processo de descascamento é função da homogeneidade dos tubérculos em relação ao tamanho, ao formato, as irregularidades na casca, a maturidade e aos danos mecânicos ocorridos durante as operações de manejo durante o cultivo, a colheita e o armazenamento. A eficiência afeta o rendimento do processo de descascamento e o tempo necessário para a aparação.

A aparação é realizada manualmente logo após o descascamento para remover restos de casca, gemas profundas, áreas descoloridas, danificadas ou atacadas por insetos e outros defeitos, contribuindo com a melhoria da aparência do produto. A velocidade na realização da aparação depende basicamente do descascamento.

2.1.4 Enxágue e sanitização

O enxágue 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, os compostos fenólicos e os grãos de amido são expostos durante o processamento e podem causar reações indesejáveis.

Os tubérculos descascados podem ser sanitizados em solução de dicloro-S-triazinatriona sódica, na concentração de 100 mg/L de cloro livre e pH ajustado para 7,0 por 15 min. em temperatura ambiente.

2.1.5 Centrifugação

A centrifugação tem como principal finalidade a remoção da água aderida a superfície de corte. Na elaboração de minimamente processados, a primeira centrifugação é usada para a remoção do excesso da solução sanitizante que poderia diluir a solução de tratamento, utilizada para a manutenção da vida de prateleira. Neste caso a segunda centrifugação é aplicada após o tratamento para manutenção da qualidade, pois o excesso de umidade compromete a qualidade do produto embalado.

2.1.6 Tratamentos para manutenção da qualidade

O escurecimento enzimático, causado pela enzima polifenoloxidase, é o maior efeito prejudicial a qualidade da batata minimamente processada. Além disso, diversos processos metabólicos produzem, na maioria das vezes, alterações sensoriais importantes. Produtos minimamente processados 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). A ampliação da vida de prateleira é um desafio para as instituições de pesquisa e para a indústria de alimentos. O processo de descontaminação é de fundamental importância, mas pode promover mudanças fisiológicas e sensoriais no produto minimamente processado.

Os 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, 2008). O efeito dessas substâncias no metabolismo, na mudança de cor e na composição química, juntamente com a embalagem e a refrigeração, asseguraram alta qualidade e longa vida de prateleira ao produto. O domínio do processo de elaboração possibilita aumentar a qualidade e o valor agregado dos produtos e, em

consequência, o retorno econômico e a sustentabilidade da cadeia produtiva da batata.

2.1.6.1 Controle de processos metabólicos

As lesões provocadas nos tecidos por ocasião das operações de preparo elevam a atividade respiratória e as reações oxidativas de compostos orgânicos. Isso contribui para a ativação e síntese de enzimas responsáveis por uma série de reações bioquímicas que causam alterações indesejáveis, como a mudança da coloração, da rancidez, a perda do aroma e do valor nutricional, que são importantes parâmetros de qualidade. Um fenômeno totalmente indesejável no processamento de batata é o escurecimento enzimático, consequência da oxidação dos polifenóis presentes no citoplasma. A principal enzima envolvida é a polifenoloxidase e a intensidade de escurecimento são determinados pela disponibilidade de O₂, da temperatura, do pH adequado e da atividade da água.

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. Os métodos mais utilizados para o controle do escurecimento enzimático são o branqueamento, a refrigeração, o congelamento, a desidratação, a redução de pH e a aplicação de aditivos químicos como sulfitos, ácidos e sais.

O branqueamento é um tratamento térmico que varia entre 95 e 100°C aplicado por alguns minutos, que tem como finalidade destruir as enzimas capazes de alterar a cor dos tubérculos. 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. O branqueamento também reduz a carga microbiana inicial, promove o amaciamento dos tecidos vegetais e remove o ar dos espaços intercelulares.

Os agentes sulfitantes mais comumente usados pela indústria de alimentos são o dióxido de enxofre e o metabissulfito ou bissulfito de sódio que atingem excelente resultado tecnológico. Os sulfitos são utilizados no processamento de alimentos para prevenir a oxidação e o crescimento bacteriano e para controlar reações enzimáticas durante a produção e estocagem. Os sulfitos são efetivos no controle do escurecimento e da atividade microbiana, além de serem de baixo custo. Entretanto, a legislação brasileira estabelece que o residual máximo de SO₂ (somente metabissulfito de sódio) em batata descascada cozida é de 0,01 g/100 g de produto (Brasil, 1988).

2.1.6.2 Controle microbiano

Qualquer lote de tubérculos apresenta uma microbiota natural e variável, concentrada principalmente na região superficial e, em alguns casos, nos tecidos internos. As operações de preparo proporcionam condições ideais para a proliferação desses micro-organismos. Neste sentido, é imprescindível a sanitização de toda área de processamento, incluindo equipamentos, utensílios, bem como a observância dessas práticas em todas as etapas do processo.

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 responsabili-

dade de cada agente da cadeia produtiva, ou seja, de todos os setores envolvidos.

2.1.7 Acondicionamento e armazenamento

Quando os tubérculos acondicionados em embalagens plásticas sem vácuo ocorrem modificações da atmosfera em função da respiração e da permeação de gases pela embalagem. Os tubérculos de batata minimamente processados tratados com metabissulfito de sódio ou em combinação com ácido ascórbico e armazenados a 5°C não requerem o uso de vácuo, o que reduz os custos de produção. Portanto, tanto o tratamento quanto o armazenamento refrigerado são necessários para a manutenção da qualidade dos produtos minimamente processados, sendo o acondicionamento a vácuo facultativo.

2.1.8 Análises de qualidade

No Brasil ainda não existe uma legislação específica para produtos minimamente processados, sendo, nesse caso, respeitados os padrões descritos na Resolução RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. A batata minimamente processada seguindo as etapas do fluxograma apresentado atende as exigências da legislação sanitária de alimentos para raízes, tubérculos e similares, frescas in natura, preparadas, sanitizadas, refrigeradas ou congeladas e para consumo direto referentes a ausência de *Salmonella sp.* e dentro dos limites máximos permitidos para a contagem de coliformes para a preservação da saúde pública (Brasil, 2001).

As pesquisas realizadas indicam que tubérculos de batata, uniformes e de baixo valor comercial, podem ser utilizados para a elaboração de produtos minimamente processados de alto valor agregado (Figura 2).

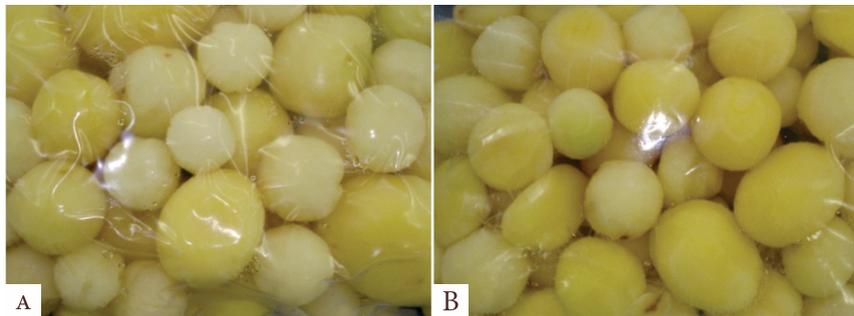


Figura 2 – Tubérculos de batata minimamente processados, submetidos a tratamentos com metabisulfito de sódio à 0,2% (A) ou metabisulfito de sódio à 0,1% + ácido ascórbico à 1% (B) e armazenados a temperatura de 5°C por cinco dias.

A manutenção da vida de prateleira depende da aplicação de metabisulfito de sódio a 0,2% ou de metabisulfito de sódio a 0,1% combinado com ácido ascórbico a 1% e associados ao acondicionamento e ao armazenamento a 5°C. Esses tratamentos mantêm o gosto amargo imperceptível, entre fraco e regular, fato essencial para a aceitação do produto pelo consumidor até o quinto dia de armazenamento, o que é compatível com os padrões da Europa.

2.2 Elaboração de desidratados de batata

A desidratação pode ser resumida em dois fenômenos, o aquecimento do produto e a redução do conteúdo de água, ambos em função do tempo. O teor de água deve ser reduzido a ponto de inibir as reações que causam a deterioração e o desenvolvimento de micro-organismos, garantindo as características sensoriais e o valor nutricional.

Para a elaboração de desidratados de batata, algumas etapas são comuns as demais tecnologias de processamento. Os pré-tratamentos, a desidratação e a pós-desidratação influenciam na qualidade do produto final, cujo efeito depen-

de muito da matéria-prima utilizada. Em relação a escolha da matéria-prima é importante ressaltar que tubérculos saudáveis de diferentes tamanhos e formatos podem ser utilizados para a elaboração de desidratados, principalmente de cubos. No caso de palitos desidratados, os tubérculos alongados são preferidos em relação aos arredondados.

O fluxograma de produção de desidratados de batata contempla várias etapas, as quais podem variar em função dos equipamentos disponíveis na agroindústria e com a matéria-prima a ser processada (Figura 3). As etapas recepção e seleção da matéria-prima, lavagem e sanitização, descascamento e aparação, enxague e centrifugação são idênticas a tecnologia de minimamente processados. Por esta razão, a seguir são discutidas somente as etapas específicas da produção de desidratados de batata.

2.2.1 Corte e centrifugação

O corte é realizado com a finalidade de obter uniformidade no tamanho do pedaço, melhorar a eficiência do tratamento de branqueamento e da secagem, melhorar a acomodação nas embalagens e a atratividade do produto para o consumidor. A batata já descascada, aparada e enxaguada é cortada no formato e tamanho definidos pelas exigências do mercado e pela característica do produto final, tais como, cubos, palitos, fatias ou bolinhas. As lâminas de corte devem ser constituídas de material adequado e que permaneça afiado, com a finalidade de minimizar os danos aos tecidos durante a operação. É importante que a batata permaneça imersa em água durante o preparo, sendo necessária a centrifugação para a remoção da água que se mantém aderida aos tecidos.

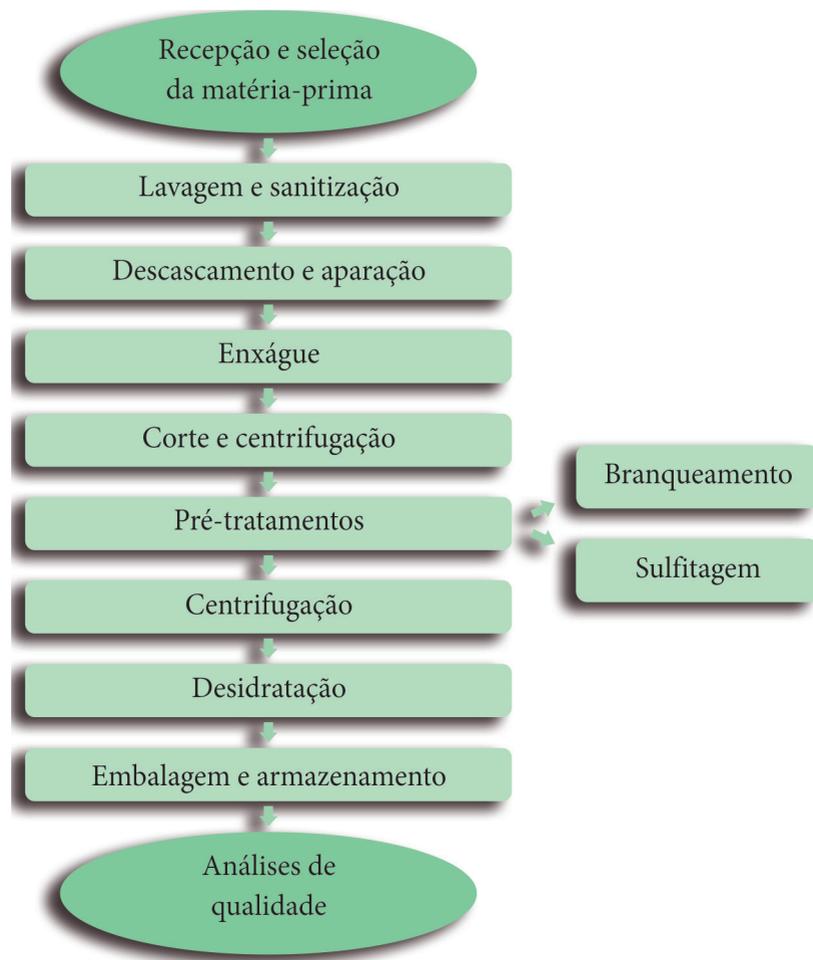


Figura 3 – Fluxograma geral para a elaboração de desidratados de batata.

2.2.2 Pré-tratamentos

Os pré-tratamentos antecedem a etapa de desidratação e tem como finalidade garantir a qualidade geral do produto desidratado. Para elaboração de batata desidratada são essenciais o branqueamento e a aplicação de sulfitos (sulfito de sódio ou potássio, metabissulfito de sódio ou potássio). Tanto a aplicação somente do branqueamento ou em combinação com doses

de sulfitos oferece bons resultados em relação ao atributo cor e vida de prateleira.

A aplicação do branqueamento deve ser muito criteriosa, pois interfere na desidratação e na qualidade final do produto, principalmente na reidratação. O branqueamento é realizado pela imersão dos tubérculos já cortados em água quente (na proporção de 3 L/kg de cubos) ou vapor para inativar as enzimas, reduzir a contagem microbiana e o tempo de desidratação, melhorar a reidratação e para ajudar na prevenção da deterioração durante a desidratação e o armazenamento. O calor gelatiniza os grãos de amido proporcionando a manutenção da cor, do odor, do sabor e da textura do produto desidratado.

Após o branqueamento a batata deve ser imediatamente resfriada em água, que já serve de veículo para a aplicação do sulfito. Para tal se prepara uma solução com a dosagem de sulfito recomendada, na razão 2 L/kg de cubos de batata, e submerge-se os recém branqueada por 10 min. após se realiza a centrifugação.

2.2.3 Desidratação

A desidratação visa prolongar a vida de prateleira e reduzir a massa e o volume do produto, o que melhora a eficiência no acondicionamento, na estocagem e no transporte. A efetividade do processo de desidratação depende de diferentes fatores, tais como, método de transferência de calor, continuidade e descontinuidade do processo e direção dos fluidos aquecidos em relação ao produto (Severini et al., 2005).

A desidratação é usualmente realizada pelo processo convencional, através da circulação do ar aquecido por convecção em desidratadores de bandeja. Apesar de ser o procedimento mais econômico, a demanda por longos períodos de desidratação e as altas temperaturas podem causar danos às células, influenciando na reidratação dos produtos alimentícios (Cun-

ningham et al., 2008). Tanto as cultivares avaliadas quanto os tratamentos de branqueamento em água aquecida a 80°C por 6 min. ou a combinação com metabissulfito de sódio nas concentrações de 0,05 a 0,2% não afetaram a velocidade de desidratação (Figura 4), apesar das cultivares apresentarem diferenças significativas no teor de massa seca. A umidade residual dos cubos de batata não variou entre cultivares e nem entre os tratamentos aplicados, estabilizando no valor médio de 9,1%. Essa umidade residual não afeta a qualidade dos desidratados de batata e permite o armazenamento em temperatura ambiente por dois anos.

Os desidratados de batata podem ser acondicionados em sacos plásticos ou em vidros vedados hermeticamente. A utilização de sacos plásticos facilita a armazenagem e o transporte. A rotulagem deve obedecer as normas gerais previstas na legislação pertinente. As embalagens de vidro devem apresentar lacre nas tampas ou outro dispositivo que garanta a inviolabilidade da mesma. As embalagens devem ser acondicionadas em caixas próprias e armazenadas em local escuro, limpo, seco, com boa ventilação e a temperatura ambiente.

2.2.4 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 indicador 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. Além da reidratação, a qualidade dos produtos desidratados é avaliada pela cor, pela atividade da água, pelo controle microbiano e pelo residual de SO₂.

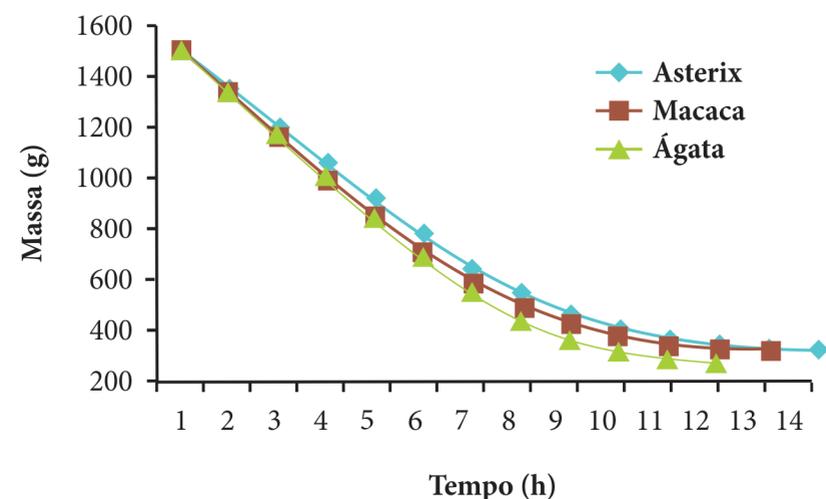


Figura 4 – Velocidade de desidratação de cubos de três cultivares de batata submetidos ao branqueamento ou em combinação com metabissulfito de sódio para a elaboração de desidratados de batata.

A cor é reconhecida como um importante indicador de qualidade da batata desidratada, ou seja, mudanças na cor indicam a perda da qualidade. Os sulfitos, além de controlar o escurecimento enzimático e não enzimático durante o processo de desidratação, são efetivos na inibição e no controle de reações degradativas, pois preservam os atributos nutritivos do alimento. Entretanto, o teor residual previsto para hortaliças desidratadas na Resolução CNS/MS nº04 (Brasil, 1988) no máximo 200 mg de SO₂/kg de produto. Vale ressaltar que os valores presentes no produto ainda serão menores após o armazenamento e, principalmente, após a cocção, pois os sulfitos volatilizam com o passar do tempo.

A atividade da água é um parâmetro fundamental em muitos aspectos do processamento e da preservação de alimentos desidratados. Os valores de atividade da água definem a estabilidade microbológica do produto e as transformações

químicas e bioquímicas durante o armazenamento (Belitz & Grosch, 1997). Valores de atividade de água que variam entre 0,557 a 0,715 para os diferentes tratamentos aplicados permitem a manutenção da qualidade por dois anos, mesmo em temperatura ambiente. Portanto, a relação da atividade da água com a estabilidade dos alimentos durante o armazenamento justifica a preocupação com as relações hídricas de alimentos durante o processo de desidratação.

Produtos desidratados de batata podem ser elaborados a partir de praticamente qualquer tipo de tubérculo, principalmente na forma de cubos. O rendimento final do produto está diretamente relacionado com o teor de massa seca dos tubérculos, porém a eficiência do processo de desidratação depende da homogeneidade do tamanho, do formato e da composição para atingir o equilíbrio da umidade final. Os tratamentos de branqueamento combinados com metabissulfito de sódio (Figura 5) são fundamentais para manter a qualidade e a estabilidade dos desidratados por longos períodos de estocagem. Portanto, a desidratação proporciona a redução de massa e volume, facilita o transporte e a estocagem, mantém longa vida de prateleira mesmo quando armazenados a temperatura ambiente e traz praticidade para a preparação e elaboração de produtos inovadores de batata de alto valor agregado.

Os produtos desidratados podem ser utilizados ou consumidos em formulações de sopas, reidratados e cozidos em poucos minutos, servindo como base para a composição de variadas preparações culinárias, com o sabor e a textura característicos da batata. Os cubos 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.

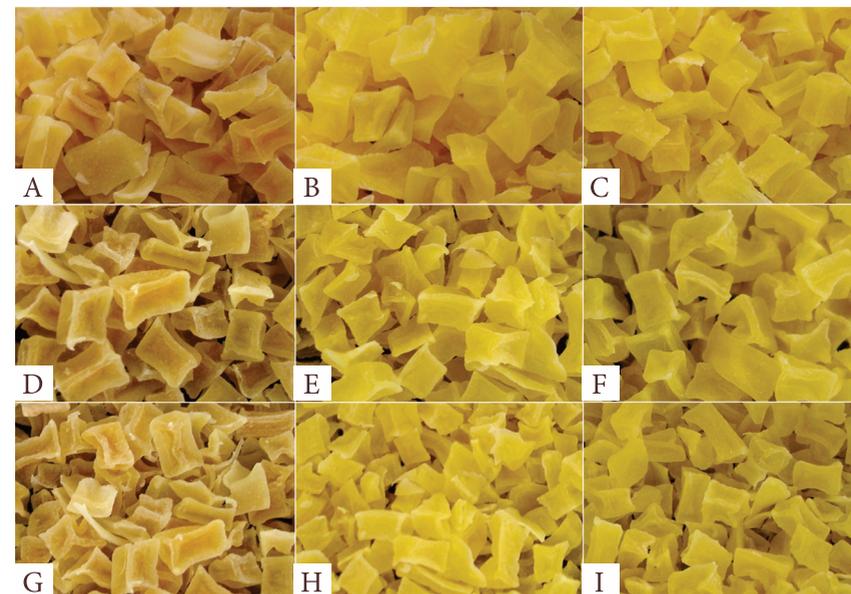


Figura 5 – Cubos de batata das cultivares Asterix (A,B,C), Macaca (D,E,F) e Agata (G,H,I) submetidos ao branqueamento em água a 80°C (A,D,G) ou a combinação com metabissulfito de sódio a 0,05% (B,E,H) e 0,2% (C,F,I).

2.3 Elaboração de conservas de batata

Algumas das etapas de elaboração de conservas também são utilizadas para outras tecnologias de processamento de tubérculos de batata. As etapas específicas são a seleção 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 6).

A qualidade e a segurança para o consumo de conservas de batata dependem da escolha da matéria-prima e da correta manipulação em todas as etapas de elaboração. Portanto, as agroindústrias de conservas de batata devem cumprir as exigências constantes no regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas praticas

de fabricação e respeitar o regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores de alimentos.

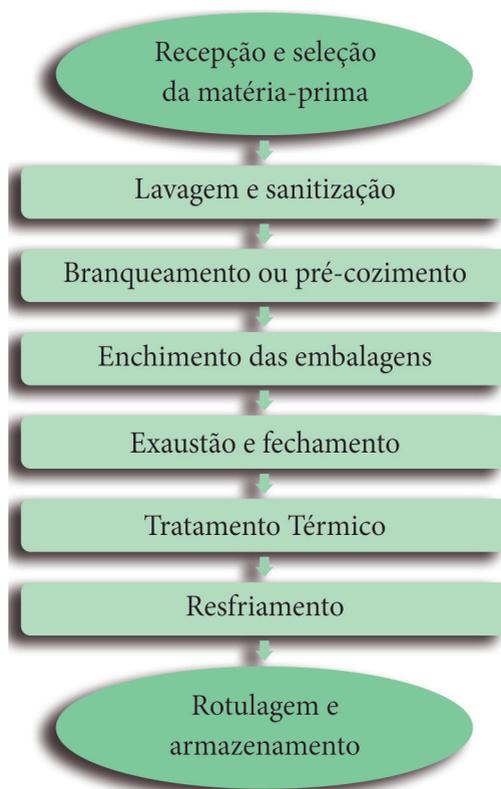


Figura 6 – Fluxograma geral para a elaboração de conservas de tubérculos de batata.

2.3.1 Recepção e seleção 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. Assim, os tubérculos de batata podem ser colhidos antes de completar a maturidade, quando ainda apresentam 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 e pela integridade dos tecidos durante a exposição ao tratamento térmico utilizado para elaboração das conservas. As conservas se caracterizam pelo acondicionamento em soluções acidificadas e tratadas pela ação do calor, para garantir inocuidade e conservação do produto por longos períodos (Brasil, 1977).

Tubérculos pequenos (menores do que 23 mm) de batata que não completaram a maturidade podem ser utilizados para a preparação de conservas ácidas. 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 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 padronizados pelo tamanho, viabilizando o seu aproveitamento em conservas.

2.3.2 Lavagem e sanitização

Os tubérculos são lavados com água potável com a finalidade de remover as sujidades trazidas do campo, incluindo restos de solo aderido a casca. A seguir são sanitizados em solução de hipoclorito de sódio, contendo 100 mg/L de cloro livre e pH ajustado para 7,0.

2.3.3 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.

2.3.4 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 vidro, uma vez que o produto será facilmente visualizado pelo consumidor. O aspecto visual é um atributo de grande relevância para a tomada de decisão do consumidor no momento da compra de um produto, pois a embalagem transparente, como o vidro, permite que se visualize o conteúdo. Nessa etapa é feita a adição do líquido de cobertura, que é uma solução contendo 50% de vinagre, 50% de água, 2% de sal e 1,5% de sacarose. O líquido de cobertura pode ser vertido quente (entre 85 e 100°C) sobre os tubérculos previamente acondicionados nas embalagens. O sabor resultante dependerá do balanço desses componentes e da combinação das especiarias adicionadas.

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). Normalmente, a escolha da especiaria

está relacionada aos hábitos culturais regionais. Inseridas nesta multiplicidade de alternativas podem ser citados o endro, a erva-doce e o cominho, que tradicionalmente são utilizados na elaboração de conservas de diversas espécies de plantas (Brasil, 2002).

2.3.5 Exaustão e fechamento

A exaustão é feita para eliminar o restante de ar das embalagens, para formar vácuo e minimizar as reações químicas. O processo mais comum e barato de exaustão é o térmico em túneis, que consiste na passagem das embalagens preenchidas com os tubérculos de batata e o líquido de cobertura quente, sem as tampas ou levemente frouxas, sobre uma esteira, por um túnel de vapor, a temperatura entre 85 e 95°C por 2 a 4 min. O fechamento hermético das embalagens é feito imediatamente após a saída do túnel de exaustão (Krolow, 2006).

2.3.6 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. 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. 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). Em menor

escala de produção, as conservas ácidas de batata podem ser pasteurizadas e fechadas quando a temperatura no centro do vidro atingir 85°C.

Concluído o tratamento térmico, as conservas são imediatamente submetidas ao resfriamento para interromper o cozimento e minimizar os danos relativos a cor, ao sabor, ao odor e a textura. 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.

2.3.7 Rotulagem e armazenamento

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

A aplicação da tecnologia de conservas em tubérculos pequenos de batata resulta em novos produtos de elevada aceitabilidade e qualidade, principalmente em relação ao sabor, ao aroma e a textura. Assim, tubérculos pequenos de batata, de baixo ou nenhum valor comercial, podem ser utilizados para a elaboração de conservas ácidas condimentadas (Figura 7). Alternativamente, podem ser produzidos os tubérculos especialmente para agroindústrias locais de conservas para atender a nichos de mercado. Tubérculos com características especiais, como formato, cor da casca e da polpa podem ser produzidos em sistemas de cultivo sem solo, que garante qualidade e sanidade. Essa tecnologia pode ser aplicada em pequenas agroindústrias regionais, próximo das áreas produtoras dos tubérculos, para gerar renda e agregar valor a produção de batata.



Figura 7 – Conservas de tubérculos pequenos de batata condimentada com mostarda e cardamomo.

2.4 Produção de bioetanol

Dos tubérculos colhidos que ainda não foram comercializados in natura ou utilizados podem ser aproveitados para a produção de bioetanol. Pela alta qualidade, o bioetanol de batata pode ser destinado para as indústrias farmacêuticas e de cosméticos e para a elaboração de bebidas finas. A aquavita é uma bebida tipicamente preparada com bioetanol de batata, após a destilação, retificação e aromatização, podendo ser envelhecida em barris de madeiras especiais (Brasil, 1997), o que garante alto valor agregado. A figura 8 apresenta o fluxograma de produção de bioetanol a partir de tubérculos de batata com os respectivos co-produtos.

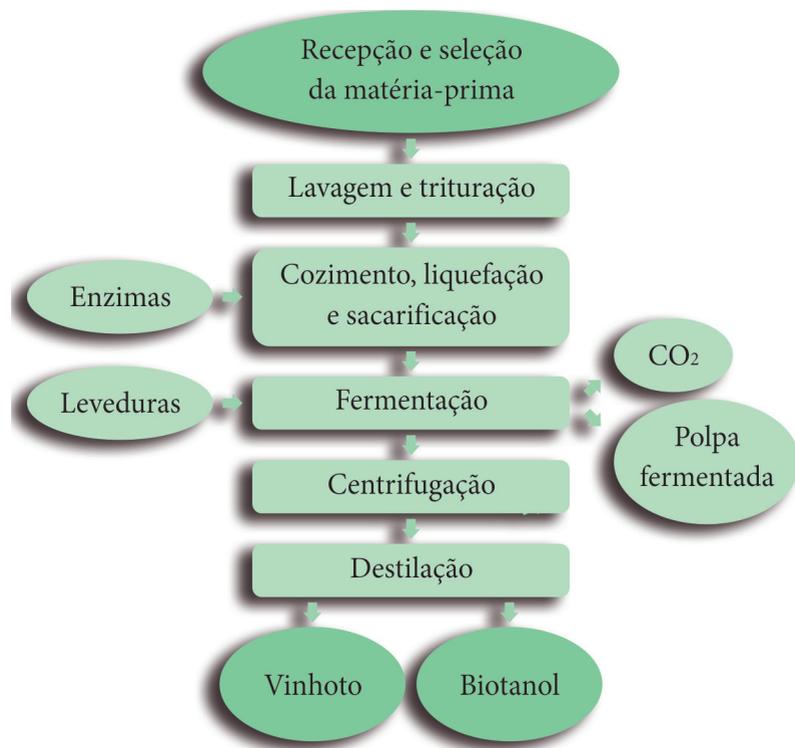


Figura 8 – Fluxograma geral da produção de bioetanol a partir de tubérculos de batata.

2.4.1 Recepção e seleção da matéria-prima

A matéria prima pode ser oriunda de câmaras de conservação ou de depósitos de empresas que classificam tubérculos para o mercado in natura. Podem também serem aproveitados tubérculos oriundos de programas de melhoramento que não foram utilizados como batata semente. Cabe ressaltar que os tubérculos utilizados para a produção de bioetanol podem ser dos mais diversos formatos e tamanhos e ainda aqueles que apresentarem defeitos internos e externos.

A escolha dos tubérculos vai afetar o processamento e o rendimento final do bioetanol. O teor de massa seca dos tubér-

culos varia com a cultivar e as condições de cultivo e armazenamento. O teor de massa seca está associado com o teor de amido, que determina o rendimento final de bioetanol. Por essa razão os tubérculos em estágio fisiológico de plena brotação ou muito pequenos não devem ser utilizados.

2.4.2 Lavagem e trituração

A lavagem dos tubérculos deve ser realizada com água potável para remover restos de solo aderidos à casca, o que minimiza o desgaste do moinho usado para a trituração dos tubérculos e diminui a contaminação microbiana durante o processo. Os tubérculos de batata são triturados em partículas, usualmente entre 2 e 5 mm de diâmetro. Partículas menores facilitam a liquefação e sacarificação, porém demanda mais energia e tempo para a trituração. A trituração é necessária para romper os tecidos celulares e expor os grânulos de amido, formando uma pasta. A quantificação do teor de amido nos tubérculos é importante para padronizar a sua concentração na solução, pois o processo de trituração requer a adição de água, que deve ser potável e isenta de cloro, para formar o mosto.

2.4.3 Cozimento, liquefação e sacarificação

O grânulo de amido é formado pelas frações de amilose e amilopectina, que são densamente agregadas numa estrutura semicristalina com ligações inter e intra molecular e insolúvel em água fria. Portanto, o mosto é submetido ao cozimento em temperaturas de aproximadamente 95°C para a gelatinização do amido, que é o processo de transformação do amido granular em pasta viscoelástica, que pode aumentar em até 20 vezes a viscosidade do mosto. Durante o processo, o amido gelatinizado tem o grânulo rompido, abrindo a es-

trutura cristalina para a ação da enzima alfa-amilase, que é adicionada quanto a temperatura atingir 50°C na proporção de 600 g/t de amido juntamente com 50 mg/L de mosto de óxido de cálcio.

A seguir o mosto é resfriado para a temperatura de 60°C para a sacarificação ou hidrólise do amido. A sacarificação é o processo de transformação do amido em açúcares fermentescíveis em presença da enzima amilo-glucosidase, na proporção de 800 g/t de amido. O processo de sacarificação dura em torno de 90 min. e está pronto para ser resfriado a temperatura de 35°C para a fermentação.

2.4.4 Fermentação

Para a fermentação é adicionada a levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) na proporção de 0,5 g/L de mosto e nutrientes para sustentar o crescimento das mesmas e facilitar a fermentação. A fermentação é finalizada em um período de aproximadamente 48 h, quando a temperatura é adequada. Dependendo da destinação do bioetanol, podem ser utilizadas linhagens selecionadas de levedura para proporcionar sabor característico, incluindo diferenças quantitativas em relação a compostos secundários que influenciam o aroma global (Souza, 2009).

Durante o processo de fermentação do mosto para formar o vinho ocorre a liberação de altas quantidades de gás carbônico (CO₂), que pode ser recolhido e comercializado para a indústria de bebidas. Concluída a fermentação, a polpa triturada e fermentada dos tubérculos deve ser separada do vinho, a fim e possibilitar o uso de coluna contínua ou facilitar a destilação por batelada. A separação pode ser feita por centrifugação e resulta em um co-produto úmido de alto valor protéico e nutricional, que identificamos como polpa triturada e fermentada de batata e pode ser utilizado para a alimentação animal.

2.4.5 Destilação

A destilação do vinho se refere a separação dos seus componentes pelos diferentes graus de volatilidade. Dependendo dos componentes, o destilado pode ser dividido em diferentes frações. A fração formada por compostos mais voláteis que o etanol (metanol, acetaldeído e acetado de etila), é o primeiro destilado recolhido do alambique, com teor alcoólico superior a 60°GL. A fração denominada de “cabeça” é normalmente descartada, por conter substâncias que depreciam a qualidade sensorial provocada pelos acetaldeídos e compostos sulfurados. A fração denominada de “coração” é constituída pela parte intermediária do processo de destilação e apresenta a menor quantidade de substâncias indesejáveis, sendo a melhor porção para ser destinada a elaboração de bebidas finas. A última fração é denominada de “cauda” ou “água fraca” e formada por compostos com ponto de ebulição superior a 100°C. Essa fração deve ser descartada, pois os compostos possuem aroma parecido com sabão.

A destilação, em processo contínuo ou batelada, resulta na produção do bioetanol e do vinhoto. O bioetanol deve ser utilizado como matéria-prima para a indústria farmacêutica, de cosméticos ou de bebidas finas, de alto valor agregado e cujas tecnologias já estão disponíveis. O vinhoto também deve ser utilizado como matéria-prima, neste caso da indústria de insumos para a agricultura, tecnologia ainda não disponível e objeto de investigação do nosso grupo de pesquisa.

Bibliografia

ARAUJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2008. 596p.

BELITZ, H.D. & GROSCH, W. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1997. 1087 p.

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.

BRASIL, Decreto nº2.314, de 4 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei de 14 de julho de 1994 que dispõe sobre a padronização, classificação, registro, inspeção, produção e a fiscalização de bebidas. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

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.

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.

BRASIL. Resolução nº 13, de maio de 1977. Estabelece características mínimas de identidade para as hortaliças em conserva. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância

Sanitária. Resolução n. 12, de 02 de janeiro de 2001. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF.

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

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

KROLOW, A.C.R. **Hortaliças em conserva**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 40 p.

LOVATTO, M.T. **Desenvolvimento de tecnologias para processamento de tubérculos não comerciais de batata**. 2010. 135f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2010.

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

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.

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

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

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

SOUZA,P.A. **Produção de aguardentes de cana-de-açúcar por dupla destilação em alambique retificador**. 2009. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2009.

Autores

Dilson Antônio Bisognin

Engenheiro Agrônomo, PhD. em Genética e Melhoramento de Plantas, Professor Associado do Departamento de Fito-tecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Pesquisador do CNPq e líder do Grupo de Pesquisa em Genética e Melhoramento de Batata (<http://www.ufsm.br/batata>) da UFSM. Campus Universitário, 97105-900, Camobi, Santa Maria, RS. Correio eletrônico: dilsonb@smail.ufsm.br ou dilsonb@pq.cnpq.br.

Marlene Terezinha Lovatto

Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia na área de Produção Vegetal, Professora do Colégio Politécnico da UFSM. Campus Universitário, 97105-900, Camobi, Santa Maria, RS. Correio eletrônico: mtlovatto@smail.ufsm.br.

