



Universidade de Brasília  
Centro de Excelência em Turismo

## **VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS**

**Susana Dias Ferreira**

**Zelyta Pinheiro Faro**

**Monografia apresentada ao Centro de  
Excelência em Turismo da Universidade  
de Brasília como requisito parcial para  
obtenção do certificado de Especialista  
em Qualidade em Alimentos**

Brasília, DF, 31 de janeiro de 2003



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
Centro de Excelência em Turismo  
Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos

**VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS  
CENTRALIZAÇÃO DO PRÉ-PREPAREO POR UMA EMPRESA  
DE REFEIÇÕES INDUSTRIAIS**

Susana Dias Ferreira

Zelyta Pinheiro Faro, Doutora em Nutrição

Brasília, DF, 31 de janeiro de 2003

Ferreira, Susana D.

**Vegetais Minimamente Processados: Centralização Do Pré-Preparo Por Uma Empresa De Refeições Industriais / Susana D. Ferreira.**

68p.

Monografia (especialização) – Universidade de Brasília. Centro de Excelência em Turismo. Brasília, 2003.

Área de concentração: Nutrição

Orientadora: Zelyta Pinheiro Faro.

1. Hortaliças minimamente processadas.
2. Centralização.
3. Pré-preparo. - Monografia

## AGRADECIMENTOS

Num momento difícil como este, onde a monografia passa a ser a rotina de vida do estudante, espera-se das pessoas que convivem conosco a solidariedade, paciência e companheirismo. Você, Augusto, reuniu todas estas qualidades dentre muitas outras. Nunca esquecerei o quanto você me ajudou com palavras de incentivo, ânimo, força, carinho e, principalmente, com toda a digitação noites adentro. Suportou gloriosamente o meu mau-humor e meus “chiliques”. Sou eternamente grata a você por tudo e soube reconhecer em cada gesto seu, o tamanho do seu respeito e amor por mim. Esta vitória também é sua!

Agradeço ao Sr Ronaldo e também à Daniela por serem tão prestativos, me ajudando quando eu mais precisei. Muito obrigada!

Ao Dr Celso Moretti, da EMBRAPA Hortaliças, que me forneceu material e transmitiu bastante conhecimento sobre o assunto, o meu muito obrigada! Fiquei orgulhosa de conhecer uma pessoa tão capacitada e humilde.

Ao Edson Nascimento, da EMATER-DF, pelo seu incentivo, orientações e disponibilidade. Agradeço de coração.

À Zelyta, por ter orientado meu trabalho. Obrigada por tudo!

A todos que me ajudaram na execução deste trabalho, o meu reconhecimento e gratidão.

## RESUMO

Este trabalho teve como finalidade básica analisar os principais aspectos que envolvem a implantação do serviço de vegetais minimamente processados objetivando a centralização de todo o pré-preparo de hortaliças por uma empresa de serviços de refeições industriais. Relata quais os passos seguidos pela matéria-prima desde sua colheita até sua comercialização em forma de refeição pronta nos restaurantes da empresa. Evidencia os principais métodos de conservação, os perigos microbiológicos a que estão submetidos, os melhores tipos de embalagem para cada vegetal, as mudanças fisiológicas que ocorrem no processamento, os tipos e preços dos principais equipamentos a serem adquiridos nesta central de pré-preparo. Todos estes fatores reunidos devem ser considerados no objetivo principal da empresa, redução de custos e, ao mesmo tempo, agregação de valor aos seus produtos com a busca de uma qualidade uniforme e constante em todas as suas unidades produtivas.

**Palavras Chaves:** hortaliças minimamente processadas, centralização e pré-preparo.

## ABSTRACT

This project as the main objective, to analyze the main aspects that involve the implantation of the service of vegetables minimally processed objective the centralization of all pre-prepare of vegetable by a industrialize meals service company. It reports wish steps the prime material takes from the harvest until its commercialization as a prepared meal on the company restaurants. It emphasizes the main conservation methods, the microbiological dangers they are submitted to, the best kinds of packages for each vegetable, the physical changes that occur during its process, the kinds and prices of the main equipments to be acquired at this pre-preparing station, etc. All these factors have to be considered in the company's main goal, cost reductions and at the same time, the uniform and constant quality at all your productive units.

**Key words:** vegetables minimally processed, centralization and pre-prepare.

## SUMÁRIO

1 Introdução .....	01
2 Objetivos .....	03
3 Principais passos e aspectos para a correta implantação do serviço de vegetais minimamente processados .....	04
3.1 A matéria-prima .....	04
3.2 Principais operações iniciais das frutas e hortaliças minimamente processadas .....	05
3.2.1 A colheita .....	07
3.2.2 Pré-resfriamento .....	08
3.2.3 Transporte .....	08
3.2.4 Recepção .....	09
3.3 Operações de preparação .....	09
3.3.1 Operações de separação .....	10
3.3.2 Limpeza, lavagem e desinfecção .....	10
3.4 Pontos chaves para desinfecção efetiva .....	11
3.5 Centrifugação .....	12
3.6 Descascamento .....	12
3.7 Corte .....	13
3.8 Distribuição e utilização de frutas e hortaliças minimamente processadas .....	14
3.9 Operações de processamento centralizado .....	15
3.10. Distribuição física .....	16
3.11 Rede de comunicações .....	16
4 Embalagens de produtos minimamente processados .....	17

4.1 Atmosfera modificada .....	18
4.1.1 Modalidades de atmosfera modificada.....	18
4.1.2 Benefícios da atmosfera modificada .....	19
4.2 Atmosfera controlada.....	19
4.3 Efeitos benéficos das atmosferas controlada e modificada .....	19
4.4 Fatores que afetam a atmosfera dos produtos embalados em atmosfera modificada.....	19
5 Métodos de conservação de frutas e hortaliças minimamente processadas.....	23
5.1 Principais ácidos orgânicos utilizados .....	24
5.2 Conservadores indiretos.....	26
5.3 Outros conservadores químicos .....	27
5.4 Gases e conservação em atmosfera controlada e modificada .....	28
5.5 Conservação pelo frio.....	28
5.6 Conservação por irradiação.....	29
6 Aspectos microbiológicos das frutas e hortaliças minimamente processadas.....	31
7 Qualidade nutritiva das frutas e hortaliças submetidas ao processamento mínimo .....	36
8 Aspectos fisiológicos e bioquímicos das frutas e hortaliças minimamente processadas.....	38
8.1 Efeitos físicos imediatos .....	38
8.2 Efeitos físicos subseqüentes .....	39
8.2.1 Esbranquiçamento .....	39
8.3 Efeitos fisiológicos imediatos .....	40
8.4 Efeitos fisiológicos subseqüentes .....	40
8.5 Tratamento para extensão da vida útil.....	40

8.6 O escurecimento enzimático .....	41
8.6.1 Prevenção do escurecimento em hortaliças .....	41
8.6.2 Agentes anti-escurecimento .....	41
9 Metodologia .....	43
10 Discussão .....	44
11 Conclusão .....	53
12 Anexos .....	54
13 Referências bibliográficas .....	58

## 1 INTRODUÇÃO

A utilização das hortaliças minimamente processadas teve início, no Brasil, por volta dos anos 80 com o crescimento e expansão das empresas de “fast food”, com a vinda de multinacionais como a McDonald’s.

É uma área que tem crescido em todo o mundo e, em se tratando de agronegócios, o Brasil é extremamente competitivo. A evolução da balança comercial brasileira tem saldo sempre positivo com muito mais exportações do que importações, totalizando de 35 a 40% do PIB. Bastante recente, surgiu para atender às novas perspectivas do comércio, fornecendo para os supermercados, lanchonetes, restaurantes, produtos prontos para o preparo com características semelhantes ao alimento fresco. São bastante práticos, reduzindo o tempo deste preparo e atendendo às exigências da vida moderna. Desde que processados de forma correta, estes alimentos preservam a qualidade nutricional e organoléptica.

O processamento mínimo engloba cuidados no pós-colheita, qualidade da matéria-prima, fluxograma do processo, aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos, embalagem com o uso ou não de atmosfera modificada (AM), armazenamento e, por último, sua distribuição e comercialização. É, portanto, uma interface entre a tecnologia e a fisiologia pós-colheita.

Do ponto de vista puramente técnico, sua definição pode ser entendida como qualquer fruta ou hortaliça que tenha sido fisicamente alterada, mas que permaneça viva, em seu estado fresco. Isto é, são produtos que passam por etapas de transformação física, como cortar, ralar, picar ou tornear. Cada etapa deve ser cuidadosamente supervisionada para obter um produto de elevado nível e manter a uniformidade na produção. As boas práticas de fabricação, um rigoroso controle destas etapas respeitando os fatores de conservação e, sobretudo, a aparência do produto garantem seu sucesso.

Além do mercado varejista, observa-se que o chamado mercado institucional (*food service*) também tem crescido consideravelmente. Neste caso, as empresas de minimamente processados entregam seus produtos em cozinhas industriais, redes de lanchonetes, restaurantes, e serviços de “catering” aéreo e marítimo, dentre outros. O segmento de refeições coletivas cresceu nos últimos sete anos cerca de

150%, permitindo que mais empresas de minimamente processados entrassem no negócio de refeições coletivas.

O que justificou este trabalho foi a viabilidade da centralização de todo o pré-preparo de hortaliças por uma empresa de refeições industriais, obedecendo todos os aspectos relacionados ao processamento mínimo e no intuito de reduzir custos, já que pela conjuntura atual este tipo de organização prevê o lucro como prioridade absoluta. Pelo fato dos minimamente processados adquirirem um valor agregado muito grande, não é vantajoso, financeiramente, terceirizar este serviço.

São inúmeras as vantagens desta centralização como, por exemplo, a praticidade, redução do tempo para preparo das refeições, qualidade uniforme e constante, concentração de resíduos em uma só área. Benefícios estes que serão abordados com maior detalhamento no decorrer deste estudo.

Grande esforço tem sido concentrado nas atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos minimamente processados. Várias instituições públicas e privadas têm trabalhado no desenvolvimento de tecnologias que se adequem às necessidades da indústria brasileira (EMBRAPA-Hortaliças e Universidade Federal de Viçosa – UFV, por exemplo).

No que se refere a aspectos tecnológicos, os principais problemas a resolver são o aumento da vida de prateleira, a elevação do rendimento industrial da matéria-prima, o desenvolvimento de embalagens apropriadas, de equipamentos nacionais de corte, lavagem e centrifugação, dentre outros.

Em função de um maior numero de centros de pesquisa e universidades estarem concentrando esforços nesta área, acredita-se que as melhorias tecnológicas ocorrerão naturalmente.

Os investimentos em pesquisa e desenvolvimento de minimamente processados têm sido feitos de maneira tímida. Além das agências de fomento à pesquisa e das próprias instituições públicas de pesquisa e desenvolvimento, é imperativo que a indústria nacional, a exemplo do que é feito em outros países, participe do processo de geração de conhecimento, para que os principais entraves ao desenvolvimento do setor sejam transpostos.

## 2 OBJETIVOS

*Objetivo Geral:*

Analisar a viabilidade da centralização do pré-preparo de vegetais através da implantação do serviço de minimamente processados em uma empresa de refeições industriais.

*Objetivos Específicos:*

Definir padrões de procedimentos para correta implantação do serviço de minimamente processados na empresa.

Identificar aspectos da estrutura física, equipamentos e utensílios que precisam ser adquiridos.

Identificar os principais métodos de conservação que devem ser utilizados.

Avaliar se o programa de implantação estará adequado quanto às normas de produção e fiscalização.

Avaliar se a relação custo / benefício da implantação será vantajosa para a empresa.

### 3.1 A MATÉRIA-PRIMA

A qualidade da matéria-prima é um ponto crucial. No início, o processamento mínimo era feito com as “sobras” do campo, mas, hoje em dia, são exigidas cada vez mais matérias-primas de alta qualidade. As principais características exigidas são ausência de danos mecânicos, por insetos e por doenças. Deve haver uma coloração característica da cultivar. Vários fatores influenciam a composição e a qualidade dos produtos intactos. São eles: fatores genéticos, diferenças na composição e qualidade entre as cultivares (com melhoramento e biotecnologia será possível desenvolver novas cultivares com características desejadas), pré-colheita, condições climáticas (luz, temperatura, porcentagem de umidade relativa, vento, pluviosidade), condições do solo (tipo do solo, pH, porcentagem de umidade, microflora, composição mineral), práticas agrícolas (uso de fertilizantes, pesticidas, reguladores de crescimento, irrigação), colheita (mecânica ou manual, temperatura). A higiene do ambiente de produção, qualidade da água de irrigação, rastreabilidade, também são aspectos que influenciam na qualidade da matéria-prima e exigem conhecimentos multidisciplinares.

As variações nas velocidades de respiração e transpiração entre as diferentes variedades de matéria-prima são enormes. A temperatura é um fator muito importante, pois controla as atividades enzimáticas, respiratórias e metabólicas, assim como a transpiração e o crescimento de insetos e microorganismos. O armazenamento de frutas e hortaliças refrigeradas minimamente processadas (RMP) pode inativar ou retardar os defeitos fisiológicos. Os danos mecânicos aceleram a alteração dos produtos frescos ao romper as membranas celulares e incrementar a atividade enzimática, o que origina reações indesejáveis (Shewfelt, 1987). As alterações mecânicas podem ser produzidas em qualquer momento da manipulação, seja durante as operações de colheita, carga, transporte ou classificação.

Os produtos hortifrutícolas colhidos sem nenhum dano mecânico exibem considerável resistência a processos patogênicos e de podridão durante a maior parte de sua vida útil pós-colheita.

Para manter as condições ótimas de frutos e hortaliças, é essencial compreender a natureza desses produtos e os efeitos produzidos em cada prática de manipulação. Devido à alta diversidade de produtos, é impossível sugerir uma solução única e simples para todas as frutas e hortaliças. As práticas de manipulação são individuais para cada produto, de forma particular.

Um cultivar indica espécies que se distinguem por características significativas do tipo morfológico, fisiológico, citológico ou químico e retém seus caracteres distintos quando se reproduz (cor, sabor, textura, valor nutritivo). Cerca de duzentas espécies de frutas e hortaliças são de considerável importância para o comércio mundial.

A análise de um sistema ótimo é essencial no sentido de otimizar o armazenamento e as condições de manipulação para as diferentes colheitas, buscando para o conjunto uma qualidade total ótima para os produtos hortifrutícolas frescos. Em RMP, as operações de seleção, processamento, armazenamento e distribuição se realizam em um sistema completamente integrado e rápido com o objetivo de manter a qualidade esperada para o produto.

### 3.2 PRINCIPAIS OPERAÇÕES INICIAIS DAS FRUTAS E HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS.

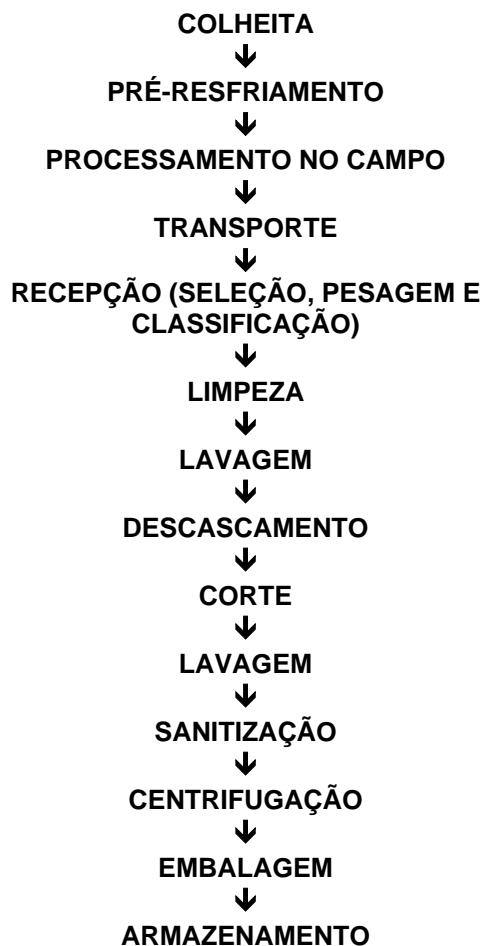
A colheita, manipulação, processamento, preparação e distribuição industrial de frutas e hortaliças requerem um bom número de fases que são, em princípio, de natureza física, ainda que seus efeitos possam afetar biológica, química e fisicamente estes produtos.

As operações de manipulação da matéria-prima incluem todos os movimentos, desde o campo até as vitrines de exposição do produto, passando pelo transporte e armazenamento. Em se tratando de transporte, nas operações de manipulação de

cargas paletizadas, nas estantes móveis e esteiras elevadoras, as exigências no monitoramento da temperatura e da utilização da mão-de-obra são reduzidas.

A minimização dos traslados, o manejo correto da carga completa ou na forma de unidades de carga, a concentração dos produtos no intuito de reduzir a quantidade de matéria-prima a ser transportada, possibilidade das operações serem contínuas e mecanizadas, produzir as unidades de acordo com o tamanho adequado são considerações que incrementam a eficácia da matéria-prima.

A apresentação do fluxograma abaixo facilitará a compreensão de todo o processo de manipulação da matéria-prima.



O fluxograma apresentado pode ser dividido em duas áreas:

- Área suja: recebimento, seleção, classificação, pré-lavagem, “toilette” (retirada de folhas danificadas, amarelas, queimadas).
- Área limpa: processamento, primeiro enxágüe (retirada de material orgânico), sanitização (adição de cloro), segundo enxágüe (com teor de cloro reduzido), centrifugação e embalagem (polímeros plásticos).

### 3.2.1. A COLHEITA

As operações de colheita e manipulação das frutas e hortaliças são variáveis e altamente dependentes do produto de que se trata. A colheita no momento adequado de maturação é uma operação extremamente exata e deve ser feita nas primeiras horas do dia, ou até mesmo na madrugada, quando a temperatura é mais amena, mantendo, assim, a qualidade da matéria-prima durante as fases posteriores de manipulação e armazenamento, pois a incidência de luz solar aquece demasiadamente o produto, acelerando os processos metabólicos.

O processamento no local de produção inclui a inspeção de tamanho, observação de possíveis defeitos, estágio de maturação e pré-resfriamento. Uma seleção superficial no próprio campo elimina uma contaminação grosseira e a fruta defeituosa que contaminaria os outros frutos e a água de lavagem. Os insetos presentes em uma hortaliça colhida mecanicamente podem ser eliminados pela técnica de lavagem em água com um agente umectante aniónico não alcalino a 0,1% (Crandall, Skanks e George, 1966). 95% dos resíduos químicos que se encontram nas hortaliças podem ser eliminados através desse sistema sem que haja alteração da qualidade (Arthey e Dennis, 1991).

Outro aspecto que deve ser considerado no momento da colheita é a necessidade de amenizar os impactos sofridos pelas frutas e hortaliças. Os danos mecânicos causados reduzem a qualidade da matéria-prima, diminuindo, assim, o seu tempo de conservação. Os produtos devem ser colhidos sem sinais de ataque por insetos ou doenças. Estudos feitos pela EMBRAPA comprovam que uma queda de 40 cm reduz consideravelmente o teor de vitamina C, licopeno e altera o sabor e aroma do fruto.

No momento da seleção, podem ser usadas esteiras com borrachas laterais para minimizar o impacto entre a matéria-prima e um equipamento chamado colorímetro, que faz a classificação de cor e tonalidade das hortaliças, procedimentos estes que visam realizar uma seleção adequada das mesmas.

### 3.2.2 PRÉ-RESFRIAMENTO

O resfriamento rápido de frutas e hortaliças tende a eliminar o calor do produto, gerado em consequência da respiração. Pode ser realizado mediante ar frio, ar frio forçado, água gelada (hidro-resfriamento), gelo e vácuo (uma redução na atmosfera evapora a água a 2º C. Já os produtos sensíveis ao frio devem receber manipulação imediata.

Vale ressaltar que todos os equipamentos utilizados na colheita devem ser limpos para evitar contaminação por fungos e bactérias. Os utensílios de madeira devem ser evitados, dando preferência aos de plástico ou metal.

Existem vários motivos para executar as máximas operações possíveis no campo de forma a não afetar a vida útil dos produtos evitando, assim, problemas de manejo excessivo da matéria-prima.

### 3.2.3 TRANSPORTE

É óbvio que as frutas e hortaliças que sofrerão processamento mínimo, como são perecíveis, devem ser manipuladas o mais rapidamente possível e de forma cuidadosa, logo após o transporte. A forma do transporte depende do produto, dos requerimentos comerciais e econômicos. O traslado de produtos hortifrutícolas deve utilizar caixas ou containeres que evitem danos mecânicos aos produtos entre si ou por contato produto-contêiner, por deslizamento de carga, choques, sobre peso e vibrações. Em situações em que são utilizados caminhões refrigerados deve-se assegurar que a AM, controlada ou refrigerada, circule uniformemente por toda a carga.

Os requerimentos de refrigeração durante o transporte são mais elevados que durante o armazenamento estático. Não se deve carregar num mesmo “baú” frutas e hortaliças que requerem diferentes temperaturas, condições de umidade relativa (UR), e aquelas que produzem etileno e substâncias não-etylênicas que absorvam ou desprendam odores.

### 3.2.4 RECEPÇÃO

Recepção é o momento em que a cadeia do frio é rompida, devendo-se ter o máximo de cuidado para não perder a qualidade da matéria-prima. Durante a recepção, os produtos devem ser separados convenientemente para conseguir uma correta classificação. No intuito de reduzir custos, a distância deve ser a mais curta possível entre a descarga e a zona de armazenamento. Para economizar tempo e utilização de mão-de-obra, o ideal é se fazer uma pesagem digital automatizada, o que facilita contabilizar melhores custos, formação de novos produtos, planilhas e controles de qualidade.

## 3.3 OPERAÇÕES DE PREPARAÇÃO

As operações de preparação são bastante variáveis, de acordo com o destino final do produto (guisados, saladas, sopas, sanduíches, sucos, purês, pizzas etc.). A maioria dessas operações produz danos físicos e o desenvolvimento de determinadas reações químicas. O objetivo final desse processo é a preparação de alimentos com caráter industrial, garantindo a segurança ao consumidor final, assim como a qualidade, conveniência e inovação a custo mínimo.

Estas operações incluem lavar, cortar, enxaguar, sanitizar, acondicionar, embalar e armazenar, sendo necessários vários equipamentos especiais próprios para cada etapa, tais como descascadores, processadores, centrífugas, seladoras e embaladoras a vácuo. Num fluxo linear de processamento mínimo, a consideração mais importante a ser feita é o custo da operação e o tempo em que o equipamento é utilizado. O custo do investimento inicial é normalmente secundário aos efeitos do custo da operação. Os custos da operação por unidade de produto processado se calculam tendo em conta o tipo e uso de energia, o trabalho empregado, a quantidade e o tipo de água utilizada e os custos de tratamento de resíduos, assim como de inovações, visando custos mínimos (Wiley, 1997).

### 3.3.1 OPERAÇÕES DE SEPARAÇÃO

Os produtos hortifrutícolas podem se separar em decorrência das diferenças de forma, tamanho, densidade, cor, características superficiais (área superficial, carga eletrostática) e solubilidade. Nessas operações busca-se o mínimo de gastos de energia e investimento de capital.

### 3.3.2 LIMPEZA, LAVAGEM E DESINFECÇÃO.

A limpeza e a lavagem podem ser os únicos tratamentos de conservação para a maioria das frutas e hortaliças. A limpeza se refere, basicamente, à eliminação de materiais estranhos, tais como terra, insetos e resíduos de pesticidas.

A sanitização é um processo utilizado para eliminar ou reduzir a níveis aceitáveis a microbiota contaminante. A cloração é geralmente efetiva, sendo usada em conjunto com as boas práticas de fabricação (BPF) e análise de riscos por pontos críticos de controle (APPCC), e é comparativamente barata e sua implementação independe do volume de matéria-prima a ser processada.

O cloro é um potente desinfetante solúvel em água e com propriedades oxidantes. O cloro total pode estar livre ou combinado, porém suas formas combinadas são menos eficientes como desinfetantes, apesar de serem mais estáveis. Sofre efeitos do pH e, quando extremamente ácido, gera corrosão, e básico, toxidez. A faixa ótima de pH fica entre 6,5 e 7,5. O cloro pode formar complexo com a matéria orgânica, causando uma oxidação incompleta da mesma, formando subprodutos, tais como clorofórmio, cloraminas e tri-halometanos, que são potencialmente carcinogênicos.

As formas comercialmente disponíveis são:

- Cloro gasoso – é mais barato, porém requer sistemas automatizados de controle.

- Hipoclorito de cálcio – é a fonte mais comum, disponível na forma de pó granulado, porém causa uma fitotoxicidade (insolubilidade em água fria), esbranquiçamento e manchas em produtos suscetíveis.
- Hipoclorito de sódio – é a forma mais comumente usada em indústrias de pequeno porte; é usado na forma líquida, pois sua forma sólida absorve umidade e libera gás. É mais caro e deve ser usado numa faixa de pH acima de 7,5; pode gerar acúmulo de sódio e danificar produtos sensíveis.

Outros desinfetantes:

- Dióxido de cloro;
- Ácido peroxiacético;
- Hipofosfito de sódio;
- Radiação ultravioleta;
- Ozônio – é um forte agente oxidante, de odor pungente, irritante, de monitoramento complicado, corrosivo, instável na água, altamente reativo com a matéria orgânica e equipamentos pouco confiáveis;

### 3.4 PONTOS CHAVES PARA A DESINFECÇÃO EFETIVA

- Qualidade da água – deve ser potável e o pH corrigido quando necessário;
- Temperatura – deve ficar em torno dos 5<sup>0</sup> C, pois uma alta temperatura pode causar volatilização do desinfetante;
- Matéria orgânica – há uma formação de complexos, e por isso a necessidade de enxágüe adequado;
- Concentração e tempo de exposição - 100 a 200 ppm / 3 a 10 min;
- Aditivos – a adição de surfactantes reduz a tensão superficial da água, melhorando a eficiência do produto;

- Monitoramento – deve ser feito constantemente, podendo ser usadas fitas especiais ou *kits* colorimétricos.

Segundo Anón, 1988, a lavagem de frutas e hortaliças RMP é controlada por três parâmetros:

- Quantidade de água – 5 a 10 litros por quilo de produto;
- Temperatura da água – 4<sup>0</sup> C para esfriar o produto;
- Concentração do cloro ativo – 100 ml por litro.

A água é um fator crucial na qualidade das frutas e hortaliças RMP. Sua procedência e qualidade devem ser levadas em conta.

Depois de sanitizado, o produto vai para a centrífuga.

### 3.5 CENTRIFUGAÇÃO

A centrifugação objetiva retirar o excesso de água do produto devido a etapas anteriores que aumentam o teor de água do tecido vegetal. O tempo de centrifugação varia de 3 a 10 minutos, mas isso depende da velocidade e tempo de rotação da centrífuga.

Segundo Willey, 1997, a perda de água pela centrifugação tem seu ponto ideal quando atinge o tempo de 10 minutos.

A umidade residual e o exsudato celular na superfície das hortaliças tende a estimular o crescimento de leveduras, mofos e bactérias, daí a importância de se fazer uma centrifugação adequada.

### 3.6 DESCASCAMENTO

O descascamento, segundo López, 1987, pode ser:

- Manual (lento, trabalhoso e causador de desperdícios);
- Vapor de água quente;
- Lixa ou álcalis (NaOH, KOH);
- Cáustico seco com aquecimento por infravermelho;
- Chama;
- Meios mecânicos;
- Vapor à pressão elevada;
- Congelamento;
- Ácidos.

Será utilizado um método apropriado para cada tipo de hortaliça.

A redução do tamanho se refere aos procedimentos que cortam e torneiam as hortaliças em pedaços menores e uniformes, proporcionando tamanho e forma definida. Esta operação de redução de tamanho pode ser uma etapa essencial para melhorar o sabor, digestibilidade, facilidade de manipulação e transferência de calor nos produtos.

### 3.7 CORTE

O corte nas frutas e hortaliças acelera a respiração, provoca danos mecânicos e amolece o tecido vegetal. Os tecidos cortados constituem barreiras menos eficazes à difusão de gases e toleram concentrações mais elevadas de  $O_2$  e níveis inferiores de  $CO_2$  que os produtos intactos. Daí a necessidade de refrigeração ( $4^0 C$ ) imediata após o corte.

O rendimento dos processadores de corte se dá em função da capacidade dos mesmos, da energia necessária por unidade de produto, da forma e características superficiais da matéria-prima e do tamanho ótimo que se deseja (Perry, Green e Maloney, 1989).

Existem vários tipos de cortes, dependendo da lâmina utilizada no processador e do tipo de preparação que será feita com a hortaliça. Os produtos podem ser cortados em rodelas, cubos, tiras, palitos e nas mais diferentes espessuras (1, 3, 5, 10 mm). Em escala industrial há processadores que fatiam de 200 kg a 01 ton de produto por hora. Para que os cortes sejam satisfatórios, é necessário que as lâminas estejam bem afiadas e que sejam de aço inoxidável. A cada 8h de trabalho, estas lâminas devem ser novamente amoladas e os equipamentos de corte e trituração perfeitamente lavados após cada operação. Vale destacar que equipamentos de alta qualidade e capacidade podem resultar em redução de custos.

A operação final do processamento de alimentos RMP ocorre no momento da embalagem. Este local é uma área crítica da cadeia de processamento, fazendo-se necessária uma total assepsia. A umidade relativa deve ser de 60% a 70% e a temperatura entre 10<sup>0</sup>C e 12<sup>0</sup>C.

### 3.8 DISTRIBUIÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS RMP

A distribuição engloba desde o local de cultivo até o consumo final, incluindo as seguintes operações:

- Centros de produção – armazenamento e controle de fruta e hortaliça fresca e processada, operações de processamento central;
- Distribuição física – transporte na cidade (entre as unidades da empresa);
- Locais de consumo;
- Rede de comunicações.

O sistema de distribuição de alimentos RMP busca rentabilizar o tempo, o espaço e o valor econômico dos produtos, conseguindo e disponibilizando os alimentos no lugar em que são requeridos, no tempo em que se deseja, a um custo razoável.

A seleção e o estabelecimento de um sistema de distribuição de alimentos RMP é um tema chave que normalmente implica em um propósito a longo prazo, fortes

investimentos e pode ser um fator decisivo para o êxito ou fracasso de uma estratégia comercial.

Os canais de distribuição e manutenção da qualidade se favorecem com os seguintes procedimentos:

- Redução da freqüência de manipulação;
- Controle contínuo da temperatura, umidade relativa, AM e AC;
- Transferência do produto transportado o mais rapidamente possível para um ambiente refrigerado;
- Rotatividade dos produtos como consequência de que o primeiro que entra é o primeiro que sai;
- Não empilhamento de excesso de caixas para não danificar os produtos;

Um correto controle no transporte e armazenamento aumentará consideravelmente a vida útil das hortaliças RMP. A entrega nas unidades distribuidoras poderá ser feita apenas uma vez por semana e não três vezes como comumente acontece.

A qualidade dos produtos alimentícios RMP é dependente da temperatura em que foram expostos desde a sua produção, passando pela distribuição, armazenamento, até seu consumo. Por este motivo, é necessário que se coloque etiquetas com indicadores de tempo-temperatura como parte integrante e essencial do armazenamento e embalagem dos alimentos RMP (Labuza e Breene, 1989).

### 3.9 OPERAÇÃO DE PROCESSAMENTO CENTRALIZADO

Requer um certo volume econômico de operação centralizando etapas de manipulação, limpeza, sanitização e outras operações, tais como:

- Categorização e inspeção - tamanho, forma, qualidade, o que será feito manualmente ou mecanicamente;
- Descascamento, corte, preparação, misturas;

- Conservação – conservadores químicos, tratamentos térmicos suaves, pasteurização, modificação do pH, redução da atividade de água (aw), radiação ionizante;
- Embalagem em AC/AM/vácuo;
- Armazenamento;
- Carga e transporte;

### **3.10 DISTRIBUIÇÃO FÍSICA**

Visa minimizar custos, mantendo a qualidade e a vida útil através de um correto conhecimento dos sistemas de transportes disponíveis e a capacidade para selecionar o modo mais apropriado para este transporte, para cada produto, a seu destino.

### **3.11 REDE DE COMUNICAÇÕES**

As comunicações proporcionam um intercâmbio de informação entre os usuários dos canais de distribuição. Para qualquer atividade relacionada direta ou indiretamente com a produção, processamento e consumo de alimentos RMP é essencial dispor de uma informação precisa e atualizada sobre abastecimento, demanda e preços. O êxito empresarial estará em função da capacidade que tenham de identificar qual informação é realmente importante e como deve ser utilizada.

A distribuição dos produtos é afetada de várias maneiras, por fatores como Produto Nacional Bruto (PNB), população, inflação, crescimento econômico, mudanças no estilo de vida, competência, mudanças políticas e no cultivo.

## **4 EMBALAGENS DE PRODUTOS MINIMAMENTE PROCESSADOS**

A embalagem de produtos minimamente processados possui várias finalidades, tais como:

- Proteger o conteúdo de agentes biológicos, mecânicos e físicos externos durante o armazenamento, transporte e comercialização;
- Conservar o conteúdo, prevenindo ou retardando direta ou indiretamente a decomposição química ou diminuição da qualidade do produto envasado;
- Proporcionar uma satisfatória integridade do produto;
- Resistir às condições térmicas a que se submeterá tanto na preparação como posteriormente;
- Proporcionar uma aparência aceitável como cor, textura e forma;
- Cumprir as normas legislativas desde os materiais de fabricação;
- Administrar a interação entre o material de envase e o conteúdo embalado no intuito de retardar a maturação / senescência dos produtos;

Depois do controle da temperatura dos produtos, a embalagem em Atmosfera Modificada (AM) é considerada o segundo método mais eficaz para prolongar a vida útil dos mesmos.

As embalagens têm como objetivo estabelecer um equilíbrio entre a demanda de oxigênio da hortaliça e a permeabilidade do filme plástico. Vários fatores, tais como taxa de respiração, quantidade, temperatura, equilíbrio desejado entre oxigênio e dióxido de carbono, são considerados na escolha da embalagem correta.

Diferentes filmes são utilizados para diferentes permeabilidades. Os tipos mais usados são:

- Polietileno de baixa densidade – muito utilizado para embalar couve processada, pois permite grande passagem de CO<sub>2</sub>;

- Polipropileno – bastante indicado para embalar alface processada. É bastante impermeável e se oxida mais facilmente que o polietileno (passa menos CO<sub>2</sub>);
- Nylon multicamadas – recomendado quando se faz o uso de vácuo;
- Poliolefinas coextrusadas – também indicada quando se faz uso de vácuo, porém inviável financeiramente;
- Polietileno tereftalato (PET) – comum para embalar frutas;
- PVC – possui altíssima permeabilidade ao vapor d'água. Não é muito indicado para folhosos, pois causa um ressecamento excessivo dos mesmos. Também causa esbranquiçamento nas cenouras processadas;

#### 4.1 ATMOSFERA MODIFICADA (AM)

Consiste na embalagem de produtos hortícolas em filmes plásticos com permeabilidade seletiva a O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e vapor d'água. A atividade metabólica do produto e a troca de gases entre o interior e o exterior da embalagem modificam a atmosfera ao redor do produto, não sendo possível ter-se controle estrito da composição destes gases.

##### 4.1.1 MODALIDADES DE AM:

- AM passiva: a atividade metabólica intrínseca do produto modifica a composição de gases no interior da embalagem;
- AM ativa – a atmosfera no interior da embalagem é retirada e outra, pré-definida, é injetada. Com o passar do tempo, a composição originalmente injetada é modificada pela atividade metabólica do produto.

##### 4.1.2 BENEFÍCIOS DA AM

Há um considerável aumento da vida de prateleira do produto com redução do escurecimento enzimático, crescimento microbiano e amolecimento. Também ocorre um retardamento na mudança de coloração e uma diminuição dos sabores e odores desagradáveis.

#### 4.2 ATMOSFERA CONTROLADA:

A atmosfera controlada consiste num controle estrito da concentração de gases ao redor do produto.

#### 4.3 EFEITOS BENÉFICOS DAS ATMOSFERAS MODIFICADAS E CONTROLADAS:

Retardam o amadurecimento e as mudanças fisiológicas e bioquímicas do produto, reduzem a sensibilidade do vegetal à ação do etileno em níveis de O<sub>2</sub> abaixo de 8% e/ou níveis de CO<sub>2</sub> de 1% e diminuem certas desordens fisiológicas como, por exemplo, injúrias por frio.

#### 4.4. FATORES QUE AFETAM A ATMOSFERA DOS PRODUTOS EMBALADOS EM AM

Fatores dependentes do produto:

- Velocidade de respiração do produto fresco ou RMP na temperatura selecionada de armazenamento;

- Quociente respiratório do produto na temperatura selecionada de armazenamento;
- Quantidade de produto que se coloca dentro da embalagem;
- Concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> necessárias para gerar uma redução na velocidade da respiração aeróbia do produto;

Fatores dependentes da película de embalagem:

- Permeabilidade dos materiais de envase poliméricos ao O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e vapor d'água na temperatura selecionada;
- Efeito da umidade relativa sobre a permeabilidade da película ao O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> (Hardenburg, 1975);
- Área superficial total da embalagem fechada;
- Integridade do fechamento da embalagem;
- Resistência da película de envase aos maus-tratos;

Outros fatores:

- Volume vazio dentro da embalagem;
- Velocidade do ar;
- Umidade relativa em torno da embalagem;

O envase ativo em AM, com a finalidade de alterar a concentração de O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> e C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> na atmosfera da embalagem, se realiza levando-se em conta a necessidade de uma concentração ótima uniforme de O<sub>2</sub>. Esta concentração se encontra entre 2% e 5% para a maioria dos produtos.

O controle da umidade relativa dentro da embalagem em AM, tanto de produtos frescos como os RMP, é de fundamental importância no sentido de diminuir o crescimento e difusão de microorganismos e como consequência prolongar sua vida útil. Devem ser selecionadas as películas que exibam de moderada a alta permeabilidade ao vapor d'água (nas temperaturas normais de armazenamento desses produtos) e velocidades adequadas de transmissão de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>.

O envase em AM ativa, para controle da UR dentro da embalagem, visa estabelecer um equilíbrio durante o armazenamento refrigerado dos produtos buscando alcançar uma UR intermediaria, inferior a 100%, mas superior a 95%, retardando a perda de umidade dos produtos e minimizando a condensação de gotas de água sobre a superfície interna da película plástica e sobre a superfície dos próprios alimentos (McGlasson, 1991; Solomos, 1991).

Os constituintes polimerizados dos materiais plásticos da embalagem raramente se transferem aos produtos alimentícios durante o armazenamento e distribuição, pois estes compostos têm um peso molecular muito alto e são insolúveis em sistemas aquosos (Crompton, 1979), mas como existem também componentes não poliméricos no material da embalagem, há possibilidade de transferência destes para o alimento. Desde que estes materiais se adequem às regulamentações governamentais, não causam riscos à saúde do consumidor. Dessa forma as indústrias alimentícias adquirem confiança de que os materiais de embalagem utilizados são seguros e livres de produtos tóxicos que possam ser transmitidos aos alimentos.

Uma embalagem deve apresentar alguns requisitos básicos, tais como proporcionar suficiente resistência mecânica para proteger o conteúdo durante as fases de manipulação, transporte e empilhamento; ao cumprir as normas do governo, não deve permitir que substâncias químicas possam ser transferidas aos produtos; cumprir os requerimentos de manipulação e comercialização em termos de peso, tamanho, forma; permitir um rápido esfriamento do conteúdo e a ventilação adequada para eliminar o calor metabólico; não ser afetado por umidades relativas altas nem pela umidade de ambientes úmidos; ter, sobretudo, um custo competitivo com relação ao valor dos produtos e o aumento da proteção conseguida.

Além da embalagem na garantia da qualidade das frutas e hortaliças RMP, é de suma importância a implementação das boas práticas de fabricação (BPF), com atenção redobrada no controle da temperatura.

A degradação da qualidade dos produtos RMP implica em perda de umidade, danos mecânicos (cortes, compressões, impactos e vibrações), alterações microbianas e metabolismo catalítico dos tecidos. A tecnologia desenvolvida para as embalagens tornou-se o método disponível de maior importância no controle e

prevenção desses processos degradativos. É necessário que a película eleita seja de três a seis vezes mais permeável ao CO<sub>2</sub> que ao O<sub>2</sub>.

Pelo fato das frutas e hortaliças RMP estarem, normalmente, submetidas a um estresse em virtude do processamento pós-colheita, faz-se necessário potencializar os esforços para alcançar uma distribuição adequada, como também da vida útil durante o armazenamento.

As considerações relativas à embalagem continuam sempre em desenvolvimento, pois é um dos aspectos fundamentais relativos à produção e entrega de produtos RMP com alta qualidade.

## **5 MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DE FRUTAS E HORTALIÇAS REFRIGERADAS MINIMAMENTE PROCESSADAS**

A conservação de frutas e hortaliças RMP é uma etapa muito importante no processo de elaboração dos alimentos, sendo utilizada com a finalidade de proporcionar segurança, manter a qualidade, prolongar a vida útil e prevenir a alteração dos mesmos.

A embalagem atua como um sistema de proteção e como um meio de obtenção de uma atmosfera adequada para as frutas e hortaliças RMP, mas não consiste usualmente numa base “real” de procedimento de conservação.

Como métodos de conservação para prolongar a vida útil das RMP podem-se utilizar vários procedimentos clássicos de conservação dos alimentos em geral, tais como:

- Conservação pelo calor, utilizando tratamentos térmicos suaves seguidos de resfriamento rápido;
- Conservação química com o uso de acidificantes;
- Antioxidantes;
- Cloração;
- Substâncias antimicrobianas e outros produtos similares;
- Conservação com gases e atmosfera modificada;
- Conservação por refrigeração;
- Conservação por irradiação;
- Conservação mediante processo de oxirredução;
- Redução da umidade pela diminuição da atividade de água (aw) – em RMP pode reduzir a turgência e consistência dos produtos drasticamente;
- Pode-se utilizar a combinação de métodos de conservação aproveitando as vantagens do sinergismo.

O principal problema da conservação pelo calor é que, em se tratando de RMP, pode acarretar a destruição do “flavor”, textura, cor e qualidade nutritiva dos produtos. O calor também poderia reduzir os microorganismos que competiriam com os patógenos existentes. Caso se faça opção por este método, deve-se ter bastante cuidado para conseguir manter os produtos semelhantes ao fresco.

Tanto os compostos químicos naturais como os sintéticos são utilizados no controle da alteração e manutenção da qualidade de hortaliças pouco ácidas, hortaliças acidificadas a uma baixa acidez e frutas altamente acidificadas.

Os conservadores que atuam como antimicrobianos e antioxidantes são os mais importantes, quando se trata de RMP, pois previnem as reações de esbranquiçamento, descoloração dos pigmentos, perda do “flavor”, mudanças na textura e perdas do valor nutritivo. A ação conservadora dos agentes antimicrobianos depende do tipo, gênero, espécie e cepa de microorganismo que se trata, além de fatores ambientais como o pH, aw, temperatura, carga microbiana inicial, atmosfera, pouca ou alta acidez do substrato. Cada um desses fatores atua de forma individual ou em conjunto, podendo produzir sinergismo, efeito aditivo ou antagonismo (Willey, 1997).

O uso de conservadores, tais como ácidos orgânicos e compostos afins, tem o objetivo de ajustar o pH do produto para abaixo de 4,6, que é o mínimo para o crescimento e esporulação do *C. botulinum*. Igualmente, a acidificação constitui uma medida de segurança utilizada em frutas e hortaliças RMP.

Os alimentos acidificados entre pH 3 e 5 melhoram consideravelmente suas características antimicrobianas.

## 5.1 PRINCIPAIS ÁCIDOS ORGÂNICOS UTILIZADOS

- Ácido cítrico – pode ser usado para prevenir o esbranquiçamento ao quelar o cobre da enzima polifenoloxidase (PFO). É mais eficiente em produtos tratados termicamente;
- Ácido benzóico e parabenos – os benzoatos são mais ativos em alimentos com pHs ácidos mais baixos (4 a 5) e mais eficientes contra mofos e leveduras

que contra bactérias. Os parabenos também são mais efetivos contra mofos e leveduras e menos contra bactérias, sobretudo as gram-negativas;

- Ácido acético – é utilizado fundamentalmente, contra leveduras e bactérias e é menos efetivo contra mofos. Os níveis de tratamento para ácido acético, estabelecidos pela International Commision on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF) (Crhistian, 1980), indicam que 0,1% de ácido sem dissociar inibe o crescimento da maioria das bactérias causadoras de intoxicações e as formadoras de esporos, enquanto se requer 0,3% para inibir o crescimento de mofos micotoxigênicos. O ácido acético (vinagre), como tempero ou condimento, pode ser útil na conservação de hortaliças RMP.
- Ácido lático – pode agir diretamente sobre os alimentos, sendo capaz de inibir o crescimento dos microorganismos ao reduzir o pH abaixo da margem de crescimento dos germes e inibir seu metabolismo por efeito das moléculas do ácido sem se dissociar.
- Ácido propiônico e seus sais – a ação antimicrobiana dos propionatos é similar à dos benzoatos em sua forma dissociada. São muito mais usados em alimentos pouco ácidos devido à reduzida tendência desses compostos à dissociação.
- Ácido sórbico e seus sais – é uma molécula que, sem se dissociar, tem propriedades antimicrobianas e é mais eficaz na faixa de pH entre 6 e 6,5. Em temperatura de refrigeração este efeito é potencializado;
- Ácido málico, succínico e tartárico – são os ácidos que se encontram em diferentes frutas e hortaliças. São conservadores eficazes contra leveduras e alguns tipos de bactérias. A atividade microbiana destes ácidos naturais varia de acordo com o pH do produto.

## 5.2 CONSERVADORES INDIRETOS

- Ácidos graxos de cadeia média – é uma característica interessante dos compostos que inicialmente foram utilizados apenas como emulsificantes. A atividade antimicrobiana é maior quando o pH é menor. As bactérias gram-negativas e os mofos parecem ser menos suscetíveis que as bactérias gram-positivas à ação conservadora dos distintos ácidos graxos. Os ácidos graxos usados como condimento podem aumentar a vida útil de RMP.
- Açúcar e sal – em hortaliças RMP é necessário determinar se as concentrações de sal podem reduzir a atividade microbiana. Na maioria das ocasiões se esperaria que as concentrações de açúcar e sal adicionadas em frutas e hortaliças RMP não foram, por si só, eficazes agentes antimicrobianos; todavia, podem se combinar com outros obstáculos e proporcionar uma ação antimicrobiana.
- Antibióticos – há um certo preconceito dos consumidores quanto ao uso de antibióticos em frutas e hortaliças RMP, achando que poderia estimular o surgimento de cepas resistentes. Ainda existem poucos estudos sobre a ação dos antibióticos também como conservadores em frutas e hortaliças RMP, mas a legislação não permite o uso de antibiótico como único conservante. Pode ser usado como auxiliar de outro processo, desde que não fique resíduo no alimento processado.
- Antioxidantes – retardam o enraizamento e a descoloração dos vegetais em virtude da oxidação. As reações de oxidação em RMP provocam esbranquiçamento, descoloração de pigmentos endógenos, perdas ou mudanças do “flavor” e do odor do produto, mudanças na textura e perdas no valor nutritivo quando se destroem vitaminas A, C, D, E e ácidos graxos, como o ácido linoléico. Existem quatro categorias de estruturas químicas utilizadas para estabilizar os alimentos:
  1. Interceptores de radicais livres, como BHA, BHT, que são muito insolúveis em água e por isso muito usados em alimentos que contém azeite ou lipídeos.
  2. Agentes redutores, tais como ácido ascórbico, que são usados para transferir íons de hidrogênio.
  3. Agentes quelantes, como ácido cítrico e o EDTA.

#### 4. Antioxidantes secundários.

Os compostos mais importantes utilizados para estabilização de frutas e hortaliças RMP são os agentes redutores e certos agentes quelantes que não são realmente antioxidantes, mas que são capazes de prevenir as reações oxidativas em frutas e hortaliças. Os agentes quelantes atuam como sinergistas dos antioxidantes.

O EDTA tem o objetivo de melhorar a cor, o “flavor”, manter a textura e também como conservador propriamente dito. A máxima eficácia seqüestrante tem lugar em pH mais elevado, onde os grupos carboxílicos estão dissociados (Dziezak, 1986).

Com relação aos sulfitos, há muitas restrições ao uso, em RMP, devido aos casos de alergia em parcelas da população.

### 5.3 OUTROS CONSERVADORES QUÍMICOS

Os compostos clorados são usados de forma associada na lavagem de frutas e hortaliças RMP e, em certas ocasiões, como agente conservador primário. Os agentes antifúngicos devem ter concentrações muito mais baixas em RMP do que em produtos frescos ou em produtos que não tenham sido parcialmente processados.

As combinações de conservadores químicos são bastante usadas na indústria alimentícia. Os ácidos orgânicos, especialmente o cítrico e o lático, potencializam a ação antimicrobiana do sorbato de potássio. Ainda é necessário se investigar muitas outras combinações de conservadores químicos em frutas e hortaliças RMP.

### 5.4 GASES E CONSERVAÇÃO EM AC/AM

- Monóxido de carbono (CO) – nível de 1% de CO inibe leveduras e mofos e previne o murchamento pós-colheita de frutas e hortaliças (Aharoni e Stadelbacher, 1973).
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) – tem propriedades antimicrobianas para destruir ou inibir diferentes microorganismos, porém sua atividade depende da concentração de gases, temperatura de incubação, grau de maturação do tecido e aw.
- Dióxido de enxofre (sulfitos) – é muito conhecido por sua efetividade frente aos mofos, leveduras e bactérias (Dziezak, 1986), mas seu uso é restrito por questões anteriormente relatadas. Ainda é necessária uma maior investigação sobre o assunto na tentativa de se encontrar outros substitutos para o SO<sub>2</sub>.
- Óxido de etileno – existe o inconveniente da toxicidade deste gás e produtos de sua reação, principalmente em aw < ou = 0,80.
- Óxido de propileno – sua eficácia é maior em temperatura e concentração elevadas e em baixa aw. As bactérias são mais resistentes a este gás que as leveduras e mofos.
- Ozônio – as bactérias são mais suscetíveis ao ozônio que as leveduras e mofos, sendo os esporos bem mais resistentes que as formas vegetativas. Tem propriedades oxidativas e por isso é pouco usado.

## 5.5 CONSERVAÇÃO PELO FRIO

É uma etapa necessária e exigível para as frutas e hortaliças RMP, pois reduz a atividade enzimática e o crescimento microbiano.

O congelamento não é indicado porque pode alterar as propriedades de frescor de frutas e hortaliças.

Para se controlar a atividade enzimática das RMP se fazem absolutamente necessárias baixas temperaturas. O aumento de 10<sup>0</sup>C na temperatura acelera até 2x

a velocidade da reação e a diminuição reduz esta velocidade na mesma proporção. Por isso a necessidade fundamental da refrigeração em RMP, não se esquecendo, porém, do cuidado com as bactérias psicotróficas que crescem em temperaturas inferiores a 6º C, e são as maiores causadoras de problemas relacionados à segurança das RMP.

Para as frutas e hortaliças há uma grande variação da temperatura ótima de refrigeração.

## 5.6 CONSERVAÇÃO POR IRRADIAÇÃO

Refere-se, fundamentalmente, às radiações eletromagnéticas. Considera-se que quanto mais curtas as ondas, mais nocivas são aos sistemas biológicos.

O infravermelho pode ser altamente prejudicial para frutas e hortaliças RMP, e por isso deve haver um controle muito rígido, pois pode causar um esbranquiçamento da superfície do vegetal e o calor produzido pode alterar a qualidade e o frescor das RMP. O mesmo acontece com microondas, sendo um tratamento bastante limitado. A luz ultravioleta previne o crescimento de mofos, principalmente depois do produto armazenado. O uso de radiações ionizante torna-se um problema para as frutas e hortaliças RMP, pois estas já sofreram estresses ao serem cortadas, raladas e picadas e, devido a sua sensibilidade, não suportariam mais uma situação estressante; contudo, as frutas são muito mais tolerantes às radiações ionizantes do que as hortaliças.

Existe um grande preconceito por parte dos consumidores com relação ao uso de radiações ionizantes. O que deve haver é uma conscientização de que este processo pode prolongar a vida útil dos vegetais sem provocar problemas à saúde da população.

Kantor (1989) menciona em seu livro que o futuro da irradiação é incerto, pois há muito confronto entre a indústria e o governo. As indústrias temem em colocar no rótulo do alimento o logotipo da irradiação e perder clientes.

Devido a estas dúvidas do consumidor sobre a segurança dos produtos irradiados, a indústria não tem investido em energia ionizante para conservar frutas e hortaliças RMP.

A utilização da redução da aw como procedimento de conservação para frutas e hortaliças RMP deve ser cuidadosamente controlada para conservar a frescura exigida por estes produtos; por este motivo, não se espera um futuro muito promissor para este tipo de conservação em RMP. Há uma alteração na turgência e consistência das mesmas.

O potencial de óxidorredução é utilizado no intuito de manter as condições redutoras que são menos favoráveis para o desenvolvimento aeróbio de mofos e leveduras, os quais constituem o principal problema microbiológico das frutas e hortaliças.

Métodos combinados de conservação também são muito utilizados. Um exemplo é a combinação de conservadores químicos e tratamentos térmicos múltiplos em diferentes etapas do ciclo de processamento e embalagem. São bastante usados na tentativa de se conseguir produtos semelhantes aos frescos, com vida útil prolongada e microbiologicamente satisfatórios.

## **6 ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS DAS FRUTAS E HORTALIÇAS RMP**

O termo segurança está relacionado ao comprometimento da indústria em fornecer produtos livres de “perigos”. Entende-se como perigo na indústria alimentícia qualquer contaminação inaceitável de natureza biológica, química - que são os resíduos de pesticidas ou resíduos de defensivos agrícolas não permitidos, ou física, que são os fragmentos de metais provenientes dos equipamentos ou da própria matéria-prima. Estes tipos de contaminação podem causar dano à saúde e a integridade do consumidor. Com relação aos aspectos biológicos, as bactérias patogênicas e suas toxinas são as principais responsáveis pelas doenças de origem alimentar.

Nos produtos minimamente processados, a microflora natural é acrescida de microorganismos provenientes das etapas do processo, desde que não sejam realizadas segundo as Boas Práticas de Fabricação (Portarias 326/MS e 368/MAA). De acordo com a Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001, da Secretaria de Vigilância do Ministério da Saúde, a verificação das condições de consumo de hortaliças sanitizadas se faz através da avaliação da presença de coliformes a 45º C, que são indicadores da qualidade higiênico-sanitária, e de *Salmonella sp*, um dos enteropatógenos mais envolvidos em casos e surtos de doenças de origem alimentar em diversos países, incluindo o Brasil.

Em pesquisa feita pelo Centro de Tecnologia de Alimentos e Bebidas de Vassouras-RJ com vegetais submetidos ao processamento mínimo, verificou-se que, do total de 42 amostras, 62% encontravam-se com uma contagem elevada de coliformes a 35º C ( $>10^3$ /g) e em 42,8% identificou-se a presença de *E.coli*, onde 26,2% apresentaram uma alta contagem desta bactéria ( $>10^3$ /g). Comparando-se estes resultados ao padrão microbiológico para coliformes a 45º C, 33,3% das amostras encontram-se em desacordo com as especificações da resolução nº 12 da ANVISA.

Os dados obtidos na pesquisa evidenciam que os vegetais minimamente processados apresentam-se em condições higiênico-sanitárias deficientes. Etapa crucial, como a sanitização, é crítica à segurança do produto, necessitando de um maior controle do tempo de exposição e da concentração do sanitizante adotado.

O fator limitante para a qualidade ótima dos produtos RMP é o mesmo de sempre: os microorganismos causadores de alteração na segurança desses alimentos.

As bactérias, leveduras e mofos são responsáveis por cerca de 15% da alteração pós-colheita (Harvey, 1978).

A alteração microbiana representa perdas econômicas significativas para a indústria e toda sua cadeia de distribuição e, além disso, as bactérias patogênicas constituem a mais séria ameaça à saúde dos consumidores.

Os fatores que mais afetam a microbiologia são:

- Fonte – nas hortaliças cresce qualquer tipo de microorganismos e, nas frutas, em consequência da acidez, crescem, principalmente, fungos e bactérias acidúricas. O tipo de microorganismo presente vai depender do ambiente e clima onde as hortaliças e frutas são produzidas.
- Processamento – a procedência e o tipo de matéria-prima exercem um importante efeito sobre a microflora, além de toda a manipulação posterior à colheita. Cada um dos processos e tratamentos afeta a qualidade e a microflora particular dos produtos.
- Temperatura – é o fator isolado que mais afeta o crescimento microbiano. As bactérias psicotróficas devem ter atenção especial em RMP, porque são aquelas que crescem em temperaturas de refrigeração e armazenamento.
- Manipulação – a maneira como é realizada a manipulação pode afetar a microflora dos alimentos através de uma contaminação cruzada. Equipamentos, utensílios e mão-de-obra utilizada podem ser fontes de microorganismos e contaminar o alimento quando não estiverem adequadamente limpos.
- Operações tais como descascar, cortar e picar, podem aumentar a superfície de contato do produto com o meio, acelerando o crescimento microbiano e eliminando a proteção natural do alimento pela retirada da casca.
- Umidade e aw – virtualmente, todas as frutas e hortaliças frescas têm uma aw em torno de 0,95 ou superior, o que faz com que possa crescer qualquer microorganismo relacionado com esta classe de alimentos. Um aspecto

importante que pode afetar o desenvolvimento microbiano é a umidade relativa (UR) em volta do produto. O armazenamento de frutas e hortaliças em umidades elevadas pode afetar a microflora ao possibilitar que se condensem gotas de água sobre os produtos. Este “caldo de cultivo” permite que os microorganismos se multipliquem mais facilmente.

- Acidez e pH – a maioria dos microorganismos relacionados com as frutas e hortaliças cresce melhor em pH próximo à neutralidade, mas existem bactérias que se multiplicam em pH igual ou superior a 4,5 e pH igual ou inferior a 4. Já os fungos, dependendo da espécie, crescem até em pH 1,5.
- Conservadores – compostos a base de cloro são bastante efetivos, inativando germes na superfície dos equipamentos. Em geral, o efeito desses produtos varia de acordo com o método de aplicação, a resistência do composto e a quantidade de matéria orgânica presente.
- Atmosfera – é uma condição atmosférica diferente das ambientais, onde a concentração de O<sub>2</sub> é reduzida enquanto se eleva a concentração de CO<sub>2</sub>. Desta forma, o ambiente deixa de ser propício à maioria dos microorganismos. As concentrações de CO<sub>2</sub> utilizadas em produtos RMP normalmente oscilam entre 5% e 25%, pois concentrações superiores a 25% podem produzir danos na maioria das frutas e hortaliças (Brecht, 1980), mas nem sempre é suficiente para restringir um crescimento microbiano.
- Embalagem – pode causar grande impacto na microflora de frutas e hortaliças ocasionando mudanças que variam em função da umidade dentro da embalagem. A respiração das hortaliças aumenta a umidade relativa, podendo causar o crescimento de mofos, mas a utilização de absorventes de água pode reduzir a quantidade de gotas condensadas sobre os produtos e, assim, reduzir o crescimento microbiano.
- Irradiação – esta técnica é mais usada para eliminar insetos e inibir a germinação de talos. Os mofos e leveduras são os microorganismos mais resistentes, dificultando seus efeitos, principalmente sobre as frutas.

A microflora das frutas e hortaliças exerce um efeito direto sobre sua vida útil previsível. O armazenamento pode permitir o desenvolvimento de microorganismos de forma lenta, por isso, problemas microbiológicos que parecem insignificantes em

armazenamento curto podem converter-se em sérios problemas quando o armazenamento é longo.

As bactérias responsáveis pela maior parte da alteração em frutas e hortaliças são as gram-negativas. A *Ervínia* é considerada a espécie que causa maior dano aos vegetais, sendo altamente agressiva e causadora de putrefação em hortaliças.

As espécies de *Pseudomonas* também são responsáveis por alterações nas frutas e hortaliças RMP. Têm um crescimento bastante rápido em temperatura de refrigeração e, por isso, são as que mais alteram os produtos refrigerados.

As bactérias psicotróficas são as que mais alteram as hortaliças em pH neutro.

Existem vários mecanismos de resistência à alteração de frutas e hortaliças. A casca é a primeira barreira física contra a invasão dos microorganismos. Qualquer abertura permite a entrada de germes ao seu interior o que, em condições normais, é inacessível.

A primeira etapa para minimizar a alteração é a escolha de produtos de melhor qualidade; em segundo lugar, os produtores, fabricantes e distribuidores devem atentar para a limpeza dos equipamentos e materiais. Os tratamentos pós-colheita e os procedimentos de armazenagem variam em sua eficácia para reduzir a alteração.

Os consumidores adquirem os produtos certos de que eles estão seguros e a indústria tem uma responsabilidade ética que assegure e se comprometa em garantir essa confiança. A segurança dos alimentos é uma obrigação legal e a legislação visa sempre proteger o consumidor. Dessa forma, uma transgressão pode trazer sérias consequências para a indústria.

São relativamente poucos os microorganismos patógenos que podem ser considerados uma ameaça para as frutas e hortaliças refrigeradas. A *Shigella* é um dos patógenos mais comuns que se encontra em frutas e hortaliças, mas não crescem em temperaturas de refrigeração. Já a *Salmonella* sobrevive, mas não se multiplica em temperaturas de refrigeração. As principais fontes de contaminação são a água de irrigação e lavagem das frutas e hortaliças, manipuladores infectados e contaminação cruzada. A *Escherichia coli* é um microorganismo que pode contaminar as frutas e hortaliças através das fezes e da água. Pode causar uma colite hemorrágica através da cepa *E. coli* 0157:H7, produzindo sérias complicações nos rins, até levar à morte. A *Aeromonas hydrophilas* é encontrada abundantemente na

natureza em consequência de uma contaminação fecal. É uma verdadeira psicotrófica que cresce em temperaturas muito baixas e não é afetada pelo envase em AM. O *Clostridium botulinum* é uma bactéria cuja toxina produzida causa paralisia e morte àqueles que a ingerem. Pode se desenvolver em ambientes com AM ou em embalagens onde os produtos continuam respirando. Algumas cepas se desenvolvem em temperaturas muito baixas. A *Listeria monocytogenes* oferece um grande impacto para a indústria alimentar. A enfermidade causada por ela pode ser bastante grave em indivíduos com sistema imunológico debilitado. Seu principal habitat é o solo e os tecidos vegetais em putrefação. O armazenamento em AM pode afetar o seu crescimento.

Em se tratando dos parasitas, a *Entamoeba histolytica* é um dos mais conhecidos e que pode ser transmitida através dos produtos hortifrutícolas. A enfermidade pode ser evitada através de corretos procedimentos de higiene e, principalmente, a cloração. A *Giardia lamblia* pode contaminar as frutas e hortaliças e também causar enfermidades. O problema é que a cloração não é efetiva na destruição dos cistos da Giardia. A *Ascaris lumbricoides*, apesar de menos comum que as anteriores, também pode causar problemas a partir das frutas e hortaliças. As técnicas normalmente usadas no processamento mínimo dos produtos são ineficazes para destruir este parasita, já que é capaz de sobreviver em armazenamentos refrigerados durante pelo menos vinte anos (Willey, 1997).

Os vírus, uma vez presentes, podem sobreviver tempo suficiente para produzir enfermidade nos consumidores. Mais uma vez, as técnicas adequadas de higiene são suficientes para impedir a contaminação.

Ainda não existem tratamentos que possam garantir 100% de segurança, mas quando se mantém um alto padrão de higiene, as intoxicações alimentares podem ser evitadas. A água de irrigação e lavagem de frutas e hortaliças deve ser de qualidade garantida. Os manipuladores devem ser treinados a utilizar todos os procedimentos de BPF e tanto os materiais quanto os equipamentos utilizados precisam permanecer limpos e bem conservados. A utilização do programa de APPCC é bastante efetiva no sentido de se alcançar esta segurança pretendida.

## **7 QUALIDADE NUTRITIVA DAS FRUTAS E HORTALIÇAS SUBMETIDAS AO PROCESSAMENTO MÍNIMO**

Ao se selecionar frutas e hortaliças em estado fresco para se preparar produtos RMP é necessário examinar o produto original intacto desde o ponto de vista da maturação e da cultivar.

As condições de transporte e comercialização podem afetar as concentrações de ácido ascórbico e vitamina A das frutas e hortaliças frescas intactas e supõe-se que o mesmo ocorre em frutas e hortaliças RMP.

No armazenamento em AC as quantidades de ácido ascórbico de frutas e hortaliças armazenadas variam com a atmosfera, tipo de produto e temperatura de armazenamento (Watada, 1987). Os valores de vitamina A podem manter-se quando as condições de AC mantêm um baixo nível de O<sub>2</sub> e uma umidade relativa elevada (Zagory e Kader, 1989) e, segundo estes mesmos autores, em frutas e hortaliças armazenadas em AC os minerais se encontram concentrados quando ocorre perda de umidade.

No que se refere ao armazenamento refrigerado, como assinala Klein (1987), a maioria das frutas e hortaliças são armazenadas no ponto exato do congelamento, retardando assim os fenômenos da respiração e da transpiração.

Quando se usa o processo de irradiação, em revisão feita por Willey (1997), vários estudos comprovam pequenas diferenças entre os valores de ácido ascórbico e vitamina A em frutas irradiadas quando comparadas com as que não foram submetidas a tal processo.

Os estudos relacionados ao valor nutricional ainda são muito recentes, mas os poucos resultados evidenciam que não há perdas significantes, principalmente quando se trata da vitamina C.

Com relação às informações nutricionais, estas devem estar presentes nos rótulos dos alimentos embalados a partir de fevereiro de 2003, segundo as exigências da resolução que regulamenta Rotulagem Nutricional Obrigatória de Alimentos e Bebidas Enlatados (Resolução-RDC n<sup>o</sup> 40 de 21 de março de 2001).

## **8 ASPECTOS FISIOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DAS FRUTAS E HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS**

Felizmente, muita informação sobre os aspectos fisiológicos e bioquímicos é gerada no Brasil.

O processamento mínimo acarreta uma série de estresses mecânicos através do corte, descascamento e outros, gerando varias implicações fisiológicas e bioquímicas, tais como a elevação da atividade respiratória (maior metabolismo e maior taxa de deterioração), elevação na evolução do etileno, acelerando o processo de deterioração e aumentando a permeabilidade de membranas, degradação de açúcares, ácidos, vitaminas, compostos voláteis, alterando o sabor e o valor nutritivo, aumento no consumo de oxigênio-influenciando na determinação da permeabilidade de filmes plásticos, aumento da atividade de enzimas de degradação de parede celular (poligalacturonase, pectinametilesterase, celulase), aumento na atividade de enzimas de escurecimento (polifenoloxidase, catalase, peroxidase), aumento da atividade de várias outras enzimas.

Estresses como descascar, picar, ralar, fatiar, cortar, geram uma série de efeitos sobre a respiração, as enzimas, as membranas, a concentração de etileno, as substâncias voláteis.

## 8.1 OS EFEITOS FÍSICOS IMEDIATOS

Os efeitos físicos imediatos estão relacionados com o choque mecânico ao tecido que causa injúrias neste tecido e propagação do choque, remoção da camada epidérmica protetora que altera a difusão gasosa e oferece uma entrada para a contaminação; o líquido na superfície cortada bloqueia os poros e a difusão de gás é reduzida, os níveis de CO<sub>2</sub> se elevam e os de O<sub>2</sub> se reduzem, a perda de água é acelerada, disponibilizando substratos para os microorganismos. Há uma exposição aos contaminantes tanto microbianos quanto químicos.

## 8.2 EFEITOS FÍSICOS SUBSEQÜENTES

Com relação aos efeitos físicos subseqüentes, há uma eliminação de barreiras naturais onde a difusão de gás é intensificada, os níveis de O<sub>2</sub> ficam elevados e os de CO<sub>2</sub> ficam reduzidos. Ocorre uma aceleração na perda de água, uma maior facilidade para acontecer uma contaminação microbiológica e esbranquiçamento da superfície de alguns vegetais.

### 8.2.1 ESBANQUIÇAMENTO

O esbranquiçamento ocorre, geralmente, em cenoura, como respostas físicas e fisiológicas ao ferimento. Como resposta física há uma desidratação reversível da superfície das camadas externas e como resposta fisiológica ocorre a lignificação (formação do polímero de lignina que causa o esbranquiçamento) e mudança irreversível de cor.

Os fatores que afetam são a temperatura, a umidade relativa (UR), a umidade na superfície (todos inversamente proporcionais ao esbranquiçamento), a abrasão, que é diretamente proporcional ao esbranquiçamento e o tipo de utensílio usado para o corte (se a lâmina não estiver devidamente afiada, maior será o esbranquiçamento).

## 8.3 EFEITOS FISIOLÓGICOS IMEDIATOS

Em se tratando dos efeitos fisiológicos imediatos através do sinal de ferimento (natural e rápido) há uma reação hormonal e uma fragmentação da parede do vegetal, despolarizando a membrana, aumentando sua permeabilidade e misturando os compostos celulares. A membrana desorganizada causa uma oxidação lipídica e uma perda protoplasmática.

#### 8.4 EFEITOS FISIOLÓGICOS SUBSEQÜENTES

No que se refere aos efeitos fisiológicos subseqüentes, há uma produção elevada de etileno, a respiração também se eleva com produção de CO<sub>2</sub>, consumo de O<sub>2</sub>, produção de calor. As reações oxidativas podem causar um consumo de O<sub>2</sub> não respiratório e o escurecimento. Há indução de uma série de enzimas, um metabolismo fenólico alterado, e uma posterior cicatrização do tecido através da síntese de lignina e suberina e divisão celular. A síntese protéica alterada modifica a composição de polissacarídeos, ácidos orgânicos, o balanço açúcar/ácido ocasionando perdas no sabor e aroma (vide anexo 1).

#### 8.5 TRATAMENTO PARA EXTENSÃO DA VIDA ÚTIL

Há uma série de tratamentos aceitos para prolongar a vida útil das frutas e hortaliças RMP. Dentre eles estão os agentes redutores, o eritrobato de sódio/ácido ascórbico, os sulfitos (podem causar problemas alérgicos), acidificação com redução de O<sub>2</sub>, tratamento térmico suave.

#### 8.6 O ESCURECIMENTO ENZIMÁTICO

O escurecimento oxidativo é catalisado pela ação da enzima polifenoloxidase (PFO). Está presente em frutas e hortaliças processadas e ocorre mais rapidamente em produtos hortícolas senescentes ou injuriados.

A ação da PFO pode ser reduzida pela inativação da enzima pelo calor, pela exclusão ou remoção de um ou ambos substratos (oxigênio e fenóis), abaixamento de pH a 2 ou mais unidades abaixo do pH ótimo (entre 6 e 7), adição de inibidores de PFO.

O escurecimento enzimático requer a presença de quatro diferentes componentes: o oxigênio, uma enzima oxidante, o cobre e um substrato disponível. Para prevenir o escurecimento, pelo menos um destes componentes deve ser removido do sistema. A prevenção do escurecimento oxidativo pode ser feita através da refrigeração, pois retarda as reações enzimáticas, inibição da Fenilalanina (FAL) em hortaliças, inibição de PFO, exclusão de  $O_2$  pelo uso de AM, AC ou filmes comestíveis, uso de agentes redutores, tais como o ácido ascórbico e outros agentes químicos.

#### 8.6.1 PREVENÇÃO DO ESCURECIMENTO EM HORTALIÇAS

A prevenção do escurecimento em hortaliças se dá pela correta utilização de atmosferas controlada e modificada, choque térmico que inibe a FAL e tratamentos químicos.

#### 8.6.2 AGENTES ANTIESCURECIMENTO

Os sulfitos ( $Na_2SO_3$ ,  $NaHSO_3$ ,  $SO_2$ ) inibem a PFO e reagem com seus intermediários para formar produtos sem cor. O ácido ascórbico reduz quinonas a compostos fenólicos, é solúvel em água, usualmente utilizado em combinação com ácido cítrico e em forma de sal com pH neutro pode ser mais ativo. O ácido eritróbico

também reduz quinonas a compostos fenólicos; é um isômero do ácido ascórbico, pode ser usado na forma de ácido e eritrobato de sódio. Sua forma de sal pode ser mais efetiva e é mais barato que o ácido ascórbico. O ácido cítrico inibe a PFO pela redução do pH e quela o grupo prostético do cobre inibindo também a oxidação por quelação de outros íons metálicos. Atua de forma sinérgica com o ácido ascórbico. Existem outros agentes antiescurecimento que também podem ser usados, tais como o 4-hexilresorcinol, ácidos cinâmico e benzóico, metil-jasmonato, EDTA (ácido etileno diamino tetracético), polivil polipirolidona, monóxido de carbono, suco de abacaxi, etc.

## **9 METODOLOGIA**

O presente estudo buscou analisar, através de uma pesquisa bibliográfica desenvolvida a partir de material já elaborado, constituído de livros e artigos científicos, os principais passos e aspectos a serem considerados na correta implantação do serviço de vegetais minimamente processados em uma empresa de refeições industriais, com o intuito de centralizar todo o pré-preparo de hortaliças. É do tipo exploratória, objetivando maior conhecimento com a questão a ser abordada, tornando-a mais explícita pelo aprimoramento de idéias. Seu planejamento foi bastante flexível, possibilitando a consideração dos mais variados aspectos relativos ao fato que será estudado. Observando as normas de fabricação, a legislação sobre o assunto e principalmente o investimento financeiro que será empregado, pretende-se avaliar a viabilidade desta implantação e quais serão os benefícios para a empresa.

Serão construídos quadros demonstrativos e comparativos, com volumes de pré-preparo realizados em cada restaurante, preços e perdas destes vegetais, utilizando dados de instituições como EMATER-DF E EMBRAPA para enriquecer as discussões.

Haverá grande empenho para que, ao final deste estudo, chegue-se a uma conclusão positiva ou não para o problema abordado. O que se deseja é saber se a relação custo/ benefício será vantajosa para a empresa, através da centralização do pré-preparo dos vegetais.

## 10 DISCUSSÃO

Após considerar os principais aspectos relacionados às hortaliças minimamente processadas, tais como matéria-prima, embalagem, conservação, microbiologia, fisiologia, um dos fatores também relevantes na implantação do serviço de centralização do pré-preparo em uma empresa de refeições industriais está relacionado ao investimento financeiro a ser aplicado. Para se ter uma estimativa do capital mínimo necessário para se investir nesta implantação é preciso conhecer a capacidade e os principais equipamentos a serem adquiridos de acordo com o volume de vegetais a serem processados. Supõe-se que, como já é uma empresa estruturada, os utensílios e equipamentos básicos utilizados no dia-a-dia, tais como facas, tábuas, caixas plásticas, panelas, balanças, fogões, geladeiras, não precisam ser novamente adquiridos, o que já torna uma grande economia para a empresa. Infelizmente, os melhores equipamentos próprios para o processamento mínimo são importados e, consequentemente, muito caros, mas em pesquisa feita em lojas especializadas em Brasília, DF, com equipamentos nacionais e alguns importados, a média de preços foi a seguinte:

**PRINCIPAIS EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS À IMPLANTAÇÃO DE UMA CENTRAL DE PRÉ-PREPARGO DE HORTALIÇAS E SEU PREÇO APROXIMADO:**

Planilha 001

EQUIPAMENTOS	CAPACIDADE	PREÇO
Processador de alimentos com discos de corte intercambiáveis modelo P.A.E	300 a 400 Kg/h	R\$ 2.000,00
Conjunto de lâminas para o processador (38 modelos diferentes)	XXXXXXXX	R\$ 1.500,00
Descascador de legumes	300 a 400 Kg/h	R\$ 2.800,00
Embaladora a vácuo (embalagens de 01 Kg)	240 Kg/h	R\$ 2.910,00
Centrífuga	80 a 100 Kg/h	R\$ 1.600,00
Seladora para filme PVC	XXXXXXXXXX	R\$ 400,00

Caso seja adquirido apenas 01 equipamento de cada modelo, a empresa gastará, em média, R\$ 11.210,00.

Tomando como exemplo uma empresa de refeições industriais que possui 06 centros de produção e 11 de distribuição, servindo uma média diária de 13.500 refeições, incluindo a alimentação de seus funcionários, e baseando-se nas principais hortaliças que podem ser submetidas ao processamento mínimo, tem-se o seguinte montante de pré-preparo:

Planilha 002

VEGETAL	REST 1	REST 2	REST 3	REST 4	REST 5	REST 6

Abóbora	1648	2190	75	34	36	72
Abobrinha	1937	3430	15	47	13	47
Alface	239	490	185	120	123	142
Batata	4032	7875	250	291	320	402
Beterraba	1677	2460	66,5	170	145	123
Brócolis	20	-	52	27	56	65
Cenoura	3058	4735	87	240,5	138	246
Chuchu	1477	1520	56	72	47	79
Couve	1043	1924	72	53	42	39
Mandioca	1490	2260	30	67	57	58
Pepino	638	1230	31	36,5	25	43
Repolho	506	1437	35	32	12	64
Vagem	676	525	50	30,5	50	92,5
Total	18441	30076	1004,5	1220,5	1064	1474,5

*Valores medidos em Kg; Rest 1: produção para 04 locais distintos e Rest 2: produção para 03 locais distintos. Dados reais recolhidos de uma empresa de refeições industriais em Dezembro de 2002.*

Nesta empresa, a hortaliça que mais sofreu pré-preparo foi a batata, seguida da cenoura. Considerando os dados da EMATER-DF (NASCIMENTO, 2000) a couve picada é a hortaliça de maior consumo em unidades de venda. É considerada a líder de processamento mínimo, mas por ser muito leve perde em peso para a mandioca. Esta, por sua vez, foi a hortaliça que mais contribuiu para o aumento da oferta de produtos minimamente processados e saltou de 5 toneladas, em julho/98, para mais de 15 toneladas em setembro/99.

Também, segundo a EMATER-DF (NASCIMENTO, 2000), os principais produtos comercializados no varejo do Distrito Federal são:

Planilha 003

PRODUTO / EMBALAGEM	PRODUTO / EMBALAGEM
Abóbora em cubos – bandeja ou vácuo	Brócolis – bandeja
Abobrinha picada – bandeja ou vácuo	Cenoura em cubos – bandeja ou vácuo
Agrião em folhas – saco polietileno	Couve picada – saco polietileno
Alface em folhas inteiras – saco polietileno	Mandioca pré-cozida congelada – vácuo
Alface picada – saco polietileno ou bandeja plástica	Mandioca descascada crua – saco polietileno com água ou vácuo
Alho descascado – bandeja ou vácuo	Milho verde grão – bandeja ou vácuo
Batata doce fatiada – vácuo	Repolho picado – bandeja
Batata em cubo – vácuo	Cebola fatiada – bandeja
Batata palito – vácuo	Cebola ralada – bandeja
Beterraba em cubos – bandeja ou vácuo	Vagem inteira – bandeja
Beterraba ralada – bandeja ou vácuo	Vagem picada – bandeja ou vácuo

O tipo de corte de cada hortaliça pode variar de acordo com sua finalidade de uso, podendo ser usado um processador de alimentos ou ser manual. Por exemplo: a batata pode ser cortada a palito (5cm de comprimento por 1cm de espessura), a cenoura, chuchu e abóbora podem ser cortados em cubos, a mandioca, tipo tolete (6 a 10 cm de comprimento por 2 cm de diâmetro), a beterraba e o repolho podem ser ralados em equipamentos próprios.

A centralização do pré-preparo de hortaliças por empresas de refeições industriais busca uma padronização dos produtos oferecidos, simplifica o processo de preparação do alimento final, faz uso de espaços menores, desde que a mão-de-obra seja bem treinada e orientada. Portanto, é atingido um diferencial usando uma estratégia personalizada, disponibilizando produtos frescos com vida útil aumentada, seguros e de qualidade nutricional e sensorial semelhante aos vegetais *“in natura”*. Torna-se um desafio para a empresa, pois o risco de contaminação é enorme devido às injúrias no tecido do vegetal e o excesso de manuseio. Se as reações químicas não forem controladas, podem causar alterações muito rápidas na qualidade do

produto e a proliferação microbiana também deve ser retardada para garantir a segurança do alimento.

A qualidade e a segurança das hortaliças minimamente processadas dependem da contaminação inicial e serão influenciadas pelas etapas de produção. Os aspectos microbiológicos, fisiológicos, tecnológicos e sensoriais de todo o processo devem ser considerados. Medidas preventivas, tais como o programa de APPCC, é de suma importância na minimização da contaminação dos produtos em toda a cadeia produtiva.

Bastante cuidado se deve ter com a água usada durante o processamento, devendo ser potável e propiciando, através do cloro nela dissociado, uma sanitização adequada. A ação antimicrobiana da solução sanitizante é influenciada por fatores tais como pH, temperatura, matéria orgânica, armazenamento e concentração do sanitizante. O conhecimento desses fatores leva a uma melhor ação germicida. Concentrações elevadas de cloro podem alterar a qualidade da hortaliça causando descoloração excessiva e aumento na corrosão de equipamentos.

A sanitização é uma etapa crítica do processo sob o ponto de vista alimentar, por isso deve-se ter o devido cuidado na concentração do sanitizante e no tempo de contato dele com a hortaliça. Do contrário, pode surgir um perigo biológico muito sério. Dentre os sanitizantes, o cloro é sempre o mais usado devido à facilidade de obtenção e baixo custo.

Se no momento do envase da hortaliça ocorrer manipulação excessiva, pode acontecer uma recontaminação dessa hortaliça e, daí, a importância do treinamento do pessoal envolvido nesta etapa do processamento mínimo.

A higienização e sanitização em conjunto com as boas práticas de processamento agrícolas e industriais, o programa de APPCC e treinamento dos funcionários reduziriam o risco microbiológico. O correto armazenamento também é um ponto crucial na garantia da qualidade dos vegetais submetidos ao processamento mínimo. A respiração do vegetal é controlada pela temperatura, umidade relativa e composição da atmosfera dentro da embalagem. Sem dúvida, a temperatura é o fator mais importante no controle das reações metabólicas. O produto deve ser mantido a mais ou menos 4ºC no processamento, transporte e no armazenamento até o consumo. O aspecto microbiológico assume tamanha

importância devido à preocupação com a presença de patógenos, já que a maioria das frutas e hortaliças minimamente processadas são consumidas cruas. O crescimento do mercado consumidor de minimamente processados depende não só da qualidade sensorial e nutricional, mas, sobretudo, da sua segurança microbiológica.

No que se refere à embalagem no sentido de preservar e aumentar a vida útil desses produtos, atmosferas com 3% a 8% de O<sub>2</sub> e 3% a 10% de CO<sub>2</sub> são bastante eficazes, embora cada vegetal possua uma atmosfera específica que melhor se adapte e proporcione um aumento em sua durabilidade.

Para as unidades produtoras de refeições de uma empresa do ramo, há uma série de vantagens em receber as hortaliças minimamente processadas, pois o tempo de preparo é reduzido, há uma diminuição do desperdício e da quantidade de lixo dentro da cozinha. A praticidade é indiscutível e pode compensar o gasto, caso seja um pouco maior. Portanto, centralizando o pré-preparo das hortaliças de todos os restaurantes da empresa haverá um melhor manejo dos resíduos (cascas, terra, caroços, sementes), pois ficarão concentrados em um mesmo local.

Os produtos minimamente processados devem ser cuidadosamente preparados, pois a avaliação visual por parte dos consumidores é um fator decisivo na escolha. As hortaliças devem estar livres de defeitos, ter aparência de frescas, consistência e cor satisfatórias.

Volume de pré-preparo de cada hortaliça feito na empresa em Dezembro de 2002:

Planilha 004

VEGETAL	TOTAL DE PRÉ-PREPARO / MÊS
Abóbora	4055
Abobrinha	5491
Alface	1299
Batata	13170
Beterraba	4641,5
Brócolis	220
Cenoura	8504,5
Chuchu	3251
Couve	3173
Mandioca	3962
Pepino	2003,5
Repolho	2086
Vagem	1424

O volume total de vegetais que poderiam ser submetidos ao processamento mínimo no mês de dezembro de 2002 por esta empresa, ficou em torno de 53280,5 Kg.

Total de refeições servidas pela empresa no mês de Dezembro de 2002:

Planilha 005

RESTAURANTES/ SUB-UNIDADES	CLIENTES EXTERNOS	Nº DE REFEIÇÕES DOS FUNCIONÁRIOS	NÚMERO DE REFEIÇÕES SERVIDAS
-------------------------------	----------------------	--	------------------------------------

Rest 1	1889	1025	2914
Rest 1*	22025	-	22025
Rest 1*	36889	875	37764
Rest 1*	32670	825	33495
Rest 2	47094	2150	49244
Rest 2*	92353	1250	93603
Rest 2*	35827	900	36727
Rest 3	9542	361	9903
Rest 4	8777	361	9138
Rest 5	5661	323	5984
Rest 6	10249	360	10609
Total	302976	8430	311406

Ainda não há uma legislação própria para hortaliças submetidas ao processamento mínimo mas, segundo o Ministério da Agricultura, já existe um projeto e discussões a respeito da criação destas normas. Enquanto isso, são utilizadas as normas do Ministério da Saúde para os produtos de origem vegetal. No Distrito Federal são definidos todos os aspectos de instalação das agroindústrias e sua produção, segundo o Decreto no 19339 de 19/06/1998, que regulamenta a inspeção sanitária e industrial dos produtos de origem vegetal. Outras normas que podem ser adaptadas ao processamento mínimo são:

- Portaria nº 42, de 14 de janeiro de 1998 (ANVISA); regulamento técnico referente à rotulagem de alimentos embalados.

- Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997 (MS); regulamento técnico sobre as condições higiênico–sanitárias de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos.
- SDA / órgão DIPOA (MA); regulamento técnico sobre as condições higiênico–sanitárias de boas práticas de elaboração para estabelecimentos elaboradores / industrializadores de alimentos.
- Resolução CNNPA nº 12, de 1978; DO de 24/07/78; padrões de identidade e qualidade para os alimentos e bebidas que constam nesta resolução.

A EMBRAPA, juntamente com outros órgãos e instituições, promove cursos sobre o processamento mínimo voltado aos produtores de hortaliças, empresários e profissionais da área (Anexo 2). A finalidade é orientá-los sobre como implantar o serviço e quais os principais fatores que devem ser considerados.

## 11 CONCLUSÃO

Para uma empresa de refeições industriais que já possui uma estrutura montada semelhante ao anexo 3, um gasto com equipamentos específicos de processamento mínimo não é tão significativo financeiramente e as vantagens da centralização superam este investimento inicial.

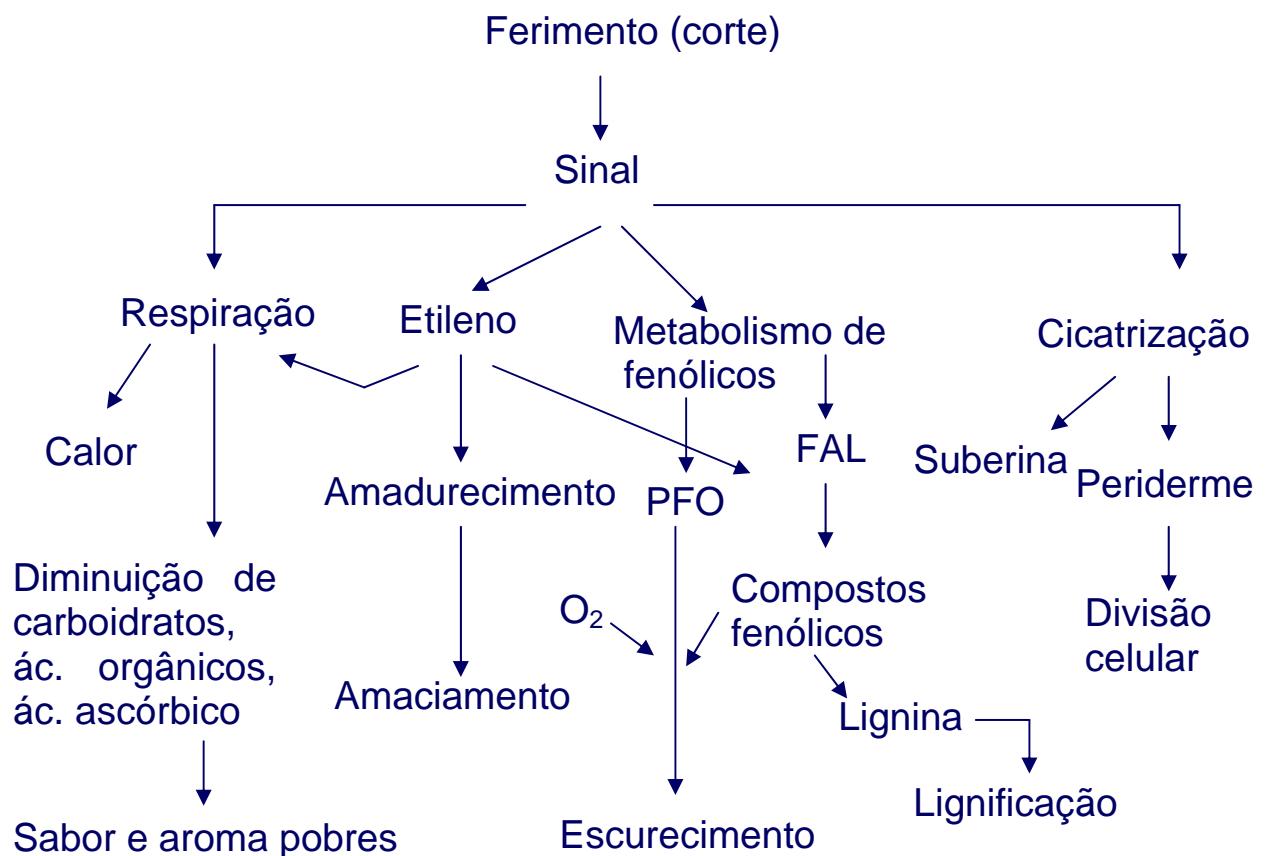
As hortaliças minimamente processadas oferecem uma série de benefícios, tais como redução no tempo de preparo da refeição, menor espaço para estocagem, redução do desperdício e da manipulação, hortaliças saudáveis e semelhantes aos produtos frescos, maior padronização e qualidade. Cada vez mais são incrementadas formas, cores, sabores, maneira de preparo e embalagem desses produtos. Sua evolução tem acontecido de forma bastante rápida, principalmente devido ao aumento do número de restaurantes e lanchonetes já que as pessoas não dispõem mais de tanto tempo para preparar suas refeições em casa.

O sucesso desta implantação em uma empresa de refeições industriais vai depender do estabelecimento de um alto padrão de qualidade e tratamento da matéria-prima, respeitando as normas vigentes, treinando a mão-de-obra e, sobretudo, atualizando sempre os conhecimentos a respeito do processamento mínimo.

Portanto, conclui-se que é bastante viável para uma empresa de refeições industriais a centralização do pré-preparo de hortaliças fazendo o uso das técnicas de processamento mínimo.

## 12 ANEXOS

ANEXO 1: Resumo esquemático dos efeitos físicos e fisiológicos sofridos pelas hortaliças ao serem processadas



Fonte: Dr. Celso Luiz Moretti

ANEXO 2: fotos da aula prática do curso de hortaliças minimamente processadas realizada na EMBRAPA HORTALIÇAS-DF no dia 08/11/2002 sob a orientação do Dr. Celso Luiz Moretti.



foto 1- couve sendo processada



foto 2- couve processada e embalada.



foto 3- processador de alimentos sendo desmontado para higienização



foto 4- equip. patenteado pela EMBRAPA, utilizado no processamento da mini-cenoura



foto 5- processamento da mini-cenoura



foto 6- processamento da mini-cenoura tipo "cenourete" em andamento.



foto 7- processamento da mini-cenoura tipo "cenourete" finalizado



foto 8- mini-cenoura "catetinho" já processada



foto 9- mini-cenoura tipo "catetinho" pronta para ser embalada



foto 10- sanitização do repolho fatiado



foto 11- centrífuga



foto 12- vegetais sendo preparados para análise da respiração no colorímetro

ANEXO 3: Estrutura de uma das unidades que poderia ser usada para centralizar o pré-preparo de hortaliças por uma empresa de refeições industriais.



foto 1- área atual de pré-preparo de hortaliças por esta empresa



foto 2- continuação da área de pré-preparo de hortaliças



foto 3- continuação da área de pré-preparo das hortaliças



foto 4- destaque para o descascador de vegetais e bancadas de aço inoxidável



foto 5- balança de plataforma utilizada para pesar as hortaliças na área de recepção de produtos



foto 6- vista parcial da unidade de produção da empresa

## 13 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

**AHARONI**, Y. and G.J. Stadelbacher. 1973. The Toxicity of acetaldehyde vapors to postharvest pathogens of fruits and vegetables. *Phytopathology*

**ANÓN**, 1988 d. *Infos*. Centre technique interprofessionnal des fruits et legumes. Hors Serie, 4e gamme. Paris, France.

**ANVISA**. (2000) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. <http://www.anvisa.gov.br/>

**ARTHEY**, D. and C. Dennis. 1991. *Vegetable Processing*. New York:VCH Publishers.

**BERBARI**, S.A.G.; PASCHOALINO, J.E.; SILVEIRA, N.F.A. *Efeito do cloro da água de lavagem de desinfecção de alface minimamente processada*. Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de alimentos, 17., 2000, Fortaleza, CE.

**BITTENCOURT**, M.T.; VANETTI, M.C.D.; PUSCHMANN, R.; PASSOS, F.J.V. *Atividade microbiana em couve minimamente processada*. Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2., 2000, Viçosa, MG.

**BOBBIO**, Paulo A, BOBBIO, Florinda O. *Química do Processamento de Alimentos*. 2 ed. São Paulo, Varela, 1992.

**BRASÍLIA**, *Legislação do Distrito Federal para inspeção de produtos de origem animal e vegetal*. Brasília; Secretaria de Agricultura do Distrito Federal, 1998.

**BRECHT**, P. 1980, Use of controlled atmospheres to retard deterioration of produce. *Food Thechnol.*

**CARDOSO**, R.A.L., CAMPOS, R.S.; CARNELOSSI, M.A.G.; PUSCHMANN, R. *Espessura de corte, taxa respiratória e produção de etileno em couve minimamente processada*. Encontro Nacional Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 2., 2000, Viçosa, MG.

**CHITARRA**, Maria Isabel Fernandes. *Processamento mínimo de frutos e hortaliças*. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1998.

**CHRISTIAN**, J.H.B. 1980. *In Microbial Ecology of Foods*, Vol. 1. International Comission on Microbiological Specifications for Foods. New York: Academic Press.

**CRANDALL**, P.C., C.H. Shanks, Jr., and J.E. George, Jr. 1996. Mechanically harvesting red raspberries and removal of insects from the harvested product. *Proc. Am. Soc. Horticult.*

**CROMPTON**, T.R. 1979. *Additive Migration from Plastics into Food*. London, William Clowes (Beccles).

**DAMASCENO**, K.S.F.S.C., STAMFORD, T. L.M., ALVES, M. A. Vegetais Minimamente Processados: Uma Revisão. *Higiene Alimentar*, São Paulo, Vol 15, n 85, junho 2001.

**DAREZZO**, H.M., ROCHA, E. S., BENEDETTI, B. C., GOMES, C. A. O. *Avaliação do grau de redução da microbiota presente em alface americana (Lactuca sativa) em linha de processamento comercial*. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, Viçosa, 2000. Anais. Viçosa: UFV, 2000.

**DZIEZAK**, J.D. 1986. Preservatives Systems in Foods, antioxidants and antimicrobial agents. *Food Technol.*

**HARDENBURG**, R.E. 1975. Principles of packaging, part I-General considerations. In *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables*, Er. B. Pantastico (ed.). Westport, CT: AVI Publishing.

**HARVEY**, J.M. 1978. Redution of losses in fresh market fruits and vegetables. *Annu. Rev. Phytopathol.*

**HAZELWOOD**, D. et al. *Manual de Higiene para Manipuladores de Alimentos*. Varela. São Paulo, 1994.

**JANICK**, Jules. *A Ciência da Horticultura*. Freitas Bastos S.A., 1968.

**KANTOR**, M.A. 1989. The Great food irradiation controversy. *Prof. San. Manag.*

**KLEIN**, B.P. 1987. Nutritional consequences of minimal processing of fruits and vegetables. *J. Food Quality*.

**LABUZA**, T.P. and W.M. Breene. 1989. Application of active packaging for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. *J. Food Proc. Preserv.*

**LOPEZ**, A. 1987. *A Complete Course in Canning*, 12th edit., Vol. III. Baltimore: The Canning Trade.

**MALUF**, Wilson Roberto. (1999). Hortaliças Minimamente Processadas. <http://www2.ufla.br/~wrmaluf/bth031/bth031.html>

**MALUF**, Wilson Roberto. (1999). Hortaliças Minimamente Processadas. <http://www2.ufla.br/~wrmaluf/bth036/bth036.html>

**MALUF**, Wilson Roberto. (2000) Processamento Mínimo de Alimentos. <http://www2.ufla.br/~wrmaluf/bth060/bth060.html>

**MARSTON**, E. V. *Fresh-cult fruit: maximizing quality. Cult Edge*, v. 9, 1995.

**MCGLASSON**, W.B. 1991. *Personal Communication*. Richmond NSW, Austrália: University of Western Sydney, Hawkesbury.

**MORETTI**, C.L. Tecnologia de Produtos Minimamente Processados. XXX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Foz do Iguaçu, PR. Agosto de 2001.

**NASCIMENTO**, E.F. do, MOLICA, E.M., MORAES, J. S. *Hortaliças Minimamente Processadas (Mercado e Produção)* Brasília, Emater-DF, 2000.

**NONNECKE**, I.L. 1989. *Vegetable Production*. New York, Van Nostrand Reinhold.

**ORNELAS**, L.H. *Técnica Dietética, Seleção e Preparo de Alimentos*. 5 ed. São Paulo: Atheneu, 1988.

**OLIVEIRA**, E.C.M., VALLE, R.H.P. do. Aspectos Microbiológicos dos Produtos Hortícolas Minimamente Processados. *Higiene Alimentar*. São Paulo, Vol 14, n 78/79, nov/dez 2000.

**PASCHOAL**, G.R. *Importância da análise de perigos e pontos críticos de controle – APPCC no processamento mínimo*. Rio de Janeiro:SENAI, 1995.

**PEREIRA**, J.L., MIYA, N., MAISTRO, L.C. Importância da Enumeração Rápida de Bactérias Patogênicas em Vegetais Folhosos Minimamente Processados: Uma Análise. *Higiene Alimentar*. São Paulo, Vol. 15, n 89, outubro 2001.

**PERRY**, R.H., **GREEN**, W.D., **MALONEY**, O.J.. 1989. *Perry's Chemical Engineers Hand-book*, 6<sup>th</sup> edit. New York, McGraw-Hill.

**SALTVEIT**, M. E. Fresh-cut product biology. University of California, Davis. Postharvest Technology and information center, September, 2000.

**SANT'ANA**, A., **AZEREDO**, D. P., **COSTA**, M., **MACEDO**, V. Análise de perigos no processamento mínimo de vegetais. *Higiene Alimentar*. São Paulo. Vol. 16, n 101, outubro 2002.

**SILVA JÚNIOR**, E.A. da. *Manual de controle higiênico-sanitário em alimentos*. São Paulo, Varela, 1995.

**SHEWFELT**, R.L. 1987. Quality of minimally processed fruits and vegetables. *J. Food Qual.*

**SOLOMOS**, T. 1991. *Personal Communication*. College Park, MD: University of MD, Horticulture Department.

**SOUZA**, R.A.M. de. (2001). Mercado para Produtos Minimamente Processados. <http://www.iea.sp.gov.br/capa0301.htm>

**VANETTI**, M.C.D. *Controle Microbiológico e higiene no Processamento Mínimo*. ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, Viçosa, 2000. Palestras. Viçosa: UFV, 2000.

**WATADA**, A.E. 1987. Vitamins. In Postharvest Physiology of vegetables, Weichmann, J. New York, Marcel Dekker.

**WILEY**, Robert C. *Frutas y hortalizas minimamente processadas y refrigeradas*. Zaragoza, Acribia, 1997.

**ZAGORY**, D., **KADER**, A.A. 1989. Quality maintenance in fresh fruits and vegetables by controlled atmospheres. In *Quality Factors of Fruits and Vegetables*, Chemistry and J.J. Jen (ed.), Technology, ACS Symposium Series 405, Washington, DC, American Chemical Society.