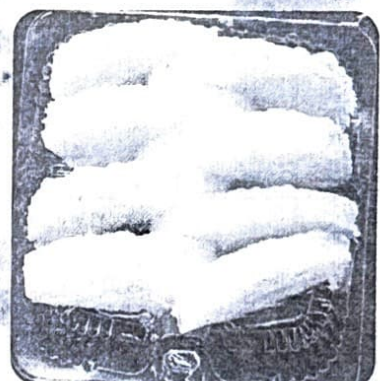
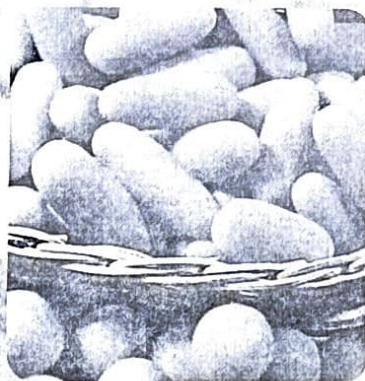


SP 04096

DOC Nº CL 07022

Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças

Celso L. Moretti
Editor Técnico



Exemplares desta publicação podem ser adquiridos nos seguintes locais:

Embrapa Hortaliças

BR 060 Rodovia Brasília-Anápolis, km 9
C. Postal 218
70359-970 Brasília-DF
Telefone (61) 3385-9009
E-mail: sac.hortaliças@embrapa.br

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – Sebrae

SEPN Quadra 515, Bloco C, loja 32
CEP 70770-900, Brasília DF
Telefone: (61) 3348-7100
Site: www.sebrae.com.br

Comitê de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Gilmar P. Henz*

Editora Técnica: *Flávia A. de Alcântara*

Membros: *Alice Maria Quezado Duval*

Edson Guioucci Filho

Milza Moreira Lana

Secretária-Executiva: *Fabiana S. Spada*

Coordenação pelo Sebrae

Maria Maurício

Léa Maria Lagares

Wang Hsiu Ching

Revisão de texto e tratamento editorial: *Renato Argôllo de Souza*

Diagramação e editoração eletrônica: *André Luis Xavier de Souza*

Capa: *Caroline T. de Moraes*

Fotos da capa: *Acervo Embrapa Hortaliças / B. S. Sousa*

1ª edição

1ª impressão (2007): 3.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Moretti, Celso Luiz

Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças / Celso Luiz Moretti –
Brasília : Embrapa Hortaliças e SEBRAE, 2007.

531 p.

ISBN 978-85-7333-431-9

1. Frutas e Hortaliças – Processamento mínimo. I. Título.

CDD 635.046 (19. Ed.)

© Sebrae 2007

Maria Cristina Dantas Vanetti, Dra.
Departamento de Microbiologia
Universidade Federal de Viçosa – UFV
Viçosa, MG
mvanetti@ufv.br

Maria do Socorro Rocha Bastos, Dra.
Laboratório de Pós-colheita
Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
socorro@cnpat.embrapa.br

Maria Inês Souza Dantas, M.Sc.
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Universidade Federal de Viçosa – UFV
Viçosa, MG
msdantas@ufv.br

Maria Isabel Fernandes Chitarra, Dra.
Departamento de Ciência dos Alimentos
Universidade Federal de Lavras – UFLA
Lavras, MG
mifchitarra@ufla.br

Mikal E. Saltveit, Ph.D.
Department of Vegetable Crops
University of California
Davis, California, EUA
mesaltveit@ucdavis.edu

Nélio José de Andrade, Dr.
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa – UFV
Viçosa, MG
nandrade@ufv.br

Nilda de Fátima Ferreira Soares, Ph.D.
Departamento de Tecnologia de Alimentos
Universidade Federal de Viçosa – UFV
Viçosa, MG
nfsoares@ufv.br

Peter M.A. Toivonen, Ph.D.
Agriculture and Agri-Food Canada,
Pacific Agri-Food Research Centre,
Summerland, British Columbia, Canadá
toivonenp@agr.gc.ca

Capítulo 3

Higiene e sanitização

Nélio J. de Andrade

Maria S. R. Bastos

Maria A. Antunes

1. Introdução

A higiene e a sanitização na indústria alimentícia são dois pré-requisitos da maior importância para a segurança dos alimentos. A perda de qualidade e alterações microbiológicas dos alimentos são geralmente atribuídas à falta ou à inadequada higiene e sanitização na cadeia produtiva.

O conceito de ambiente higiênico não deve ser prerrogativa apenas dos países evoluídos. Ele deve ser aplicado também nos países em desenvolvimento, pois a produção de alimentos é a base da sustentabilidade de um país.

Programas de qualidade como Boas Práticas na Produção Primária, Boas Práticas de Fabricação, Padrões e Procedimentos Operacionais de Sanitização e o Sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle contemplam a importância da higiene e sanitização para a qualidade e a segurança dos alimentos e deveriam ser amplamente adotados.

O aumento do consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas tem sido atribuído aos benefícios que proporcionam à saúde, ao fato de manterem características próximas ao estado fresco e, ainda, às tendências do mercado em relação ao consumo de alimentos prontos para consumo (ALZAMORA *et al.*, 2000). O reconhecimento da importância desses produtos tem aumentado nas duas últimas décadas. Entretanto, relatos de doenças infecciosas associadas aos mesmos têm despertado também o interesse das agências de saúde pública e dos consumidores, preocupados com a segurança dos alimentos.

Frutas e hortaliças são cultivadas em solos e carregam aproximadamente 10^9 UFC/g de microorganismos depois de colhidas. Dentre os microorganismos mais comuns estão bactérias, fungos filamentosos e leveduras. As bactérias mais frequentes são as *Pseudomonas* spp., *Erwinia herbicola* e *Enterobacter agglomerans*, as bactérias do ácido láctico como *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus* spp. e as bactérias patogênicas como as do gênero *Salmonella* e *Clostridium*, além da estirpe *E. coli* O157:H7. O gênero *Pseudomonas* geralmente é responsável por 50% a 90% da população microbiana de vegetais (IFPA, 2001). Entretanto, outros microorganismos podem se desenvolver durante o transporte, o processamento e o armazenamento.

O processamento mínimo de frutas e hortaliças não envolve nenhum tipo de tratamento térmico que possa assegurar a inativação dos microorganismos presentes na matéria-prima ou incorporados durante o processamento, via manipulação, equipamentos, utensílios e ambiente. Nesse contexto, a adoção de procedimentos eficazes de higiene é imprescindível.

Neste capítulo são descritas as etapas de processamento mínimo e as recomendações técnicas de higiene e sanitização na cadeia produtiva de frutas e hortaliças minimamente processadas, contemplando aspectos relacionados à

matéria-prima, manipuladores, equipamentos e utensílios, ambiente, qualidade de água, bem como a forma de controle e avaliação dos procedimentos para assegurar a qualidade e a segurança dos produtos.

2. Fluxograma do processamento mínimo de frutas e hortaliças

O fluxograma do processamento mínimo de frutas e hortaliças é estabelecido de acordo com a particularidade de cada produto. Cada etapa requer a adoção de práticas higiênico- sanitárias eficientes, para garantir que os perigos sejam controlados e se produza um alimento seguro. A Associação Internacional dos Produtores de Minimamente Processados (IFPA, 2001) propôs um fluxograma geral para frutas e hortaliças minimamente processadas (Figura 1).

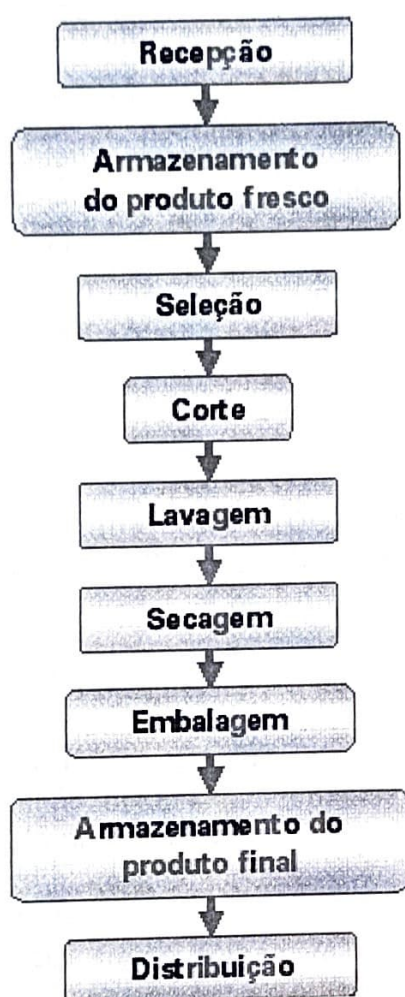


Figura 1. Fluxograma geral para frutas e hortaliças minimamente processadas (IFPA, 2001).

Para adequar esse fluxograma para frutas e hortaliças de forma geral, devem ser acrescentadas etapas como pré-lavagem, sanitização da matéria-prima e descascamento. As recomendações higiênico-sanitárias foram estabelecidas pelo Comitê de Higiene de Alimentos do Codex Alimentarius, no documento *"Proposed draft code of hygienic practice for pre-cut fruits and vegetables"* (www.codexalimentarius.net). Tal documento estabelece definições, produção primária, "layout" de equipamentos, controle das operações, higiene pessoal, transporte, informação do produto e treinamento.

3. Recomendações técnicas de manuseio dos produtos antes e depois do processamento

As principais recomendações higiênico-sanitárias e a sua importância para cada etapa da produção de frutas e hortaliças minimamente processadas são discutidas a seguir.

3.1 Recepção da matéria-prima

A contaminação de frutas e hortaliças pode ser originada da planta, a partir das sementes ou do ambiente de produção. O histórico de uso do solo onde as frutas e hortaliças são produzidas é um fator geralmente ignorado. Por exemplo, áreas de produção com a presença de animais domésticos e selvagens são mais contaminadas por patógenos (BRACKETT, 1999). Além de microorganismos, a matéria-prima carrega também impurezas como pêlos, pedras, metais, insetos e outras.

Por isso a matéria-prima deve ser recebida em local externo à área de processamento, para que esta não seja contaminada. Nesta fase, recomenda-se uma lavagem inicial dos produtos com água corrente, para remoção das impurezas.

3.2 Armazenamento do produto fresco

Frutas e hortaliças devem ser armazenadas em câmaras frias, com temperatura entre 5°C e 10°C, ajustada para cada tipo de produto, até o seu processamento. Os produtos devem ser acondicionados em caixas limpas, previamente lavadas e higienizadas.

3.3 Seleção

A matéria-prima deve ser selecionada de forma a minimizar a contaminação da área de processamento. Para frutas, a seleção baseia-se no descarte de produtos injuriados, machucados e impróprios para o processamento por estarem verdes ou iniciando o estágio de senescência. Para hortaliças, devem-se eliminar os materiais impróprios para o consumo e partes não processáveis, como folhas velhas, talos, raízes e inflorescências deterioradas. Devem-se ainda separar as hortaliças de acordo com as características de forma, tamanho e peso, para facilitar o manuseio durante o processamento. Recomenda-se que a seleção seja realizada em mesas de aço inoxidável, limpas e sanitizadas.

3.4 Pré-lavagem e lavagem

Para frutas, a pré-lavagem é realizada com jatos de água corrente. Recomenda-se este procedimento principalmente para goiabas e cantaloupes, já que não passam pela lavagem com detergentes. A lavagem com detergente neutro diluído a 2% durante três minutos é recomendada para frutas como abacaxi,

carambola, mamão, manga, melancia e melão, com exceção do cantaloupe. A lavagem deve ser efetuada com constante agitação da água ou com auxílio de esponja, para facilitar a remoção das impurezas.

Para hortaliças, a lavagem deve ser realizada em tanques de aço inoxidável, com água corrente e depois em solução com detergente apropriado, em concentrações previamente estabelecidas, de acordo com a hortaliça e conforme a recomendação do fabricante. Recomenda-se que as hortaliças fiquem imersas em tanques com a solução detergente e que a mesma seja trocada pelo menos de quatro a seis vezes ao dia. Após a lavagem, as hortaliças devem ser enxaguadas até a remoção completa do detergente.

3.5 Sanitização da superfície

Esta etapa é recomendada para frutas, que carregam em sua superfície microorganismos que podem contaminar o produto durante o descascamento. A Food Drug Administration (FDA), Agência de Alimentos e Drogas dos Estados Unidos da América, em seu regulamento 21 C.F.R. § 173.315, aprova o uso de hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio, ácido peracético e ozônio como sanitizantes para frutas e hortaliças frescas e minimamente processadas (FDA, 2002).

Dentre os sanitizantes, os compostos clorados têm sido os mais usados entre processadores de frutas. A concentração e o tempo de permanência do composto clorado dependem das características das frutas e da intensidade de remoção desejada dos microorganismos, embora a Associação Internacional dos Produtores de Minimamente Processados sugira a concentração de 200 mg/L em pH 6,5, em tempo a ser estabelecido pelo processador (IFPA, 2001).

Para a sanitização de manga, abacaxi, mamão, carambola e melão, recomenda-se a concentração de 200 mg/L por cinco minutos (BASTOS *et al.*, 2000). Para goiabas, é recomendada a concentração de 150 mg/L por cinco minutos (MATTIUZ *et al.*, 2001). Para cantaloupes, a recomendação é de 1.000 mg/L por dez minutos. A solução de sanitização deve estar à temperatura de 15°C, com pH ajustado para 6,5, para que aumente a eficiência do cloro.

O ácido peracético também é uma alternativa para a sanitização de frutas, na concentração de 60 mg/L, durante dez minutos.

3.6 Descascamento e corte

A etapa de descascamento aplica-se principalmente às frutas. Existem métodos de corte e descascamento mecânico na escala industrial, mas esses métodos devem ser avaliados em função da injúria que podem causar às frutas, que em geral favorece a entrada de microorganismos deterioradores e patógenos. O método manual é o mais recomendado, por produzir menos injúrias. Para raízes e tubérculos, devem-se usar, preferencialmente, descascadores manuais, que

devem ser previamente limpos e sanitizados. Para batata e cenoura, pode ser usado o processo de descascamento por abrasão.

As frutas geralmente são comercializadas na forma de cubos, fatias ou rodela, dependendo das características de cada uma. Para hortaliças, naturalmente, são outras formas. A alface, por exemplo, pode ser comercializada em folhas intactas ou fatiadas manualmente. Couve, acelga e repolho são comercializados fatiados. Os floretes dos brócolis e da couve-flor são separados manualmente. Vagens são picadas manualmente ou em cortadores manuais. E a cenoura e a beterraba geralmente são preparadas em fatias, cubos e palitos ou raladas.

Independentemente da forma de descascamento ou corte, nessas operações os manipuladores, equipamentos e utensílios são as principais fontes de contaminação. Os manipuladores devem seguir as normas de boas práticas de fabricação. E os equipamentos e utensílios devem ser higienizados e sanitizados conforme recomendações apropriadas.

3.7 Enxágüe e sanitização

Após o corte, as hortaliças são lavadas primeiramente em água a 4°C e circulante, para o resfriamento do produto e a retirada de suco celular resultante do corte (primeiro enxágüe). Em seguida, devem ser sanitizadas por imersão em água gelada e clorada, contendo entre 150 mg/L e 200 mg/L de cloro residual total e pH 6,5, durante cinco a dez minutos. Posteriormente, as hortaliças são imersas novamente em água gelada e clorada com 3 mg/L de cloro residual total por mais cinco minutos, para a retirada do excesso de cloro (segundo enxágüe).

Para as frutas, não é necessário o enxágüe. Geralmente os produtos passam apenas por uma sanitização, que também é chamada de enxágüe, em que as frutas cortadas são imersas em soluções cloradas por um tempo determinado. Recomendações de sanitização variam de acordo com a fruta. Para mamão e abacaxi, recomendam-se 20 mg/L por dois minutos (SARZI, 2002). Para manga, 5 mg/L por dois minutos. Para melão, 5-10 mg/L por um minuto (BASTOS *et al.*, 2000). Para goiaba, 20 mg/L por dois minutos (MATTIUZ *et al.*, 2001). E para carambola, 10 mg/L por dois minutos (TEIXEIRA *et al.*, 2001).

Os utensílios e caixas devem ser higienizados e sanitizados conforme as recomendações apropriadas. A água deve atender aos padrões de potabilidade. Os manipuladores devem também tomar as medidas necessárias de higiene e sanitização.

3.8 Centrifugação / Drenagem

Estas operações têm como objetivo remover o excesso de líquido aderido aos produtos durante as etapas anteriores. A centrifugação é usada somente

para hortaliças, com centrífugas industriais, por um período de três a dez minutos, dependendo do produto, do equipamento e da quantidade de líquido que se deseja retirar do produto.

Para frutas, imediatamente após a segunda sanitização faz-se a drenagem, mediante o uso de peneiras. A remoção pode ser comprovada pela diferença de peso do produto antes e após a sanitização. O tempo ideal para a drenagem de frutas minimamente processadas, como abacaxi, manga, goiaba e melão, é de um a três minutos.

Os equipamentos e utensílios usados nessas etapas devem ser higienizados e sanitizados, e a água deve atender aos padrões de potabilidade.

3.9 Seleção

A seleção aplica-se somente às hortaliças. As folhosas (alface, repolho e acelga) e as inflorescências (brócolis e couve-flor) devem passar por nova seleção, retirando-se os pedaços de folhas com defeitos e as impurezas resultantes do processamento que não foram eliminadas na pré-seleção. Nesta etapa, todos os utensílios e mesas devem estar higienizados e sanitizados. Os manipuladores devem usar luvas, máscaras e aventais, conforme as boas práticas de fabricação estabelecidas pelos processadores.

3.10 Embalagem

A embalagem protege os produtos contra danos e contaminação por microorganismos. Entretanto, no caso de frutas, se a embalagem não for definida de acordo com as características de cada fruta, microorganismos poderão se desenvolver no produto final. A empresa processadora deve fazer uma seleção prévia de fornecedores de embalagem. Nesta etapa, as recomendações de controle higiênico-sanitário aplicam-se a manipuladores, equipamentos, utensílios e ao ambiente.

3.11 Armazenamento

O armazenamento do produto final, pronto para ser comercializado, é feito em câmaras frias. Os produtos devem ser mantidos sob temperatura em torno de 5°C até a sua distribuição e com umidade relativa ajustada de acordo com as características de cada produto. As câmaras devem ser de material lavável, higienizadas e sanitizadas constantemente, para prevenir possíveis contaminações.

3.12 Distribuição

Os produtos devem ser acondicionados em embalagens secundárias e a distribuição deve ser realizada em temperatura de refrigeração, entre 5°C e 7°C.

4. Recomendações específicas para os manipuladores

As pessoas que colhem, armazenam, transportam e preparam as frutas e as hortaliças minimamente processadas muitas vezes são responsáveis por diversas contaminações com microorganismos alteradores e patogênicos. Manipuladores que estejam infectados ou colonizados por microorganismos patogênicos podem contaminar as frutas e hortaliças diretamente, tocando-as, ou por transmissão cruzada, transferindo os patógenos de um produto higienizado para outro em fase inicial de preparação. A movimentação de pessoal aumenta os riscos de contaminação microbiana no ambiente de processamento, particularmente a ocorrência de bactérias, especialmente *S. aureus*, estreptococos, micrococos e outros microorganismos associados à respiração, ao intestino, aos cabelos e à pele.

Após recrutamento e entrevista, os manipuladores selecionados devem submeter-se a exames médicos para avaliar as suas condições de saúde, evitando-se assim que sejam contratadas pessoas portadoras de doenças contagiosas. Uma vez contratado, o manipulador deve receber os treinamentos básicos, essenciais para a manipulação de alimentos.

4.1 Asseio corporal

As mãos do manipulador ou da manipuladora requerem cuidados. Não devem ter adornos como alianças, anéis, pulseiras e relógios. As unhas devem ser cortadas curtas e não podem ter esmalte.

A água para higienização das mãos deve ser acionada por meio de pedal; a pia não deve ter torneira convencional. No local da higienização deve ter detergente para mãos, escova de cerdas macias para as unhas, solução sanitizante para mãos e papel-toalha. As torneiras com abertura manual são inadequadas, pois podem re-infectar as mãos que já foram higienizadas, no momento de fechá-las.

Para evitar riscos de contaminação, as mãos devem ser lavadas sempre que tocar qualquer parte da cabeça (orelhas, nariz, olhos, boca, espinhas), após o uso de lenço para assoar o nariz e após o uso de sanitários.

Ainda, devem-se lavar as mãos nas seguintes situações, antes de tocar frutas e hortaliças já higienizadas: após manipulação de frutas e hortaliças em fase de seleção e preparação inicial; após tocar caixas contaminadas durante o descarregamento dos produtos ou da matéria-prima; após toque em sapatos, objetos caídos no chão, avental, uniforme, roupas sujas, materiais de limpeza (esfregões, vassouras, panos), maçanetas de portas de refrigeradores e outros objetos que possam oferecer risco de contaminação.

As pessoas devem ser treinadas para, durante a produção de alimentos, lavar as mãos em qualquer situação em que haja possibilidade de contaminação cruzada. Por isso, as instalações para higienização das mãos nos locais onde há pré-

preparo, preparo e distribuição de alimentos devem estar facilmente acessíveis e abastecidas de água potável, sabão, escova para unhas e papel-toalha.

4.2 Higienização das mãos

Sugere-se o procedimento duplo de higienização de mãos. Primeiramente, usa-se escova para unhas, sabão e enxágüe. Depois, usa-se novamente sabão, enxágüe e o procedimento é finalizado com o enxugamento das mãos. O procedimento duplo integral pode ser adotado nas seguintes condições: i) sempre que houver troca de função; ii) após o uso de sanitários; iii) após executar limpeza de sanitários e locais infectados; e iv) ao entrar na área de processamento. Apenas a segunda fase, sem escovas, pode ser adotada nas outras situações.

A lavagem adequada das mãos é feita da seguinte maneira: i) acionar o pedal para liberar a água, que deve escorrer de preferência a 7,5 litros por minuto, à temperatura de cerca 25°C; ii) colocar as mãos, o antebraço e a escova sob o fluxo de água, para molhar generosamente a superfície (Se tiver muita impureza, esfregar as mãos removendo-a ao máximo, facilitando a ação do sabão.); iii) aplicar de meia a uma colher de chá (2,5 mL a 5 mL) do detergente para mãos na escova; iv) esfregar e ensaboar a superfície das mãos com as cerdas da escova sob o fluxo de água, particularmente a palma da mão, entre os dedos, a pele da superfície, o antebraço e ao redor e debaixo da unha, fazendo espuma (Esta operação deve demorar quinze segundos, tempo para a ação do sabão.); v) enxaguar abundantemente até que toda a espuma de sabão seja removida das mãos e da escova; vi) colocar a escova em local seguro, com as cerdas para cima, de forma a facilitar a secagem; vii) aplicar meia colher de chá (2,5 mL) de detergente na palma das mãos, lavar com água suficiente para fazer espuma, esfregando as palmas e a pele das mãos, os dedos e o antebraço; viii) enxaguar abundantemente, removendo toda a espuma; ix) aplicar solução sanitizante para mãos; x) secar as mãos e os braços com papel-toalha; e xi) descartar o papel-toalha em lixeira com pedal, sem tocar o vasilhame. Deve ser garantido o abastecimento de sabão, sanitizante e papel-toalha durante toda a jornada de trabalho. O papel-toalha deve ser de cor branca, com a melhor qualidade microbiológica possível.

4.3 Avaliação das condições higiênico-sanitárias das mãos

A higienização das mãos dos manipuladores deve ser controlada com análises microbiológicas. O procedimento será considerado adequado quando resultar nos seguintes índices microbiológicos, expressos em UFC/mão: contagem de aeróbios mesófilos, < 10.000; coliformes totais, < 1.000; coliformes fecais, < 100 e *Staphylococcus aureus*, < 100.

Essas contagens são recomendadas quando se usa a técnica "swab" para a coleta de microorganismos. Neste caso, a haste do "swab" tem 12 cm de comprimento e o algodão hidrófilo tem 2,5 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro. Usa-se o "swab" esterilizado e inicia-se a coleta com "swab" umedecido em solução tampão fosfato, friccionando o algodão três vezes na mão a partir do

punho e em direção a cada um dos dedos. Em seguida, também a partir do punho, fricciona-se o algodão do mesmo "swab" entre os dedos, retornando ao punho.

Os microorganismos coletados são transferidos para um tubo contendo 10 mL de tampão fosfato, adicionado de agentes neutralizantes, para inativar possíveis resíduos de agentes sanitizantes. Para produtos à base de cloro e iodo, usa-se como agente neutralizante 0,25% de tiosulfato de sódio, e no caso de produtos à base de amônia quaternária, usam-se 2% de lecitina. Em seguida, plaqueiam-se diluições adequadas para meios de cultura e incubam-se as placas nas condições apropriadas para cada microorganismo: ágar para contagem total e 32°C por quarenta e oito horas, para mesófilos aeróbios; ágar VRB e 37°C por vinte e quatro horas, para coliformes totais; e ágar Baird-Parker e 30°C por vinte e quatro horas, para *Staphylococcus aureus*. Os resultados são expressos em UFC/mão.

5. Controle do ar no ambiente de processamento

O ar dos locais de processamento entra em contato com as frutas e hortaliças durante as diversas etapas de manipulação, armazenagem, processamento e embalagem. Por isso, deve ser dada atenção especial à possibilidade de o ar servir de veículo para microorganismos patogênicos, comprometendo a segurança do alimento.

Muitas vezes a veiculação aérea dos microorganismos é subestimada, o que leva a contagens microbiológicas muito acima das recomendações e à condenação de ambientes de processamento por condições higiênicas inadequadas. Contagens microbianas dez ou cem vezes maiores do que os níveis recomendados podem ser encontradas em áreas empoeiradas, como em locais onde vegetais com detritos de terra são processados.

Microorganismos presentes em aerossóis podem ser transportados como células isoladas ou aglomerados, em partículas sólidas ou líquidas. As fontes de aerossóis podem ser a atividade do pessoal, os drenos dos pisos, os sistemas de ventilação, a comunicação entre salas distintas, produtos que caem sobre o piso e os sistemas de transporte de água, principalmente quando esta é usada sob pressão (SALUSTIANO, 2002).

A atividade das pessoas aumenta a quantidade de microorganismos no ambiente. A microbiota do ar é constituída de células vegetativas de bactérias, especialmente *S. aureus*, estreptococos, micrococos e outras. Os drenos para escoamento no piso contribuem para aumentar os níveis de bioaerossóis, quando a água espirra ou forma bolhas. A população microbiana no interior dos drenos forma aerossóis pelo deslocamento de ar devido ao fluxo de água.

Os sistemas de ventilação podem contribuir para a contaminação microbiológica. O tipo e a instalação dos equipamentos de ventilação são fatores importantes na qualidade do ar. O fluxo de ar pode conduzir microorganismos e

contribuir para a sua disseminação por todo o ambiente. No entanto, um sistema de ventilação eficiente pode auxiliar no controle da qualidade microbiológica, da temperatura e da umidade relativa do ar-ambiente (HAYES, 1995; SALUSTIANO, 2002).

Em muitas situações, a contaminação de produtos por bioaerossóis ocorre em função do transporte de microorganismos de áreas adjacentes à linha de processamento. Esse transporte depende do gradiente de concentração de microorganismos e de fatores como ventilação, gradiente de temperatura e turbulência do ar no espaço de comunicação entre salas (SALUSTIANO, 2002).

Dependendo das condições ambientais, a dimensão dos bioaerossóis varia de $0,1\mu\text{m}$ a mais de $100\mu\text{m}$ de diâmetro. Isso provoca um comportamento aerodinâmico diferenciado, o que influencia sobremaneira a difusão e a deposição de partículas, que podem ser bactérias, fungos filamentosos, leveduras, esporos, antígenos, toxinas, vírus, pólen das plantas e material fecal.

5.1 Controle da microbiota ambiental

A microbiota dos locais de processamento de frutas e hortaliças pode ser controlada por meio da desinfecção química, que requer o emprego de germicida que alcance facilmente os bioaerossóis. Por essa razão, sanitizantes na forma de gás ou névoa fina são os mais efetivos. Dentre esses agentes químicos, encontram-se produtos comerciais à base de cloro, como o hipoclorito de sódio e as cloraminas orgânicas, e, também, produtos cujos princípios ativos são o ácido peracético, as quaternárias de amônio e o digluconato de clorhexidina.

A sanitização do ar dos locais de processamento deve ser efetuada com água potável, com o emprego de pulverizador, e em concentrações adequadas que respeitem a forma de aplicação e as dosagens preconizadas pelos fabricantes. Um procedimento geral para a sanitização do ar nesses locais é proposto a seguir.

Preparar as soluções sanitizantes diluídas, contendo 100 mg/L de cloro residual livre ou entre 45 mg/L e 60 mg/L de ácido peracético ou entre 700 mg/L e 1200 mg/L de amônia quaternária ou, ainda, entre 1.000 mg/L e 2.000 mg/L de digluconato de clorhexidina. Transferir a solução selecionada para o pulverizador e aplicar meio litro por 30m^3 com pressão de 9 Kgf/cm^2 . (Quanto mais fina a gotícula do sanitizante, mais eficiente o resultado.) Iniciar a aplicação apontando o esguicho do pulverizador para o alto, da esquerda para direita, em posição contrária à saída do recinto.

A aplicação poderá ser feita após o término do expediente ou em intervalo de trabalho, quando as atividades do setor são reduzidas. Aguardar trinta minutos antes de iniciar a atividade de processamento. Esse procedimento deve ser usado pelo menos uma vez por semana, ou de acordo com as necessidades. O aplicador / manipulador deve usar equipamento de proteção individual: máscara, óculos de

segurança, luvas de borracha, macacão e botas de borracha antiderrapante. A sanitização do ar deve ser monitorada por meio de análises microbiológicas.

5.2 Avaliação da microbiota do ar

A qualidade microbiológica do ar pode ser avaliada por vários métodos. A sedimentação simples e a impressão em ágar são os métodos mais freqüentemente adotados e permitem a utilização tanto de meios seletivos quanto não-seletivos para a determinação de microorganismos presentes nos bioaerossóis (SVEUM *et al.*, 1992). O método de sedimentação é aplicado por meio da exposição, por quinze minutos, da placa de Petri (91 mm de diâmetro) contendo meios de cultura adequados à determinação do grupo ou espécie microbiana desejada.

Os amostradores (impressão em ágar) que sugam o ar e imprimem as partículas através dos orifícios em meios de cultura podem ser de um ou de múltiplos estágios, ou seja, com uma placa ou uma série de placas de metal, com orifícios igualmente dispostos e sucessivamente menores. As placas em série permitem que partículas menores sejam coletadas nos estágios finais, devido ao aumento da velocidade do ar, fornecendo também a informação da distribuição das partículas em função de suas dimensões.

Considera-se um ambiente em condições adequadas de higiene quando a contagem de bactérias aeróbias mesófilas é igual ou inferior a 100 UFC/cm²/semana, usando-se a técnica da sedimentação simples, ou igual ou inferior a 90 UFC/m³, usando-se o método da impressão em ágar por meio de amostrador de ar.

O ar dos locais de processamento deve ser avaliado uma vez por mês, com uma das técnicas sugeridas. Além disso, é importante a adoção de medidas preventivas como: impedir a entrada de pássaros, intensificar a freqüência de higienização e de manutenção do aparelho de ar condicionado e mudar o "layout" interno, melhorando o fluxo de ar dentro da área de processamento.

6. Cuidados com os equipamentos e utensílios

As superfícies que entram em contato com as frutas e hortaliças devem ser adequadamente higienizadas, de forma a não incorporar contaminações de origem física, química ou microbiológica. Os equipamentos e utensílios usados na agroindústria são de aço inoxidável, como centrífugas para a remoção do excesso de água do material cortado, descascadores, mesas, tanques, boleadores, cubetadores e a lâmina de facas. Ou são de polipropileno, como tábuas para corte, cabos de facas, monoblocos e caixas.

A higienização correta inclui as etapas de pré-lavagem, uso de detergentes, enxágüe e sanitização. Deve-se usar água de boa qualidade, dentro dos padrões legais vigentes, e detergentes neutros, principalmente à base de agentes tensoativos. Os sanitizantes podem ser físicos, como água quente e vapor, ou

químicos, como os compostos clorados, iodados e de amônia quaternária, ácido peracético e clorhexidina. As condições higiênicas das superfícies são avaliadas por meio visual ou de contagem de microorganismos. Atualmente tem aumentado o uso da técnica do ATP-bioluminescência para avaliação das condições higiênicas das superfícies de equipamentos e utensílios.

6.1 Procedimento geral de higienização e sanitização de equipamentos

Nas agroindústrias de frutas e hortaliças minimamente processadas são aplicados os métodos de higienização manual e por imersão, não havendo procedimentos de higienização automatizados.

6.2 Preparo de soluções

As soluções de limpeza devem ser preparadas a partir de detergente neutro que não afete os manipuladores, adquirido de empresas idôneas, diluindo-o conforme recomendação do fabricante.

As soluções diluídas de sanitizantes químicos podem ser preparadas a partir de produtos comerciais concentrados disponíveis no mercado. Podem ser usadas soluções de hipoclorito de sódio ou de cloraminas orgânicas, na concentração de 100 mg/L de cloro residual total, devendo o pH situar-se em torno de 7,0. Soluções iodadas devem ser preparadas a partir de iodóforo, na concentração de 12,5 mg/L de iodo residual livre.

Em caso de higienização manual, o iodóforo deve ser formulado com ácido acético e acetato de sódio, para que a solução diluída apresente um pH em torno de 6,0. Se a higienização for efetuada por imersão, o iodóforo pode ser formulado com ácido fosfórico, com o pH da solução próximo de 3,0. Podem ser usadas, ainda, as soluções de amônia quaternária, na concentração de 400 mg/L e pH 9,0, ou de ácido peracético formulado com ácido peroctanóico, a 60 mg/L e pH 2,0, e clorhexidina, na concentração de 1.000 mg/L e pH 6,0. As soluções diluídas devem ser preparadas em água potável, à temperatura entre 20°C e 25°C.

6.3 Pré-lavagem

Esta operação é para retirar o excesso de impurezas e deve ser feita com água à temperatura entre 35°C e 40°C, para a remoção mecânica dos resíduos solúveis.

6.4 Lavagem com detergente

Se a higienização for manual, esfregar a superfície vigorosamente com escovas de cerdas macias ou de fibras, embebidas no detergente. Evitar esponjas e escovas com cerdas de aço. Se o método de higienização for por imersão, colocar os utensílios ou partes desmontáveis dos equipamentos em solução-detergente por trinta minutos.

6.5 Enxágüe

O enxágüe é para a remoção do detergente. Deve ser feito com água na temperatura entre 20°C e 25°C. Resíduos na superfície podem comprometer a sanitização, pela inativação do princípio ativo dos sanitizantes ou pela contaminação dos produtos processados com agentes químicos detergentes.

6.6 Secagem

Após o enxágüe, os equipamentos devem ser postos a secar naturalmente (preferencialmente) ou devem ser enxugados com um pano apropriado. Armazenar em local seco e protegido de respingos, poeiras, insetos e de outras fontes de contaminação.

6.7 Sanitização

Esta etapa do procedimento é fundamental e visa a diminuição do número de microorganismos nas superfícies de contato com produtos e a eliminação dos patógenos. A sanitização deve ser feita imediatamente antes do uso dos equipamentos e utensílios, com uma das soluções químicas preparadas conforme anteriormente indicado.

No método manual, um pano de limpeza, limpo, é embebido em solução sanitizante e friccionado na superfície dos utensílios. No método de imersão, utensílios e partes pequenas de equipamentos são imersas na solução durante vinte minutos.

6.8 Exemplos específicos de higiene e sanitização

O fatiador de legumes, conhecido como "robot coupe", deve ser higienizado da seguinte forma: i) desligar o aparelho; ii) desparafusar como indicado pelo fabricante – geralmente no sentido horário – e remover o disco de corte; iii) retirar, com o auxílio de uma escova de cerdas médias, todo resíduo aderido e colocar o disco em solução detergente, para soltar as impurezas; iv) esfregar o corpo do equipamento, interna e externamente, com fibra embebida em solução detergente; v) enxaguar, removendo toda espuma visível; e vi) banhar o corpo do equipamento em solução sanitizante. Os discos dos equipamentos geralmente são de alumínio e por isso não devem ser usados produtos clorados para sanitização.

A higienização de pás de aço inoxidável ou de altileno, tabuleiros e bandejas pode ser efetuada assim: i) lavar em água corrente, removendo o excesso de impureza aderida; ii) esfregar manualmente toda a superfície com o auxílio de fibra embebida em solução detergente; iii) enxaguar em água corrente; iv) colocar os utensílios menores imersos em solução sanitizante por quinze a vinte minutos; v) deixar secar naturalmente; vi) guardar em local seco, protegido de poeira, respingos, insetos e outras fontes de contaminação.

As caixas de plástico e monoblocos são higienizados da seguinte maneira: i) lavar em água corrente, removendo o excesso de impureza solúvel aderida; ii) colocar em imersão em solução detergente; iii) esfregar toda a superfície com o auxílio de uma escova de cerdas duras embebida em solução detergente; iv) enxaguar em água corrente até a remoção dos resíduos; v) colocar os recipientes maiores imersos em solução sanitizante por quinze a vinte minutos; vi) deixar secar naturalmente; vii) guardar em local seco e protegido de poeira, respingos, insetos e outras fontes de contaminação.

A higienização do aparelho de ar condicionado deve ser feita conforme descrição a seguir.

Frente de plástico e gabinete: i) embeber um pano de limpeza em solução de água morna (temperatura máxima de 45°C) e detergente neutro; ii) enxaguar com pano úmido e deixar secar naturalmente. Importante: não usar escovas e fibras, pois riscam a superfície do aparelho, nem outro produto químico como ácidos, alcalinos e álcool, e também não jogar água diretamente sobre a frente de plástico do aparelho. Frequência de limpeza: uma vez por semana.

Filtros de ar: i) desligar o aparelho; ii) retirar o filtro da maneira como indicada para o modelo do aparelho; iii) lavar o filtro em água morna (temperatura máxima de 45°C) e detergente neutro; iv) enxaguar em água corrente; v) deixar secar à sombra; vi) recolocar o filtro na posição original. Frequência de limpeza: uma vez por mês, ou semanalmente em ambientes poluídos. Os trocadores de calor deverão ser limpos pelo menos uma vez por ano, ou mais frequentemente em locais onde for maior a concentração de poeira. A limpeza deve ser feita por pessoal técnico especializado.

Filtro de ar obstruído reduz a capacidade do condicionador, torna inadequada a climatização, congela o trocador de calor e aumenta o consumo de energia. O aparelho não pode ser posto para funcionar sem o filtro de ar, porque a poeira se instalará nos componentes internos e prejudicará o seu funcionamento. Há modelos que oferecem garantia de um ano contra defeitos de fabricação e de material e garantia de três anos contra corrosão do gabinete, desde que instalado a quinhentos metros da orla marítima ou de locais de alta concentração de compostos salinos, ácidos ou alcalinos e operado em condições normais de uso e de serviço.

7. Higienização da estrutura física e de ambientes

O teto do local de processamento de frutas e hortaliças raramente é higienizado e por isso mesmo deve ser de material pouco poroso, que não acumule poeira ou facilite a proliferação de fungos filamentosos. O teto contribuirá com a contaminação se permitir a condensação de água, que pode gotejar sobre as frutas e hortaliças prontas para consumo. É preferível fazer a limpeza imediatamente se houver respingos acidentais, pois estes podem servir de substratos para o crescimento de microorganismos.

As paredes devem ser revestidas de azulejos preferencialmente até o teto, ou pelo menos até a altura mínima 1,80 m. Devem ser limpas diariamente ao final de cada jornada de trabalho, removendo impureza e respingos.

Uma vez por semana, devem ser limpas todas as paredes do teto ao chão, a fim de evitar a proliferação microbiana e o acúmulo de impurezas. Para a higiene e sanitização, preparar as soluções detergentes e sanitizantes em recipiente adequado. Embeber um esfregão ou esponja ou fibra na solução detergente e esfregar, iniciando pelas partes mais altas das paredes e descendo até o piso. Enxaguar com o auxílio de uma mangueira ou balde.

A sanitização pode ser executada de várias maneiras: i) aplicando a solução sanitizante com um pano limpo, enrolado em vassoura previamente lavada e sanitizada; ii) aplicando a solução sanitizante com um pano limpo, usando apenas as mãos; iii) aplicando a solução sanitizante com auxílio de esguicho. Após a aplicação, deixar secar naturalmente.

O piso deve ser de material resistente a choque, a peso e à ação química de detergentes e sanitizantes. As canaletas devem estar estrategicamente colocadas em volta dos tanques, pias, mesas de corte e equipamentos, para evitar empoçamento de água no chão e manter a área de processamento seca. As grades das canaletas devem ser lisas e de preferência de aço inoxidável, que são mais fáceis de higienizar. O piso deve ser higienizado diariamente ao fim de cada jornada de trabalho ou tão logo alimentos e outros resíduos caiam no chão. As canaletas devem ser higienizadas pelo menos uma vez por dia.

Para a higienização do piso, soluções de detergente e sanitizante devem ser preparadas em recipientes adequados. Inicialmente, deve ser removida toda a impureza com auxílio de uma vassoura e uma pá. Devem-se levantar os estrados, equipamentos menores, cadeiras, tamboretas, carros de transporte, deixando o máximo de área livre. Remover as grades das canaletas e apanhar inclusive as que estiverem no interior das mesmas. Colocar as impurezas em sacos de lixo e levar para local apropriado. Espalhar a solução detergente em uma faixa do piso, trabalhando por áreas, e esfregar os cantos com o auxílio de uma vassoura do tipo piaçava.

Remover a espuma (formada com a assepsia), com o auxílio de um rodo, para a canaleta mais próxima e enxaguar com um pano enrolado em um rodo embebido em água, repetindo a operação até a completa remoção da espuma. Jogar água limpa com auxílio de um balde em direção à canaleta mais próxima. Cuidado adicional: os "sprays" de água, quando dirigidos ao chão e canaletas, podem formar aerossóis que propiciarão a suspensão de microorganismos, que, se depositados sobre os alimentos acondicionados, poderão alterá-los. A higienização do piso da maneira como sugerida evita esse problema.

A higienização total do ambiente deve seguir uma seqüência: primeiro o teto, depois a parede, o piso e finalmente as canaletas.

8. Qualidade da água

A água usada nas agroindústrias de processamento mínimo de frutas e hortaliças deve atender aos padrões de potabilidade da Portaria 1.469 do Ministério da Saúde, publicada em 2000. Em qualquer indústria de alimentos, a água é considerada matéria-prima, recebendo atenção especial quanto ao uso correto. Além de potável, a água requer tratamentos específicos em função do uso e um programa eficiente de monitoramento.

Mais de dois mil contaminantes já foram detectados em água não tratada. Cerca de setecentos e quarenta deles também em água potável. Na impossibilidade de execução de um número tão elevado de análises, a legislação se fundamenta em um conjunto de testes que indicam a qualidade da água em uso. A legislação preconiza a análise de cerca de noventa itens, que abrangem as principais categorias de contaminantes.

As análises organolépticas compreendem os testes de turbidez, sabor, odor e temperatura. O grupo de análises relacionadas aos riscos à saúde humana abrange metais pesados, pesticidas, solventes orgânicos, nitratos, nitritos e microorganismos patogênicos. Indicadores de possibilidade de formação de depósitos, de incrustações e de processos corrosivos em superfícies também devem ser avaliados, dentre eles: cobre, ferro, zinco, cálcio, sulfatos, sílica, bicarbonatos, ácido carbônico e oxigênio. Indicadores de poluição como a presença de amônia, *idem*. Finalmente, as análises microbiológicas avaliam a qualidade higiênico-sanitária da água por meio da contagem de mesófilos aeróbios e de coliformes totais e fecais.

Geralmente órgãos governamentais brasileiros adotam metodologias analíticas propostas pela American Public Health Association (APHA) (GREENBERG *et al.*, 1992). Planos de amostragem consideram os pontos de coleta e a frequência dos testes, que devem ser suficientes para avaliar a qualidade da água sem perda de tempo e não onerosos.

A água usada em agroindústrias no processamento de frutas e hortaliças normalmente é originária de sistemas de abastecimento público ou recebe tratamentos convencionais como sedimentação com agentes flocculantes, decantação, filtração e desinfecção, no próprio estabelecimento processador. Qualquer que seja a origem, a água deve ser monitorada.

Quando a indústria é recém-instalada e na ocorrência de mudanças drásticas no sistema de tratamento e de distribuição, ou, ainda, de poluição ambiental devido a acidentes, a água deve ser submetida a uma avaliação completa, envolvendo todas as análises exigidas pela Portaria 1.469, do Ministério da Saúde. Por outro lado, a agroindústria deve estar atenta ao envio, obrigatório, por exigência da legislação vigente, de amostras de água para análises periódicas em laboratórios oficiais ou credenciados pelos órgãos governamentais. A agroindústria deve estabelecer, ainda, as análises de água a

serem monitoradas pelo seu controle de qualidade interno, definindo locais de coleta, especificações, metodologias analíticas e planos de amostragem, dentre outras necessidades.

A definição dessas análises depende das características da agroindústria e da origem e do histórico da qualidade da água usada. A seguir se encontram algumas sugestões de análises, que deverão ser ajustadas de acordo com o nível tecnológico da agroindústria (Tabela 1).

Tabela 1. Sugestões de análises para o controle interno de qualidade da água usada em agroindústrias de frutas e hortaliças minimamente processadas.

Análises	Especificação	Frequência
pH	6,5-85	Semanal
Cor	2 mg/L Pt.Co	Semanal
Sabor e odor	Ausente	Semanal
Turbidez	<1,0 UNT	Semanal
Acidez	5-20 mg/L, expresso em CaCo ₃	Mensal
Alcalinidade	10-50 mg/L, expresso em CaCo ₃	Mensal
Dureza	< 60 mg/L, expresso em CaCo ₃	Mensal
Cloretos	< 50 mg/L, expresso em NaCl	Mensal
Ferro	0,3 mg/L, expresso em Fe ⁺⁺	Mensal
Nitrito	Ausência	Mensal
Cloro residual livre	0,2-1,0 mg/L, expresso em Cl ₂	Diária
Contagem de mesófilos aeróbios	< 500 UFC/mL	Semanal
Coliformes fecais	<2 NMP/100mL	Semanal

UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez

As amostras deverão ser coletadas em um ponto anterior à chegada da água ao reservatório principal e em um outro ponto dentro da área de processamento. As metodologias analíticas são as preconizadas pelo "Standard methods for examination of water and wastewater" (GREENBERG *et al.*, 1992).

9. Referências bibliográficas

ALZAMORA, S. M.; TAPIA, M. S.; LÓPEZ-MALO, A. **Minimally processed fruits and vegetables: fundamental aspects and applications.** Maryland: An Aspen Publication, 2000. 360 p.

BASTOS, M. S. R; SOUZA FILHO, M. S. M; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; BORGES, M. F. Processamento mínimo de abacaxi e melão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 89-94.

BRACKETT, R. E. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 305-311, 1999.

DONADON, J. R. **Produtos minimamente processados de mangas 'Tommy Atkins', 'Keitt' e 'Parvin'**. 2001. 67 f. Monografia (Trabalho de graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, 2001.

FDA – FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Secondary direct food additives permitted in food for human consumption**. Code of federal regulations. Title 21 – Foods and Drugs. v. 3. Revised in april-2002. Part 173. Section 173.315. 2000. Disponível em: <<http://www.accessdata.fda.gov/>>. Acesso em: 12 mar. 2003.

GREENBERG, A. E.; CLESCERI, L. S.; EATON, A. D. (Ed.). **Standard methods examination of water and wastewater**. 18 ed. Washington: APHA, 1992.

HAYES, R. P. **Food microbiology and hygiene**. 2nd ed. London: Chapman & Hall, 1995. 516 p.

IFPA – INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry**. 4th ed. Washington, DC, EUA, 2001. 213 p.

MATTIUZ, B. H.; DURIGAN, J. F., SARZI, B. Aspectos fisiológicos de goiabas 'Pedro Sato' e 'Paluma' submetidas ao processamento mínimo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001. CD-ROM.

SALUSTIANO, V. C. **Avaliação da microbiota do ar de ambientes de processamento em uma indústria de laticínios e seu controle por agentes químicos**. 2002. 48 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2002

SARZI, B. **Conservação de abacaxi e mamão minimamente processados: associação entre o preparo, a embalagem e a temperatura de armazenamento**. 2002. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, 2002.

SVEUM, W. H.; MOBERG, L. J.; RUDE, R. A.; FRANK, J. F. Microbiological monitoring of the food processing environment. In: VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. (Eds.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3rd ed. Washington: APHA, 1992. p. 51-74.

TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B. H.; ALVES, R. E.; SILVA, J. A. A. Suscetibilidade ao escurecimento de sete genótipos de carambola (*Averrho carambola* L). In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4, 2001, Campinas. **Livro de resumos...** Campinas, SP: UNICAMP, 2001. 295 p.