

Frutas Minimamente Processadas: Aspectos de Qualidade e Segurança



ISSN 1677-1915

Dezembro, 2006

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 103

Frutas Minimamente Processadas: Aspectos de Qualidade e Segurança

Maria do Socorro Rocha Bastos

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici

CEP 60511-110 Fortaleza, CE

Caixa Postal 3761

Fone: (85) 3299-1800

Fax: (85) 3299-1803

Home page: www.cnpat.embrapa.br

E-mail: negocios@cnpat.embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Francisco Marto Pinto Viana*

Secretário-Executivo: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Membros: *Janice Ribeiro Lima, Andréa Hansen Oster, Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior, José Jaime Vasconcelos Cavalcanti, Afrânio Arley Teles Montenegro, Ebenézer de Oliveira Silva.*

Supervisor editorial: *Marco Aurélio da Rocha Melo*

Revisores de texto: *Maria Emília de Possídio Marques e José Ubiraci Alves*

Normalização bibliográfica: *Ana Fátima Costa Pinto*

Foto da capa: *Maria do Socorro Rocha Bastos*

Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*

1ª edição

1ª impressão (2007): 200 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).

CIP - Brasil. Catalogação-na-publicação

Embrapa Agroindústria Tropical

Bastos, Maria do Socorro Rocha

Frutas minimamente processadas: aspectos de qualidade e segurança/ Maria do Socorro Rocha Bastos - Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2006.

59 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 103).

ISSN 1677-1915

1. Fruta - Processamento mínimo - Qualidade. 2. Segurança alimentar - Gerenciamento. I. Título. II. Série.

CDD 664

© Embrapa 2006

Autor

Maria do Socorro Rocha Bastos

Eng. de Alimentos, D.Sc., Embrapa Agroindústria
Tropical, Rua Dra. Sara Mesquita 2.270, Pici,
CEP 60511-110, Fortaleza, CE
tel.: (85) 3299-1800
E-mail: sbastos@cnpat.embrapa.br

Apresentação

Nos últimos anos, os consumidores estão mais preocupados com a escolha dos alimentos. As frutas despontam hoje como uma das alternativas mais procuradas para compor a mesa do consumidor, visto que estão associadas ao apelo da saúde. A variedade de frutas existente no mercado é ampla, podendo gerar vários produtos tanto em nível industrial como artesanal.

Com o aumento do consumo de frutas, surge a preocupação por mais qualidade e garantia da segurança dos consumidores, visto que são alimentos provenientes do campo e que passam por várias etapas desde sua produção até seu consumo. A qualidade e a segurança são exigências do mercado consumidor, sendo importante assegurar esses fatores em toda a cadeia produtiva.

Dentre os segmentos de produtos derivados de frutas, destacam-se aqueles minimamente processados. Eles são definidos como alimentos frescos, cujos tecidos são de células vivas, sendo essa característica uma condição para assegurar o frescor dos alimentos.

Os produtos minimamente processados têm sido desenvolvidos para o mercado internacional e para vendas a varejo em supermercados e lojas de conveniência. São produtos vivos e que necessitam de procedimentos que garantam a qualidade e a segurança para que sejam mantidas suas características nutricionais e sensoriais e que não apresentem riscos à saúde do consumidor.

Lucas Antonio de Sousa Leite

Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução	9
Processamento Mínimo de Frutas	10
Qualidade de Frutas Minimamente Processadas	14
Microbiologia de Frutas Minimamente Processadas	21
Origens da Microflora de Frutas Minimamente Processadas	29
Etapas do Processamento Mínimo e sua Relação com a Segurança Microbiológica	33
Ferramentas para o Gerenciamento da Segurança Alimentar de Frutas Minimamente Processadas	43
Rastreabilidade como Fator de Segurança Alimentar	49
Conclusão	51
Bibliografia Consultada	53

Frutas Minimamente Processadas: Aspectos de Qualidade e Segurança

Maria do Socorro Rocha Bastos

Introdução

A necessidade de armazenar alimentos por períodos mais prolongados, prevenindo contaminações de origem química, microbiológica e infestação de insetos, por meio de tecnologias mais modernas, tem tido impacto em relação à segurança de produtos alimentícios.

A epidemiologia das doenças causadas por microrganismos presentes em alimentos tem mudado, e isso é atribuído a fatores como, aumento da população suscetível a doenças, mudanças no comportamento alimentar, além do aparecimento de microrganismos emergentes e reconhecidos como patógenos que estão envolvidos na produção, processamento e distribuição de alimentos.

Historicamente, a segurança dos alimentos tem sido amplamente discutida, em razão do crescente número de casos de surtos de doenças e da importância desse fator no comércio internacional de alimentos. Para minimizar esses problemas, têm-se desenvolvido as Boas Práticas, criando-se novos parâmetros para produção e processamento de alimentos. Esses parâmetros têm sido regulamentados por organizações com vistas à segurança alimentar e à saúde pública.

O comércio internacional de produtos frescos tem crescido em relação ao volume de grãos e muitos desses produtos requerem maiores cuidados, em razão dos perigos associados à segurança alimentar. Frutas e vegetais são alimentos essenciais na dieta humana. Nas duas últimas décadas, as pesquisas em nutrição humana têm mostrado que uma dieta bem balanceada e rica em frutas e vegetais promove boa saúde e pode reduzir o risco de certas doenças.

O aumento da popularidade de frutas minimamente processadas tem sido atribuído aos benefícios causados à saúde, associados a produtos com características próximas ao estado fresco e, ainda, com as tendências atuais do mercado em relação ao consumo de alimentos prontos para comer. Os alimentos minimamente processados são produzidos com a aplicação das ciências básicas de alimentos, com o apoio da tecnologia e da engenharia.

Apesar dos benefícios derivados de uma alimentação rica em frutas e vegetais, a segurança desses produtos frescos e minimamente processados tem sido discutida, em razão da incidência de microrganismos patogênicos como veículos de algumas doenças.

Nesse sentido, todos os elos da cadeia produtiva de frutas minimamente processadas devem adotar procedimentos de qualidade e segurança em seus sistemas de produção, a fim de garantir a inocuidade desses alimentos.

Processamento Mínimo de Frutas

O consumo de frutas proporciona importantes benefícios à saúde, com implicações diretas na qualidade de vida. Os benefícios são amplamente divulgados e, freqüentemente, as frutas são indicadas como excelentes aliadas da medicina preventiva e, até mesmo, curativa. Nesse sentido, a mídia se encarrega de estimular o consumo de frutas, sobretudo na forma in natura.

As tendências de consumo estão mudando, e alimentos com qualidade e com atributos próximos aos produtos frescos são demandados. No entanto, a mudança no agronegócio está ligada à investigação do comportamento do consumidor e sua tendência futura, procurando-se entender as implicações que esses novos hábitos têm no negócio e, ainda, realizando-se as adequações necessárias. Assim, observa-se que, no Brasil, a população tem apresentado uma maior expectativa de vida, com alto nível de urbanização, crescente participação feminina no mercado de trabalho, aumento do número de pessoas que moram sozinhas e maior distância entre os locais de trabalho e as moradias. Todos esses fatores têm levado a um atendimento mais personalizado das necessidades do consumidor, com embalagens menores e produtos mais convenientes.

Entretanto, os requerimentos do consumidor estão baseados em um alimento seguro, nutritivo, saudável, mais natural, fresco, com alta qualidade e mais conveniente. Para atender às expectativas do consumidor, os processadores trabalham com uma intensidade menor no processamento, redução de aditivos sintéticos, uso de sistemas de preservação mais natural, baixos níveis de açúcar, gorduras e sal e, ainda, a redução/eliminação de microrganismos deterioradores e patogênicos. Nesse sentido, surge o moderno conceito de minimamente processado.

Os termos “fresh-cut” ou minimamente processado têm sido empregados para definir frutas e hortaliças “frescas”, comercializadas limpas e pré-preparadas, pré-cortadas e parcialmente processadas. O resultado de tais procedimentos são produtos convenientes e frescos, que podem ser preparados e consumidos em menos tempo.

A Associação Internacional dos Produtores de Minimamente Processados (IFPA, 2001) os define como frutas ou hortaliças que são modificadas fisicamente, mas que mantêm o seu estado fresco. Assim, é um produto fresco, tornado conveniente, com qualidade e garantia de sanidade.

Frutas Minimamente Processadas são produtos que mantêm seus atributos e qualidade similares ao produto fresco. Trata-se de um alimento fresco e

com os tecidos das células ainda vivos, características necessárias para requerer o frescor dos alimentos.

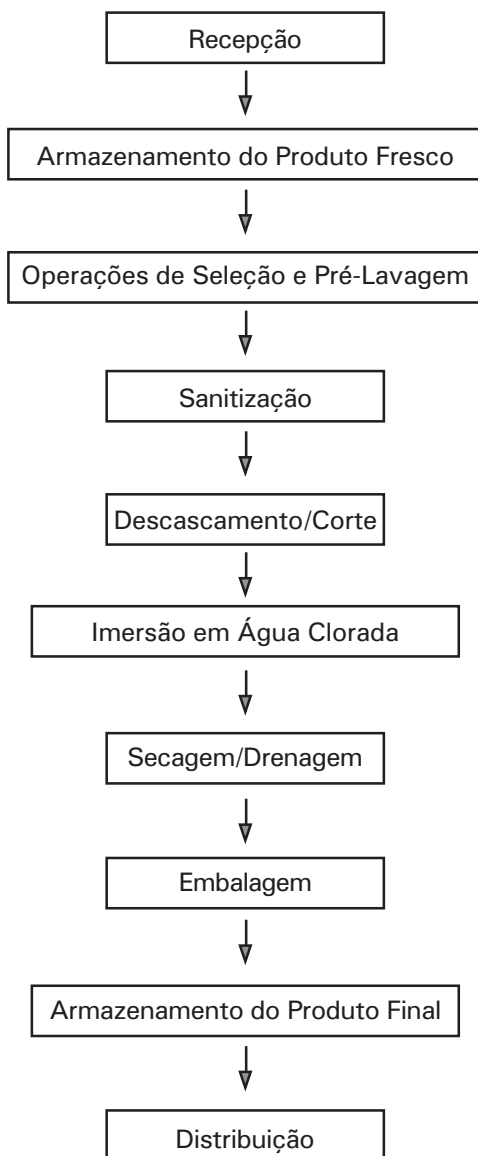
Os frutos e hortaliças minimamente processados foram introduzidos nos Estados Unidos há, aproximadamente, 30 anos e ganharam fatia considerável no mercado. Na França, foram introduzidos em 1980, registrando-se aumento na produção de 400 toneladas, em 1985, para 35.000 toneladas em 1989. No Brasil, a utilização desses produtos é bastante recente. Foram introduzidos nos anos 90 por empresas atraídas pelas novas tendências de mercado, atingindo, principalmente, hotéis, restaurantes, lanchonetes e redes de supermercados.

Os produtos minimamente processados têm sido desenvolvidos para atender ao mercado de conveniência de saladas, sopas e pizzas, bem como para vendas a varejo, principalmente em supermercados. Nos países desenvolvidos, cerca de 70% desses produtos são utilizados em cozinhas industriais, “fast-foods” e restaurantes, por serem práticos e apresentarem qualidade nutricional e sensorial elevada. As frutas minimamente processadas são demandadas, principalmente, por consumidores individuais, em razão da mudança de estilo de vida e das tendências associadas à saúde. Em geral, as frutas já apresentam uma sinalização positiva no mercado por apresentarem potencial de comercialização e aceitação por parte do consumidor.

Nos Estados Unidos, os produtos minimamente processados são responsáveis pelas maiores vendas nas lojas de conveniência nos últimos dez anos. A indústria de varejo e as lojas de conveniência venderam em torno de 10 bilhões de dólares e não existem sinais negativos para essas tendências. No Brasil, esse mercado vem se ampliando e pesquisas nessa área têm confirmado essa tendência.

Pode-se citar a potencialidade das frutas prontas para o consumo, em produtos como mamão cortado em cubos, manga em fatias, morango limpo e sem pedúnculo, melancia em pedaços, melão em cubos ou cilindros, citros descascados ou em gomos e abacaxi, kiwi e goiaba em rodela.

O fluxograma de Frutas Minimamente Processadas consiste nas seguintes etapas básicas:



Todas as operações de processamento mínimo de frutas devem ser realizadas sob higiene rigorosa e em ambiente climatizado, de preferência de 10 °C a 12 °C. Entretanto, cada fruta a ser trabalhada tem suas peculiaridades, fazendo-se necessário adequar o fluxograma para as características de cada uma.

Dentre as características que diferem as frutas destacam-se os aspectos fisiológicos, tamanho, forma e, principalmente, a expectativa do cliente ao consumi-la. Quando cortadas, as frutas apresentam mudanças fisiológicas associadas às injúrias mecânicas ou ferimento dos tecidos vegetais, reduzindo sua vida útil. Elas, geralmente, são muito mais perecíveis no processamento do que intactas, sendo sua conservação bastante crítica, porque são submetidas a severos estresses físicos advindos, principalmente, do descascamento e corte. Em razão do estresse sofrido pelos tecidos e, conseqüentemente, pelas reações bioquímicas e alterações de origem microbiológica, as frutas minimamente processadas requerem procedimentos de qualidade e segurança em todo seu processamento.

Qualidade de Frutas Minimamente Processadas

Qualidade de frutas minimamente processadas é uma combinação de atributos, que determinam seu valor para o consumidor. Parâmetros de qualidade incluem aparência, textura, "flavour" e valor nutritivo.

A aparência da fruta é um fator visual e inclui tamanho, forma, cor, brilho, ausência de defeitos e de sinais de deterioração. Os defeitos podem ser originados antes da colheita, resultantes de danos por insetos, doenças, pássaros e chuvas, injúrias químicas e manchas. Os defeitos pós-colheita podem ser morfológicos, físicos, fisiológicos e patológicos. Dentre esses defeitos, o escurecimento dos tecidos é um dos mais indesejáveis e depende da concentração dos compostos fenólicos e da atividade das polifenoloxidasas. Em maçãs, o escurecimento aumenta o aroma adocicado e o "flavour" de caramelo.

Em minimamente processados, para evitar o escurecimento, tem sido recomendada a utilização de inibidores, como lactato de sódio e de cálcio; entretanto, eles podem conferir ao produto um leve sabor amargo.

Muitos fatores influenciam a qualidade das frutas pré-cortadas, inclusive as condições de crescimento e as práticas culturais, a cultivar utilizada, o ponto de colheita, os métodos de colheita e manuseio, os padrões de inspeção, assim como a duração e as condições do armazenamento.

Os fatores pré-colheita que mais influenciam na qualidade das frutas são os tipos de cultivares, os fatores climáticos, a maturação e o amadurecimento. Cada tipo de fruta possui suas próprias características, que devem ser cuidadosamente observadas por produtores e processadores, para assegurar a garantia e a qualidade em toda a cadeia. Fatores climáticos, como a temperatura, influenciam no metabolismo de nutrientes minerais pelas plantas, em razão do aumento da transpiração por altas temperaturas, enquanto a localização e a estação onde as plantas são cultivadas podem determinar o teor de ácido ascórbico, carotenos, riboflavina, tiamina e flavonóides. O tipo de solo, adubação, irrigação e fertilização influenciam no suprimento de água e nutrientes para as plantas, podendo afetar a qualidade nutricional e a colheita da planta. A maturação dos frutos está relacionada com a mudança no “flavour” e na textura, conduzindo a um estado comestível e, com isso, apropriado para o consumo e a industrialização. O amadurecimento é a fase em que o fruto se encontra completamente maduro, tornando-se mais palatável, pois os sabores e odores específicos se desenvolvem a partir do teor de açúcares e da acidez.

Para o melão, os fatores pré-plantio são diferentes para cada variedade, o manejo de água, a adubação, o tratamento fitossanitário e o manejo cultural não são, necessariamente, iguais para todas as variedades. O melão com qualidade, geralmente, é produzido em solos de textura média e de boa fertilidade natural.

A colheita dos frutos, antes do período da maturação ideal, provoca uma queda na qualidade, principalmente no que diz respeito ao teor de açúcar.

Em melão *Cantaloupe*, observa-se que durante o período de colheita, se os frutos permanecerem no campo, devido à liberação do etileno, eles podem acelerar o amadurecimento dos outros. Os indicadores e procedimentos de colheita indicam a qualidade do fruto e seu valor de mercado. Para o conteúdo de sólidos solúveis, recomenda-se a faixa de 9 °Brix a 13 °Brix; em relação à firmeza da polpa, esta pode variar de 22 N a 40 N. Os valores para esses indicadores dependem de cada variedade. A cor e o aspecto da casca não devem ser considerados índices isolados. A cor deve estar associada ao conteúdo de sólidos solúveis e à firmeza da polpa. Em face das diversas variedades, os fatores pré-plantio e os indicadores de colheita devem ser observados para atender às exigências do mercado.

O abacaxi deve ser colhido quando estiver no ponto ideal de maturação, ou seja, com as melhores características para o consumo. Esses parâmetros devem ser estabelecidos em cada região, pois eles são condicionados por fatores locais específicos. O mamão deve ser colhido no estágio de maturação indicado pela coloração amarela de 50% a 75% da casca. As mangas devem ser colhidas no ponto de maturação denominado “de vez”. A casca deve ser lisa, brilhante e apresentar a coloração verde-amarelada. Também, as goiabas devem ser colhidas no estágio de maturação denominado “de vez”, correspondente à coloração verde-mate, considerado o ponto ideal para a comercialização e para o consumo.

As frutas destinadas a processamento mínimo devem ser transportadas nas primeiras horas da manhã, de forma cuidadosa, evitando-se grandes impactos no trajeto, para que não sofram perda de qualidade. O melão, dependendo da variedade, tem mais resistência e, assim, pode ser transportado depois de algum tempo após a colheita. Para isso, ele deve ficar em local ventilado ou em câmaras frias. Entretanto, no caso do *Cantaloupe*, o transporte para a unidade de beneficiamento deve ser realizado após a colheita, visto que esse fruto é climatérico e seu comportamento fisiológico é diferente dos demais, tornando-se menos resistente. Já no caso do abacaxi, o transporte para o local de processamento não deve superar 24 horas após a colheita.

Geralmente, os produtos minimamente processados são mais perecíveis do que quando intactos, em razão do severo estresse físico a que são submetidos durante o descascamento e o corte. Esses danos mecânicos levam ao aumento do metabolismo, com conseqüente aumento na taxa respiratória e na produção de etileno. O aumento na respiração de frutas minimamente processadas, tais como: melões, abacaxis, mamões e goiabas, ocorre, principalmente, na primeira hora após o processamento.

A forma adequada de descasque e de corte das frutas é condição para minimizar a transferência de microrganismos da superfície para o interior da fruta. O descasque e o corte de frutas para o processamento mínimo são feitos, geralmente, pelo método manual ou mecânico.

A necessidade de uso do método mecânico, geralmente utilizado em escala industrial, precisa ser avaliada devido à intensidade de danos causados nas frutas, pois se apresenta como uma porta de entrada para muitos microrganismos deterioradores, que comprometem a qualidade do produto, e de patógenos que causam problemas de saúde pública. Para minimizar esses problemas, recomenda-se utilizar o método manual. Para se obter melhor resultado, os cortes devem ser feitos em ambiente climatizado, utilizando-se facas com lâminas afiadas e de inox, previamente sanitizadas.

Aumento na produção de etileno após o corte tem sido relatado, principalmente, para frutas climatéricas, como melão *Cantaloupe*. As taxas de produção de etileno para o *Cantaloupe* (fruto intacto) são de 40-80 $\mu\text{L/kg h}$ a 20 °C e para pré-cortados, de 7-10 $\mu\text{L/kg h}$, a 5 °C. *Cantaloupes* são sensíveis à resposta de etileno exógeno e podem apresentar problemas durante a armazenagem e distribuição, principalmente quando pré-cortados (Suslow et al., 2002).

O tipo de corte (rodela, cubos, etc.) é escolhido pelo próprio processador, conforme a fruta, para minimizar danos. O abacaxi, por exemplo, deve ser cortado em rodela ou rodela pela metade, enquanto a manga em cubos. No caso do mamão e da goiaba, sugere-se que as pontas sejam eliminadas e que o fruto seja cortado de forma longitudinal, para a retirada das sementes. Faz-se, em seguida, o corte no formato final.

Em experimentos com melões *Cantaloupe* minimamente processados, verificou-se que os tipos de cortes com lâminas de aço inoxidável, com maior e menor poder cortante podem afetar a aparência e outros atributos de qualidade. O corte do melão com lâminas de maior poder cortante resultou numa vida de prateleira maior do produto em relação ao que foi cortado com lâminas de menor poder cortante. A cor do produto cortado com a lâmina de menor poder cortante foi modificada para laranja-escuro (baixo valor de L) após a preparação, e esses valores decresceram após a estocagem. A taxa de respiração e a produção de etileno decresceram durante a estocagem. O melão armazenado a 5 °C não foi afetado pelo tipo de lâmina em relação à respiração. Enquanto o que foi colocado a 10 °C e foi cortado com a lâmina de menor poder cortante teve aumento na taxa de respiração imediatamente após o processamento e após sete dias de estocagem. A produção de etileno decresceu durante a estocagem. Entretanto, os autores desse trabalho citaram que melões cortados com a lâmina de menor poder cortante apresentaram aumento de 10% no tempo zero, e de 30% no sexto dia de estocagem, quando comparados aos que sofreram corte com lâmina de maior poder cortante (Portela & Cantwell, 2001).

O corte dos tecidos, também, aumenta as atividades enzimáticas, resultando em rápida perda de ácido ascórbico pelos produtos minimamente processados; esse ácido pode ter sido oxidado por uma série de mecanismos químicos e bioquímicos, que são responsáveis pela perda de sua atividade vitamínica e pela formação de pigmentos escuros.

Além das etapas de descascamento e corte, a limpeza, a lavagem e a drenagem dos frutos, para o processamento mínimo, exercem papel importante na qualidade do produto final. As frutas que chegam nas unidades processadoras carregam solo, lama e outras sujidades que devem ser cuidadosamente retiradas. Dependendo do tipo de fruta, essa etapa é realizada somente com água corrente e/ou com detergente neutro. Recomenda-se lavagem com detergente para abacaxi e goiaba, enquanto para melão utiliza-se somente água corrente.

A segunda lavagem, geralmente realizada após a retirada das sujidades do campo, deve ser feita com sanitizantes e tem como objetivo uma maior

redução da carga microbiana da casca. Recomenda-se, para essa etapa, a utilização de cloro, ozônio, ácidos orgânicos e luz ultravioleta, enquanto outros trabalhos citam etanol em água de lavagem, como também a utilização de peróxido de hidrogênio, para reduzir a contaminação inicial de microrganismos.

Cloro é largamente usado para desinfecção de frutas e vegetais. O uso desse composto é recomendado em “packing houses” durante a lavagem, resfriamento e transporte, com a finalidade de controlar as doenças pós-colheita desses produtos.

A água, contendo de 50 mg/L a 200 mg/L de cloro, é amplamente utilizada para sanitizar frutas e hortaliças frescas, bem como produtos minimamente processados em escala comercial. No entanto, a atividade do cloro depende de condições tais como carga inicial de microrganismos, pH da água, tipo de produto, presença de matéria orgânica e concentração da forma ativa.

Algumas frutas minimamente processadas após o corte são submetidas à etapa de enxágüe com sanitizante, cujo objetivo é reduzir a carga microbiana que pode ser adquirida durante a manipulação. As frutas, geralmente, são imersas em uma solução aquosa com sanitizante por um tempo pré-estabelecido. Atualmente, a concentração e o tempo para o rinse têm sido relatados por alguns autores. Em trabalhos com melão minimamente processados, essa etapa é realizada com sanitizante à base de cloro em concentrações de 50 ppm/30 seg. Recomendações são encontradas para mamão e abacaxi (20 mg/L/2 min); manga (5mg/L /2 min); melão (10 mg/L/1min), goiaba (20 mg/L/2 min) e carambola (10 mg/L/2 min).

A drenagem de frutos e vegetais minimamente processados constitui outra etapa que afeta a qualidade do produto. O excesso de água no produto acondicionado resulta em rápido desenvolvimento de microrganismos deterioradores, principalmente na interface do filme utilizado na embalagem. Para vegetais minimamente processados, recomenda-se o uso da centrifugação. Para frutas, esse procedimento não pode ser adotado por proporcionar injúrias mecânicas, reduzindo, assim, a qualidade do produto final.

Atualmente, existem poucas informações na literatura sobre o tempo ideal de drenagem para frutas minimamente processadas, mas são recomendados de dois a três minutos para abacaxi, manga, goiaba e melão.

Em adição às etapas de sanitização, descascamento e corte e enxágüe, durante o processamento mínimo de frutas, devem-se selecionar a embalagem ideal de acordo com as características das frutas, armazenar em temperaturas entre 4 °C e 7 °C e adotar as boas práticas de fabricação.

Embalagens plásticas são utilizadas no mercado de frutas minimamente processadas, a exemplo de filmes monocamadas de polietileno (PE), polipropileno (PP), misturas de polietileno e copolímero de etileno e acetato de vinila e laminados de diversos materiais plásticos. Desses materiais são exigidas permeabilidade apropriada a gases, para uso em atmosfera modificada, resistência ao rasgo e à perfuração, boas características de impressão associadas a aspectos que agregam conveniência ao consumidor. A embalagem com atmosfera modificada, para frutas minimamente processadas, é uma barreira para reduzir as taxas de deterioração. Embalagens com filmes também reduzem a perda de água das superfícies cortadas.

Frutas e vegetais minimamente processados com alto pH ($> 4,6$) e atividade de água ($> 0,85$) são altamente perecíveis, quando não são submetidos a processos de preservação, o que os leva a indesejáveis mudanças biológicas e bioquímicas. Baixas temperaturas têm sido utilizadas para preservar a qualidade desses produtos. Portanto, o armazenamento a frio retarda alguns processos bioquímicos, tais como, reações relacionadas às enzimas e inibe crescimento de vários microrganismos. Porém, alguns microrganismos continuam a crescer em baixas temperaturas, como os psicrotópicos, afetando diretamente o “flavour”, a textura e a qualidade do fruto.

Além dos fatores citados anteriormente em relação à qualidade da matéria-prima, o controle das etapas de processamento, a manutenção das temperaturas na cadeia de frios das indústrias até as gôndolas dos supermercados

têm sido citados como aspectos importantes para prevenir as perdas de qualidade e as toxinfecções alimentares causadas pelos produtos, cada vez mais freqüentes. A busca incessante da qualidade, seja na produção, transporte, armazenamento e consumo de alimentos, é fator primordial na competição entre as empresas desse mercado.

Esse novo segmento de mercado está em ascensão, entretanto sabe-se que é de fundamental importância o conhecimento da fisiologia das frutas e dos microrganismos que podem ser carregados por elas, sejam eles deterioradores ou patogênicos. Assim, é necessário que, em toda cadeia produtiva de frutas minimamente processadas, sejam adotadas ações para garantir a qualidade e segurança desses produtos.

Microbiologia de Frutas Minimamente Processadas

O interesse público em relação à segurança alimentar tem aumentado em razão do número crescente e da gravidade das doenças transmitidas pelos alimentos. Em geral, pode-se considerar que alimentos seguros significam risco zero, porém um produtor de alimentos deve sempre buscar o risco aceitável. As análises de riscos dos alimentos, considerando a possível flutuação de temperatura durante a comercialização, são complexas, devido às características biológicas desses produtos, no que diz respeito à flora microbiana.

A maioria das frutas e hortaliças em seu estado natural é susceptível à esporulação de microrganismos a uma taxa que depende de vários fatores, intrínsecos ou extrínsecos. Tais produtos se enquadram no grupo de alimentos ácidos ($4,0 > \text{pH} < 4,5$) ou alimentos muito ácidos ($\text{pH} < 4,0$), restringindo o crescimento de patogênicos. De acordo com o Nguyen-The & Carlin (1994), o baixo pH do suco de laranja causou eliminação de *L. monocytogenes*, mas *Salmonella typhimurium* sobreviveu e cresceu em sucos de maçãs com pH igual ou superior a 3,7.

Entretanto, frutas minimamente processadas, com valor de $\text{pH} > 4,6$ e $a_w > 0,85$ são consideradas altamente perecíveis quando não são submetidos a processos de preservação que diminuam as reações biológicas e bioquímicas indesejáveis. Nesse grupo, são incluídos melões *Cantaloupe* ($\text{pH } 6,2\text{-}6,9$) e melancia ($\text{pH } 5,2\text{-}5,7$), que são bons substratos para desenvolvimento de patógenos, como *Salmonella* e *E. coli* O157: H7.

A influência das mudanças de pH durante as operações de processamento mínimo tem sido estudada para vegetais, enquanto para frutas essas investigações ainda são reduzidas, pois mesmo para as frutas mais ácidas alguns microrganismos podem se adaptar, facilitando, assim, sua sobrevivência. Apesar de o pH ser um indicativo do tipo de microrganismo que vai se desenvolver em frutas minimamente processadas, a combinação de barreiras é importante e pode garantir maior segurança ao produto.

Frutas tornam-se contaminadas com microrganismos ainda na planta, no campo, durante a colheita e o transporte para o mercado e durante o processamento e a embalagem. As frutas, principalmente as que crescem junto ao solo, apresentam inevitavelmente os mesmos microrganismos de onde estão sendo cultivados, com uma estimativa de 10^9 UFC/g. A microbiota de minimamente processados é geralmente a mesma carregada do campo, caracterizando-se pela presença de *Pseudomonas* spp., *Erwinia herbicola* e *Enterobacter agglomerans*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactobacillus* spp. e leveduras que são encontradas principalmente em frutas. O gênero *Pseudomonas*, geralmente, é responsável por 50% a 90% da população microbiana de vegetais.

Apesar de o índice de doenças causadas por frutas ser menor em comparação aos produtos de origem animal, frutas e vegetais frescos, sucos de frutas não pasteurizados e frutas minimamente processadas têm sido relatados como veículos de surtos alimentares. Muitos microrganismos patógenos, parasitas e vírus têm sido isolados de frutas e vegetais frescos. Entretanto deterioradores, bolores e leveduras são dominantes.

O processamento mínimo favorece a contaminação de alimentos por microrganismos deterioradores e patogênicos, em razão do manuseio e do

aumento das injúrias dos tecidos, que podem diminuir a qualidade e o tempo de vida útil do produto, por acelerar mudanças degradativas durante a senescência. Dessa forma, os microrganismos encontram condições para proliferar, sendo influenciados pelo metabolismo do tecido da planta e pela atmosfera modificada no interior da embalagem. A proliferação microbiana deve ser retardada, para garantir a segurança e a aceitabilidade do produto.

Além desses fatores, outros são responsáveis pela contaminação de frutas minimamente processadas; dessa forma, cada etapa da cadeia de produção será discutida, em razão da segurança desses produtos.

Microrganismos importantes em frutas minimamente processadas

Microrganismos deterioradores

Microrganismos deterioradores são aqueles capazes de degradar os alimentos. São produtores de compostos voláteis durante seu metabolismo, causando características sensoriais desagradáveis. Esses alimentos, geralmente, não causam toxinfecções, mas se apresentam com qualidade indesejável para o consumidor.

Os microrganismos deterioradores mais encontrados em frutas minimamente processadas são *Pseudomonas* spp., *Erwinia herbícola*, *Enterobacter agglomerans* e as bactérias do ácido láctico, tais como: *Leuconostoc mesenteróides* e *Lactobacillus* spp., bolores, leveduras, alguns vírus e parasitas.

Microrganismos patogênicos

Frutas minimamente processadas têm sido associadas a surtos de toxinfecções alimentares causados por patógenos, que ocasionalmente podem fazer parte da microflora desses produtos. Historicamente, os alimentos que são mais susceptíveis à presença de patógenos são os de origem animal. Entretanto, atualmente, frutas in natura e minimamente processadas têm sido fonte de agentes microbianos, inclusive patógenos.

Os patógenos que estão diretamente associados a frutas e vegetais minimamente processados são: *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Shigella*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Staphylococcus aureus*, *Campilobacter*, *Vibrio* Species, *Virus* e *parasitas*.

Uma pesquisa sobre segurança de produtos frescos foi realizada pela Food and Drug Administration (FDA), em março de 1999, com mais de 1.000 amostras, importados pelos Estados Unidos de 21 países. Dentre os produtos estavam brócolis, *Cantaloupe*, aipos, alfaces, morangos e tomates, os quais foram coletados e analisados para *Salmonella* e *E. coli* O157: H7. Com exceção de morangos e alfaces, os demais produtos também foram analisados para *Shigella*. De 1.003 amostras, 96% não estavam contaminadas por nenhum dos patógenos. Quarenta e quatro amostras (4% do total do número amostrado) estavam contaminadas por *Salmonella* (35) e *Shigella* (8). Das 151 amostras de *Cantaloupe*, onze foram positivas, das quais oito para *Salmonella* e três para *Shigella*. Das 143 amostras de morangos apenas uma foi positiva para *Salmonella*.

Dentre os alimentos identificados com alto risco, incluem-se produtos refrigerados e minimamente processados como saladas. *Listeria* tem sido isolada de saladas mistas de vegetais pré-embaladas, como alfaces e pepinos cortados, e ainda, em frutas como tomates e *Cantaloupes*, e tem sido associada a surtos de listeriose em alguns países. Entretanto, esses surtos estão associados com frutas inteiras e não minimamente processadas.

A maioria dos surtos de listeriose tem sido atribuída a hortaliças. Em dezembro de 2000, uma fábrica de saladas da Geórgia fez um *recall* de suas saladas de repolhos e brotos, em razão da suspeita de contaminação por *Listeria monocytogenes*. Em março de 2001, o *recall* foi realizado em maçãs minimamente processadas.

Frutas podem ser contaminadas com algumas dessas espécies no campo ou, ainda, por meio da água e do pessoal envolvido na colheita. *E. coli* O157: H7 tem sido reconhecida em anos recentes como patógeno responsável por surtos de origem alimentar, incluindo produtos frescos.

A *E. coli* O157: H7 difere da maioria das outras linhagens já que se multiplica pouco ou não se multiplica a 44 °C. Esse microrganismo é capaz de crescer em temperatura abaixo de 8 °C e é tolerante a pH ácido. Flutuações na temperatura de estocagem de pré-cortados, incluindo *Cantaloupes* e outros melões, podem propiciar oportunidade de sobrevivência para esse microrganismo, criando um risco à saúde pública.

Nos Estados Unidos, nos três últimos anos, quatro surtos de *E. coli* O157: H7, foram epidemiologicamente associados com o consumo de cidra de maçã não pasteurizada (CDC, 1997). Em agosto de 1993, um outro surto foi associado com *E. coli* O157: H7 encontrada em *Cantaloupe* e melancia.

A maioria dos surtos infecciosos por *E. coli* entero-hemorrágica foi causada por linhagens O157: H7. Entretanto, pelo menos dez surtos causados por outras linhagens foram relatados no Japão, Alemanha, Itália, Austrália e nos Estados Unidos, envolvendo de 5 a 234 pessoas e, para a maioria delas, não foi detectada a origem da infecção.

Produtos frescos podem ser infestados com o uso de água de irrigação contaminada, uso de adubos frescos como fertilizantes, transferência de insetos e contato humano. Espécies de *Shigella* sobrevivem em frutas em pedaços, como melancia e mamão, em temperaturas abaixo da refrigeração. Frutas e vegetais processados têm sido relacionados com surtos de shigelose. Saladas de vegetais, *Cantaloupe* e batatas são exemplos desses produtos.

Salmonella está entre o relato mais freqüente de surto de gastroenterite nos Estados Unidos. Em 1999, um surto de salmonelose envolveu 300 pessoas que consumiram cidra de maçã não pasteurizada. Produtos frescos podem ser contaminados ainda no campo por meio de adubo, de água contaminada e, ainda, por contato humano.

Vários surtos de salmoneloses originados de frutas, principalmente melões *Cantaloupes*, têm sido relatados pelo Centro de Controle de Doenças dos Estados Unidos e Canadá (CDC, 1991). Em 1990, o surto foi causado por *Salmonella chester*, o qual afetou 245 indivíduos, com duas mortes, em 30 estados. Os melões eram provenientes do México e da Guatemala.

Em junho e julho de 1991, mais de 400 casos de salmoneloses foram confirmados pelos laboratórios; *Salmonella poona* foi o serotipo para esses casos ocorridos em 23 estados americanos e no Canadá. Nesse caso, o *Cantaloupe* foi consumido em salada de frutas e os pesquisadores atribuíram essa contaminação ao fato de as saladas ficarem por várias horas à temperatura ambiente. Após investigações, concluíram que os melões contaminados vinham do Rio Grande Valley, no Texas. Em resposta a esse surto, a FDA conduziu uma pesquisa microbiológica e isolou serotipos de *Salmonella* em 1% das amostras coletadas de *Cantaloupe* e melancia.

Em 1997, um surto ocorrido na Califórnia foi associado a *Salmonella saphra*, onde 25 pessoas foram afetadas. Em 1998, ocorreu em Ontário e foi associado a *Salmonella* Oranienburg, quando 22 pessoas foram afetadas.

Entre dezembro de 1998 e março de 1999, um surto de *Salmonella baidon* foi associado ao consumo doméstico de tomates em oito estados, onde foram identificados 86 casos. Em três surtos, pessoas idosas morreram. Após investigações, os epidemiologistas concluíram que os tomates tinham sido contaminados na fazenda, onde eles foram colhidos a altas temperaturas e, ainda, que o microrganismo pode ter se infiltrado nos tecidos do tomate durante a embalagem e o transporte.

Nos Estados Unidos, entre 2000 e 2002 os casos confirmados foram atribuídos a *Salmonella poona*, sendo nos meses abril e junho de 2000, 47 casos em seis estados, em abril de 2001, 50 casos em cinco estados. Em maio de 2002, 58 casos foram confirmados em 13 estados dos EUA e um no Canadá. No primeiro surto desse período, 19% das pessoas foram hospitalizadas; no segundo e no terceiro período, 33% e 17% respectivamente. Em abril e maio de 2001, houve duas mortes. Em todos os casos o melão foi originário do México e as pessoas consumiram o produto inteiro, pré-cortado e em saladas.

Em janeiro de 2000, o Centro de Controle de Doenças dos EUA (CDC, 2002), utilizando o PulseNet, rede de laboratórios de saúde pública interconectada, comparando cepas microbianas por análise de DNA,

identificou 79 pacientes, em 13 estados, infectados pela mesma cepa bacteriana. Dos 15 pacientes hospitalizados com diarreia hemorrágica, dois morreram. O diagnóstico mostrou que todos esses pacientes tinham consumido manga nos meses de novembro e dezembro do ano anterior. A investigação do CDC conduziu a uma única e grande fazenda de manga no Brasil. Funcionários ligados aos serviços de saúde pública dos EUA realizaram uma visita e constataram que a manga estava sendo colocada em tanques abertos, em torno dos quais havia animais domésticos, e que a água estava contaminada com patógenos, incluindo cepas de *Salmonella*.

A *Salmonella poona* é um serotipo raro que é responsável por 1% dos isolados de humanos relatados nos EUA em 2001. Dos seis *Cantaloupes* associados com *Salmonella*, quatro foram atribuídos às infecções de *Salmonella poona*. Tipicamente, essas infecções estão associadas com exposições a répteis. Após investigações, a FDA atribuiu a presença de iguanas em uma fazenda do México, que é uma reserva natural desses répteis. A hipótese levantada é que esses répteis entravam em contato com o plantio de melão, o local das embalagens e equipamentos e, subseqüentemente, a água utilizada nos processos de lavagem e resfriamento espalharia a contaminação.

Casos de salmoneloses no Brasil têm sido relatados, entretanto para frutas não tem sido comum. A infecção é, na maioria das vezes, proveniente de alimentos de origem animal ou saladas com maionese. A temperatura e o pH de crescimento variam de 5,6 °C a 50 °C e de 4,3 a 10, respectivamente.

A contaminação de produtos frescos por *Campilobacter* ocorre, geralmente, por suprimento de água contaminada e, ainda, contaminações cruzadas entre animais e produtos vegetais podem ocorrer com ingredientes não vegetais adicionados nas saladas. Esse microrganismo também é capaz de crescer em condições microaerofílicas, similares às utilizadas em embalagens de vegetais pré-cortados.

Dentre as espécies de *Vibrio Species*, a que tem maior interesse para produtos frescos é *Vibrio cholera*, que tem a temperatura ótima de 45 °C e pH de crescimento entre 5,0 a 9,6. O potencial de risco de doenças desse

organismo associado com produtos pré-cortados é da contaminação cruzada, durante manuseio e misturas em estabelecimentos de vendas.

Os vírus da hepatite A estão associados com o consumo de frutas e vegetais, como alface, tomates e morangos; Norwalk, com aipos e melões que podem ser contaminados com água não tratada, água de irrigação e manuseio inadequado pelo pessoal.

Produtos frescos e sucos não pasteurizados têm sido associados a infecções por protozoários. Tais como os vírus, eles não crescem em alimento, mas são transmitidos por contaminações cruzadas. *Cyclospora* está ligado a infecções com amoras e alfaces; *Cryptosporidium*, com cidra de maçã, saladas e vegetais crus; e *Giardia*, com vegetais crus.

Não existem barreiras simples para eliminação de patógenos, porém a combinação de vários fatores irá ajudar na segurança dos produtos. A seguir, algumas recomendações dessa associação:

- 1) A manipulação do produto deve ser feita a temperaturas baixas.
- 2) As práticas de processamento devem garantir, pelo menos, a eliminação da flora deterioradora.
- 3) Os princípios da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) devem ser utilizados por todos os processadores.
- 4) As embalagens devem conter prazo de validade e aviso de como deve ser armazenado o produto.
- 5) Material de embalagem deve ter permeabilidade a gases e ser transparente, para permitir detecção visual da deterioração do produto.

Origens da Microflora de Frutas Minimamente Processadas

Contaminação no campo

• Fatores pré-colheita

Microrganismos patogênicos, tais como *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Clostridium botulinum* e *Escherichia coli*, são os mais associados com a agricultura. *Listeria*, em razão da sua grande distribuição no ambiente, tem capacidade de sobreviver por longos períodos de tempo no solo ou em material de plantas, sobre condições adversas e, também, pode ser veiculada por pássaros. *Salmonella* é encontrada largamente no solo, água, esgoto, animais, humanos, equipamentos de processamento e produtos alimentícios. Seu habitat natural é o trato intestinal de animais que, em alguns casos, são portadores assintomáticos. *Salmonella* não é normalmente associada com produtos frescos, mas pode ocorrer em razão da contaminação por esterco de animais ou pessoas infectadas. A principal fonte de *Clostridium botulinum* é o solo, conseqüentemente produtos frescos podem chegar ao processador já contaminados. *Escherichia coli* está presente no trato de animais e homens e pode ser encontrada como contaminante do solo, água e plantas. Esse microrganismo, geralmente, não sobrevive por muito tempo no solo e na planta, portanto a sua presença sugere contaminação recente. Muitas estirpes desse microrganismo são habitantes naturais do trato intestinal humano e, geralmente, são inofensivos. Entretanto, outras estirpes, como *E. coli* O157: H7, são capazes de causar doenças e morte ao homem.

Estudos relatam que esterco utilizado como fertilizante ou correção de solos são fontes potenciais de *E. coli* O157: H7 e *Salmonella*. O Centro de Controle de Doenças (CDC, 2002) nos Estados Unidos detectou em 2000-2002 vários casos de salmonelose causados por melões *Cantaloupe* provenientes do México. A maioria dos casos foi associada à contaminação por *Salmonella poona* veiculada por répteis, como iguanas.

Vegetais irrigados com água com resíduos de material fecal foram responsáveis por surtos de cólera no Chile e na Costa Rica, no início dos anos 90.

Insetos têm sido relatados como vetores de *E. coli* O157: H7 em maçãs, justificados pela presença de injúrias nos tecidos.

A contaminação de frutas frescas no campo inclui outros fatores intrínsecos e extrínsecos. Entretanto, são fatores muito complexos e ainda alguns mecanismos de adesão desses microrganismos não são conhecidos. Com essa preocupação, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos publicou o *Guide to Minimize Microbial Food Safety Hazards for Fresh-Fruits and Vegetables* (Food and Drug Administration - FDA, 1998) para assistir produtores, fazendeiros e processadores na segurança da produção de produtos frescos. Além deste, o *Codex Alimentarius* recomenda a adoção das Boas Práticas Agrícolas em todo o sistema de produção de frutas frescas, que tem como principais objetivos, minimizar os riscos físicos, químicos e biológicos encontrados na produção.

• Fatores pós-colheita

Enquanto na produção a preocupação com a qualidade sanitária está principalmente em fatores associados ao campo, na colheita e pós-colheita, a introdução do contato humano e mecânico tem tido maior impacto na segurança microbiológica de produtos frescos.

Geralmente, frutos e hortaliças têm sido contaminados por manuseio pós-colheita advindos de animais domésticos, esteiras transportadoras, superfícies da área de trabalho, água de lavagem, caixas e/ou monoblocos para embalagens, pallets e caminhões utilizados para o transporte. O pessoal de campo, também, tem sido indicado como fator que tem influência direta na contaminação de frutas durante a colheita e pós-colheita. Os trabalhadores do campo apresentam as mais variadas culturas em relação às práticas sanitárias de rotina, portanto é necessário que haja treinamento constante sobre estes procedimentos, para que se possa adotá-los durante seu trabalho. Essa prática promove a conscientização dos empregados e minimiza os fatores de riscos de contaminação microbiológica, durante todo o processo de manipulação das frutas. Os trabalhadores rurais têm sido a principal fonte de contaminante, associado a surtos de cólera com melões cortados, por exemplo. A disponibilidade de infra-estrutura

adequada, como banheiros próximos à área de trabalho, é importante na redução de fontes de contaminação por parte dos trabalhadores.

A sanitização de equipamentos, utensílios, tratores, caminhões e outros meios de transporte utilizados durante a colheita e pós-colheita de frutos, reduz a contaminação microbiológica dos mesmos. A ausência ou processo de sanitização ineficiente em equipamentos, utensílios e transporte requerido para colheita e pós-colheita de frutos, podem promover a formação de biofilmes. Agregados microbianos que abrigam bactérias, leveduras e fungos, têm sido observados em superfícies de plantas, e estas estruturas têm sido referidas como biofilmes.

A colonização de microrganismos deterioradores e não deterioradores nas superfícies de frutas e na área de contato pós-colheita pode prover um ambiente protetor para patógenos, reduzindo a eficiência de sanitizantes e de outros agentes inibidores. *Listeria monocytogenes* em um biofilme multiespécie contendo *Pseudomonas fragi* e *Staphylococcus xylosus*, não foi afetada por tratamentos de hipoclorito a 500 mg/L. Um outro problema caracterizado durante a pós-colheita de frutos tem sido a infiltração de microrganismos deterioradores e patógenos em fendas, espaço intercelular e a migração através da casca para o tecido interno. Uma vez posicionados nesses nichos ecológicos, os microrganismos podem sobreviver e se desenvolverem por um tempo, infectando o produto e gerando risco à saúde pública. A migração de microrganismos em frutas sem rachaduras ou outras injúrias é mais complexa e alguns estudos são necessários. Em trabalhos científicos, autores citam que a infiltração de patógenos para os tecidos internos de frutos e vegetais é dependente da temperatura, tempo e pressão, e somente ocorre, quando a pressão da água na superfície do produto, sobrepõe a pressão interna do gás e a natureza hidrofóbica da superfície do produto. A infiltração aumenta quando a temperatura do fruto é maior que a temperatura da suspensão de células na água. Indiferentes do modo de infiltração, as células estabelecem microcolônias que são extremamente difíceis de serem retiradas com soluções químicas aquosas. Assim, recomenda-se resfriar os frutos antes de imergí-los em soluções aquosas. O método ideal para resfriamento de produtos perecíveis é o pré-resfriamento, pois somente a refrigeração não é capaz de assegurar

totalmente a qualidade e a segurança dos produtos. Apesar do benefício, esse tratamento não é realizado por muitos produtores, ficando as frutas expostas em ambientes com temperaturas inadequadas.

As câmaras frias têm sido uma opção para acondicionamento desses produtos; entretanto, elas não devem sofrer flutuações na temperatura que devem ser controladas de acordo com a necessidade de cada fruto. Além da temperatura, atenção deve ser dada à umidade relativa de equilíbrio das câmaras, para que o produto não absorva ou perca umidade, ocasionando perdas na qualidade e segurança das frutas. Valores de umidade relativa de equilíbrio entre 96,4% e 99,8%, para 39 tipos de sobremesas e saladas de frutas, foram publicados.

Além desses fatores, outras contaminações podem ocorrer durante manuseio, colheita e operações pós-colheita. Para minimizar esses problemas, recomenda-se adotar sistemas de qualidade com base nas boas práticas de fabricação e em análises de riscos.

Contaminação durante processamento

A contaminação das frutas minimamente processadas durante o processamento é atribuída a fatores como matéria-prima e seus fatores intrínsecos, etapas da produção, higiene e sanitização, equipamentos, utensílios, pessoal e ambiente da unidade processadora.

Durante o processamento mínimo, as várias etapas envolvem o contato humano, imersão em água, corte e descascamento. Essas etapas têm um acentuado potencial de contaminação do produto por bactérias patogênicas e deterioradoras, promovendo condições de crescimento desses organismos, caso não se adotem controles. Assim como na produção e na pós-colheita, o nível dos funcionários, o treinamento e a motivação têm influência direta na segurança dos alimentos. Relatam-se, ainda, como fator importante na segurança, o leiaute e desenho da unidade processadora.

As etapas do processamento são críticas na elaboração dos produtos minimamente processados. Assim, limpeza e frio ("clean and cold"), são as duas palavras chaves. Entretanto, em relação à flora microbiana,

existem patógenos, em potencial, que podem crescer à temperatura de refrigeração. Dentre os patógenos psicotróficos, destacam-se *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* e *Aeromonas hydrofila*. Entretanto, outros patógenos de relevância nesses produtos incluem *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*, espécies de *Vibrio*, vírus da hepatite A e Norwalk, além de fungos como *Cryptosporidium* e *Cyclospora*. A preocupação com a presença de patógenos nesses produtos é reforçada, uma vez que a maioria das frutas minimamente processadas é consumida crua, ou seja, sem tratamentos térmicos.

A unidade processadora pode ser uma fonte de contaminação devido à alta umidade do ambiente, que favorece o desenvolvimento de microrganismos e à temperatura de estocagem entre 4 °C e 7 °C . Nessas condições, *L. monocytogenes* pode desenvolver-se. A água e o gelo utilizados no processamento são exemplos de outras formas de carrear esses microrganismos.

Outro fator a ser considerado na contaminação dos produtos minimamente processados são os manipuladores. Os microrganismos que são carreados com mais frequência são as bactérias da família *Enterobacteriaceae* (*Salmonella*, *Shigella*, *E. coli*), além de *Staphylococcus aureus* e outros parasitas. Por essa razão, todos os empregados devem passar por treinamentos de práticas de higiene pessoal e operações de limpeza / desinfecção da unidade. A FDA recomenda utilização de sabão / detergente e sanitizantes ($< 100 \text{ mg L}^{-1}$) para limpeza das mãos.

Etapas do Processamento Mínimo e sua Relação com a Segurança Microbiológica

Lavagem das frutas

Quando chegam nas unidades processadoras, as frutas são submetidas a uma primeira lavagem, com água corrente. Essa etapa tem por objetivo retirar as sujidades da superfície e reduzir a carga microbiana inicial.

A lavagem com água corrente não é suficiente para remoção dos microrganismos presentes. O que se tem observado é a redução de pelo menos 1 ciclo log, mas esta redução depende de fatores como carga microbiana inicial, tipo de microrganismo e o método de lavagem. Estudos realizados por Wisniewsky et al. (2000), que avaliaram o efeito da lavagem com água em relação a outros sanitizantes, em maçãs inoculadas com *E. coli* O157:H7 ($1,4 \times 10^8$ UFC/mL), concluíram que a lavagem por 5 minutos, resultou numa redução de 2 ciclos logs ($1,5 \times 10^6$ UFC/mL). Essa redução foi atribuída à remoção física da bactéria da superfície da maçã. Outras avaliações na remoção de *Listeria monocytogenes* da superfície de *Cantaloupes*, mostraram que a lavagem dos frutos em 24 horas resultou em uma redução do microrganismo não significativa em relação ao inóculo inicial, mas que com 15 dias houve uma redução de, aproximadamente, 1,5 ciclos log.

A redução da carga microbiana das superfícies de frutos no processo de lavagem só ocorrerá se a água for de boa qualidade microbiológica. Se os microrganismos patogênicos da água não forem removidos, inativados ou controlados, eles podem contaminar de forma direta a superfície da fruta.

A Associação Internacional para Produtores de Pré-cortados sugere padrões microbiológicos de contagem global de bactéria (< 1.000 UFC/mL), coliformes (< 1 UFC/mL) e psicrotróficos (< 10 UFC/mL), para água utilizada em processamento mínimo de frutas e hortaliças.

Sanitização da superfície das frutas

A habilidade de microrganismos deterioradores e patogênicos para aderirem nas superfícies de frutas é um problema real de segurança e continua sendo um desafio para processadores. A adesão de bactérias na superfície é influenciada não somente pela carga superficial da célula e hidrofobicidade, mas, também, pela presença de flagelos na superfície.

Algumas frutas apresentam em suas superfícies características que proporcionam uma maior adesão e colonização de bactérias, bolores e

leveduras, tornando-se fator preocupante sob o ponto de vista da segurança alimentar. As frutas de superfície rugosa, que são referidas como rede, facilitam esse processo de adesão. Como exemplo, podem-se citar melões rendilhados, laranjas, mangas, entre outros. Autores relatam a importância da característica da superfície das frutas, pois dependendo dos microrganismos estes apresentam uma forte adesão. A relação da carga superficial da célula e hidrofobicidade na força de adesão de *Salmonella*, *Listeria* e *E. coli* (estirpes O157: H7 e não O157: H7), na superfície do melão *Cantaloupe* foi estudada. O resultado desse experimento revelou que *Salmonella* foi o microrganismo que teve maior força de adesão, seguido de *E. coli* e *Listeria* nos tempos zero, três e sete dias (Ukuku & Fett, 2002).

A atenção às características da superfície das frutas auxilia no conhecimento do nível de adesão de microrganismos, principalmente os patogênicos. Também é necessária para o desenvolvimento de tratamentos mais efetivos na lavagem e sanitização das superfícies desses produtos, promovendo, assim, uma melhor segurança de frutas frescas e minimamente processadas.

Principais sanitizantes utilizados no processamento mínimo de frutas

A segurança e a qualidade de frutas minimamente processadas estão associadas à eficácia de uso dos sanitizantes na redução ou inibição da microbiota presente na matéria-prima.

Muitos sanitizantes têm sido testados para reduzir a carga microbiana da parte externa das frutas, dentre eles citam-se os derivados do cloro (cloro líquido, hipocloritos, cloraminas inorgânicas e cloraminas orgânicas), dióxido de cloro, fosfato trissódico, ácidos orgânicos, peróxidos (peróxido de hidrogênio e ácido peracético) e ozônio.

A FDA (2002), em seu regulamento 21 C.F.R. § 173.315, aprova o hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio, ácido peracético e ozônio como sanitizantes para frutas e vegetais frescos e minimamente processados. Em 2001 a FDA editou em seus códigos de

regulamentos o requerimento da redução de cinco ciclos logs de microrganismos, para sanitização de maçãs destinadas ao processamento de cidra não-pasteurizada.

O **cloro** é dos sanitizantes mais utilizados no processamento mínimo de frutas e vegetais, na sanitização da área superficial dos frutos durante a colheita e/ou no preparo para o processamento.

A concentração e o tempo de permanência do composto clorado dependem das características das frutas e do nível de redução desejado dos microrganismos, embora a literatura recomende uma concentração de 200 mg/L em tempo estabelecido pelo processador.

A atividade antimicrobiana do cloro depende da quantidade de cloro livre (ácido hipocloroso - HOCl) presente na água e que está em contato com as células microbianas, pH da água, quantidade de matéria orgânica e, ainda, da temperatura da água. A melhor atividade do cloro está na faixa de pH entre 6,0 e 7,5. Acima de 7,5, a forma ativa (HOCl) é reduzida. Em pH 5,0, quase 100% do HOCl está na solução e em pH 7,0, aproximadamente 75% está na forma de HOCl. A um pH abaixo de 6,0 pode se formar o cloro gás, o qual é perigoso para saúde dos funcionários.

A solubilidade do cloro aumenta com a redução da temperatura, portanto a sanitização de frutas inteiras ou de minimamente processadas deve ser realizada em água resfriada. À temperatura de 20 °C, na faixa ótima de pH, a forma ativa desses compostos fica em torno de 70% a 90%.

Algumas teorias são relatadas quanto ao modo de ação do HOCl na letalidade de microrganismos, dentre as quais a mais citada é a combinação do cloro com proteínas da membrana celular. Esses compostos inibem enzimas celulares envolvidas no metabolismo da glicose e tem um efeito letal no DNA e oxidam proteínas celulares.

Na sanitização de frutas, tem sido discutida a ineficácia da ação do cloro em células microbianas que estão localizadas nas injúrias, ranhuras e em outras formas de entrada da área superficial para o tecido interno e,

também, relacionada à natureza hidrofóbica das mesmas, pois algumas frutas são protegidas por ceras ou naturalmente possuem casca ou superfície rugosas, que impedem a total penetração dos sanitizantes. Nesse caso, tem-se sugerido a utilização de surfactantes para reduzir a tensão superficial entre o sanitizante e a casca.

Vários trabalhos de sanitização de superfícies de frutas frescas e das frutas destinadas ao processamento mínimo têm sido realizados com compostos clorados para melhoria da qualidade e segurança. Autores avaliaram a eficácia de hipoclorito de sódio (1.000 mg/L/2 min) e peróxido de hidrogênio (5%/2 min) em melões *Cantaloupe* inoculados com *Listeria monocytogenes* (10^8 UFC/mL em 0, 1, 3, 6, 9 e 15 dias a 4 °C. Os resultados mostraram que nos dois tratamentos com 24 horas a redução na população do microrganismo ficou abaixo do nível de detecção (2 UFC/cm²). Com 5 e 15 dias de inoculação a população de *L. monocytogenes* continuou em níveis abaixo de detecção (2 UFC/cm²). No mesmo experimento, a redução de bactérias mesofílicas, bolores e leveduras, em 24 horas, foi de 3 e 1,5 ciclos log, respectivamente e com 5 e 15 dias a população desses microrganismos não foi reduzida completamente. Entretanto, outros trabalhos relataram a inabilidade de hipoclorito e peróxido de hidrogênio na redução de *Salmonella stanley* e *E. coli* na superfície de melões *Cantaloupe*, após três ou mais dias de estocagem a 4 °C (Ukuku & Fett, 2002).

O poder oxidante do **dióxido de cloro** (ClO₂) é 2,5 vezes superior em relação ao HClO, portanto menos produto é requerido. As aplicações do ClO₂ incluem lavagem de frutas e vegetais e tratamento de aves resfriadas cloradas.

O mecanismo de ação envolve ruptura da síntese da proteína celular e controle da permeabilidade da membrana. Dióxido de cloro é mais efetivo que cloro na eliminação de *E. coli* em efluentes de esgotos. A FDA (1998) permite a utilização de ClO₂ na lavagem de frutas inteiras numa concentração de até 5 mg/L, enquanto que a *International Fresh-Cut Produce Association* - IFPA (2001) recomenda 3 mg/L, entretanto não é permitido o uso do sanitizante para frutas pré-cortadas.

O dióxido de cloro também tem sido utilizado para controle pós-colheita de fungos patogênicos de pêras. Outros testes in vitro com conídias e esporangiósporos de muitos fungos patogênicos de maçãs e outras frutas tiveram mais que 99% de mortalidade, depois de um tratamento contendo de 3 a 5 mg/L de ClO_2 .

O **peróxido de hidrogênio** também se tem destacado como sanitizante de frutas frescas e destinadas para processamento mínimo. Estudos avaliaram o efeito do peróxido de hidrogênio (5%) no tempo de dois minutos, na descontaminação da superfície de *Cantaloupes* inoculados com *Listeria monocytogenes* nos tempos zero, 1, 3, 6, 9 ou 15 dias após a inoculação, estocados a 4 °C. Os melões foram submetidos a tratamento prévio de 70% de etanol. Os resultados indicaram que com 24 h, a 4 °C, peróxido de hidrogênio (H_2O_2) reduziu a flora nativa em três ciclos logs, bolores e leveduras em 1,5 ciclos logs, para melões tratados e não tratados com etanol, enquanto que a redução do patógeno foi de quatro ciclos logs. Diferenças foram notadas após 5 e 15 dias. O H_2O_2 não eliminou completamente bolores e leveduras em 5 dias e *Listeria* foi mais suscetível à remoção em 15 dias (Ukuku & Fett, 2002).

Outros trabalhos relatam a eficácia do peróxido de hidrogênio (6%) na remoção de *Salmonella chester* da superfície de discos de maçãs. O tempo utilizado na imersão foi de cinco minutos à temperatura ambiente. A redução da população do patógeno foi de 1,31 ciclos logs, em relação ao controle. Por causa da sua efetividade contra *Salmonella chester* nas superfícies dos discos de maçãs, os mesmos autores testaram esse sanitizante com e sem surfactante (2% de Tween 80), com o mesmo tempo de imersão, para frutas inteiras. Nessa etapa do experimento, as maçãs foram inoculadas com $8,17 \times 10^3$ UFC/mL de *Salmonella*. Resultados indicaram que não houve diferença na remoção do patógeno com H_2O_2 com e sem surfactante (Ukuku & Sapers, 2001).

Apesar de o mecanismo de ação do **ácido peracético (APA)** não estar bem esclarecido, existe a teoria de que a reação deste com microrganismos é semelhante à do peróxido de hidrogênio.

O APA tem sido introduzido na sanitização de frutas inteiras para melhoria da qualidade e segurança de minimamente processados, mas poucos trabalhos têm sido reportados nesse sentido. O efeito do APA foi avaliado na redução de *E. coli* O157:H7 em superfícies de maçãs. Nesse experimento, as frutas foram inoculadas com $1,4 \times 10^8$ UFC/maçã. Com cinco minutos de sanitização numa concentração de 80 mg/L a redução da população do patógeno foi de três ciclos logs ($1,5 \times 10^5$ UFC/maçã) e quando se utilizou 1.280 mg/L a redução foi de 5,5 ciclos logs ($7,0 \times 10^2$ UFC/maçã). Com dez minutos de sanitização nas mesmas concentrações a população da *E. coli* O157:H7 foi de 4,5 logs ($7,3 \times 10^3$ UFC/maçã) e de 7 logs ($< 5,0 \times 10^1$ UFC/maçã), respectivamente (Wisniewsky et al., 2000). O ácido peracético é capaz de reduzir dois ciclos logs de bactérias mesofílicas em vegetais e frutas minimamente processadas.

O **ozônio** tem largo espectro de atividade antimicrobiana em relação ao cloro, apresentando atividade contra microrganismos formadores de esporos. Além disso, é relativamente insípido e inodoro e é compatível com o meio ambiente. Por ter curta duração, o ozônio não deixa efeito residual. As desvantagens do ozônio incluem custos operacionais; sua instabilidade requer geração no próprio local ou próximo ao ponto de uso e é mais caro que o cloro.

A faixa ótima de pH para melhor eficiência do ozônio é de 6,0 a 8,0 e a concentração recomendada para sanitização de frutas é de 2 mg/L a 3 mg/L. *Salmonella typhimurium*, *Y. enterocolítica*, *S. aureus* e *L. monocitogenes* são os patógenos mais sensíveis ao tratamento com água ozonizada.

Descascamento e corte

Algumas frutas necessitam ser descascadas e cortadas para o processamento mínimo. Existem alguns métodos de corte e descasque mecânico em escala industrial, entretanto esses métodos devem ser avaliados, pois dependendo da intensidade da injúria causada nos frutos, pode, também, ser uma porta de entrada para muitos deterioradores e patógenos. Recomenda-se, então o método manual como o melhor. O suco expelido das células danificadas durante o corte é rico em açúcares,

proteínas e provém de um substrato nutritivo para desenvolvimento microbiano. Quando se avaliou a intensidade do corte feito com lâminas com maior e menor poder cortante na qualidade microbiológica de melões minimamente processados e armazenados a 5° C, observou-se que não houve diferenças significativas na contagem de bactéria mesófilas e bolores e leveduras até o 12º dia para as lâminas usadas.

Os equipamentos e utensílios constituem também fontes de contaminação para frutas minimamente processadas. É necessário estabelecer um programa de higiene e sanitização para a unidade processadora, com base nas boas práticas de fabricação e nos procedimentos operacionais padrões (POP's), a fim de minimizar os riscos microbiológicos. Alguns autores recomendam que para frutas minimamente processadas, a sanitização de facas, colheres, tábuas, equipamentos e mesas de preparo com 1.000 mg/L/10 min e 200 mg/L de Cl₂ (0,21% de hipoclorito de sódio com pH ajustado para 6,5) respectivamente, para evitar a contaminação cruzada. Recomenda-se, também, a imersão de um equipamento de corte 1.000 mg/L de hipoclorito de sódio por 30 min, para minimizar a contaminação de frutas minimamente processadas, principalmente as que crescem junto ao solo, tais como melões e melancias.

Imersão em água clorada e drenagem

O enxágüe das frutas após os cortes tem o objetivo de reduzir a possível contaminação proveniente das etapas anteriores e a oxidação enzimática durante a estocagem. Entretanto, o sanitizante, concentração e tempo para essa etapa são parâmetros de pesquisa, pois nessa etapa deve-se aliar a qualidade sensorial e microbiológica do produto final.

O enxágüe para as frutas é diferenciado do feito para vegetais minimamente processados, pois, geralmente, esses últimos são rinsados com água para remoção do sanitizante utilizado e, assim, se aumentar a vida útil sensorial do produto.

Para frutas, o rinse é geralmente realizado como processo de sanitização, utilizando-se sanitizantes em baixas concentrações e por um tempo menor.

Em trabalhos com melão minimamente processado, essa etapa é realizada, na maioria das vezes, com compostos clorados, em concentração de 50 ppm /30 seg. Recomendações são encontradas para mamão e abacaxi (20 mg/L/2 min); manga (5mg/L/2 min); melão (10 mg/L /1 min), goiaba (20 mg/L/2 min) e carambola (10 mg/L/2 min).

A drenagem é importante na segurança de frutas minimamente processadas. Essa etapa é, geralmente, realizada com peneiras, pois frutas não suportam centrifugação, e o tempo estabelecido é de um a três minutos.

Embalagem

A embalagem de frutas minimamente processadas deve ser estabelecida de acordo com o produto. A embalagem promove proteção ao produto final, contra danos do meio ambiente e de futuras contaminações por microrganismos.

A atmosfera modificada (MAP) constitui uma barreira para desenvolvimento da flora remanescente de deterioradores e/ou patógenos. As elevadas concentrações de CO₂ típicas da MAP não inibem o desenvolvimento de *C. botulinum* no produto. Portanto, se a temperatura for de 10 °C a 15 °C, o crescimento e a produção de toxinas são muito baixas. Outro patógeno preocupante em frutas minimamente processadas é *Listeria*, que cresce à temperatura de refrigeração. Em MAP, se a flora competitiva for suprimida, *Listeria* pode se desenvolver em larga escala, podendo assim causar doenças. Existe evidência que MAP não suprime o crescimento deste patógeno.

Baixos níveis de CO₂ provocam injúrias fisiológicas em frutas; em relação aos microrganismos, elevados níveis de CO₂ e reduzidos de O₂ podem favorecer ou selecionar certas classes de microrganismos. Baixos níveis de O₂ favorecem o desenvolvimento de bactérias do ácido lático e *Listeria*. Elevados níveis de CO₂ podem favorecer gram-positivos em relação aos gram negativos, especialmente corineformes e bactérias do ácido lático. A extensão da vida de prateleira promovida por MAP não tem tido relação com os efeitos de microrganismos em alguns produtos.

Poucos trabalhos têm relatado o uso de embalagens ativas para produtos minimamente processados, entretanto essa parece ser uma outra opção para tais produtos, visto que elas podem ter efeitos satisfatórios na atividade respiratória e microbiana das frutas, se adotadas corretamente.

As mais importantes concepções de embalagens ativas são as atmosferas modificadas, absorvedoras de oxigênio e de etileno, eliminadoras de CO₂, reguladoras de umidade, embalagens antimicrobianas, liberadoras de antioxidantes, liberadoras e/ou absorvedoras de sabores e odores. Suas aplicações são numerosas e seu uso está em franco crescimento.

Armazenamento e distribuição

O frio é um dos fatores básicos no preparo e armazenamento de frutas minimamente processadas. Durante o processamento, recomendam-se temperaturas entre 10 °C a 15 °C e para armazenamento, de 4 °C a 7 °C, principalmente para frutas climatéricas.

No armazenamento e distribuição de frutas minimamente processadas, a manutenção de baixas temperaturas reduz as perdas de qualidade do produto, por retardar os processos bioquímicos que podem ser reações de enzimas de microrganismos psicrotróficos e de outros que continuam a crescer em baixas temperaturas.

Armazenamento em temperaturas de refrigeração seleciona os microrganismos psicrotróficos e, quase sempre, contagens destes e de mesófilos são similares as do processamento. A refrigeração previne o crescimento de *Erwinia* spp. e muitos fungos esporulando, incluindo *Fusarium* e *Phytophthora* spp., mas não previne o crescimento de *Pseudomonas fluorescens*. Mesófilos podem também crescer em temperaturas de refrigeração a velocidades reduzidas.

Em relação à sobrevivência e ao crescimento de patógenos em temperatura de refrigeração em produtos minimamente processados, a maior preocupação tem sido relatada com *Listeria monocytogenes*. A estocagem a frio detém o crescimento desse patógeno, mas não a sua sobrevivência.

Os riscos de patógenos tais como *S. aureus* e *Salmonella* spp., podem surgir de produtos que são estocados em temperaturas abusivas. Esses microrganismos são conhecidos por sobreviverem em vegetais, tais como tomates e cogumelos, quando estocados em temperaturas de 20 °C a 35 °C. Não existem, atualmente, relatos sobre a ecologia microbiana de frutas minimamente processadas nas variadas condições de transporte. Entretanto, a vida de prateleira e a qualidade microbiológica desses produtos durante o transporte e venda são dependentes de fatores como: método de transporte, que deve ter refrigeração mantida com temperatura de 5 °C a 7 °C; tempo de transporte, que deve ser minimizado entre a indústria e o local de entrega e as flutuações de temperatura nos locais de venda, que deveriam ser minimizadas.

Recomenda-se, ainda, para os meios de transporte, um plano de higienização adequado, inspeções freqüentes de temperatura e circulação de ar, ausência de odores estranhos nas cabines e, ainda, a manutenção das mesmas para evitar danos, buracos e outras inconformidades da estrutura física, para evitar possíveis contaminações cruzadas que podem advir da área externa, insetos, pássaros e outras pragas.

Ferramentas para o Gerenciamento da Segurança Alimentar de Frutas Minimamente Processadas

A segurança alimentar tem sido tema pertinente não apenas em estudos científicos, como também nas questões de ordem político-econômica dos países de todo o mundo. A preocupação com a segurança dos alimentos tem focado atenções com alternativas mais eficientes para controle e garantia da inocuidade dos alimentos, especialmente na eliminação de microrganismos patogênicos da cadeia alimentar. Historicamente, segurança alimentar tem sido conceituada como procedimentos necessários para prover a produção de alimentos seguros. Entretanto, alguns fatores que levam à segurança de alguns alimentos não têm sido revistos com embasamento científico.

O comércio internacional de segurança de alimentos é administrado pela Organização Mundial do Comércio (OMC/WTO) e Acordo Sanitário e Fitossanitário (SPS), os quais reconhecem que os governos têm o direito de rejeitar alimentos importados quando a saúde da população é exposta a riscos. O critério usado para determinar quando o alimento é seguro deveria ser claramente conduzido para o país exportador e deveria ser justificado cientificamente.

A Comissão Internacional de Especificações Microbiológicas para Alimentos (ICMSF, 2001) tem recomendado passos preventivos para se aproximar do comércio internacional de alimentos. Essas exigências se incorporam nas documentações do *Codex Alimentarius* (CODEX, 2000) e nos princípios gerais de gerenciamento da segurança alimentar documentado pela Organização para Agricultura e Alimentação (FAO) / Organização Mundial da Saúde (WHO).

O propósito do estabelecimento de critérios microbiológicos é proteger a saúde pública, fornecendo alimentos seguros, saudáveis e que satisfaçam os requerimentos das justas práticas de comércio. Entretanto, a segurança dos alimentos não depende apenas dos parâmetros microbiológicos; é necessário que outros fatores de origem física e química sejam investigados.

Para se alcançar essa segurança, algumas ferramentas de gerenciamento estão sendo adotadas na cadeia de produção de alimentos. Na produção de frutas minimamente processadas, têm-se recomendado as Boas Práticas Agrícolas (BPA), Boas Práticas de Fabricação (BPF) e o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).

Boas Práticas Agrícolas (BPA)

As Boas Práticas Agrícolas – BPA (*Good Agricultural Practices, GAP*), segundo (De Roever, 1998), são um conjunto de normas para se atingir o padrão de identidade e qualidade da matéria-prima para alimentos minimamente processados e alimentos de origem vegetal. As BPA's devem ser estabelecidas tomando-se como base os riscos associados com frutas e vegetais e os dados da literatura disponíveis.

Em 1997, o governo americano anunciou um plano intitulado “Iniciativa para Garantir a Segurança de Produtos Hortifrutícolas Importados e Domésticos”, cujo intuito era aumentar a garantia dos produtos hortifrutícolas e prover o atendimento de padrões sanitários e de segurança dos alimentos consumidos pela população. Atendendo a essa determinação, o FDA e USDA publicaram o documento “Orientação para o Setor – Guia para Minimização de Riscos Microbianos em Produtos Hortifrutícolas Frescos”. Esse documento examina os riscos microbianos que afetam a segurança dos alimentos e boas práticas agrícolas e de administração referentes ao cultivo, colheita, lavagem, classificação, embalagem e transporte da maioria das frutas e vegetais vendidos aos consumidores em forma não beneficiada ou sujeitos a beneficiamento mínimo.

As BPA's têm sido discutidas pelo Comitê de Higiene do *Codex Alimentarius* (CODEX, 2000), que publicou os documentos orientadores “Código de Práticas Higiênicas para Produção Primária, Colheita e Embalagem de Frutas e Hortaliças Frescas” e “Código de Práticas Higiênicas para Frutas e Hortaliças Pré-Cortadas”. O objetivo do primeiro código é ajudar no controle de perigos microbianos, químicos e físicos associados em todos os estágios da produção de frutas frescas, desde a produção primária até a embalagem; o do segundo é controlar as operações necessárias dos produtos pré-cortados para garantir sua segurança.

Outros documentos orientadores para esse contexto são “Guia de Aplicação de Boas Práticas de Fabricação na Produção de Hortaliças Frescas e Minimamente Processadas”, editado por uma associação de produtores da Colômbia; “Guias – Produção, Manuseio e Segurança para Indústria Pré-Cortados”, editado pela Associação Internacional de Produtores de Pré-Cortados, em 2001.

A adoção das BPA's na produção de frutas e vegetais frescos é uma medida fundamental para a qualidade e segurança das frutas minimamente processadas e, dentre suas principais aplicações, contemplam prevenção da contaminação microbiana, avaliação de riscos e uso da terra, operações de colheita, uso de pesticidas, melhoria do solo, adoção de práticas de

higiene para os empregados, programa de documentação para segurança alimentar e regulamentos do País e local.

Outras ações estão sendo realizadas com vistas a aumentar a segurança e a qualidade de frutas frescas e minimamente processadas. Em Israel, o Ecofresh (1997) é baseado na demanda do consumidor por um produto livre de pesticidas e na proteção do ambiente, no requerimento da segurança alimentar por parte dos varejistas, incorporando o APPCC como parte integrante. No Chile, em 2000, as Boas Práticas Agrícolas foram lançadas pela Associação dos Exportadores Chilenos e enfocam um efetivo monitoramento dos resíduos de pesticidas e o controle rígido de leis de segurança alimentar e higiene.

Na Europa, o Eurepgap é uma proposta que inicia uma sensibilização para as BPA's nas fazendas o qual define os elementos essenciais para o desenvolvimento das boas práticas para produção global de produtos da horticultura. Nele é definido o padrão mínimo aceitável para conduzir os grupos de venda da Europa.

No Brasil, essas ações estão sendo contempladas no projeto PAS – Campo, onde o tema principal é segurança dos alimentos a partir do campo. O mesmo vem sendo realizado em parceria com instituições como Senai, Sebrae e Senar, sob coordenação da Embrapa.

Entre outras ações que objetivam garantir a segurança de frutas para o consumidor, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) estabeleceu o sistema de Produção Integrada de Frutas (PIF), que tem sua base legal nas Instruções Normativas Mapa/20 – Diretrizes Gerais da Produção Integrada de Frutas (PIF) – DOU 15/10/2001; MAPA/SARC/12 – Definições e Conceitos para os Efeitos da PIF – DOU 13/12/2001 e a Portaria nº 144 de 31/07/2002 do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, que estabelece o processo de Avaliação da Conformidade da Produção Integrada de Frutas elaborada e aprovada pelo Inmetro/Mapa.

O PIF é um sistema de produção que gera alimentos e demais produtos de alta qualidade, mediante aplicação de recursos naturais e regulação de mecanismos para substituição de insumos poluentes e a garantia de sustentabilidade da produção agrícola, enfatizando o enfoque do sistema holístico, envolvendo a totalidade ambiental como unidade básica, o papel central do agrossistema, o equilíbrio do ciclo de nutrientes, a preservação e o desenvolvimento da fertilidade do solo e a diversidade ambiental como componentes essenciais, além de métodos e técnicas biológicas e químicas cuidadosamente equilibrados, levando-se em conta a proteção ambiental, o retorno econômico e os requisitos sociais.

No Brasil, esse sistema vem sendo praticado por produtores de pêssegos e maçãs, no Rio Grande do Sul, uvas e mangas, no Vale do São Francisco em Petrolina-PE, e melão, no Rio Grande do Norte, onde o processo está na fase inicial.

Embora com nomes diferentes, as BPA's têm como objetivo maior abranger as principais etapas de produção de frutas e vegetais frescos, garantindo, assim, uma matéria-prima de boa qualidade para frutas, vegetais e minimamente processados.

Boas Práticas de Fabricação (BPF)

As Boas Práticas de Fabricação (BPF), *Good Manufacture Practices* (GMP) é um conjunto de princípios e regras para o correto manuseio de alimentos, abrangendo desde as matérias-primas até o produto final, de forma a garantir a segurança e a integridade do consumidor. As Boas Práticas de Fabricação foram desenvolvidas por governos, pelo Comitê de Higiene de Alimentos do *Codex Alimentarius* (FAO/WHO) e por indústrias de alimentos, muitas vezes em colaboração com grupos de inspeção e controle.

Os requerimentos mínimos para BPF descritos pelo *Codex Alimentarius* (CODEX, 2000), são: projetos dos prédios e instalações; limpeza e conservação de instalações hidráulicas, pisos e paredes, terrenos, instalações elétricas e isolamentos, tratamento de lixo; programa de qualidade de água, recebimento de matérias-primas e estocagem; qualidade da matéria-

prima e ingredientes; higiene pessoal; controle integrado de pragas; projeto sanitário dos equipamentos; manutenção preventiva dos equipamentos; limpeza e sanificação de equipamentos e utensílios; calibração de instrumentos; programa de recolhimento; procedimentos sobre reclamações dos consumidores e importadores; garantia e controle de qualidade; e treinamento para funcionários.

As Boas Práticas de Fabricação têm seu aporte legal nas Portarias nº 326, de 30/07/97, de Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde; nº 368, de 04/09/97, do Ministério da Agricultura e Abastecimento. Entretanto, esse sistema foi introduzido legalmente no Brasil desde 1993 com a edição da Portaria nº 1428 do Ministério da Saúde. Em relação ao FDA, os requerimentos da BPF estão listados no Código de Regulamento, título 21, parte 110.

Para os produtos minimamente processados, o sistema deve contemplar as operações de: recepção e estocagem de matéria-prima; desinfecção da água de lavagem; manutenção dos equipamentos, controle de produção para classificação, lavagem, corte, rinse, drenagem e embalagem; temperatura e controle microbiológico; controle químico; controle sanitário para indústria, equipamentos e empregados; codificação e rastreabilidade dos produtos e procedimentos de recolhimento.

Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

O sistema APPCC é um meio sistemático na identificação de perigos em algum estágio da produção de alimentos, avaliando o risco e determinando a área onde o controle é necessário. É um sistema interativo que envolve todo pessoal de produção, está focado na prevenção de perigos com embasamento científico. Os planos APPCC podem comportar mudanças como avanços em equipamentos, processos ou desenvolvimentos tecnológicos.

O sistema APPCC foi desenvolvido para garantir a produção de alimentos seguros à saúde do consumidor. Seus princípios são utilizados no processo

de melhoria da qualidade, contribuindo para maior satisfação do consumidor, tornando as empresas mais competitivas e ampliando as possibilidades de conquistas de novos mercados.

O sistema APPCC para minimamente processado pode ser construído por uma série de barreiras para controlar o crescimento de patógenos, pois não existe uma única etapa que elimine esses microrganismos. Na revisão do Código de Alimentos em 1999 pela FDA, foi estabelecido que todos os processadores de alimentos, varejistas, distribuidores deveriam implementar um programa de segurança alimentar baseado nos conceitos do APPCC. Nesse contexto, as indústrias de pré-cortados e de minimamente processados têm sido pressionadas, pois esses produtos têm sido apontados como os principais causadores de doenças infecciosas nos EUA.

Para frutas frescas e minimamente processadas essas ferramentas de qualidade são de extrema importância, visto que elas carregam do campo grande parte da contaminação seja de origem biológica, química e física. Além disso, o pH, a taxa de respiração e características intrínsecas das “comoditties” são fatores que podem desencadear problemas de qualidade e segurança nos produtos minimamente processados, se procedimentos de manuseio, processamento e comercialização não forem adotados corretamente.

Rastreabilidade como Fator de Segurança Alimentar

A rastreabilidade, com respeito à segurança alimentar, é a garantia dada ao consumidor, por meio da legislação vigente, que lhe dá a certeza de estar consumindo um produto controlado em todas as fases da produção (Lombardi, 1998).

A rastreabilidade pode ser implementada em qualquer tipo de alimento. É um sistema caro, pois exige controles e certificações em um ou mais elos da cadeia produtiva. Geralmente, os sistemas que mais demandam

rastreabilidade são os que contêm uma ou mais dessas características:

a) elevada perecibilidade do produto, por exemplo, refrigeração estável e de boa qualidade em toda a cadeia produtiva; b) elevado risco de contaminação ao consumidor; c) necessidade de comprovação de inocuidade e sanidade em todos os elos da cadeia; d) existência de um mercado consumidor de produtos de alta qualidade, inclusive disposto a pagar mais por um produto rastreável; e) casos especiais, por motivos de controle sanitário, religiosos ou de crença.

Para a produção vegetal, esse controle está relacionado à qualidade dos alimentos ingeridos, os quais devem ser promotores da saúde humana. Com a rastreabilidade dos produtos vegetais, será possível identificar de onde vem o maior risco que pode afetar a saúde dos homens. Em relação aos produtos minimamente processados, o rastreamento é de fundamental importância, visto que sua cadeia de produção é composta de etapas que podem comprometer sua qualidade e segurança.

A IFPA aponta um adequado sistema de codificação, no qual identifica-se cada unidade do produto e um sistema com pistas que mantém sua identidade durante canais de produção e distribuição, como sendo componentes principais do programa. Além disso, esta associação lista os principais elementos-chave do programa: a) codificação e identificação; b) efetivo sistema de treinamento interno; c) lotes discretos do processo; d) manutenção adequada de registros e e) compra de fontes seguras.

Em relação às normas referentes ao sistema de rastreabilidade, o Comitê do *Codex* sobre sistemas de inspeção e certificação de importações e exportações de alimentos, em sua décima reunião acontecida em março de 2002, discutiu a importância da rastreabilidade nos sistemas de inspeção e certificação. A aplicação do sistema nesse documento foi discutida em questões como a utilização da rastreabilidade em favor da integridade, autenticidade e identificação dos produtos, a viabilidade da rastreabilidade e em particular sua aplicação nos países em desenvolvimento, a confiança e informação dos consumidores em relação à natureza e origens dos produtos e a possibilidade de utilizar a rastreabilidade para exigir responsabilidades e reparação.

Diante da necessidade de se alcançar a segurança alimentar das cadeias agroindustriais, a rastreabilidade é uma alternativa vital em alguns segmentos, como o da carne, por exemplo. Entretanto, esse sistema não é o fim, mas sim o meio de proteger os consumidores.

Conclusão

Frutas minimamente processadas ocupam um importante segmento na indústria moderna. Esses produtos podem carrear perigos e proporcionar riscos à saúde pública, fazendo-se necessário assegurar toda sua cadeia de produção com as ferramentas disponíveis para segurança alimentar. O conhecimento prévio da ecologia microbiana desses produtos é um fator primordial. Para isto, é importante que todos os cientistas envolvidos neste desafio possam compartilhar as particularidades de cada cultura em toda sua cadeia. Sabe-se que o Brasil tem uma variedade enorme de frutas tropicais, temperadas e ainda as chamadas exóticas, que necessitam de programas integrados de segurança e qualidade e de estabelecimentos de padrões para consumo nos mercados interno e externo. Face a esta necessidade, é importante que todos os segmentos de interesse desse nicho de mercado estabeleçam uma corrente para a sensibilização da importância da segurança alimentar, seja no âmbito econômico, de desenvolvimento e, principalmente, de proteção à saúde do consumidor.

Bibliografia Consultada

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

ANDRADE, N. J.; PINTO, C. L. O. **Higienização na indústria de alimentos**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1999. 96p.

ARTHEY, D.; ASHURST, P. R. **Fruit processing**: nutrition, products and quality management. 2.ed. Maryland: Aspen Publication, 2001. 312p.

BARTZ, J. A. Washing fruits and vegetables: lessons from treatment of tomatoes and potatoes with water. **Dairy Food Environment Sanitation**. v.19, p. 853-864, 1999.

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 DE SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.89-94.

BEUCHAT, L. R. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. **Microbes and Infection**, v.4, p.414-423, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 1428, de 26 de novembro de 1993. Dispõe sobre Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos – sobre as Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na área de Alimentos – sobre o Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQs) para

Serviços e Produtos na Área de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, n. 242, 2 dez. 1993. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretária de Vigilância Sanitária. Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico Condições Higiênico-Sanitárias e Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF., 1ª ago. 1997.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Secretária de Vigilância Sanitária. Portaria nº 368, de 04 de setembro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre as condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Elaboradores/Industrializadores de Alimentos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF., 8 set. 1997.

BURNET, S.L.; CHEN, J.; BEUCHAT, L.R. Attachment of *Escherichia coli* O157:H7 to the surface and internal structures of apples as detected by confocal laser microscopy. **Journal of Applied Microbiology**, v. 66, p. 4679-4687, 2000.

CANTWELL, M. Fresh-cut products. **Perishables Handling Newsletter**, Davis, n. 81, p. 2-3, 1995.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.156-182.

CARDOSO, C. E. L.; ALMEIDA, C. O. de; NASCIMENTO, A. S. do. **Frutas: tendências de consumo e implicações para o setor**, 2000. Coletânea rumos em debate. Disponível em: <<http://www23.sede.embrapa.br:8080/aplic/ruMos.nsf/f7c8b9aeabc42c8583256800005cfec7/8a07bcfac07038618325690400532981?OpenDocument>>. Acesso em: 22 jun. 2002.

CENTER FOR DISEASES CONTROL AND PREVENTION. Epidemiologic Notes and Reports Multistate Outbreak of Salmonella poona Infections - United States and Canada. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 40, n. 32, p. 549-552, 1991.

CENTER FOR DISEASES CONTROL AND PREVENTION. Outbreaks of *Escherichia coli* O157:H7 infection and cryptosporidiosis associated with drinking unpasteurized apple cider - Connecticut and New York. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v.46, p. 4-8, 1997.

CENTER FOR DISEASES CONTROL AND PREVENTION. Preliminary FoodNet Data on

the Incidence of Foodborne Illnesses - Selected Sites - United States. **Morbidity and Mortality Weekly Report**, v. 51, n. 15, p. 325-329, 2002.

CHERRY, J. P. Improving the safety of fresh produce with antimicrobial. **Food Technology**, v. 53, n. 11, p. 54-59, 1999.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1998. 87 p.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Proposed draft code of hygienic practice for pre - cut fruits and vegetables (at step 3). **Thirty-third Session of Codex Committee on Food Hygiene**, Geneva, July 2000.

De ROEVER, C. Microbiological safety and evaluations and recommendations on fresh- produce. **Food Control**, v. 9, p. 321-347, 1998.

DROSINOS, E. H.; TASSOU, C.; KAKIOMENOU, K.; NYCHAS, G-J. E. Microbiological, physico-chemical and organoleptic attributes of a country tomato salad and fate of Salmonella enteridis during storage under aerobic or modified atmosphere packaging conditions at 4 °C and 10 °C. **Food Control**, v.11, p.131-135, 2000.

ECKERT, J. W.; OGAWA, J. M. The chemical control of postharvest diseases: deciduous fruits, berries, vegetables and root/tubers crops. *Annu Rev Phytopathol* 1988; 26:433-63. In: BEUCHAT, L. R.; RYU, J-H. Produce handling and processing practices. **Emerging infectious diseases**, v. 3, n. 4, oct-dec 1997. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/ncidod/eid/vol3no4/beuchat.htm>>. Acesso em: 23 jun. 2002.

EUREPGAP. **General Regulations Fresh Fruits and Vegetables**, 2001.

FOOD DRUG ADMINISTRATION. **Food and safety assurance program**; development of hazard analysis critical control points; proposal rule. Federal Register, Washington, D.C, 1999.

FOOD DRUG ADMINISTRATION. Center for Food Safety and Applied Nutrition. **Guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruits and vegetables**. Washington, D.C, 1998.

FETT, W. F. Naturally occurring biofilms on alfalfa and other types of sprouts. **Journal of Food Protection**, v. 63, p. 625-632, 2000.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002. 424p.

FORSYTHE, S. J.; HAYES, P. R. **Food hygiene, microbiology and HACCP**: a Chapman & Hall Food Science Book. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1998.

FRANK, J. F. Microbial attachment to food and food contact surfaces. **Advance Food Nutrition Research**, v.43, p. 320-370, 2000.

GAYLER, G. R.; MacCREADY, R. A.; REARDON, J. P.; McKERNAN, B. F. An outbreak o salmonellosis traced to watermelon. **Public Health Report**, v.70, p. 311-313, 1995.

HEALTH CANADA. An outbreak of Escherichia coli O157:H7 infection associated with unpasteurized non-commercial, custom-pressed apple cider-Ontário 1998. **Disease Report**, v. 25, n. 13, p. 7, 1999.

HOORNSTRA, E.; NORTHOLT, M. D.; NOTERMANS, S.; BARENDSE, A. W. The use of quantitative risk assessment in HACCP. **Food Control**, v. 12, p. 229-234, 2001.

INMETRO. Portaria nº 144, de 31 de julho de 2002. Diretrizes gerais para a produção integrada de frutas (PIF).

INTERNATIONAL COMMISSION ON THE MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **The role of food safety objectives in the management of the microbiological safety of food according to Codex Documents**, 2001. Document prepared for the Codex Committee on Food Hygiene.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry**. 4. ed. 2001, 213 p.

LAMIKANRA, O.; CHEN, J. C.; BANKS, D.; HUNTER, P. A. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed *Cantaloupe*. **Journal Agriculture Food Chemical**, v. 48, p. 5955-5961, 2000.

LAMIKANRA, O. **Fresh-cut fruits and vegetables: science, technology and market**. Washington, D.C. CRC Press, 2002.

LIAO, CHING-HSING.; SAPERS, G. M. Attachment and growth of *Salmonella chester* on apple fruits and in vivo response of attached bacteria to sanitizer treatments. **Journal of Food Protection**, v. 65, n. 7, p. 876-883, 2000.

LIN, C. M.; WEY, C. I. Transfer of *Salmonella montevideo* onto the interior surface of tomatoes by cutting. **Journal of Food Protection**, v. 60, p. 858-863, 1997.

LUNA-GUZMAN, I.; BARRET, D. M. Comparasion of calcium chloride and calcium

lactate effectiveness in maintaining shelf satability and quality of fresh-cut Cantaloupes. **Postharvest Biology and Technology**, v. 19, p. 61-72, 2000.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F.; SARZI, B. Aspectos fisiológicos de goiabas 'Pedro Sato' e 'Paluma' submetidas ao processamento mínimo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FIOLOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001, 1 CD-ROM.

NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 34, n. 4, p. 371-401, 1994.

NORWOOD, D. E.; GILMOUR, A. The growth and resistance to sodium hypochlorite of *Listeria monocytogenes* in a steady-state multispecies biofilm. **Journal of Applied Microbiology**, v. 88, p. 512-520, 2000.

PORTELA, S. J.; CANTWELL, M. I. Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut *Cantaloupe* Melon. **Food Chemistry and Toxicology**, v. 66, n. 9, p. 1265-1270, 2001.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L.; PILIZOTA, V.; MATARAZZO, A. M. Antimicrobial treatments for minimally processed Cantaloupe melon. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 2, p. 345-349, 2001.

SARANTOPÓULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215p.

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

SARZI, B.; DURIGAN, J. F.; LIMA, M. A.; MATTIUZ, B. Comportamento respiratório de mamão minimamente processado quando armazenado sob diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FIOLOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus, BA. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001. 1 CD-ROM.

SENAI. **Elementos de apoio para o sistema APPCC**. 2 ed. Brasília, 2000. 361 p. (Série Qualidade e Segurança Alimentar). Projeto APPCC Indústria. Convênio CNI/SENAI/SEBRAE.

SINGH, N.; SINGH, R. K.; BHUNIA, A. K.; STROSHINE, R. L. Effect of inoculation and

washing methods on the efficacy of different sanitizers against *Escherichia coli* O157:H7 on lettuce. **Food Microbiology**, v. 19, p.183-193, 2002.

SOUZA, R. A. M. Perspectivas do mercado de frutas e hortaliças minimamente processadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.1-22.

SPERBER, W. H. Hazard identification: from quantitative to a qualitative approach. **Food Control**, n.12, p. 223-228, 2001.

STEWART, C. M.; TOMPKIN, R. B.; COLE, M. B. L. R. Food safety: new concepts for the new millennium. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.3, p.105-112, 2002.

SUSLOW, T. V.; CANTWELL, M.; MITCHELL, J. **Indicadores básicos del manejo postcosecha de melón *Cantaloupe*** (Chino o de Red). Disponível em: <<http://posthavest.ucdavis.edu>>. Acesso em: 03 jan. 2002.

THE WHITE HOUSE OFFICE OF THE PRESS SECRETARY. Radio address of the president to the nation. **The Oval Office**: archived Information. Washington, 1997.

UKUKU, D. O.; FETT, W. Behavior of *Listeria monocytogenes* inoculated in *Cantaloupe* surfaces and efficacy of washing treatments to reduce transfer from rind to fresh-cut pieces. **Journal of Food Protection**, v. 65, n. 6, p. 924-930, 2002.

UKUKU, D. O.; FETT, W. Relationship of cell surface charge and hidrophobicity to strength of attachment of bacteria to *Cantaloupe* rind. **Journal of Food Protection**, v. 65, n. 7, p. 1093-1099, 2002.

UKUKU, D. O.; PILIZOTA, V.; SAPERS, G. M. Influence of washing treatments on native microflora and *Escherichia coli* O157:H7 of inoculated *Cantaloupes*. **Journal Food Safety**, v. 21, p. 382-385, 2001.

UKUKU, D. O.; SAPERS, G. M. Effect of sanitizer treatments on *Salmonella* stanley attached to the surface of *Cantaloupe* and cell transfer to fresh-cut tissues during cutting practices. **Journal of Food Protection**, v. 64, n. 9, p.1286-1291, 2001.

VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL DE SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p. 44-52.

VERMEIREN, L.; DEVLIEGHERE, F.; Van BEEST, M.; KRUIJF, de N.; DEBEVERE, J. Development in the active packaging of foods. **Trends in Food Science e Technology**, v.10, p.77-86, 1999.

WALKER, E.; PRITCHARD, C.; FORSYTHE, S. Hazard analysis critical control point and prerequisite programme implementation in small and medium size food businesses. **Food Control**, v.14, p.169-174, 2003.

WISNIEWSKY, M. A.; GLATZ, B. A .; GLEASON, M. L.; REITMEIER, C. A. Reduction of *Escherichia coli* O157:H7 counts on whole apples by treatment with sanitizers. **Journal of Food Protection**, v. 63, n. 6, p. 703-708, 2000.

ZHUANG, R. Y.; BEUCHAT, L. R.; ANGULO, F. J. Fate of *Salmonella montevideo* on and in raw tomatoes as affected by temperature and treatment with chlorine. **Applied Environment Microbiological**, v. 61, p. 2127-2131, 1995.



Agroindústria Tropical

Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento

