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

Processamento mínimo de frutas e hortaliças

Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem

Sergio Agostinho Cenci

Editor Técnico

Embrapa Agroindústria de Alimentos
Rio de Janeiro, RJ
2011

Capítulo 2

ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

Sergio Agostinho Cenci

As operações de processamento não devem ser vistas como uma maneira de se utilizar produtos de qualidade inferior, muito maduros ou com defeitos, os quais não podem ser comercializados na sua forma *"in natura"*. Somente matéria-prima de excelente qualidade deve ser utilizada, com o objetivo de assegurar a qualidade do produto final. Boa qualidade e uniformidade da matéria-prima facilitam as etapas do processamento, aumentando a produtividade, a qualidade e a vida útil do produto minimamente processado.

As operações envolvidas na produção de frutas e hortaliças minimamente processadas visam garantir segurança, qualidade e redução de perdas dos produtos. Deve-se lançar mão de práticas para proteger os produtos de danos físicos e mecânicos; de contaminações físicas, microbiológicas e por insetos, decorrentes, muitas vezes, do manuseio impróprio da matéria-prima e da falta de higiene dos manipuladores, principalmente durante os processos de lavagem, de centrifugação e de embalagem. A sequência das etapas nas linhas de produção de hortaliças e frutas minimamente processadas é similar, embora ambas requeiram etapas específicas e diferenciadas. As etapas principais da cadeia de processamento que afetam a qualidade dos produtos, como lavagem, corte, sanitização e embalagem são comuns em ambas as linhas de processo.

Na figura 2.1 é apresentado o fluxograma geral da cadeia produtiva, na qual se inserem as operações de uma unidade industrial de processamento mínimo de frutas e hortaliças e a temperatura máxima recomendada em cada etapa de processo, bem como a descrição das principais operações. Dependendo da especificidade do produto, o fluxograma e as descrições das etapas do processamento podem apresentar variações e maior nível de detalhamento.

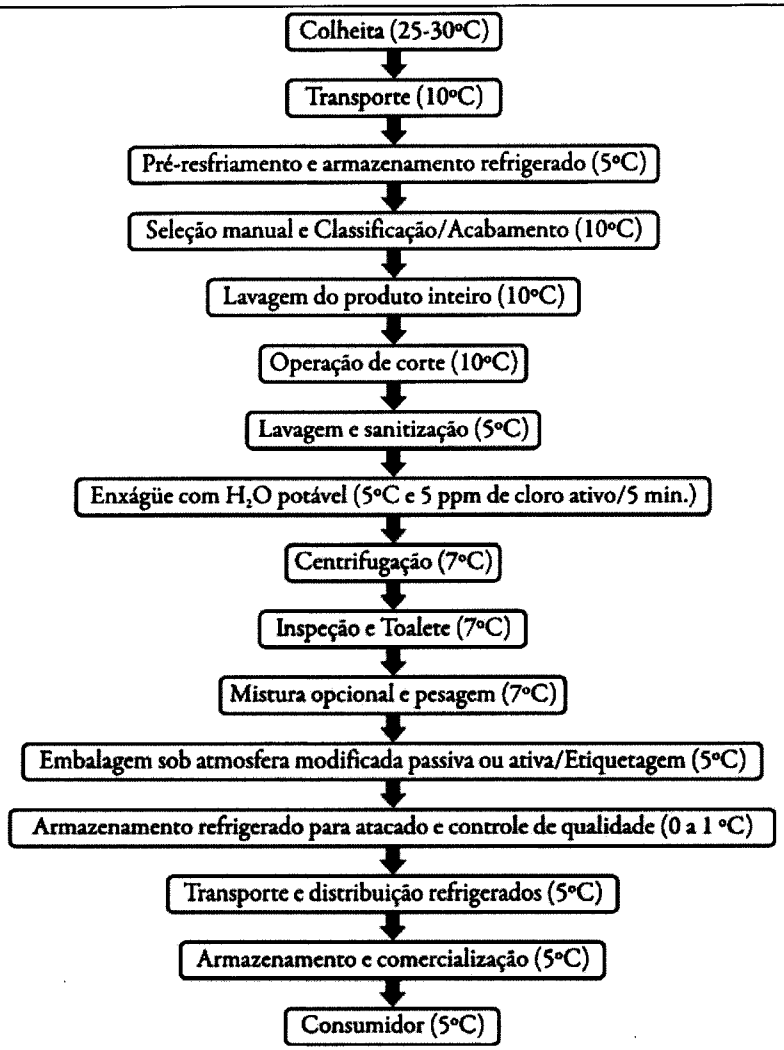

Figura 2.1- Fluxograma geral demonstrando a cadeia produtiva na qual se insere as operações de uma unidade industrial de processamento mínimo de frutas e hortaliças e a temperatura máxima recomendada em cada etapa de processo

2.1 Pré-resfriamento e armazenamento refrigerado

A colheita deve ser realizada nos períodos mais frescos do dia, evitando a exposição da fruta ou hortaliça às temperaturas elevadas. Normalmente, os produtos são colhidos e pré-resfriados o mais rápido possível à temperatura de 5°C. Os produtos aptos ao processamento devem ser conduzidos para o seu processamento imediato. Caso não seja possível, devem ser armazenados em

câmaras frias a 5°C e umidade relativa elevada (aproximadamente 90%), principalmente se tratando de folhosas. Quanto menor o tempo entre a colheita e o pré-resfriamento e processamento, melhor será a qualidade do produto minimamente processado. Excepcionalmente, os vegetais podem ser processados imediatamente após a colheita sem sofrer a etapa do pré-resfriamento, desde que colhidos com baixo calor de campo e processados obedecendo à temperatura recomendada nas demais etapas de processo do fluxograma acima.

Na recepção, deve-se fazer a inspeção de qualidade para a seleção e classificação da matéria-prima, bem como a pesagem do produto, prática necessária para o cálculo de rendimento de produto minimamente processado e remuneração de seu fornecedor. Produtos com características indesejáveis não devem ser utilizados para o processamento.

2.2 Lavagem do produto inteiro

Nesta etapa, antes do processamento, deve-se proceder a uma nova inspeção visual, descartando-se vegetais (frutos ou hortaliças) inadequados ao processamento, visando à padronização do produto final. Parâmetros como tamanho, cor, textura, ausência de injúrias e defeitos, e tecidos atacados por pragas (insetos e doenças) devem ser observados. Principalmente em folhosas, é necessária a realização de toalete com facas em aço inoxidável, ou seja, a eliminação das folhas externas velhas, com presença de sujidade em excesso, podridões, má formação, com danos fisiológicos ou mecânicos. Em se tratando de raízes, tubérculos e bulbos, deve-se adotar estes mesmos procedimentos, eliminando-se raízes secundárias, partes deformadas, danificadas ou com incidência de podridões.

Dependendo do nível de sujidades, recomenda-se realizar uma pré lavagem. Esta etapa tem como objetivo eliminar o excesso de sujidades na superfície do produto com o uso de água de boa qualidade, podendo-se usar detergente neutro apropriado para a pré lavagem de vegetais. Caso a matéria-prima não apresente sujidades (excesso de terra do campo), recomenda-se submetê-la diretamente à operação de lavagem, que pode ser manual ou mecânica (em máquina lavadora). Caso a matéria-prima apresente elevada contaminação microbiana, o que não é aconselhável, preferindo-se matéria-prima de boa qualidade, pode-se adicionar cloro na água de lavagem (100ppm a 200ppm de cloro livre). Este tratamento auxilia na redução da carga microbiana. É aconselhável reduzir a temperatura da água de lavagem para não aquecer

(ganho de calor) produtos resfriados ou visando resfriar produtos recém colhidos.

2.3 Corte

Esta é uma etapa crítica na linha de processo, necessitando de rigoroso controle de higiene no ambiente, bem como limpeza, desinfecção e o uso de equipamentos bem afiados. Danos físicos, stress fisiológico e aumento no crescimento microbiano podem ser causados pelo descascamento e corte defeituosos nos produtos. As injúrias mecânicas normalmente causam aumento da respiração e produção de etileno nos produtos resultando em oxidações enzimáticas e, por consequência, no escurecimento na superfície dos tecidos na região do corte, reduzindo a qualidade e a vida útil do produto minimamente processado.

Se tratando de bulbos, raízes e tubérculos, faz-se necessário proceder ao descascamento, previamente ao corte, que pode ser manual ou através de equipamentos industriais. Apesar dos equipamentos industriais representarem ganho de produtividade, normalmente causam maior nível de injúria no produto em relação ao descascamento manual. Faz-se necessário, após o descascamento mecânico, realizar acabamento manual nos produtos que não sofreram a retirada completa da casca. Logo após esta operação, recomenda-se mergulhar o produto descascado em tanques com água fria, para evitar o processo de oxidação, antes da realização do corte, que pode ser em vários formatos (rodelas, palito, cubo, entre outros). No caso de folhosas, o corte pode ser no formato de tiras, ou em folhas inteiras. Quanto menor a espessura de corte do produto, maior será seu estresse fisiológico e taxa respiratória do produto, estimulando os processos de deterioração do vegetal. Neste caso, deve-se ter maiores cuidados no sentido da adoção de medidas preventivas para o controle destes processos, como cadeia de frio.

2.4 Lavagem e sanitização

A lavagem e sanitização dos produtos após o corte é a primeira etapa a ser realizada em área limpa na linha de processo. Esta etapa visa reduzir a população microbiana no produto, mas muitas vezes é insuficiente para assegurar a segurança microbiológica ao mesmo. A sanitização envolve a imersão do produto em água gelada a 5 °C, contendo entre 50 ppm a 150 ppm de cloro ativo por 10 minutos, mantendo o pH da solução entre 6,5 a 7,5 com ácido cítrico ou solução de ácido muriático (ácido clorídrico diluído), até

atingir a faixa desejável, para otimizar o efeito do cloro. Entretanto, a United States Food and Drug Administration (USFDA) recomenda de 50 ppm a 200 ppm de cloro total e contato de 1-2 minutos e a International Fresh-Cut Produce Association no modelo de plano HACCP para alface picada, sugere o máximo de 100-150 ppm de cloro total em pH 6.0-7.0, e mantendo de 2-7 ppm de cloro residual livre após o tratamento. Alguns produtos são muito sensíveis a danos causados pelo cloro durante a sanitização. Neste caso, deve-se estabelecer a concentração de cloro ativo e o tempo de sanitização, de forma a não afetar o produto. No caso da rúcula, o cloro ativo não deve exceder a 150 ppm e 10 minutos de exposição, sendo estes os limites máximos de tolerância.

Atualmente, há outros tratamentos de sanitização como o uso do ozônio, descrito com maior detalhamento no capítulo 3 deste livro, mas o hipoclorito de sódio é o mais utilizado. Nesta etapa, pode-se realizar o tratamento antioxidante para o controle do escurecimento em frutas e hortaliças minimamente processadas, utilizando como agentes antioxidantes o ácido ascórbico e sulfitos.

2.5 Centrifugação

A centrifugação tem por objetivo eliminar o excesso de água acumulado no processo de lavagem/sanitização e enxágüe, por meio de equipamentos de aço inoxidável. Uma centrifugação ineficiente, com a não remoção de toda a água livre da superfície do produto, acelera a deterioração e confere aparência indesejável ao produto. Da mesma forma, excesso de centrifugação, além de eliminar toda a água livre na superfície do produto, o que é benéfico, retira o suco (seiva) celular, desidratando-o, causando ressecamento e perda da coloração natural (esbranquiçamento), rompimento dos tecidos, acelerando a deterioração e reduzindo a vida útil. Portanto, para cada produto deve-se estabelecer a melhor combinação do binômio tempo X velocidade de centrifugação. Isto dependerá, além do produto, da quantidade a ser centrifugada por batelada e do tipo de centrífuga. O tempo de centrifugação varia de 3 a 10 minutos, ajustando-se a velocidades que não cause dano, pois alguns produtos são muito sensíveis. Em épocas chuvosas de cultivo da matéria-prima, principalmente raízes e tubérculos, os tempos de centrifugação devem ser aumentados para a retirada do excesso de água. Um indicador interessante para se determinar o tempo de centrifugação é o dreno da centrífuga, isto é, quando parar de escorrer água a centrifugação deverá ser

interrompida. Deve-se fazer avaliação visual do produto centrifugado, que não deve apresentar aspecto de produto molhado ou danificado mecanicamente.

As centrífugas podem ser uma das fontes potenciais de contaminações microbiológicas. Por isso, devem ser limpas e higienizadas com solução de hipoclorito de sódio. Existem outras técnicas alternativas à secagem convencional dos produtos, como a injeção de ar frio forçado em túneis, porém apresentam como principal inconveniente a baixa eficiência em "produtos volumosos".

2.6 Embalagem

Após a centrifugação e antes da embalagem recomenda-se fazer inspeção criteriosa e o toalete dos produtos, eliminando-se pedaços injuriados, com problemas de aparência ou qualquer tipo de defeito que deprecia o produto. Um problema sério que vem sendo enfrentado pelos processadores é a presença de insetos na matéria-prima, de difícil remoção nas etapas anteriores à recepção, classificação/seleção, pré lavagem da matéria-prima e lavagem do produto processado. Por isso, esta etapa é de fundamental importância e exige mesas especiais, construídas em acrílico e com sistema de iluminação na parte inferior da superfície de acrílico, para facilitar o trabalho e aumentar a produtividade na inspeção do produto pronto. Na extremidade da mesa, deverá ser instalada uma balança para a pesagem dos produtos.

Nesta etapa, deve-se seguir rigorosamente a temperatura recomendada, tanto no produto como no ambiente de embalagem. Quando se pratica a embalagem de vegetal quente em sala sem refrigeração, ao submetê-lo à condição de refrigeração ocorrerá condensação de água na superfície interna da embalagem, o que gera problema visual e de deterioração microbiológica do produto.

Os sistemas de embalagens a serem adotados (tipo de filme plástico, remoção e injeção de gás e relação volume da embalagem X quantidade de produto) variam muito, e dependem da fisiologia do produto, do mercado (se institucional ou varejo), da tecnologia de processamento adotada (tipo de corte, eficácia no resfriamento do produto e da cadeia de frio) e da expectativa de vida útil esperada do produto pronto. Podemos classificar quanto à taxa respiratória, produtos de alta, média e baixa taxa respiratória (ver Tabela 1.1). Isto é importante na seleção da permeabilidade do filme plástico a ser recomendado. Além do mais, para cada produto existe a condição ótima de atmosfera gasosa para a sua conservação. Alguns produtos se adaptam bem ao sistema de embalagem sob

vácuo parcial ou total, outros não. Existem produtos que não necessitam da atmosfera modificada ativa. Tudo isso interfere na seleção do sistema de embalagem a ser adotado. Normalmente, em produtos nos quais se requer uma maior vida útil para comercialização, utiliza-se a tecnologia de atmosfera modifica ativa.

A embalagem ajuda a conservar o produto. Entretanto, não podemos depositar todas as expectativas na embalagem, pois ela não resolve os problemas das outras etapas de processo, especialmente dois aspectos fundamentais, e, mais importantes, que são a qualidade da matéria-prima e a temperatura do produto (*in natura* e minimamente processado).

Abaixo, alguns exemplos de produtos diferentes na sua fisiologia, com informações para indicação de sistemas de embalagens para comercialização de pequenas porções de varejo:

- **Acelga e Alface picadas** - respiram menos que a couve e a rúcula, porém mais que folhas de alface e acelga inteiras. Pode-se utilizar filme de polipropileno bio-orientado (BOPP), de permeabilidade intermediária. A alface picada (principalmente a americana) tolera níveis baixos de oxigênio, por isso, se adapta bem ao vácuo parcial.
- **Rúcula** - a rúcula não tolera níveis muito baixos de oxigênio, nem elevado teor de CO_2, além de sofrer facilmente danos mecânicos no processo de vácuo. O tipo de filme indicado é o polietileno de baixa densidade.
- **Couve** - apresenta taxa respiratória elevada. Portanto, necessita de embalagens extremamente permeáveis, sem vácuo, sendo indicado o filme esticável de PVC aplicado a bandejas de poliestireno expandido.
- **Raízes, vagem e tubérculos** - pode-se usar filmes coextrusados multicamadas, à base de nylon e polietileno de baixa densidade, preferencialmente com taxa de permeabilidade maior que 100 $cm^{-3}.m^{-2}.dia^{-1}$ que mantém o vácuo. Portanto, são produtos que se adaptam bem em embalagem sob vácuo parcial.
- **Brócolis e couve-flor** - são dois produtos semelhantes na sua fisiologia, ou seja, respiram muito, podendo-se indicar filmes poliolefíncios coextrusados especiais, com alta permeabilidade.

2.7 Distribuição e condições de armazenamento/ comercialização

Na distribuição, os produtos embalados são acondicionados em embalagem secundária. Normalmente utilizam-se caixas plásticas higienizadas e sanitizadas. O uso de caixas de papelão resistentes à umidade também pode ser empregado, sendo muito utilizado em outros países, como nos EUA.

O armazenamento é recomendado para a formação de estoques reguladores na comercialização dos produtos. Entretanto, recomenda-se o mínimo possível de tempo de estocagem e entregas rápidas nos pontos de consumo ou comercialização. Recomenda-se também o uso de veículos refrigerados à temperatura de 5°C.

Apesar da importância em manter a cadeia de frio durante o transporte, distribuição e comercialização nas condições de temperatura recomendadas, tem sido demonstrado que os produtos estão sujeitos a temperaturas abusivas em torno de 12 °C nas gôndolas de supermercados. Tal fato compromete não só a vida útil do produto, como cria risco de problemas de saúde pública, ao favorecer a anaerobiose dentro da embalagem, pelo descompasso entre a taxa respiratória do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem.

Capítulo 3

QUALIDADE E SEGURANÇA DOS VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS

André Luis Bonnet Alvarenga
José Carlos de Toledo

3.1 Introdução

Dentre as soluções encontradas para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, está o processamento mínimo de vegetais (PMV). Se por um lado a tecnologia de PMV agrega valor à matéria-prima para o agricultor e o processador, fornece para o consumidor conveniência e melhor manutenção da qualidade sensorial e nutricional presente nos produtos vegetais, por outro lado, favorece a deterioração microbiológica, alterações fisiológicas e bioquímicas destes vegetais e aumenta os riscos de desenvolvimento de microrganismos patogênicos, levando a possíveis problemas de segurança no consumo destes produtos.

Deste modo, um dos grandes desafios das empresas da cadeia de PMV é garantir a segurança de seus produtos de acordo com os requisitos necessários, desde a produção da matéria-prima (no campo), passando pelo processamento, pela armazenagem e pelo transporte, até a sua distribuição e comercialização.

Torna-se, então, importante, estabelecer alguns fundamentos sobre a qualidade e a segurança dos vegetais minimamente processados e a forma de garanti-los.

Assim, o presente capítulo tem por objetivo definir ao leitor o que é um alimento de qualidade, mostrar qual a relação da qualidade com a segurança dos alimentos e quais fatores contribuem para a diminuição desta qualidade e que podem comprometer a segurança do consumidor no consumo dos vegetais minimamente processados. Adicionalmente, o capítulo discorre como os programas de pré-requisitos contribuem para a garantia da qualidade e da segurança destes produtos.

decisivo para a manutenção da qualidade do vegetal durante a sua vida útil. Com as possibilidades e alternativas existentes no mercado, as orientações técnicas para acondicionamento dos VMP se baseiam na utilização de uma embalagem que tem suas características técnicas mais próximas daquelas necessárias especificamente para o vegetal a ser embalado. Sem dúvida, o resultado final não é o mais satisfatório.

Outro problema diz respeito à construção de equipamentos para lavagem, sanitização e centrifugação dos vegetais. Os equipamentos disponíveis não atendem especificamente às necessidades do mercado nacional. Geralmente, a construção destes equipamentos se baseia em projetos norte-americanos e europeus, onde a qualidade da matéria-prima e as necessidades de mercado são bastante diferentes daquelas no Brasil. No Brasil, as matérias-primas são produzidas em campos abertos, embora exista uma crescente tendência para cultivos protegidos (estufas). Assim, estas matérias-primas são muito mais suscetíveis a contaminações por pragas, ao aumento de depósito de areia e terra por chuvas e ventos, tornando-se necessário um maior tempo de retenção dos vegetais durante o processo de lavagem e com dispositivos (chicanas e filtros estáticos) mais eficientes para a retirada e retenção de um número maior de material inorgânico e pragas de lavouras. Ainda sobre a questão de construção destes equipamentos, a "tropicalização" dos projetos desconsidera aspectos importantes como o acabamento sanitário destes equipamentos e a facilidade de desmonte para as operações de sanitização.

Embora estas questões não invalidem o funcionamento do SGQS/VMP, já que ele é dinâmico para a introdução de novos procedimentos que venham a facilitar o seu funcionamento, elas podem se tornar uma barreira para as operações de produção, monitoramento e melhoria e podem levar a problemas de qualidade de aparência e até mesmo de segurança dos VMP. Porém, se tornam oportunidades para os fabricantes de embalagens e equipamentos para o desenvolvimento de novos produtos que se adéqüem ao mercado nacional. Deste modo, o desenvolvimento de novos produtos deve ser baseado em projetos que introduzam a participação, e comunicação das empresas processadoras, produtores rurais, clientes, consumidores e especialistas aos fabricantes de equipamentos e embalagens. Esta integração tem por objetivo a definição, em conjunto com os usuários dos equipamentos e dispositivos, das necessidades da cadeia, das limitações tecnológicas existentes e da viabilidade financeira de tais projetos.

Referências

Capítulo 1 - PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

CENCI, S.A.; GOMES, C.A.O ALVARENGA, A.L.B. FREIRE JUNIOR, M.; Boas Práticas de Fabricação de processamento mínimo de vegetais na agricultura familiar In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação na agricultura familiar.** Programa de agroindustrialização da agricultura familiar. Secretaria de Agricultura Familiar (MDA). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006.

CRUZ, A.G.; CENCI, S.A.; MAIA, M.C.A. Quality assurance requirements in produce processing. **Trends in Food Science and Technology**, no.17, p. 406-411, 2006

GOMES, C.A.O.; ALVARENGA, A.L.B.; JUNIOR, M.F.; CENCI, S.A. **Hortaliças Minimamente Processadas.** Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 34 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

GORNY, J.R. A Summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. *Acta Horticulturae* (ISHS), Leuven, v.2, n.600, p.609-14, 2003. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/600/600_92.htm>

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops.** 5th ed. Berkeley: University of California, 1992.

NASCIMENTO, Edson F.; MOLICA, Eliane M.; MORAES, Julio S. **Vegetais minimamente processados (mercado e produção).** Brasília: 2000, EMATER/DF. 53 p.

PAZINATO, Beatriz Cantusio. **Vegetais minimamente processados.** www.cati.sp.gob.br/ddr/veg.min.proces.htm. Acesso em 20/03/2003.

VAROQUAUX, P; GOUBLE, B; DUCAMP, M N; SELF, G. Procedure to optimize modified atmosphere packaging for fruit. Fruits, v.57, p.313-322, 2002.

WILEY, Robert C. Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas. Editorial Acribia S.A. 1997. 361 p.

Capítulo 2 - ETAPAS DO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS

CENCI, S.A.; GOMES, C.A.O ALVARENGA, A.L.B. FREIRE JUNIOR, M.; Boas Práticas de Fabricação de processamento mínimo de vegetais na agricultura familiar In: NASCIMENTO NETO, F. (org.) **Recomendações básicas para a aplicação das Boas Práticas Agrícolas e de Fabricação na agricultura familiar.** Programa de agroindustrialização da agricultura familiar. Secretaria de Agricultura Familiar (MDA). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF, 2006.

CRUZ, A.G.; CENCI, S.A.; MAIA, M.C.A. Quality assurance requirements in produce processing. **Trends in Food Science and Technology**, no.17, p. 406-411, 2006.

GOMES, C.A.O.; ALVARENGA, A.L.B.; JUNIOR, M.F.; CENCI, S.A. **Hortaliças Minimamente Processadas.** Brasília, D.F.: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, 34 p. (Coleção Agroindústria Familiar).

KENDRA, K.V. Modified atmosphere packaging of fresh produce: current status and future needs. **Food Science and Technology**, no.43, p. 381-392, 2010.