

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**PROCESSAMENTO DE VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS: UMA
ABORDAGEM SOBRE A HIGIENIZAÇÃO E OS SANITIZANTES NELA
UTILIZADOS**

Anelise Possamai

Porto Alegre

2014/2

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
CURSO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**PROCESSAMENTO DE VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS: UMA
ABORDAGEM SOBRE A HIGIENIZAÇÃO E OS SANITIZANTES NELA
UTILIZADOS**

Anelise Possamai

Monografia apresentada ao Curso de
Engenharia de Alimentos como
requisito parcial para a obtenção de
Título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Eduardo César Tondo

Co-orientadora: Letícia Sopena Casarin

Porto Alegre

2014/2

**PROCESSAMENTO DE VEGETAIS MINIMAMENTE PROCESSADOS: UMA
ABORDAGEM SOBRE A HIGIENIZAÇÃO E OS SANITIZANTES NELA
UTILIZADOS**

Anelise Possamai

Aprovada em: ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

Eduardo César Tondo (Orientador)

Doutor em Ciências

ICTA/UFRGS

Letícia Sopena Casarin (Co-orientadora)

Doutora em Microbiologia Agrícola e do Ambiente – Microbiologia de Alimentos

ICTA/UFRGS

Josete Baialardi Silveira

Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos

ICTA/ UFRGS

Patrícia da Silva Malheiros

Doutora em Microbiologia Agrícola e do

Ambiente

ICTA/UFRGS

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Maria Conceição Kern Possamai e Alcides Possamai, pelo amor e carinho que me deram forças dia a dia, por todo o incentivo recebido ao longo dessa caminhada, por serem exemplos de vida e caráter, guiando meus passos para essa grande conquista.

À minha irmã, Lisiane Possamai, que inúmeras vezes foi o meu chão, a minha força e acima de tudo a minha inspiração. Obrigada por acreditar em mim, por ser essa amiga tão presente na minha vida e ter dividido comigo cada vitória e dificuldade nesses longos anos de faculdade.

Ao meu cunhado, Alexandros, pelos momentos de descontração, com as piadas sem graça que só nós achávamos o máximo. Valeu cunhas!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Eduardo César Tondo, por ter me dado oportunidade de trabalhar no Laboratório 205 e me apaixonar pela área de microbiologia e controle de alimentos. Como também, pela disponibilidade e liberdade para o desenvolvimento desse trabalho.

A minha co-orientadora, Letícia Sopeña Casarin, pela atenção e direcionamento do melhor caminho, garantindo que esse trabalho fosse bem executado. Obrigada por tirar minhas dúvidas durante meus estágios e por todo carinho recebido. Desejo muito sucesso na tua caminhada.

Às minhas amigas engenheiras, Aline Oliveira, Juliana Zaparoli, Julise Coelho, Samantha Zucatti e minha sister do coração, Gabriela Markus, por tornarem meus dias mais felizes, por dividirem comigo cada dificuldade e conquista durante esses anos. Vocês fizeram toda diferença, amo vocês!!

Agradeço as amigas e colegas, Fabiana Perini e Letícia Araujo, por estarem comigo nessa reta final do curso, pela amizade que construímos, por dividir momentos de desespero e acima de tudo compartilhar o momento mágico da formatura.

Ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos e seus servidores, pela infraestrutura oferecida e conhecimento proporcionado.

“A mente que se abre a uma nova ideia jamais voltará ao seu tamanho original.” Albert Einstein

RESUMO

A popularidade dos vegetais minimamente processados tem aumentado no Brasil, devido à busca crescente dos consumidores por benefícios como praticidade e conveniência. Porém, vegetais minimamente processados têm sido associados a surtos alimentares. Durante o processamento dos vegetais minimamente processados (VMP) a etapa de sanitização é essencial para garantir a qualidade e a segurança destes produtos. Desta forma, o estudo da etapa de sanitização e os sanitizantes utilizados no processamento de vegetais minimamente processados, é de grande importância, pois podem reduzir a carga microbiana a níveis seguros. O presente trabalho investigou os sanitizantes disponíveis, sua eficácia e aplicação nos VMP, bem como os diferentes fatores relacionados com a ação desses sanitizantes. Foi observado que parâmetros como pH, tempo de contato na imersão, matéria orgânica, temperatura, espécie do microrganismo a ser inativado e superfície do vegetal são importantes aspectos a ser considerados, no intuito de garantir a eficácia do sanitizante escolhido. Concluiu-se que os sanitizantes hipoclorito de sódio e cálcio são os mais utilizados no Brasil, por terem menor custo, melhor solubilidade em água, fácil manuseio e maior eficiência de inativação de microrganismos patogênicos e deteriorantes, sob temperatura ideal da água de lavagem é 5°C, o pH deve estar entre 6,5 e 7,0, a concentração recomendável é de 100 à 250 ppm, tempo de contato/imersão de no máximo 15 minutos, obtendo redução da carga microbiana de até 2 log UFC/g. Entretanto, Dicloisocianurato apresentou vantagens sobre os derivados inorgânicos hipoclorito de sódio e cálcio e dióxido de cloro, pois não foi necessário corrigir o pH, o qual varia de 6 a 10, enquanto que para os demais a faixa de pH varia de 5 a 7,0, além de ser menos reativo com a matéria orgânica e produzir menores níveis de trihalometanos nas concentrações de 25 ppm em 6 minutos causou a redução de mais de 6 ciclos logarítmicos. Outros sanitizantes também foram testados em vegetais minimamente processados, mas ainda necessitam-se mais estudos para avaliar suas eficácias frente aos sanitizantes clorados.

Palavras-chave: Vegetais minimamente processados, sanitização, sanitizantes.

ABSTRACT

The popularity of minimally processed vegetables has increased in Brazil due to increasing consumers search for benefits as practicality and convenience. However, minimally processed vegetables have been associated with outbreaks of food. During the processing of minimally processed vegetables (MPV) the sanitizing step is essential to ensure the quality and safety of these products. Thus, the study of the sanitizing step and sanitizers used in minimally processed vegetable processing, is of great importance because they can reduce the microbial load to safe levels. This study investigated the available sanitizers, effectiveness and application in MPV, and the various factors related to the action of these sanitizers, has been observed that parameters such as pH, immersion contact time, organic matter, temperature, microorganism species to be inactivated and surface of the plant are important aspects to be considered in order to ensure the effectiveness of selected sanitizer. It was concluded that the sanitizers sodium hypochlorite and calcium are the most used in Brazil, due to lower cost, better solubility in water, easy handling and more efficient inactivation of pathogens and spoilage microorganisms, under ideal temperature of the wash water is 5°C, the pH should be between 6.5 and 7.0, the recommended concentration is 100 to 250ppm, contact time about 15 minutes, obtaining a reduction of the microbial load of up to 2 log CFU/g. However, Dicloisocianurato presented advantages over inorganic derived from sodium hypochlorite and calcium and chlorine dioxide, it was not necessary to adjust the pH which ranges from 6 to 10, whereas for the other pH range is from 5 to 7.0, it is less reactive with the organic matter and produce trihalomethane in the lower levels of 25ppm concentrations at 6 minutes caused a reduction of more than 6 log cycles. Other sanitizers were also tested in minimally processed vegetables, but still need to be more studies to evaluate its effectiveness in relation to chlorinated sanitizers.

Keywords: Minimally processed vegetables, sanitizing step, sanitizers.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fatores que afetam a microflora dos vegetais.	20
Tabela 2 - Principais microrganismos patogênicos relacionados com surtos alimentares e os alimentos mais contaminados.	21
Tabela 3 - Comparação dos resultados obtidos e amostras de vegetais minimamente processados com alguns padrões e/ou recomendações nacionais e internacionais.	22
Tabela 4 – Detalhamento das etapas do processamento de VMP, no Brasil.	23

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Representação dos VMP expostos nas gôndolas de supermercados no mundo. 18
- Figura 2** – Fluxograma geral do processo VMP 26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVO	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 Produtos Minimamente Processados	13
3.1.1 <i>Legislações de Produtos Minimamente Processados</i>	14
3.1.2 <i>O Mercado de Minimamente Processados</i>	16
3.1.3 <i>Vegetais minimamente processados e as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA)</i>	18
3.1.4 <i>Etapas do processamento mínimo de alimentos de origem vegetal</i>	22
3.2 Sanitizantes Utilizados na Sanitização de Vegetais Minimamente Processados	29
3.2.1 <i>Sanitizantes Clorados</i>	31
3.2.2 <i>Outros Sanitizantes</i>	36
4. CONCLUSÃO	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1. INTRODUÇÃO

Os vegetais minimamente processados (VMP) surgiram como alternativa para aumentar a vida de prateleira dos alimentos frescos (*in natura*) e também para atender o público que busca agilidade no preparo e no consumo de refeições. Sendo assim, o aumento da demanda de alimentos minimamente processados está relacionado com a praticidade oferecida por esses produtos, os quais são embalados em pequenas porções, evitando desperdício de alimentos e garantindo qualidade nutritiva, sensorial e uma maior segurança nesse tipo de produto.

Por conseguinte, empresas multinacionais de *fast food* auxiliaram no desenvolvimento do mercado de hortifrutícolas minimamente processadas nos anos 80, no Brasil. Além disso, conforme a recomendação da Organização Mundial da Saúde, ter uma dieta rica em frutas e hortaliças pode ser considerada como uma importante medida na prevenção de determinadas doenças degenerativas.

O processamento mínimo dos vegetais engloba, de maneira geral, etapas como: recepção, seleção, pré-lavagem, descascamento, corte, lavagem, sanitização, enxague, centrifugação, pesagem, embalagem e armazenamento. No entanto, para cada tipo de alimento existe um fluxograma de processo, que visa minimizar injúrias e danos às superfícies do alimento processado, evitando assim o aumento da deterioração, como também assegurar sua inocuidade, evitando a presença de microrganismos causadores de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA).

Para garantir a segurança e o aumento da vida útil dos vegetais, alguns fatores devem ser considerados. Durante o processamento a etapa de sanitização, a qual visa redução da carga microbiana até níveis seguros para o consumo, é a etapa crucial, sobretudo, por que a partir dela não haverá outros mecanismos ou barreiras para inativação dos microrganismos patogênicos e deteriorantes. Inúmeros fatores devem ser levados em conta para escolha do sanitizante, tais como: o tipo de alimento (fruta, legume, hortaliça ou raiz) a ser higienizado; a espécie e carga microbiana presentes nesse alimento; a quantidade de matéria orgânica; a concentração do componente sanitizante; o tempo de contato entre o produto e o sanitizante, a qualidade, a temperatura e o pH da água, e a eficácia do sanitizantes.

Nesse contexto, os produtos clorados são os sanitizantes mais utilizados nas indústrias de alimentos no Brasil, uma vez que possuem boa eficácia na redução da carga microbiana, baixo custo, além de serem viáveis para qualquer tipo de vegetal.

2. OBJETIVO

Este trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre o processamento de vegetais minimamente processados, enfatizando a etapa de higienização e os produtos nela utilizados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Produtos Minimamente Processados

A busca incessante de consumidores por alimentos mais saudáveis, com melhor qualidade e que possuam características semelhantes ao alimento recém-colhido (fresco), vem apresentando uma tendência de expansão nas grandes redes de supermercados dos maiores centros urbanos do país. Dessa forma, as frutas e hortaliças minimamente processadas (*fresh-cut*), embaladas, assim como as orgânicas e/ou desidratadas surgem como alternativa aos fabricantes e produtores para a redução de perdas, as quais ocorrem desde o processo de colheita até a mesa do consumidor, agregando valor ao alimento *in natura* (SANTOS; SILVA, 2010).

Sendo assim, os vegetais minimamente processados (VMP) possuem maior vida de prateleira comparada aos vegetais *in natura*, devido ao mínimo processamento aplicado, – seleção, classificação, pré-lavagem, corte, fatiamento, sanitização, enxágue, centrifugação, embalagem apropriada e rotulagem, obedecendo à cadeia de frio desde a etapa de recepção do alimento *in natura*, sem interrupções, até a gôndola do ponto de venda (EMBRAPA, 2005) –, os quais têm como uma das principais finalidades proporcionar mais praticidade no preparo das refeições no dia-a-dia do consumidor, (SEBRAE, 2008).

Nesse contexto, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2011a), a crescente participação das mulheres no mercado de trabalho reduz o tempo disponível para a compra e o preparo de hortifrutícolas (hortaliças, frutas, raízes e tubérculos) para as refeições, o que favorece o mercado de vegetais minimamente processados. Outro fator que viabiliza esse produto é o aumento significativo na preocupação com a saúde, retratando uma nova caracterização da população, a qual se mostra mais consciente e mais exigente (MELO; SILVA; ALVES, 2005).

3.1.1 Legislações de Produtos Minimamente Processados

No Brasil, os vegetais minimamente processados não apresentam legislação específica, embora esses produtos devam seguir os padrões microbiológicos estabelecidos na Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para frutas e/ou hortaliças, a qual os referencia como sendo “frescas, *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto”. Esta resolução estabelece como padrão: ausência de *Salmonella* spp. em 25 g e contagem máxima de coliformes termotolerantes ou *E. coli* de 5.10^2 UFC.g⁻¹ para frutas e 1.10^2 UFC.g⁻¹ para hortaliças (BRASIL, 2001). Para a padronização e a garantia das condições higiênico-sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação (BPF) para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos, o Ministério da Saúde publicou a Portaria nº 326 de 30 de julho de 1997. Além disso, a Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002, dispõe sobre o regulamento técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das BPF para regular a fabricação de alimentos, incluindo os minimamente processados (BRASIL, 2004). Estas regulamentações são importantes no processamento mínimo dos vegetais, pois garantem a qualidade e a segurança do produto.

Outras Resoluções, Portarias e Decretos são relacionados aos vegetais minimamente processados por normatizarem a legislação sanitária genérica para alimentos frescos como frutas e hortaliças. Entre eles estão:

- Decreto-Lei nº 986, de 21 de outubro de 1969, que institui normas básicas sobre alimentos;
- Portaria ANVISA/MS nº 1428, de novembro de 1993, a qual aprova o “Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos”, as “Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos” e o “Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ’s) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos”;
- Resolução RDC nº 14, de 23 de março de 2014, que aprova o “Regulamento Técnico que estabelece os Requisitos Mínimos para Avaliação de Matérias Estranhas Macroscópicas e Microscópicas em Alimentos e Bebidas e seus Limites de Tolerância”;

- Resolução RDC nº 2, de 08 de janeiro de 2004, que aprova o uso de ácido peracético como coadjuvante de tecnologia na função de agente de controle de microrganismos na lavagem de hortifrutícolas, ovos, peixes, crustáceos e carcaças ou partes de animais em quantidade suficiente para obter o efeito desejado, sem deixar resíduos no produto final;

Internacionalmente, os vegetais minimamente processados são regulados por organizações e instituições que padronizam os controles sanitários, os níveis de toxicidade e as BPF (GOMEZ-LOPEZ, 2011), entre elas estão: o *Codex Alimentarius*, *International Commission on Microbiological Specifications for Food* (ICMSF), *World Health Organization* (WHO), *World Trade Organization* (WTO), *European Food Safety Authority* (ESFA) e *U. S. Food and Drug Administration* (FDA). A agência norte-americana FDA (2007) publicou um guia com medidas mais rigorosas para o controle da cadeia produtiva dos VMP, em face aos constantes surtos de DTA ocorridos, devido ao consumo desses alimentos. As resoluções que versam sobre os sanitizantes permitidos para desinfecção de alimentos, como também suas concentrações, são: 21 CFR Part 173 e 21 CFR Part 178 (FDA, 2014a; 2014b), as quais serão discutidas posteriormente, neste trabalho.

Também foi definido pela *Codex Alimentarius Commission* (2003) um código para padronização das BPF para frutas e vegetais frescos, mediante estudos sobre a contaminação de produtos minimamente processados, os quais relacionam a implementação de Boas Práticas Agrícolas (BPA) no período de pré-colheita e colheita com a redução do risco da contaminação desses alimentos por microrganismos patogênicos (MOGHARBEL; MASSON, 2005; ILIC et al., 2012).

As legislações da França e da Alemanha especificam que vegetais preparados prontos para o consumo devem apresentar, no ponto de venda, os seguintes limites máximos: 2 log UFC.g⁻¹ de *Listeria monocytogenes*, 7,7 log UFC.g⁻¹ para contagem total de microrganismos aeróbios mesófilos, além de ausência de *Salmonella* spp. em 25 g de amostra (LEGNANI; LEONI, 2004). Na França, a especificação para coliformes fecais/*E. coli* é menor que 3 log UFC.g⁻¹ e, na Alemanha, menor que 2 log UFC.g⁻¹.

No Japão, o governo recomenda que o consumo de vegetais frescos com contagem padrão de microrganismos inferior a 5 log UFC.g⁻¹ é considerado seguro (SANTOS; JUNQUEIRA; PEREIRA, 2010).

Para o uso de sanitizantes na desinfecção de vegetais minimamente processados não existe uma regulamentação específica no Brasil. Entretanto, o tempo de contato e as concentrações normalmente utilizadas pelas indústrias de VMP são as recomendadas para a desinfecção de vegetais em Serviços de alimentação, conforme a Portaria nº 78 de 30 de janeiro de 2009 (RS, 2009).

3.1.2 O Mercado de Minimamente Processados

A expansão deste mercado é multifatorial e é observada desde o início dos anos 80. Dessa forma, algumas tendências observadas na população viabilizam ainda mais esse mercado de hortifrutícolas. Podem ser citadas: a redução de tempo disponível para o preparo adequado das refeições; a procura por alimentos práticos e prontos para o consumo; a redução do tamanho das famílias; a maior participação das mulheres no mercado de trabalho (MELO; SILVA; ALVES, 2005); o envelhecimento da população; o aumento do número de pessoas morando sozinhas; a busca por alimentos seguros do ponto de vista microbiológico, químico e físico (MORETTI, 2001). Além disso, vegetais minimamente processados fornecem uma grande variedade de vitaminas, minerais e outros fitoquímicos, que são essenciais à saúde humana (TOURNAS, 2005).

Nos Estados Unidos entre os anos de 1999 e 2007 a venda destes produtos teve um aumento em valor de US\$ 3,3 bilhões para US\$ 15,5 bilhões, o que indica a popularização deste tipo de produto neste país. Segundo o Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE, 2008), no ano de 2006, o faturamento com hortaliças MP nos Estados Unidos contabilizou 58% do total de vendas, sendo que as frutas MP representaram 9% das vendas, e os vegetais MP 33%, resultando em um crescimento de 9,5% desse mercado. Já na Europa, a indústria de processamento mínimo tem aumentado exponencialmente desde a década de 80 (FAO, 2010), tendo pico de crescimento anual de 36% em 2006. Desde então, o mercado continua crescendo, no entanto, em taxas anuais menores (ROBOBANK, 2010). Lobo e Gonzáles (2006) e Anonymous (2007) apresentaram dados sobre a tendência de gastos e consumo de alimentos na Espanha, evidenciando que os VMP constituem o segundo grupo de produtos com o maior crescimento de volume de consumo, totalizando 20%, com 53.465 toneladas de VMP vendidos no ano de 2006. Estima-se que o consumo per capita anual de

VMP seja de 30 kg nos Estados Unidos, 6 kg na França, 4 kg na Itália, 3 kg na Alemanha, Bélgica e Holanda, e de 1,5 a 2,0 kg na Espanha (PSILLAKIS, 2007).

No Brasil, o processamento mínimo de frutas e hortaliças é ainda recente, apresenta-se como um nicho de mercado em crescimento e consolidação para um perfil específico de consumidor. Redes de supermercados já apresentam espaços reservados para tais produtos, já que estes são responsáveis por 10% a 13% do total de vendas (OLIVEIRA et al., 2011). Algumas instituições, como a Organização Mundial da Saúde (WHO) e Organizações Governamentais, dedicam-se à conscientização dos consumidores através de campanhas educativas, buscando aumentar o consumo de produtos frescos (SPAGNOL; PARK; SIGRIST, 2006). Segundo OLIVEIRA et al. (2011), acredita-se que a maior resistência dos consumidores à compra destes produtos se deve ao alto preço encontrado quando comparado ao alimento *in natura*.

O mercado oferece diferentes tipos de frutas e hortaliças, individuais ou na forma de saladas mistas minimamente processadas, as quais agradam os consumidores devido à aparência colorida. (KIM et al., 2004).

O consumo desses vegetais teve aumento significativo na última década, também devido ao fato de ser uma alternativa para o consumidor doméstico, e principalmente para o setor de *fast food* (DELLA COLLETA, 2009).

Segundo Jacomino et al. (2004), as hortaliças compreendem a maior participação no mercado brasileiro, entre elas, a alface, a rúcula, o agrião, a couve, a cenoura, a beterraba e a abóbora. Em contrapartida, as frutas ainda são pouco produzidas e comercializadas, sendo que as mais encontradas no mercado são o abacaxi, o mamão, o melão e a melancia.

A estimativa de participação dos VMP comercializados em redes de supermercado no estado de São Paulo é de 4,2% nas classes de maior poder aquisitivo, e 1,6% nas classes de menor poder aquisitivo. Nos estados do Rio de Janeiro e de Minas Gerais a participação geral é de apenas 1% (JACOMINO et al., 2004). De acordo com os mesmos autores, apesar da pequena participação, pesquisas revelam tendência de crescimento na venda desses produtos. A Figura 1 ilustra exemplos de embalagens dos produtos minimamente processados vendidos atualmente no mundo.

Figura 1 – Representação dos VMP expostos nas gôndolas de supermercados no mundo.



Fonte: SEBRAE,2008.

3.1.3 Vegetais minimamente processados e as Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA)

Os surtos alimentares são considerados um grave problema de saúde pública, devido ao número de pessoas envolvidas, a severidade de alguns sintomas e os custos econômicos gerados. O aumento do consumo de frutas e vegetais MP contribuiu para o aumento de DTA causadas por esses produtos, pois os microrganismos patogênicos, presentes no meio ambiente, podem contaminar os vegetais antes, durante e após-colheita (BERGER et al., 2010). Segundo Olaimat e Holley (2012), os métodos de descontaminação para as superfícies dos vegetais não são eficientes e os surtos causados pelos patógenos *Salmonella* sp, *Listeria monocytogenes* e *E. coli* O157:H7 são os de maior importância.

De acordo com Beuchat (2002), dados registram que, simultaneamente, ao aumento do consumo de frutas e hortaliças minimamente processadas, foi também registrado o aumento de surtos de infecções alimentares, envolvendo esses produtos. Nos Estados Unidos, espinafres minimamente processados e contaminados com a bactéria *E. coli* causaram surto de infecção

alimentar em 205 pessoas, sendo que 102 foram hospitalizadas e 3 morreram (ERICKSON; DOYLE, 2007; FDA, 2007). Segundo a *Consumer Federation of America* (CFA, 2007), no mesmo período desse incidente, tomates minimamente processados (fatiados), consumidos em um restaurante dos EUA, causaram um surto de DTA por *Salmonella* em 183 pessoas. Por conseguinte, dois meses após esse caso, outro surto de *E. coli*, em alfaces minimamente processadas vitimaram 152 pessoas.

Em contrapartida, devido às sucessões de surtos ocorridas nos EUA que acarretaram prejuízos à cadeia produtiva de hortaliças minimamente processadas, decorrentes do estado de insegurança por parte dos consumidores e dos órgãos de saúde, a FDA, em março de 2007, divulgou uma nova edição do “*Guia Para Minimizar Riscos Microbiológicos e de Segurança Alimentar de Frutas e Hortaliças Minimamente Processadas*”, o qual padroniza o controle microbiológico desde as etapas iniciais de plantação, colheita, processamento, transporte até a mesa do consumidor, como também implementa as Boas Práticas Agrícolas e Boas Práticas de Fabricação (FDA, 2007).

No Brasil os surtos de DTA por VMP são dificilmente notificados (SEBRAE, 2008). Entretanto, quando são reportados, costumam notificar surtos de infecções alimentares que atingem grande grupo de pessoas; ou, quando os vegetais minimamente processados são estudados e analisados em pesquisas acadêmicas.

Segundo dados da Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2013) são 119 surtos envolvidos diretamente com hortaliças e 28 com frutas. Alguns dos microrganismos patogênicos responsáveis por esses surtos alimentares são: a *Salmonella sp.*, cerca de 47% dos casos de surtos notificados, enquanto que *E. coli* (enteropatogênica e enterotoxigênica) são responsáveis por menos de 0,1% dos casos. Alguns estudos reportados na literatura indicam alta prevalência de *Salmonella sp.* em vegetais prontos para o consumo, vendidos nos mercados do Brasil (FRÖDER et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2011; SANT’ANA et al., 2011). No estudo de Ferreira (2003) foram citados alguns fatores que afetam a microbiologia dos vegetais frescos (TABELA 1).

Tabela 1 - Fatores que afetam a microflora dos vegetais.

FATORES	CONSEQUÊNCIAS
Fonte	No solo, aonde as hortaliças e frutas são plantadas, podem crescer qualquer tipo de microrganismos, sendo que em frutas a maior probabilidade, pelo pH ácido, é o crescimento de fungos e bactérias acidúricas. E a água utilizada na plantação e no processamento deve ser potável e limpa.
Processamento	Qualquer etapa do processamento altera a microflora do alimento, principalmente devido à manipulação excessiva sem condições higiênicas.
Umidade Relativa e Atividade de água	Que em média é 0,95 ou mais na maioria dos vegetais, possibilitando a multiplicação de qualquer microrganismo, que pode ser controlado alterando a umidade relativa em torno do produto.
Acidez e pH	São aspectos que podem facilitar ou reduzir o desenvolvimento dos microrganismos. A maioria dos microrganismos relacionados com frutas e hortaliças multiplicam-se em pH neutros (entre 7,0), porém existem bactérias que se multiplicam em pH superior ou igual a 4,5 ou igual e inferior a 4. Alguns tipos de fungos crescem em pH de até 1,5.
Atmosfera	Em concentrações dos gases diferentes das encontradas na atmosfera, onde a concentração de O ₂ é reduzida e a concentração de CO ₂ elevada, fazendo com que o ambiente fique impróprio para o crescimento de microrganismos.
Embalagem	Pode causar grande impacto na microflora dos vegetais proporcionando mudanças que variam na função da umidade dentro da embalagem. Pode favorecer o crescimento de mofo, por isso o tipo de material, o formato da embalagem e as misturas gasosas contendo diferentes concentrações de oxigênio e gás carbônico, são alternativas para aumentar a vida de prateleira de vegetais minimamente processados.
Temperatura	O controle da temperatura deve ser feito desde o pré-resfriamento na pós-colheita até os pontos de venda, supermercados, atacados e feiras. Visto que os microrganismos remanescentes do processamento podem vir a se multiplicar exponencialmente em temperaturas ambiente.

Fonte: FERREIRA, 2003; adaptado.

Os microrganismos patogênicos podem contaminar os VMP por diferentes veículos de transmissão como a água de irrigação, esgotos ou efluentes residuais, contato da superfície do alimento com solo e com o ambiente e manipulação dos colaboradores (SAPERS, 2001). Os microrganismos patogênicos mais encontrados em vegetais minimamente processados são *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp., *E. coli* O157:H7, *Shigella*, *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium* spp., *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica* e *Aeromonas*

hydrophyla; além de vírus, como o da Hepatite A, e os Norovírus; e alguns parasitas como *Cryptosporidium*, *Cyclospora*, *Giardia lamblia* e *Toxiplasma gondii* (VANDAMM et al., 2013; ABADIAS et al., 2008, GÓMEZ-LÓPEZ et al., 2013; SILVA; GUERRA, 2003; VIEITES et al., 2004).

A Tabela 2 relaciona os principais microrganismos patogênicos e os vegetais onde são mais encontrados.

Tabela 2 - Principais microrganismos patogênicos relacionados com surtos alimentares e os alimentos mais contaminados.

Patógeno	Produto
Bactéria	
<i>Clostridium botulinum</i>	Repolho, pimenta, alho, batata e cenoura
<i>E. coli</i> O157:H7	Brotos de alface, repolho, aipo, coentro, agrião, alface, melão e suco de maçã
<i>L. monocytogenes</i>	Broto de feijão, repolho, chicória, berinjela, alface, batata e rabanete
<i>Salmonella</i> spp.	Broto de alface, alcachofra, folha de beterraba, aipo, repolho, couve-flor, berinjela, chicória, erva-doce, cebolinha verde, alface, agrião mostarda, pimenta, salada verde, espinafre, tomate, melancia, manga e suco de frutas não pasteurizado
<i>Shigella</i> spp.	Aipo, alface, cebolinha verde, salada de legumes e salsa
<i>Staphylococcus</i> spp.	Alface, salsa, rabanete, salada de legumes e broto de sementes
<i>Vibrio cholerae</i>	Repolho e leite de coco
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Cenouras, pepinos, alface e tomate
Vírus	
Norovírus	Alface, cebolinha verde, agrião, melão cortado, saladas, tomate em cubose frutas minimamente processadas
Hepatite A	Alface, cebolinha verde, agrião, framboesas e morangos congelados
Protozoários	
<i>Cryptosporidium</i> spp.	Alface, cebola e cebolinha verde
<i>Cyclospora</i> spp.	Alface, cebola, cebolinha verde, framboesas a amoras

Fonte: ABADIAS et al., 2012; FAO/WHO, 2008; OLAIMAT; HOLLEY, 2012; SENORANS; IBANEZ; CIFUENTES, 2003; SEOW et al., 2012; VAN BOXSTAEL et al., 2013; WARRINER, 2005; ZHAO, 2005.

Santos, Junqueira e Pereira (2010) avaliaram 180 amostras de vegetais minimamente processados, analisando a contagem de microrganismos como: aeróbios mesófilos, bolores, leveduras, *Salmonella* spp, coliformes totais e *E. coli*. Nesse estudo, foi feita a comparação dos resultados obtidos nas análises com os padrões recomendados pelas legislações nacional e internacional (Tabela 3). Nas amostras analisadas, não foi encontrada a presença de *Salmonella*. Dentre as hortaliças, as que apresentaram contagem de *E. coli* superior ao recomendado pela RDC 12/2001 foram a alface (americana e mimosa), o almeirão, o agrião, a couve picada, a rúcula, o repolho, a cenoura ralada, a abobrinha ralada e as saladas mistas;

dentre as frutas, foi o mamão papaia. Com relação à contagem total de aeróbios mesófilos, a RDC 12/2001 não estabelece limites, mas alguns padrões ou recomendações internacionais foram usados para comparação.

Tabela 3 - Comparação dos resultados obtidos e amostras de vegetais minimamente processados com alguns padrões e/ou recomendações nacionais e internacionais.

Determinação	Contagem nas amostras analisadas (n = 155 hortaliças + 25 frutas = 180)	Padrões e/ou recomendações (valores máximos)			
		Brasil	França	Alemanha	Japão
<i>E. coli</i> (log UFC. g ⁻¹)	<2,0 = 71% (104 hortaliças + 24 frutas) 2,1 a 2,9 = 15% (27 hortaliças) 3,0 a 3,9 = 8% (13 hortaliças + 1 fruta) >4,0 = 6% (11 hortaliças)	2,7 frutas 2,0 hortaliças	3,0	2,0	-
Aeróbios mesófilos (log UFC.g ⁻¹)	<5 = 7% (5 hortaliças + 8 frutas) 5,1 a 5,9 = 9% (14 hortaliças + 2 frutas) 6,0 a 6,9 = 19% (31 hortaliças + 4 frutas) 7,0 a 7,7 = 19% (32 hortaliças +2 frutas) >7,7 = 46% (73 hortaliças + 9 frutas)	-	7,7	7,7	5,0
<i>Salmonella</i> (em 25 g)	Ausente = 100%	Ausência	Ausência	Ausência	-

Fonte: SANTOS, JUNQUEIRA E PEREIRA (2010).

3.1.4 Etapas do processamento mínimo de alimentos de origem vegetal

A metodologia aplicada no processamento está diretamente relacionada com a qualidade e a segurança dos alimentos minimamente processados. Além disso, paralelamente ao processamento, deve-se levar em consideração a qualidade da matéria-prima, uso de embalagens apropriadas, condições ideais de armazenamento, garantindo assim a integridade do produto (SOARES, 2013).

Frente às essas implicações quanto ao processamento mínimo, deve-se levar em conta as Boas Práticas Agrícolas (BPA), as quais visam o cuidado com os perigos microbiológicos, físicos e químicos, como a conservação do solo, da água e do bem estar dos trabalhadores no campo (MORETTI, 2003). Dessa forma, a produção de VMP torna-se viável economicamente, segura e socialmente justa. Outras implicações são ressaltadas pelo autor, como o cuidado com

uso de fertilizantes e defensivos, sementes, cultivares, uso de irrigação, cultivo em estufas, e, principalmente, a postura cuidadosa exercida na etapa de colheita, o manuseio e transporte rápido e refrigerado do campo à indústria (SEBRAE, 2008).

A tecnologia para VMP surgiu na indústria de alimentos para contribuir com os consumidores que buscavam alimentos frescos, convenientes, seguros e de boa qualidade nutricional (ODUMERU et al., 2002). Para isso, contam com um processo industrial que envolve: seleção e classificação da matéria-prima, pré-lavagem, processamento (corte, fatiamento, etc.), sanitização, enxágue, centrifugação e embalagem (EMBRAPA, 2005), descritas na Figura 2.

O processamento mínimo é considerado o elo principal para a cadeia produtiva dos VMP, sendo responsável por garantir a competitividade de todo o sistema, pois são nessas operações que os VMP adquirem suas características finais e são adequados conforme as expectativas do mercado (HANASHIRO et al., 2003). As especificações de cada etapa do fluxograma estão descritas na Tabela 4.

Tabela 4 – Detalhamento das etapas do processamento de VMP, no Brasil.

ETAPAS	DESCRIÇÃO	REFERÊNCIAS
Recepção/ Armazenamento	Na Recepção os alimentos frescos são submetidos a uma inspeção de qualidade. Se houver necessidade de estocar os alimentos, antes do processamento, devem ser armazenados sob refrigeração, com temperaturas de 3 a 5° C e umidade relativa do ar de 90%. Os alimentos que apresentam características indesejáveis, podridões e outros sinais de deterioração são rejeitados.	EMBRAPA, 2005
Seleção	Na Seleção são removidas as partes defeituosas e deterioradas, para garantir a padronização e a uniformização do produto final. Nessa etapa, as características mais importantes para a qualidade são aparência, cor, textura, aroma, ausência de lesões e defeitos. Partes externas de hortaliças são removidas para evitar riscos de contaminação natural em decorrência da sua proximidade com o solo.	EMBRAPA, 2011b

Pré-lavagem	<p>Procedimento básico para eliminar a contaminação por sujidades, tais como pedra, terra, outros vegetais e fragmentos de vegetais e pragas, além de reduzir a contaminação microbiana. Na etapa de pré-lavagem a matéria-prima é lavada em água potável, na faixa de temperatura entre 5 a 10° C para pré-resfriar o produto. É importante o cuidado para que haja a imersão completa do vegetal, pois o objetivo é remover as sujidades aderidas à superfície.</p>	CENCI et al., 2006
Descascamento	<p>Esta etapa pode ser feita de forma manual ou mecânica, por meio de descascadores industriais. Pode requerer também o uso de tratamentos químicos e térmicos, como soluções ácidas, vapor por pressão e água em ebulição.</p>	MELO; SILVA; ALVES, 2005
Ralagem ou Corte	<p>Nesta etapa os alimentos são transformados em “peças” menores, com formato (rodela ou retalhos) e tamanhos definidos. O tamanho da ‘peça’ cortada é definido em função do tipo de produto, preferência do consumidor e ajustes das facas. Os equipamentos de corte possuem lâminas ou facas de corte horizontal ou vertical para fatiar, picar, retalhar, cortar em cubos, rodela ou tiras.</p>	CENCI et al., 2006
Lavagem e Sanitização	<p>Após o corte, os vegetais são conduzidos a uma nova lavagem, se possível em água fria na temperatura de 5°C, para retirar resíduos ainda presentes. No Brasil, dados gerais de sanitização utilizam sanitizantes clorados na concentração de 100 a 200 ppm de cloro ativo, com período de contato com a solução de 15 minutos, no máximo. Obs.: Para evitar que a matéria orgânica (proveniente dos vegetais) remanescente na solução reaja com o cloro diminuindo o seu efeito, recomenda-se trocar a água, após duas a três lavagens.</p>	EMBRAPA, 2011b; CENCI et al., 2006;
Enxague	<p>Após a sanitização, os vegetais são enxaguados de 2 a 3 vezes com água limpa e potável. Obs.: A qualidade da água é essencial para a redução do risco de contaminação microbiológica.</p>	EMBRAPA, 2005; CENCI et al., 2006.
Centrifugação	<p>A centrifugação tem por objetivo retirar excesso de água da superfície do produto sem danificá-lo, reduzindo a umidade no interior da embalagem. Por consequência haverá menor desenvolvimento microbiano, com aumento da vida útil do produto final. O grau de secagem depende da rotação da centrífuga e do tempo de funcionamento. Obs.: Deve-se evitar a secagem excessiva para não ocorrer murchamento ou enrugamento.</p>	MELO; SILVA; ALVES, 2005.

Inspeção, Pesagem e Embalagem

Nessa etapa é feita a inspeção visual quanto aos pedaços danificados, injúrias ou qualquer tipo de defeito que deprecie o produto, como também o controle criterioso quanto à presença de insetos não removidos nas etapas anteriores. Posteriormente, é feita a pesagem e a embalagem dos produtos. **Obs.: o controle de temperatura deve ser mantido, tanto no produto como no ambiente de embalagem. Pois, ao embalar vegetal quente em sala sem refrigeração, e submetê-lo à condição de refrigeração, poderá ocorrer condensação de água na superfície interna da embalagem, o que provoca um problema visual e de possível deterioração microbiológica no produto.**

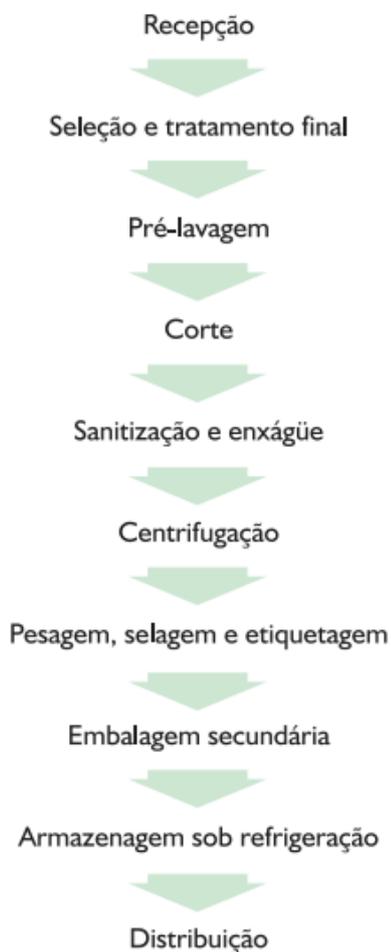
EMBRAPA, 2011b

Armazenamento

O armazenamento é utilizado para a formação de estoques reguladores na comercialização dos produtos. Todavia, 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. **Obs.: O uso de percentuais baixos de umidade relativa no ambiente de armazenamento causa o murchamento e transpiração do produto. Por outro lado, a elevada umidade relativa e as oscilações de temperatura devem ser evitadas, por causarem condensação da água, com formação de gotículas na superfície do produto, o que facilita a multiplicação de microrganismos.**

EMBRAPA, 2011b;
CENCI et al., 2006;
MELO; SILVA; ALVES, 2005.

Figura 2 – Fluxograma geral do processo VMP



(Fonte: EMBRAPA, 2005).

Devido às particularidades de cada processo, o fluxograma deve ser adaptado para os diferentes vegetais (CARNELOSSI et al., 2005) e diversas variações neste procedimento podem ser encontradas, por exemplo, algumas frutas são higienizadas e descascadas e hortaliças não são cortadas. As principais etapas estão descritas na Tabela 4.

Melo, Silva e Alves (2005) relatam que no processamento de frutas, após a etapa de pré-lavagem e sanitização, os frutos são mantidos em câmara fria a 10°C em solução de cloro a 200 ppm por um período de 12 horas, para que, então, possam ser feitas as etapas de descascamento e corte.

A importância da utilização de um processamento correto visa garantir a qualidade e aumentar a *shelf life* dos VMP que estão expostos às mudanças bioquímicas, fisiológicas e a deterioração microbiológica (PEREIRA et al., 2003). Segundo Del Caro, Piga e Vacca (2004), alguns efeitos bioquímicos, como perda de firmeza, aroma e descoloração enzimática, podem ser caracterizados pelo aumento da atividade respiratória e produção de etileno que são provocados por danos mecânicos durante o processo. Vale ressaltar que os tecidos vegetais continuam realizando reações metabólicas mesmo após a colheita, buscando manter a integridade dos tecidos. Com a intenção de tornar o processamento mínimo mais eficaz, o ideal seria que ainda no campo, durante a colheita já houvesse a retirada das partes não aproveitáveis dos vegetais, lavagem e pré-resfriamento (DURIGAN, 2004; DANTAS, 2013).

Para a manutenção dos aspectos organolépticos dos VMP, Moreira (2004) resalta que “O controle da temperatura é a operação mais útil para minimizar os efeitos da injúria nos produtos minimamente processados, pois a velocidade das reações metabólicas é reduzida em duas a três vezes a cada 10°C de redução na temperatura. As baixas temperaturas em todas as fases, desde o processamento até o consumo, é o fator mais importante para a manutenção da qualidade dos produtos minimamente processados, o que garante uma maior vida de prateleira.” Além disso, a temperatura ambiente e a alta umidade relativa verificadas no interior das embalagens dos produtos favorece a proliferação de bactérias e fungos, o que exemplifica a necessidade do controle da cadeia de frio para uma melhor conservação dos alimentos (MOREIRA, 2014).

Ferreira (2003) comprovou em sua pesquisa que o controle de temperatura deve ser mantido em todo o processamento (segundo este autor $\pm 4^\circ\text{C}$), inclusive na etapa de armazenamento. Baixas temperaturas, umidade relativa e composição atmosférica dentro das embalagens podem controlar a respiração do vegetal.

Portanto, produzir vegetais minimamente processados em ambiente não climatizado pode contribuir com o aumento da contaminação e multiplicação, favorecendo o desenvolvimento de fungos e bactérias. Entretanto, controlar a temperatura pode prevenir o risco de multiplicação de patógenos (McEVOY et al., 2009). Segundo os mesmos autores, na Europa, diversas indústrias de vegetais minimamente processados climatizam suas salas de processamento com temperaturas de 10° C ou menos. Esse procedimento tem sido realizado a fim de manter a qualidade dos vegetais, além de prevenir a multiplicação microbiana.

A Embrapa (2011b) investigou a cadeia de frio durante o transporte, a distribuição e a comercialização de alimentos minimamente processados, e observou que em alguns

supermercados os produtos são mantidos sob temperaturas abusivas de 12°C, comprometendo a vida útil do produto e gerando risco à saúde pública.

Contudo, Ordoñez et al. (2005) e Fellows (2006) relatam que baixas temperaturas reduzem a velocidade das reações químicas e enzimáticas, como também, detêm a multiplicação de microrganismos termófilos e mesófilos, permitindo desta forma, o controle da qualidade dos vegetais. Segundo os mesmos autores, a temperatura de refrigeração no armazenamento de frutas e hortaliças requer maior atenção, pois a exposição destas à temperatura inferior a ideal, pode provocar um tipo de alteração denominada dano pelo frio, a qual pode se manifestar de diferentes formas. Além de que os vegetais podem apresentar escurecimento interno ou externo, danos mecânicos e manchas na casca ou apodrecimento.

Conforme Fantuzzi, Pushmann, Vanetti (2004) e Zacari et al. (2007) a vida de prateleira dos vegetais minimamente processados difere de acordo com o tipo do produto, apresentando uma variação média de 7 a 20 dias, quando o armazenamento é efetuado em temperaturas adequadas.

Em contrapartida, existem microrganismos que podem se multiplicar em baixas temperaturas, o que torna a etapa de sanitização um ponto crucial no processamento de VMP. A redução da carga microbiana é de extrema importância para atender os padrões da legislação e aumentar a vida de prateleira, melhorando condições higiênico-sanitárias dos alimentos e evitando riscos de contaminação por microrganismos patogênicos, conseqüentemente, reduzindo os casos de surtos alimentares vinculados aos VMP.

Outro fator importante para garantia da qualidade e segurança dos vegetais minimamente processados é a qualidade da água, portanto a fonte de água deve ser analisada quimicamente - quanto ao teor orgânico e mineral, ao teor de contaminantes e agentes tóxicos, devido à possível contaminação por agrotóxicos, utilizados na plantação - e microbiologicamente, devido à grande contaminação do solo por microrganismos patogênicos (CENCI et al., 2006; LUO, 2007).

Esse enfoque ainda é novo no Brasil, o qual enfatiza a redução da contaminação da água de lavagem e não propriamente dos vegetais, tendo como função a prevenção da contaminação cruzada entre lotes de vegetais. Para isso, o controle constante de fatores como a temperatura da água e dos produtos vegetais, a concentração dos produtos sanitizantes, o pH da solução, assim como o volume de vegetais que entram no tanque de lavagem deve ser enfatizado (GÓMEZ-LÓPEZ et al, 2013).

A lavagem eficiente, associada à sanitização, é o único tratamento eficaz na redução dos microrganismos existentes em vegetais minimamente processados (ALLENDE; AGUAYO; ARTÉS, 2004; ALLENDE et al., 2008).

3.2 Sanitizantes Utilizados na Sanitização de Vegetais Minimamente Processados

Sanitizante é definido pela RDC 14, de 28 de fevereiro de 2007, como “ um agente e/ou produto que reduz o número de bactérias a níveis seguros de acordo com as normas da saúde” (BRASIL, 2007). A sanitização tem um papel importante na redução da deterioração e no prolongamento da qualidade de vegetais (GIL et al., 2009). Segundo Heard (2002), os sanitizantes reduzem, potencialmente, 1 a 2 log da população inicial de microrganismos na superfície do alimento, os quais podem estar inicialmente com contagens em torno de 10^5 a 10^7 UFC/g (OLIVER; GERMANO; VEIGA, 2012). Ainda que níveis aceitáveis e seguros possam ser atingidos através da sanitização, não pode ser garantida a eliminação total dos patógenos presentes nos vegetais (LOPEZ-GALVEZ, 2010; RAGAERT, 2010).

Conforme Figueiredo (2000) existem diversos sanitizantes utilizados nas indústrias de VMP, tais como: Compostos à base de Cloro, Iodo, Bromo, Peróxido de Hidrogênio, Ácidos Orgânicos, Ácido Peracético, e também combinações entre esses produtos.

Pinheiro et al. (2011) citam as principais características de um bom sanitizante, entre elas: não ser corrosivo aos materiais utilizados nas indústrias, não ser tóxico para os consumidores e manipuladores, ser de fácil enxague, ser econômico, ter uma rápida ação e ser suficientemente estável para o armazenamento. Em contrapartida, não existem sanitizantes que atendam todas essas características em um único produto e, por isso, é necessário um estudo completo das propriedades e do uso de cada sanitizante, e as suas vantagens e desvantagens, antes da escolha final (PINHEIRO et al., 2011).

Para uma maior eficiência na desinfecção de produtos minimamente processados, algumas medidas devem ser tomadas, entre elas: a limpeza prévia do local; o monitoramento das variações físico-químicas dos sanitizantes; a qualidade da água de lavagem e enxague; a temperatura (5°C) (MATTHEWS, 2006); o tempo de contato com a superfície; a solubilidade; a

concentração do sanitizante; o tipo de superfície a ser desinfetada e o seu teor de matéria orgânica; como também, a espécie e a concentração dos microrganismos que devem ser destruídos (FERREIRA, 2003; TIAN; BAE; LEE, 2013).

Há poucos estudos que relacionam a matéria orgânica dos vegetais minimamente processados com a eficácia da etapa de sanitização no Brasil. Entretanto, na Espanha, Izquierdo (2013) estudou a sanitização de vegetais minimamente processados, e concluiu que quantidades de matéria orgânica em torno de 60 a 300 mg/L de DQO (Demanda Química de Oxigênio) na água de lavagem e água eletrolisada foram quantidades limites para uma redução de até 5 log UFC/g de *E. coli*. Por outro lado, quantidades superiores a 300 mg/L de DQO, reduziram a eficácia da sanitização.

No mesmo trabalho, Izquierdo (2013) concluiu que também existem poucos estudos na literatura científica que lidam com a temperatura de conservação de VPM associado ao crescimento de *E. coli* O157:H7. Resultados obtidos demonstram que as taxas de crescimento em temperaturas de refrigeração de 8 à 13°C eram baixas em comparação com outros estudos (VALERO et al., 2010). Por exemplo, Koseki e Isobe (2005) relataram uma taxa de multiplicação de 0,03 UFC/h para a *E. coli* O157:H7 em alfaces a 10°C, enquanto que no estudo de Izquierdo (2013), a esta temperatura, a taxa de multiplicação oscilou entre 0,002 e 0,004 UFC/h. Da mesma forma, Rowaida e Joseph (2010) encontraram maior multiplicação de *E. coli* O157:H7 em armazenamento de espinafre por 3 dias, sob temperaturas de 8 à 12°C, com aumentos de 1,18 e 2,08 logUFC/g, respectivamente. Ao contrário, em altas temperaturas (20°C), as taxas de multiplicação foram bastante semelhantes aos relatados por Koseki & Isobe (2005), os quais demonstraram taxa de multiplicação máxima de 0,26/h em folhas de alface armazenadas a 20°C, que foi igual ao valor obtido para acelga à mesma temperatura.

Ferreira (2003) classificou os pontos-chaves para a desinfecção, e além dos itens já citados anteriormente citou: a qualidade da água, a qual deve ser potável e não reciclada, com pH ajustado; o monitoramento do pH na etapa de lavagem com fitas especiais ou kits colorimétricos; e o uso de aditivos surfactantes para diminuir a tensão superficial da água, melhorando a eficiência do sanitizante.

3.2.1 Sanitizantes Clorados

Produtos à base de cloro ativo são os sanitizantes mais comumente utilizados durante a sanitização de produtos minimamente processados. Embora outros métodos alternativos de sanitização já tenham mostrado eficácia, o cloro torna-se a melhor opção devido ao amplo espectro de ação contra microrganismos e ao baixo custo (GARRETT et al., 2003; VAN HAUTE; SAMPERS; JACXSENS; UYTTENDAELE, 2014). Porém, Evangelista (2005) cita uma desvantagem da utilização de compostos clorados, os quais podem alterar o aroma de frutas e são pouco eficazes em pH elevado. Além de ser altamente corrosivo, danificando juntas de peças de borrachas, também reage com matéria orgânica, podendo irritar a pele, mucosa e vias respiratórias dos manipuladores.

Na sanitização de frutas e vegetais, o cloro é usado frequentemente nas concentrações entre 50 ppm e 200 ppm, com período de contato de 3 à 20 minutos e pH entre 5 à 7 (ARTÉS; ALLENDE, 2005; RICO, et al., 2007; LUND et al., 2005). Embora, o cloro seja um sanitizante muito utilizado nas indústrias de alimentos, sua ação germicida é ineficiente na presença de matéria orgânica, por isso a importância de uma pré-lavagem antes da etapa de sanitização (VANETTI, 2005); como também, durante o processo de sanitização, pode liberar vapores e formar cloridratos nos produtos com efeitos prejudiciais à saúde (PARISH et al., 2003; RICO et al., 2007). Mesmo assim, os benefícios do uso do cloro na etapa de sanitização de VMP se sobressaem à formação desses compostos cancerígenos como os trihalometanos. Estudos tem mostrado que o cloro diminui consideravelmente a carga microbiana na faixa de 1 log UFC/g a 3,15 log UFC/g, dependendo do método de inoculação utilizado nos testes, concentração de cloro, tempo de contato e população inicial de microrganismos (BAUR, et al., 2005; BELTRÁN, et al., 2005; CASTEEL; SCHMIDT; SOBSEY, 2008; HUA; RECKHOW, 2007).

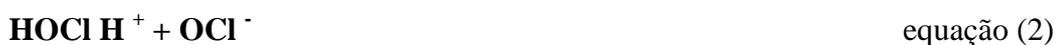
No Brasil, Vitti et al. (2004) estudaram o uso do cloro em beterrabas minimamente processadas para a inativação de *Salmonella spp.*, coliformes totais e fecais. As condições de temperatura e umidade relativa foram respectivamente $5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$, as concentrações de cloro ativo na etapa de sanitização e lavagem de 200 ppm, por 6 minutos e na etapa de enxague, 3ppm por 1 minuto. Os resultados da pesquisa mostraram ausência de *Salmonella spp.* e coliformes fecais nas beterrabas MP, e as contagens de coliformes totais se mostraram baixas durante 10 dias de armazenamento (46 Número Mais Provável (NMP)/g).

Na Espanha, Gómez-López et al. (2014) estudaram as concentrações de cloro livre na sanitização (dióxido de cloro) de espinafres minimamente processadas, encontrando o máximo potencial de oxidação-redução nas concentrações de 3 a 5ppm, sob temperaturas menores que 5°C e na faixa de pH de 6,3 – 7,1.

Vanetti (2005) explica que a ação do cloro na desinfecção de vegetais minimamente processados está relacionada com a sua alta capacidade oxidativa de reagir com as proteínas da membrana das células microbiana, formando composto N-cloro, interferindo no transporte de nutrientes para a célula, promovendo a morte celular. Quando o cloro é adicionado em água quimicamente pura, tem-se a reação:



Em temperatura normal, essa reação se completa em poucos segundos. A ação desinfetante do cloro é controlada pelo ácido hipocloroso que dissocia – se instantaneamente segundo a reação:



O ácido hipocloroso (HOCl) é a fração de cloro residual mais ativa como germicida. Isto se deve à semelhança de sua fórmula química com a água, ao seu baixo peso e tamanho molecular e, principalmente, à ausência de carga elétrica, isto é, sua neutralidade elétrica. Estas características o fazem possuir elevada capacidade de penetração para o interior da célula e aí exercer seu trabalho de desorganização do metabolismo celular. Já o íon hipoclorito (OCl⁻), resultado do fenômeno de dissociação cujo nível é maior ou menor em função do pH do meio, tem sua capacidade de desinfecção quase nula. A sua instabilidade em transpor a barreira celular do microrganismo relaciona-se ao fato de possuir carga elétrica negativa que é um obstáculo em sua caminhada em direção ao interior da célula. Pelo exposto pode-se afirmar que: a eficiência de desinfetantes a base de cloro diminui, significativamente, à medida que o pH aumenta (VANETTI, 2005).

Segundo Cenci et al. (2006), para que haja uma melhor eficácia na etapa de sanitização o pH da solução de lavagem deve estar entre 6,5 a 7,0, pois é a faixa de pH em que o cloro tem maior ação germicida.

Conforme Vanetti (2005), quando um composto clorado é dissociado em água, a primeira reação oxidativa que ocorre é com a matéria orgânica, a qual recebe o nome de “demanda de cloro”. Posteriormente, na segunda reação, o componente clorado reage com a amônia, formando as cloraminas inorgânicas que são denominadas “cloro residual combinado”. Sendo assim, após a formação das cloraminas, o restante é cloro livre, que é constituído pelo ácido hipocloroso e o íon hipoclorito. Por isso nessa combinação existe a probabilidade de se formar trialometanos (THM).

Segundo Ferreira (2003), os produtos à base de cloro comercialmente disponíveis são: hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio, dióxido de cloro e cloreto de sódio acidificado. Existem também alguns ácidos como, ácido hipocloroso, e algumas cloraminas orgânicas - produtos de reações do ácido hipocloroso com aminas – como: ácido dicloroisocianúrico e seus sais de sódio e potássio.

O *Hipoclorito de Sódio* é a forma mais utilizada em indústrias de pequeno porte (LEE; BAEK, 2008), é usado na forma líquida, pois sua forma sólida absorve umidade e libera gás, podendo gerar acúmulo de sódio e causar dano como descoloração em alguns vegetais. Pereira (2010) justifica a utilização do hipoclorito de sódio como sendo o sanitizante mais empregado na indústria de alimentos, devido a sua rápida ação germicida, a sua fácil aplicação e à completa dissociação em água. Segundo estudo feito por Srebernich (2007) na concentração de 100 ppm, com pH variando entre 6 e 8, e tempo de contato de 15 minutos, o hipoclorito reduziu contagens de coliformes totais, fungos e *Salmonella* spp. a níveis seguros de consumo em cheiro verde minimamente processado.

O *Hipoclorito de Cálcio* é disponível na forma de pó granulado, porém causa uma fitotoxicidade (insolúvel em água fria), danos na coloração e manchas nos VMP, não possui fácil dissociação dependendo do fluxo da água (FERREIRA, 2003). No estudo de Neal et al. (2012) sobre a utilização de hipoclorito de cálcio na água de lavagem e sanitização de espinafres minimamente processados na concentração de 200ppm, pH 6,5 em temperatura de 25°C, obteve redução de 1 logUFC/g de *E. coli* O157:H7. Mesmos níveis de redução foram encontrados por Lee e Beak (2008) em espinafres minimamente processados.

A razão para a redução ter sido de apenas 1 log UFC/g foi justificada por Wisniewsky et al. (2000), que comprovaram que alimentos folhosos possuem muita matéria orgânica em sua superfície, e isso, afeta a eficiência do sanitizante clorado para a redução de *E. coli* O157:H7, que tem como característica penetrar dentro do tecido do vegetal, dificultando a ação do cloro ativo.

A Resolução 21 CFR Part 178 do FDA (2014b) limita a concentração de hipoclorito de sódio e cálcio para no máximo de 200 ppm em soluções aquosa para a desinfecção de vegetais prontos para o consumo e minimamente processados. Embora no Brasil não exista legislações específicas para o uso de sanitizantes na desinfecção de vegetais minimamente processados, o tempo de contato e as concentrações normalmente utilizadas pelas indústrias de VMP são as recomendadas para a desinfecção de vegetais em Serviços de alimentação (RS, 2009). De acordo com a Portaria nº 78 de 30 de janeiro de 2009, a Secretaria de Saúde do Estado do Rio Grande do Sul aprova o uso de solução clorada na desinfecção de alimentos hortifrutigranjeiros nas concentrações de 100 a 250 ppm (2 – 2,5%) durante 15 minutos de contato.

O *Cloreto de Sódio Acidificado* é comercialmente vendido como um kit que contém o Ácido Cítrico e o Cloreto de Sódio (NaCl). Esses compostos quando combinados produzem dióxido de cloro (ClO₂) ativo, o qual é mais solúvel que o hipoclorito de sódio (NaOCl) em água e possui 2,5 vezes mais poder de oxidação que o ácido hipocloroso (HOCl) (INATSU et al., 2005). Inúmeras pesquisas têm demonstrado forte eficácia do *Cloreto de Sódio Acidificado*, aprovado pela FDA, nas concentrações de 0,5 – 1,2 g/L, para a redução de microrganismos patogênicos como *E. coli* O157:H7 e *Salmonella* (GONZALEZ et al., 2004; RUIZ-CRUZ et al., 2007). Contudo, outras pesquisas mostraram um impacto negativo nos atributos organolépticos de cenouras raladas quando utilizadas as concentrações aprovadas deste composto (BOSILEVAC et al., 2004). Portanto, ainda é necessário encontrar a concentração que ofereça melhor efeito bactericida e mantenha a qualidade dos VMP. Conner (2001) e Caldwell et al. (2003) afirmam que o *Clorito de Sódio Acidificado* aplicado no processamento de cenouras, pepino, alface, maçã, batata e tomates minimamente processados com concentração de 1,2 g/L por 1 minuto, reduz 99,9% de *Salmonella* spp., *E coli* O157:H7 e *L. monocytogenes*.

O *Dióxido de cloro* é um derivado do cloro, contudo, sua capacidade oxidativa é 2,5 vezes maior que os outros sanitizantes clorados, na concentração máxima de 3 ppm permitida pela lei federal dos Estados Unidos, Regulation 21 CFR Part 173 (FDA, 2014a). Além disso, o dióxido de cloro não participa nas reações de cloração que resultam no surgimento de cloraminas e compostos carcinogênicos à saúde (KESKINEN; BURKE; ANNOUS, 2009).

Seu mecanismo de ação consiste na reação direta com os aminoácidos e RNA celular, atacando a estrutura celular e os ácidos no interior na célula microbiana. Comumente utilizado na etapa de sanitização e lavagem, possui uma grande efetividade contra microrganismos

patogênicos, como, *E. coli* (FRANCIS; O'BEIRNE, 2002; FU et al., 2007; GÓMEZ-LÓPEZ et al, 2007A; RICO et al., 2007).

Conforme o estudo de Srebernich (2007), outra vantagem da utilização do Dióxido de cloro na sanitização de vegetais minimamente processados é a eficácia na inativação de microrganismos tanto Gram positivos, quanto Gram negativos, como também, não alteram a coloração e nem o sabor dos vegetais, por hidrolisar os compostos fenólicos. Como conclusões do estudo de Srebernich (2007), à melhor concentração e o melhor tempo de contato encontrados para a desinfecção de cheiro verde minimamente processados são, respectivamente, 60 ppm por 10 minutos, para eliminação de *E. coli*, *Salmonella sp.* e fungos.

Na Espanha, López-Gálvez et al. (2010) observaram que ambos sanitizantes, dióxido de cloro e hipoclorito de sódio, obtiveram a mesma eficiência na inativação de *E. coli* nas respectivas concentrações, 3mg/L e 100mg/L, embora em diferentes períodos de contato.

Wu e Kim (2007) afirmam que o dióxido de cloro aquoso oferece vantagens sobre o dióxido de cloro gasoso tradicional para a descontaminação de legumes e frutas, pois não necessita ser comprimido em um cilindro de metal. Estudando a eficácia de dióxido de cloro aquoso (15 ppm) em mirtilos, eles observaram uma redução de 4,8 log UFC/g para *L. monocytogenes* com um tempo de tratamento de 2 horas; *Salmonella Typhimurium* teve uma redução de 3,32 log UFC/g, após 20 minutos; *Staphylococcus aureus* reduziu 4,56 log UFC/g em mais de 30 minutos; *Yersinia enterocolitica* teve uma redução de 3,49 log UFC/g após 2 horas; e leveduras e bolores reduziram 2,82 log UFC/g após 1 hora (WU; KIM, 2007). Embora algumas dessas reduções tenham obtidos resultados ótimos para desinfecção de frutas e vegetais, o nível de ClO_2 testado foi maior do que os níveis permitidos nos EUA.

Du, Han, e Linton (2003) estudaram a eficácia de gás de dióxido de cloro para a redução da *E. coli* 0157: H7 em maçãs e descobriu que reduções de 3 log UFC/g poderiam ser alcançadas, utilizando concentrações de 1,1 e 1,8 mg/L com tempos de contato entre 10 e 30 minutos à temperatura de 21°C.

Os sais derivados do ácido dicloroisocianúrico, como o dicloroisocianurato de sódio, são comercializados na forma de pó, possuem uma maior estabilidade ao armazenamento do que os compostos clorados inorgânicos. Além disso, são mais estáveis em solução aquosa, pois em água liberam de forma lenta o ácido hipocloroso, conseqüentemente permanecem mais tempo ativos agindo na solução, mesmo na presença de matéria orgânica (PINHEIRO, 2011).

Salomão et al. (2011) testou dicloroisocianurato de sódio para inativação de fungos, o qual provou ser um bom substituto para o hipoclorito de sódio, uma vez que se mostrou

eficiente em reduzir populações de *P. expansum* (como, por exemplo, a redução de mais de 6 ciclos logarítmicos no tratamento a 25ppm por 6 minutos. Este sanitizante apresenta ainda a vantagem de não necessitar de correções de pH, uma vez que mantém sua eficiência em uma ampla faixa de pH (6 a 10) e ser menos reativo com a matéria orgânica, além de produzir menores níveis de trihalometanos (SALOMÃO, 2011). Tais características fazem desse composto um sanitizante altamente recomendável para ser utilizado em indústrias de VMP.

Outro estudo feito por Oliveira (2005), na desinfecção de hortaliças minimamente processadas, concluiu que a utilização de 50 ppm do composto orgânico dicloroisocianurato de sódio, por 15 minutos, mostrou-se eficaz na redução de microrganismos indicadores de condições higiênico-sanitárias como Coliformes a 45°C e Coliformes fecais e de patógenos como *Salmonella* spp.

3.2.2 Outros Sanitizantes

Pelos efeitos negativos causados pela cloração nos vegetais minimamente processados, a maioria dos países da União Europeia e da Austrália baniram a utilização dos sanitizantes clorados inorgânicos (NASCIMENTO, 2003). Com isso, outros compostos vêm sendo estudados e utilizados nas indústrias de minimamente processados.

3.2.2.1 Ácidos Orgânicos

Ácidos orgânicos (por exemplo, láctico, cítrico, acético ou ácido tartárico) foram descritos como fortes agentes antimicrobianos por reduzir o pH, perturbar o transporte e/ou permeabilidade da membrana, acumular ânions e reduzir o pH celular interno (PARISH et al., 2003). Outros mecanismos com menor atividade antibacteriana incluem a interferência no transporte de nutrientes, danos na membrana citoplasmática, resultando em vazamento, ruptura de permeabilidade da membrana exterior, e influência sobre a síntese macromolecular (INATSU et al., 2005; MILLER et al., 2009).

Tian, Bae e Lee (2013) estudaram a sanitização de diferentes superfícies de maçãs (com casca, danificada e cortada) com sanitizantes clorado e ácido láctico (2%) em 5 minutos. Resultados dessa pesquisa obtiveram reduções de contaminação *E. coli* O157:H7 e *S. Typhimurium* em até 3 log₁₀ UFC/maçã, sob temperatura de 4°C e Umidade Relativa de 68%. Os autores também concluíram que as condições das superfícies da maçã afetam significativamente a sobrevivência dos microrganismos patogênicos e a eficácia dos métodos de sanitização.

Nascimento et al. (2003) compararam os resultados de hipoclorito de sódio com sete diferentes soluções saneantes (vinagre às 6, 25 e 50%; acético ácido a 2% e 4%; ácido peracético a 80 ppm; e dicloroisocianurato de sódio a 200 ppm). A análise estatística dos resultados demonstrou que a eficácia de todos os agentes saneantes testado foi equivalente ou maior que para hipoclorito de sódio a 200 ppm. Os melhores resultados foram obtidos com ácido acético a 4%, o que reduziu a população de aeróbios mesófilos inicial em 3,93 log UFC/g e reduziu a população de bolores e leveduras em 3,58 log UFC / g. Nascimento et al. (2003) concluíram que os resultados do estudo demonstraram a eficácia do ácido acético e vinagre como agentes de sanitização alternativos para a desinfecção de produtos frescos.

3.2.2.2 Peróxidos de Hidrogênio (H₂O₂)

O peróxido de hidrogênio é classificado como GRAS (Geralmente Reconhecido Como Seguro). Esse composto possui atividade bacteriostática e bactericida, devido ao seu forte poder oxidante e por ser capaz de formar agentes citotóxicos (radical hidroxila), os quais são responsáveis por oxidar componentes celulares dos microrganismos, como lipídeos, proteínas e DNA. Ele é utilizado como agente antimicrobiano ou de branqueamento na concentração de 0,04% a 1,25% (no máximo 80 ppm) na etapa de lavagem e sanitização (AKBAS; ÖLMEZ, 2007; ALEXANDRE; BRANDÃO; SILVA, 2012a; HWANG; CASH; ZABIK, 2001). Para uma melhor eficácia deste composto, deve ser usada uma concentração de 2 - 4%. Concentrações mais baixas (1% - 2%) não são eficientes para reduzir a carga bacteriana, e concentrações mais elevadas (4% - 5%) interferem na qualidade global do produto (BELTRÁN et al., 2005b.; ÖLMEZ; KRETZSCHMAR, 2009; RICO et al., 2007). Entretanto, mesmo que a eficiência do peróxido de hidrogênio possa ser comparada com a eficiência do tratamento com

cloro a 100 – 200 ppm, sob temperatura ambiente, as condições nas quais ocorre sua maior eficiência na redução microbiana foi atingida em temperaturas muito superiores às possíveis de serem utilizados no processamento de VMP, entre 50 e 60 °C (PARISH et al., 2003).

3.2.2.3 Ácido Peracético

É uma combinação do ácido acético ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) e peróxido de hidrogênio (H_2O_2), usualmente comercializado como um líquido. É um forte agente oxidante utilizado para sanitizar frutas e legumes, pois é eficaz na inativação de microrganismos patogênicos em suspensão. Atua na oxidação da parede celular microbiana, resultando na danificação do sistema enzimático, causando a destruição do microrganismo (PINHEIRO, 2011). No entanto, os estudos revelaram que 80 ppm de ácido peracético em água de lavagem não é suficiente para se obter uma substancial redução da carga microbiana de frutas e hortaliças minimamente processadas (ARTÉS et al., 2009; RICO et al., 2007; SAPERS, 2006).

Nascimento, Delgado e Barbaric (2010) estudaram a ação antifúngica da mistura: ácido peracético na concentração de 20%, peróxido de hidrogênio a 7% e ácido acético a 19%, que compõem o produto *Proxitane*[®]. O produto foi diluído de modo a obter soluções finais de 100, 200, e 300 ppm, em diferentes tempos de exposição, testando 10 espécies diferentes de microrganismos. Nos fungos estudados mais de 99% de inibição foi obtida, com um minuto de exposição a 100 ppm.

Neil et al. (2012) estudaram os efeitos do ácido peracético na sanitização de espinafres minimamente processadas para a inativação de bactérias patogênicas como a *E. coli* O157:H7. Neste estudo, a concentração utilizada de ácido foi de 80ppm em 2 minutos de contato por imersão, reduzindo aproximadamente 1 log UFC/g.

Como todo sanitizante, o ácido peracético possui algumas vantagens, como: a ação em baixas temperaturas, não é corrosivo ao aço inox e alumínio em concentrações recomendadas de uso e não requer enxague, sendo inodoro na forma diluída. E desvantagens, como: baixa estabilidade durante a estocagem, irritante à pele, necessitando muitos cuidados com o manuseio do produto; é incompatível com ácidos, álcalis concentrados, borrachas naturais e sintéticas, ferro, cobre e alumínio (SBCTA, 2013).

3.2.2.4 Ozônio

O ozônio é um gás atmosférico utilizado para reduzir a contaminação, visando prolongar a vida de prateleira de alguns alimentos. Apresenta eficácia diante de um grande número de microrganismos, retardando a multiplicação de bolores, leveduras e bactérias em pequenas concentrações (3 ppm) e em temperatura de refrigeração (EVANGELISTA, 2005; JAY, 2005).

Além de ser um forte agente antimicrobiano com alta reatividade e penetrabilidade o ozônio, quando utilizado em água, suas as concentrações variam entre 0,03 - 20,0 ppm. E quando utilizado na forma de gás, a concentração chega a doses mais elevadas, como 20.000 ppm (MANGANARIS et al., 2006; MARTIN-DIANA et al., 2005b.; RICO et al., 2007; SAFTNER et al., 2003). Água ozonizada tem sido aplicada para fins de sanitização de vegetais recém-colhidos, conseguindo algumas reduções microbianas e prolongamento do tempo de vida dos produtos (ALEXANDRE; BRANDÃO; SILVA, 2011a, 2012b; ALEXANDRE; SANTOS-PEDRO; BRANDÃO; SILVA, 2011b; MILLER; SILVA; BRANDÃO, 2013). Conforme estudo de Srebernich (2005), o ozônio, nas concentrações de 0,5 a 5ppm, com tempo de contato de 5 minutos, demonstrou reduções da carga microbiana de 1 a 4 log UFC/g contra fungos, *E. coli* e coliformes totais em cheiro verde minimamente processado.

Vários outros estudos mostraram que o ozônio gasoso é geralmente mais eficaz do que em soluções aquosas (KLOCKOW; KEENER, 2010). O tratamento com este tipo de ozônio foi eficaz contra microrganismos patogênicos e deteriorantes, garantindo ao mesmo tempo uma qualidade dos produtos minimamente processados aceitável (AL-HADDAD, AL-QASSEMI; ROBINSON, 2005; BAUR et al., 2005; BELTRÁN et al., 2005a; HUA; RECKHOW, 2007; ÖLMEZ; AKBAS, 2009; PARISH et al., 2003; PASCUAL; LLORCA; CANUT, 2007). Outros estudos estão avaliando a ação de ozônio gasoso na etapa de embalagem. Os resultados indicaram que este tratamento é muito eficaz contra *E. coli* O157: H7, também para prolongar a vida de prateleira de produtos minimamente processados. No entanto, em alguns produtos, como espinafre, pode-se observar alteração na coloração dos vegetais (AL-HADDAD et al., 2005; KLOCKOW; KEENER, 2010; ONER, WALKER; DEMIRCI, 2011). Dentre outras aplicações do ozônio na indústria de alimentos, destaca-se a desinfecção de embalagens, o combate aos biofilmes microbianos aderidos nas superfícies dos equipamentos e o tratamento de frutas e hortaliças visando o aumento de sua vida útil (LANITA; SILVA, 2008).

Conforme Lanita; Silva (2008) a aplicação do ozônio no processamento de alimentos é recente, pois somente no ano de 2001, nos EUA, a Food and Drug Administration (FDA) aprovou a sua utilização. Ainda não há no Brasil uma legislação específica sobre o emprego do mesmo. O ozônio vem ganhando destaque por ser mais seguro do que os desinfetantes mais comuns, pois não deixa resíduos tóxicos capazes de alterar características como sabor e odor (CARDOSO et al., 2003). Segundo Evangelista (2005) o gás ozônio, por ser um forte agente oxidante, não deve ser utilizado em alimentos com altos teores de lipídeos, pois pode provocar um aumento na rancidez do produto. É tóxico se inalado, podendo causar dores de cabeça, irritação nos olhos, nariz, garganta e na pele, problemas respiratórios, acidez na boca e anorexia. A exposição acima de 3 mg/L pode causar sintomas como dificuldades respiratórias, tosse, batimento cardíaco irregular, vertigem, alterações no campo visual, queda de pressão sanguínea, dores no peito e no corpo. A inalação de mais de 20 mg/L por hora ou 50 mg/L por 30 minutos pode ser fatal (LUCENA, 2013), por isso o seu uso deve ser realizado sob condições controladas.

3.2.2.5 Água Eletrolisada (EW)

A água eletrolisada apresenta, dentre outras vantagens, baixo impacto negativo sobre o meio ambiente, não promove a corrosão de equipamento de processamento nem irrita a pele; além de sua produção ser feita no local de uso, o que dispensa a necessidade de transporte e armazenamento de produtos químicos potencialmente perigosos. Outra característica importante é a sua estabilidade, o que não ocorre com outros sanitizantes, como os compostos clorados, os quais são instáveis em pH muito ácido (abaixo de 6) ou muito alcalinos (acima de 9). (hsu, 2004; len et al., 2002).

Existem dois tipos de água eletrolisada com propriedades saneantes: água ácida eletrolisada ou água oxidante eletrolisada e água eletrolisada neutra. Essas soluções são convencionalmente geradas pela eletrólise de cloreto de sódio aquoso (0,5-1,0% de NaCl), uma solução ácida eletrolisada e uma solução básica eletrolisada são produzidas no ânodo e no cátodo, respectivamente. A solução ácida eletrolisada tem um forte efeito bactericida sobre microrganismos patogênicos e deteriorantes em sanitização de vegetais minimamente processados (SELMA et al., 2008). Este efeito é atribuído ao seu baixo pH (2,1-4,5), ao potencial de redução de alta oxidação (maior de 1000 mV), e à presença de agentes oxidantes,

tais como ácido hipocloroso ativo (KESKINEN et al, 2009; RICO et al, 2007). Em bactérias, a Água Eletrolisada pode destruir o DNA ou interromper sua síntese (AL-HAQ; SUGIAMA, 2004). Em fungos, oxida a parede celular, interrompe o metabolismo de compostos orgânicos e mesmo as estruturas de resistência e sobrevivência são eliminadas (HUANG et al., 2008).

Graça et al. (2011) estudaram a utilização de água eletrolisada para a sanitização de maçãs minimamente processadas inoculadas com *E. coli*, *Listeria innocua* e *Salmonella choleraesuis* e armazenadas a 4 °C por cinco dias, e observaram alta capacidade bactericida da água eletrolisada ácida e neutra (ambas a 100 mg/L de cloro livre), com reduções que variaram de 1,2 a 2,4 UFC/g. A solução básica Eletrolisada tem também um forte efeito bactericida, com valores de pH variando de 5,0 a 8,5 e potencial de oxidação-redução com valores que variam entre 500 e 700 mV. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos com a solução de hipoclorito de sódio na mesma concentração (100 mg/L de cloro livre) após 30 minutos. Izumi (1999) observou redução da carga microbiana na ordem de 0,6 a 2,6 UFC/g com o uso de soluções de água eletrolisada ácida (50 mg/L de cloro livre) em cenoura, espinafre, pimentão, batata e pepino recém cortados após 30 minutos.

4. CONCLUSÃO

Com base na Revisão Bibliográfica sobre o processamento de vegetais minimamente processados que abordou sobre a higienização e sanitizantes utilizados, foi possível avaliar fatores que viabilizam a utilização de diferentes compostos como agente sanitizante.

Considerando que o agente sanitizante reduz até níveis seguros a carga microbiana presente no alimento, mas não elimina totalmente os microrganismos patógenos, outros cuidados devem ser tomados, para que durante todo o processo, seja reduzida a contaminação e a eficácia do sanitizante seja aumentada. A etapa de sanitização é um ponto crítico de controle do processo, pois não há outras etapas que reduzam a carga microbiana posteriormente a essa.

Sendo assim, de acordo com o presente trabalho pode ser concluído que os sanitizantes clorados são os mais utilizados mundialmente, com destaque para o derivado orgânico Dicloisocianurato de Sódio, por apresentar melhores vantagens sobre os derivados inorgânicos hipoclorito de sódio e cálcio e dióxido de cloro. Para sua utilização não é necessário corrigir o pH, o qual varia de 6 a 10, enquanto que para os demais a faixa de pH varia de 5 a 7,0, idealmente, não ultrapassando 8; como também, é menos reativo com a matéria orgânica e produz menores níveis de trihalometanos. No entanto, Hipoclorito de sódio e cálcio são os mais utilizados atualmente na sanitização de vegetais minimamente processados. Nas concentrações de 50 à 200 ppm, no tratamento de 3 a 20 minutos, pH 5 à 7, reduz até 2 log UFC/g de Coliformes totais, fungos, *Salmonella spp.* e *E. coli*. Essas faixas de concentração e tempo respeitam as recomendações das legislações Nacional e Americana. O Dióxido de cloro é aprovado pela FDA em níveis até 3 ppm, porém na Europa e no Brasil mostraram que concentrações de 15 e 60 ppm, nos tempos de contato de 2 horas e 10 minutos, respectivamente, na faixa de pH entre 6 à 7, pode gerar reduções de até 5 log UFC/g de *E. coli*, *Salmonella spp.*, *L. monocytogenes*, *S. aureus* e fungos.

Alguns sanitizantes que não são à base de cloro também já foram testados em vegetais minimamente processados, esses compostos mostraram ser boas alternativas aos comumente utilizados. Porém, não atendem à legislação utilizada atualmente no Brasil.

Nesse contexto, é possível observar que para a escolha do sanitizante correto, alguns fatores devem ser levados em consideração, como: pH, temperatura, matéria orgânica, concentração e tempo de contato. Esses fatores influenciam diretamente na ação germicida dos sanitizantes. Por isso, é necessário avaliar cada vegetal separadamente, considerando cada um

dos fatores e assim garantir que a sanitização atinja níveis seguros de carga microbiana, conforme é recomendado pela legislação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABADIAS, M.; USALL, J.; ANGUERA, M.; SOLSONA, C.; VIÑAS, I. Microbial quality of fresh, minimally processed fruit and vegetables, and sprouts from retail establishments. **International Journal of Food Microbiology**, v. 123, p. 121 – 129, 2008.

ABADIAS, M.; ALEGRE, I; OLIVEIRA, M.; ALTISENT, R.; & VIÑAS, I. Growth potential of *Escherichia coli* O157:H7 on fresh-cut fruits (melon and pineapple) and vegetables (carrot and escarole) stored under different conditions. **Food Control**, 27(1), 37–44, 2012.

AKBAS, M.Y.; OLMEZ, H. Effectiveness of organic acid, ozonated water and chlorine dippings on microbial reduction and storage quality of fresh-cut Iceberg lettuce. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 87, p. 2609–2616, 2007.

AL-HADDAD, K.S.H.; AL-QASSEMI, R.A.S.; ROBINSON, R.K. The use of gaseous ozone and gas packaging to control populations of *Salmonella infantis* and *Pseudomonas aeruginosa* on the skin of chicken portions. **Food Control**, 16, p. 405–410, 2005.

AL-HAQ, M. I.; SUGIYAMA, J. **Application of electrolyzed water in food processing**. ASAE/CSAE annual meeting, Ottawa, Canada, 2004.

ALLENDE, A.; AGUAYO, E.; ARTÉS, F. Quality of commercial minimally processed red lettuce throughout the production chain and shelf life. **International Journal of Food Microbiology**, v. 91, p. 109 – 117, 2004.

ALEXANDRE, E.M.C.; BRANDÃO, T.R.S.; SILVA, C.L.M. Modelling microbial load reduction in foods due to ozone impact. **Procedia Food Science**, v. 1, p. 836–841, 2011.

ALEXANDRE, E.M.C.; BRANDÃO, T.R.S.; SILVA, C.L.M. Assessment of the impact of hydrogen peroxide solutions on microbial loads and quality factors of red bell peppers, strawberries and watercress. **Food Control**, 27, p. 362–368, 2012a.

ALEXANDRE, E.M.C.; BRANDÃO, T.R.S.; SILVA, C.L.M. Efficacy of non-thermal technologies and sanitizer solutions on microbial load reduction and quality retention of strawberries. **Journal of Food Engineering**, 108, p. 417–426, 2012b.

ALEXANDRE, E.M.C.; SANTOS-PEDRO, D M.; BRANDÃO, T.R.S.; SILVA, C.L. M. Influence of aqueous ozone, blanching and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. **Journal of Food Engineering**, 105, p. 277–282, 2011b.

ALLENDE, A.; SELMA, M. V.; LÓPEZ-GÁLVEZ, F.; VILLAESCUSA, R.; GIL, M. Role of commercial sanitizers and washing systems on epiphytic microorganisms and sensory quality of fresh-cut escarole and lettuce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 49, p. 155 – 163, 2008.

ANONYMOUS. Fresh-cut. **The sector takes off in a big way but there is still a long road ahead, 2007.** Disponível em: <<http://www.fruittoday.com/articulos.php?id=1184161180215227&idioma=E>>. Acesso em: 30 out. 2014.

ANONYMOUS. Análise Epidemiológica dos Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil. Coordenação de Vigilância das Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Ministério da Saúde**, 2010. Disponível em: <http://portal.saude.gov.br/portal/arquivos/pdf/surtos_dta_15.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2014.

ARTÉS, F.; ALLENDE, A. Minimal fresh processing of vegetables, fruits and juices. In S. Da-Wen (Ed.), *Emerging technologies for food processing* London Academic Press, p. 677–716, 2005.

ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V.; ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. **Postharvest Biology and Technology**, 51(3), p. 287–296, 2009.

AR-USDA. Fresh-cut fruit moves into the fast lane. **Agricultural Research Magazine**, 53(8), 2005.

AYALA-ZAVALA, J.; GUSTAVO, G.A. Use of additives to preserve the quality of fresh-cut fruits and vegetables. In R. Soliva-Fortuny (Ed.), **Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing** . p. 231–254, 2010.

BAUR, S.; KLAIBER, R., WEI, H.; HAMMES, W.P.; CARLE, R. Effect of temperature and chlorination of pre-washing water on shelf-life and physiological properties of ready-to-use Iceberg lettuce. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, 6(2), p. 171–182, 2005.

BEERLI, K. M. C.; VILAS BOAS, E. V. de B.; PICCOLI, R. H. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*allium cepa* L) minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 28, n. 1, p. 107-112, jan./fev., 2004.

BELTRÁN, D.; SELMA, M.V.; MARIN, A.; GIL, M.I. Ozonated water extends the shelf life of fresh-cut lettuce. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53, p. 5654–5663, 2005a.

BELTRÁN, D.; SELMA, M.V.; TUDELA, J.A.; GIL, M.I. Effect of different sanitizers on microbial and sensory quality of fresh-cut potato strips stored under modified atmosphere or vacuum packaging. **Postharvest Biology and Technology**, 37, p. 37–46, 2005b.

BEUCHAT, L.R. Ecological factor influencing survival and growth of human pathogens on raw fruits and vegetables. **Microbes and Infections**, v. 4, p. 413 - 423, 2002.

BERGER, C. N. et al. Fresh fruit and vegetables as vehicles for the transmission of human pathogens. **Environmental Microbiology**, West Sussex, v. 12, n. 9, p. 2385-2397, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. 1997. **Portaria SVS/MS Nº 326, de 30 de julho de 1997.** Regulamento Técnico sobre as Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Indústrias de Alimentos.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. **Resolução RDC 12/01, de 2 de Janeiro de 2001**. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2007. **RDC nº 14, de 28 de fevereiro de 2007**, aprova regulamento técnico saneantes, Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 fevereiro 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. 2009. **Portaria nº 78, de 30 de janeiro de 2009**, aprova a Lista de Verificação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação, aprova Normas para Cursos de Capacitação em Boas Práticas para Serviços de Alimentação e dá outras providências, Secretaria de Saúde, Porto Alegre, RS, 30 de janeiro de 2009.

BRASIL. **Dados epidemiológicos – DTA, período de 2000 a 2012**. Unidade Técnica de Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar-UHA. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis- CGDT. Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS, 2011.

BRASIL. **Dados epidemiológicos – DTA, período de 2000 a 2013**. Vigilância Epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis- CGDT. Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS, abril 2013.

BRECHT J; SALTVEIT ME; TALCOTT ST; MORETTI CL. Alterações metabólicas. In: MORETTI CL (ed). Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Brasília: **Embrapa Hortaliças**. p. 41-99, 2007.

CALDWELL, K. N.; ADLER, B. B.; ANDERSON, G. L.; WILLIAMS, P. L.; BEUCHAT, L. R. Ingestion of *Salmonella enterica* serotype poona by free-living nematode, *Caenorhabditis elegans*, and protection against inactivation by produce sanitizers. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 69, p. 4103 – 4110, 2003.

CANO, M. P.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; PASCUAL-TERESA, S.; ANCOS, B. **Procesado mínimo y valor nutricional**. In: GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; GARDEA, A. A.;

CARDOSO, C. C.; VEIGA, S. M. O. M.; NASCIMENTO, L. C.; FIORINI, J. E.; AMARAL, L. A. Avaliação microbiológica de um processo de sanificação de galões de água com a utilização do ozônio. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 59 - 61, jan. / abr., 2003.

CARNELOSSI, M.A.G.; YAGUIU, P.; REINOSO, A.C.L.; ALMEIDA, G.R.O.; LIRA, M.L.; SILVA, G.F.; JALALI, V.R.R. Determinação das etapas do processamento mínimo de quiabo. **Horticultura Brasileira**, vol.23, nº. 4, Brasília, p. 970-975, out./dez., 2005.

CASTEEL, M. J.; SCHMIDT, C. E.; SOBSEY, M. D. Chlorine disinfection of produce to inactivate hepatitis A virus and coliphage MS2. **International Journal of Food Microbiology**, 125(3), 267–273, 2008.

CENCI, S. A.; GOMES, C. A. O.; ALVARENGA, A. L. B; JUNIOR, M. F. **Boas Práticas de Processamento Mínimo de Vegetais na Agricultura Familiar**. In: Felon do Nascimento Neto. (Org.). Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de

Fabricação na Agricultura Familiar. 1a ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 59-63, 2006.

CFA – Consumer Federation of America. **Re: Docket n. 2007N – 0051.** Disponível em: <http://www.consumerfed.org/pdfs/CFA_Comments_Produce_6.12.07.pdf>. Acesso em: 17 nov. 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, p. 78, 2005.

CODEX ALIMENTARIUS. **Code of hygienic practice for fresh food and vegetables.** 2003

CONNER, D. E. Effectiveness of acidified sodium chlorite as an antimicrobial treatment of fresh produce. **In: IFT Annual Meeting**, p. 91 – 96, 2001.

CUAMEA-NAVARRO, F. (Eds.). Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. Hermosillo: CIAD, cap. 7, p. 119 – 152, 2005.

DANTAS, A. Fisiologia do desenvolvimento de frutos. Universidade do Rio Grande do Sul, Caxias, 2013. Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/AdrianaDantas2/fisiologia-do-desenvolvimento-dos-frutos>>. Acesso em: 11 de nov. 2014.

DEL CARO, A.; PIGA, A.; VACCA, V. et al. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. **Food Chemistry**, v. 84, p. 99-105, 2004.

DELLA COLLETA, R.C.L. **Respostas fisiológicas de cenoura, repolho roxo e couve minimamente processados isolados e em combinação.** Tese (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

DU, J.; HAN, Y.; LINTON, R.H. Efficacy of chlorine dioxide gas in reducing Escherichia coli O157:H7 on apple surfaces. **Food Microbiology**, 20(5), p. 583–591, 2003.

DURIGAN, J.F. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças.** Fortaleza: Instituto Frutal, p. 69, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Iniciando um pequeno grande negócio agroindustrial: Hortaliças minimamente processadas/ Embrapa hortaliças, serviço brasileiro de apoio às micro e pequenas empresas.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Compostos Clorados: Aspectos Gerais e sua Utilização como Agente Sanitizante na Agricultura, Micropropagação e Pecuária.** Petrolina, PE, abril, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Processamento mínimo de produtos hortifrutícolas.** Fortaleza, set. 2011a.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - Embrapa. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças. Tecnologia, qualidade e sistemas de embalagem.** Rio de Janeiro, 2011b.

ERICKSON, M. C.; DOYLE, M. P. Food as a vehicle for transmission of Shiga toxin – producing *Escherichia coli*. **Journal of Food Protection**, v. 70, p. 2426 – 2449, 2007.

EVANGELISTA, J. Tecnologia de alimentos. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

FANTUZZI, E.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M. C. D. Microbiota contaminante em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 207 - 211, abr. / jun., 2004.

FAO – Food and Agriculture Organization of United Nations. **Processing of fresh-cut fruits and vegetables: A Technical Guide.** Bangkok, 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/014/i1909e/i1909e00.pdf>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

FAO/WHO (2008). Microbiological hazards in fresh leafy vegetables and herbs: Meeting report. Microbiological risk assessment series (pp. 158). Rome, **Italy Food Agriculture Organization of the United Nations / World Health Organization.**

FDA – U. S. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition. Draft final guidance for industry: **Guide to minimize microbiological food safety hazards of fresh-cut fruits and vegetables.** Washington, 2007. Disponível em: <<http://www.fda.gov>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

FDA – U. S. Food and Drug Administration. **Code of Federation Regulations Title 21 (CFR-part 173)**, revised as of abr. 2014a. Disponível em: < <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?CFRPart=173>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

FDA – U. S. Food and Drug Administration. **Code of Federation Regulations Title 21 (CFR-part 178)**, revised as of abr. 2014b. Disponível em: < <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/cfrsearch.cfm?fr=178.1010>>. Acesso em: 01 dez. 2014.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 602, 2006.

FERREIRA, S. D. **Vegetais Minimamente Porcessados.** Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2003.

FIGUEIREDO, H. M. **Adesão bacteriana em modelo de circuito de processamento de leite.** Tese de Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Viçosa, p. 85, 2000.

FRANCIS, G.A.; O'BEIRNE, D. Variation among strains of *Listeria monocytogenes*: Differences in survival on packaged vegetables and in response to heat and acid conditions. th Karlsruhe Nutrition Congress on Food Safety (pp. 687–694). Germany Elsevier Sci Ltd, 2002.

FRESH-CUT. **The magazine for value - added produce.** May 2007. Disponível em: <<http://www.freshcut.com>>. Acesso em: 15 nov. 2014.

FRÖDER, H.; MARTINS, C. G.; DE SOUZA, K. L. O.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M.; DESTRO, M. T. Minimally processed vegetable salads: microbial quality evaluation. **Journal of Food Protection**, v. 70, p. 1277 e 1280, 2007.

FU, Y.C.; ZHANG, K.L.; WANG, N.Y.; DU, J.H. Effects of aqueous chlorine dioxide treatment on polyphenol oxidases from Golden Delicious apple. **LWT-Food Science and Technology**, 40(8), p. 1362–1368, 2007.

GARRETT, E. H., GORNY, J. R., BEUCHAT, L. R., FARBER, J. N., HARRIS, L. J., PARISH, M. E., ET AL. Microbiological safety of fresh and fresh-cut produce: description of the situation and economic impact. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 2, p. 13 e 37, 2003.

GIL, M. I.; SELMA, M. V.; LÓPEZ-GÁLVEZ, F.; ALLENDE, A. Fresh-cut product sanitation and wash water disinfection: problems and solutions. **International Journal of Food Microbiology**, v. 134, p. 37 – 45, 2009.

GÓMEZ-LÓPEZ, V.M.; DEVLIEGHIERE, F.; RAGAERT, P.; DEBEVERE, J. Shelf-life extension of minimally processed carrots by gaseous chlorine dioxide. **International Journal of Food Microbiology**, 116(2), p. 221–227, 2007.

GÓMEZ-LÓPEZ, V. M.; LANNON, A. N.; GIL, M. I.; ALLENDE, A. Minimum free chlorine residual level required for the inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 and trihalomethane generation during dynamic washing of fresh-cut spinach. **Food Control**, v. 42, p. 132 – 138, 2014.

GÓMEZ-LÓPEZ, V. M.; MARÍN, A.; ALLENDE, A.; BEUCHAT, L. R.; GIL, M. I. Postharvest Handling Conditions Affect Internalization of *Salmonella* in Baby Spinach during Washing. **Journal of Food Protection**, Georgia, jan. 2013.

GÓMEZ-LÓPEZ, V.M.; RAGAERT, P.; JEYACHCHANDRAN, V.; DEBEVERE, J.; DEVLIEGHIERE, F. Shelf-life of minimally processed lettuce and cabbage treated with gaseous chlorine dioxide and cysteine. **International Journal of Food Microbiology**, 121(1), p. 74–83, 2008.

GÓMEZ-LÓPEZ V. M. J. G.; SELMA, M. V.; GIL, M. I.; ALLENDE, A. Operating conditions for the electrolytic disinfection of process wash water from the fresh-cut industry contaminated with *E. coli* o157:H7. **Food Control**, v. 29, p. 42 – 48, 2013.

GONZALEZ, R. J.; LUO, Y.; RUIZ-CRUZ, S.; MCEVOY, J. L. Efficacy of sanitizers to inactivate *Escherichia coli* O157:H7 on fresh-cut carrots shreds under simulated process water conditions. **Journal of Food Protection**, v. 67, p. 2375 – 2380, 2004.

GRAÇA, A.; ABADIAS, M.; SALAZAR, M.; NUNES, C. The use of electrolyzed water as a disinfectant for minimally processed apples. **Postharvest Biology and Technology**, 61(2–3), p. 172–177, 2011.

HANASHIRO, M. M. **Relações de coordenação entre agricultura, indústria e distribuição na cadeia produtiva de produtos minimamente processados**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente). Instituto de Economia da Universidade Federal de Campinas (UNICAMP). Campinas, 2003.

HEARD, G. Microbial safety of ready-to-eat salads minimally processed vegetables and fruits. **Food Science and Technology Today**, v. 14, p. 15 – 21, 2002.

HUA, G.H.; RECKHOW, D.A. Comparison of disinfection byproduct formation from chlorine and alternative disinfectants. **Water Research**, 41(8), p. 1667–1678, 2007.

HUANG, Y. R.; HUNG, Y. C.; HSU, S. Y.; HUANG, Y. W.; HWANG, D. F. Application of electrolyzed water in the food industry. **Food Control**. v. 19, p. 329-345, 2008.

HWANG, E.S.; CASH, J.N.; ZABIK, M.J. Ozone and hydrogen peroxyacetic acid treatment to reduce or remove EBDCs and ETU residues in a solution. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 49(11), p. 5689–5694, 2001.

ILIC, S.; RAJIC, A.; BRITTON, C.; GRASSO, E.; WILKENS, W.; TORTON, S; et al. A scoping study characterizing prevalence, risk facto and intervention research published between 1990 and 2010 for microbial hazards in leafy green vegetables. **Food Control**, 23(1), p. 7 – 19, 2012.

INATSU, Y.; BARI, L.; KAWASAKI, S.; ISSHIKI, K.; KAWAMOTO, S. Efficacy of acidified sodium chlorite treatments in reducing Escherichia coli O157:H7 on Chinese cabbage. **Journal of Food Protection**, 68(2), p. 251–255, 2005.

IZQUIERDO, G. D. P. **Estudio y modelización del efecto de procesos de descontaminación y desinfección sobre microorganismos patógenos en productos vegetales**. Tese de Doutorado. Universidade de Córdoba, 2013.

IZUMI, H. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. **Journal Food Science**, v. 64, p. 536-539, 1999.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C. de; MOREIRA, R. C.; KLUGE, R. A. **Processamento mínimo de frutas no Brasil**. In: SIMPOSIUM “Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados em Iberoamérica”. San José, Costa Rica, p. 79-86, abril, 2004.

JAY, J. M. Microbiologia dos alimentos. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, p. 711, 2005.

KESKINEN, L.A.; BURKE, A.; ANNOUS, B.A. Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to decontaminate Escherichia coli O157:H7 from lettuce leaves. **International Journal of Food Microbiology**, 132(2–3), p. 134–140, 2009.

KIM, J.G., LUO, Y.; GROSS, K.C. Effect of package film on the quality of fresh-cut salad savoy. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, p. 99–107, 2004.

KLOCKOW, P.A.; KEENER, K.M. Corrigendum to “Safety and quality assessment of packaged spinach treated with a novel ozone-generation system” [LWT-Food Science and Technology 42 (2009) 1047–1053]. **LWT-Food Science and Technology**, 43(9), p. 1471, 2010.

KLUGE RA; COSTA CA; VITTI MCD; ONGARELLI MG; JACOMINO AP. MORETTI CL. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Ciência Rural**, v. 36, p. 263-270, 2006.

KOSEKI, S.; ISOBE, S. Prediction of pathogen growth on iceberg lettuce under real temperature history during distribution from farm to table. **International Journal of Food Microbiology**, v. 104, p. 239 – 248, 2005.

LANITA, C. S.; SILVA, S. B. Uso de ozônio em câmara industrial para controle de bolores e leveduras durante a maturação de queijo tipo parmesão. **Braz. J. Food Technol**, v.11, n. 3, p. 182 - 189, jul. / set., 2008.

LAMIKANRA, O.; BETT-GARBER, K. Fresh-cut fruit moves into the fast lane. **Agricultural Research**, 2005. Disponível em: <<http://www.ars.usda.gov/is/AR/archive/aug05/fruit0805.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2014.

LAURILA, E.; AHVENAINEN, R. **Minimal processing of fresh fruits and vegetables**. In W. Jongen (Ed.), *Fruit and vegetable processing*. Cambridge, UK/Boca Raton, FL: Woodhead Publishing Limited/CRC Press LLC, 2002.

LEE, S. Y.; BAEK, S. Y. Effect of chemical sanitizer combined with modified atmosphere packaging on inhibiting *Escherichia coli* O157:H7 in commercial spinach. **Food Microbiology**, v. 25, p. 582 – 587, 2008.

LEGNANI, P. P.; LEONI, E. Effect of processing and storage conditions on the microbiological quality of minimally processed vegetables. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, n. 10, p. 1061-1068, 2004.

LOBO, G.; GONZÁLES, M. **Estado actual de los productos minimamente processados em Espana**. In: IV Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças; I Simpósio Ibero-americano de vegetais frescos e cortados. São Pedro (SP), 2006.

LÓPEZ-GÁLVEZ F.; GIL, M. I.; TRUCHADO, P.; SELMA, M. V.; ALLENDE, A. Cross-contamination of fresh-cut lettuce after a short-term exposure during pre-washing cannot be controlled after subsequent washing with chlorine dioxide or sodium hypochlorite. **Food Microbiology**, v. 7, p. 199 – 204, 2010.

LUCENA, H. H. Qualidade da manga (Tommy Atkins) minimamente processada tratada com água eletrolisada. Dissertação para título de Mestrado em Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2013.

LUND, D. G. et al. Uso de sanitizantes na redução da carga microbiana de mandioca minimamente processada. **Ciência Rural**, RS, v. 35, n. 6, p. 1431-1435, nov. /dez.2005.

LUO, Y. Fresh-cut produce wash water reuse affects water quality and packaged product quality and microbial growth in romaine lettuce. **HortScience**, v. 42, p. 1413 – 1419, 2007.

MATTHEWS, K. R. In Matthews (Ed), **Microbiological Safety of Fresh-cut Produce**. American Society for Microbiology Press, Washington, DC, USA, 2006.

MAHMOUD, B.S.M.; BHAGAT, A.R.; LINTON, R. H. Inactivation kinetics of inoculated *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* and *Salmonella enterica* on strawberries by chlorine dioxide gas. **Food Microbiology**, 24(7–8), p.736–744, 2007.

MANGANARIS, G. A.; VASILAKAKIS, M.; DIAMANTIDIS, G.; MIGNANI, I. Effect of in-season calcium applications on cell wall physicochemical properties of nectarine fruit (*Prunus persica* var. nectarina Ait. Maxim) after harvest or cold storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 86(15), p. 2597–2602, 2006.

MARTIN-DIANA, A. B.; RICO, D.; BARRY-RYAN, C.; FRIAS, J. M.; MULCAHY, J.; HENEHAN, G.T.M. Comparison of calcium lactate with chlorine as a washing treatment for fresh-cut lettuce and carrots: Quality and nutritional parameters. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 85(13), p. 2260–2268, 2005.

MCEVOY, J. L.; LUO, Y.; CONWAY, W.; ZHOU, B.; FENG, H. Potential of *Escherichia coli* O157:H7 to grow on field-cored lettuce as impacted by postharvest storage time and temperature. **International Journal of Food Microbiology**, v. 128, p. 506 – 509, 2009.

MELO, B.; SILVA, C. A.; ALVES, P. R. B. **Processamento mínimo de hortaliças e frutas**. Disponível em: <<http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>>. Acesso em: 10 nov., 2014.

MILLER, F.A.; RAMOS, B.; GIL, M.M.; BRANDÃO, T.R.S.; TEIXEIRA, P.; SILVA, C.L.M. Influence of pH, type of acid and recovery media on the thermal inactivation of *Listeria innocua*. **International Journal of Food Microbiology**, 133, p. 121–128, 2009.

MILLER, F.A.; SILVA, C.L.M.; BRANDÃO, T.R.S. A review on ozone-based treatments for fruit and vegetables preservation. **Food Engineering Reviews**, 5, p. 77–106, 2013.

MOGHARBEL, A. D. I.; MASSON, M. L. Perigos associados ao consumo de alface (*Lactuca sativa*) in natura. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, 16(1), p. 83 – 88, 2005.

MOREIRA, R. C. **Processamento mínimo de tangor ‘Murcott’: caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis**. Dissertação (Mestrado), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, p. 84, 2004.

MORETTI, C. L. Processamento Mínimo. Laboratório de pós-colheita (Embrapa). **Cultivar HF**. Pelotas, v. 1, n. 5, p. 32 – 33, dez./jan., 2000/2001.

MORETTI, C. L. Boas Práticas Agrícolas para a produção de hortaliças. In: **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, jul. 2003.

MORETTI, C. L. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. 1 ed. Brasília: **Embrapa Hortaliças**, p. 531, 2007.

NASCIMENTO, H. M.; DELGADO, D. A. BARBARIC, I. F. Avaliação da aplicação de agentes sanitizantes como controladores do crescimento microbiano na indústria alimentícia. **Revista Ceciliana**, v. 1, p. 11 – 13, jun. 2010.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N.; CATANOZI, M. P. L. P. et al. Comparison of disinfectants for sanitation of grapes. **Journal of Food Technology**, v. 6, n. 1, p. 63 – 68, jan. 2003.

NEAL, J. A. et al. Comparison of multiple chemical sanitizers for reducing *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on spinach (*Spinacia oleracea*) leaves. **Food Research International, United State**, v. 45, p. 1123 – 1128, 2012

ODUMERU, J.A.; BOUTER, J.; KNIGHT, K.; LU, X.; MCKELLAR, R. Assessing of a thermal-chemical process to extend the shelf life of ready-to-use lettuce. **Journal of Food Quality**, v. 26, p. 197-209, 2002.

OLAIMAT, A. N.; HOLLEY, R. A. Factors influencing the microbial safety of fresh produce: A review. **Food Microbiology**, v. 32, p. 1 - 19, 2012.

OLIVER, J. C.; GERMANO, J. L.; VEIGA, S. M. O. M. Eficiência de sanificantes alternativos sobre frutos contaminados artificialmente com *Escherichia coli*. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 10, n.2, p.351-359, ago./dez. 2012. doi: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrv.2012.102.351359>.

OLIVEIRA, E.C.M.; VALLE, R.H.P. Aspectos microbiológicas dos produtos hortícolas minimamente processados. **Revista Higiene Alimentar**, v. 14, n. 78/79, p. 50-54, 2000

OLIVEIRA, L. F.; SRUR, A. U. O. S.; VACARI, F. **Aproveitamento do chuchu (*Sechium edule*, Swartz) pelo processo de saturação com açúcar – uma alternativa alimentar**. Revista Universidade Rural, Série Ciências da Vida. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, v. 22, p. 09-14, 2003.

OLIVEIRA, V. A. **A qualidade de hortaliças minimamente processadas: o efeito da sanitização antes e após o corte**. Dissertação de Pós-Graduação em Nutrição. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.

OLIVEIRA, M. A.; SOUZA, V. M.; BERGAMINI, A. M. M. et al. Microbiological quality of ready-to-eat minimally processed vegetables consumed in Brazil. **Food Control**, v. 22, p. 1400-1403, 2011.

ÖLMEZ, H.; AKBAS, M.Y. Optimization of ozone treatment of fresh-cut Green leaf lettuce. **Journal of Food Engineering**, 90(4), p. 487–494, 2009.

ÖLMEZ, H.; KRETZSCHMAR, U. Potential alternative disinfection methods for organic fresh-cut industry for minimizing water consumption and environmental impact. **LWT-Food Science and Technology**, 42(3), p. 686–693, 2009.

ONER, M.E.; WALKER, P.N.; DEMIRCI, A. Effect of in-package gaseous ozone treatment on shelf life of blanched potato strips during refrigerated storage. **International Journal of Food Science and Technology**, 46(2), p. 406–412, 2011.

ORDÓÑEZ, J. A.; RODRÍGUEZ, M. I. C.; ÁLVAREZ, L. F.; SANZ, M. L. G.; MINGUILLÓN, G. D. G. F.; PERALES, L. I. H.; CORTECERO, M. D. S. **Tecnologia de Alimentos: Componente dos alimentos e processos**. Porto Alegre: Artmed, v. 1., P. 294, 2005.

PARISH, M. E.; BEUCHAT, L. R.; SUSLOW, T. V.; HARRIS, L. J.; GARRETT, E. H.; FARBER, J. N., et al. Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2, p. 161–173, 2003.

PASCUAL, A.; LLORCA, I.; CANUT, A. Use of ozone in food industries for reducing the environmental impact of cleaning and disinfection activities. **Trends in Food Science & Technology**, 18, p. 29–35, 2007.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. et al. Vida de prateleiras de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p. 427-433, set/dez., 2003.

PEREIRA, A. P. M. Aspectos higiênico-sanitários de vegetais minimamente processados e perfil de resistência das leveduras isoladas frente ao hipoclorito de sódio e ozônio. Tese de Mestrado. Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Estadual de São José do Rio Preto, São Paulo, 2010.

PINHEIRO, A. B.; SANTOS, D. M.; BUKZEM, A. L.; VIEIRA, J. A. **Sanitização de frutas e hortaliças na indústria de Alimentos**. Anais do IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-Graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. Goiás, 19 out. 2011.

PSILLAKS, C. Hortifrutícolas minimamente processados: uma necessidade do mercado. In: **Fispal Tecnologia**, 2007.

RAGAERT, P.; JACXSENS, J.; VANDEKINDEREN, I.; BAERT, L.; DEVLIEGHERE, F. Microbiological and Safety Aspects of Fresh-Cut Fruits and Vegetables. (2010). In O.M. Belloso, and R.S. Fortuny (ed.), *Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing* Taylor & Francis Inc.

RESENDE JM; COELHO AFS; CASTRO EC; SAGGIN JÚNIOR OJ; NASCIMENTO T; BENEDETTI BC. Modificações sensoriais em cenoura minimamente processada e armazenada sob refrigeração. **Horticultura Brasileira**, v. 22, p. 147-150, 2004.

RICO, D.; MARTIN-DIANA, A. B.; BARAT, J. M.; BARRY-RYAN, C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: A review. **Trends in Food Science & Technology**, 18(7), 373–386, 2007.

ROBOBANK. Growing up: The EU Fresh-cut fruits and vegetables Market. London, 15 jun. 2010. Disponível em: <<http://www.freshconveniencecongress.com/resources/documents/1308561709cindyvanrijswick.pdf>>. Acesso em: 17 nov. 2014.

ROWAIDA K.; JOSEPH F. Behaviour of *Escherichia coli* O157:H7 on damaged leaves of spinach, lettuce, cilantro and parsley stored at abusive temperature. **Journal of Food Protection**, v. 72, p. 2038 - 2045, 2010.

RUIZ-CRUZ, S.; ACEDO-FÉLIX, E.; DÍAZ-CINCO, M.; ISLAS-OSUNA, M. A.; CONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Efficacy of sanitizers in reducing *Escherichia coli* O157:H7,

Salmonella sp. e Listeria monocytogenes populations on fresh-cut carrots. **Food Control**, v.18, p. 1383 – 1390, 2007.

SAFNER, R.A.; BAI, J.H.; Abbott, J. A.; LEE, Y. S. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks. **Postharvest Biology and Technology**, 29(3), p. 257–269, 2003.

SANT'ANA, A. S.; LANDGRAF, M.; DESTRO, M. T.; FRANCO, B. D. G. M. Prevalence and counts of *Salmonella* spp. in minimally processed vegetables in Sao Paulo, Brazil. **Food Microbiology**, v. 28, p. 1235 e 1237, 2011.

SANTOS, H. P. dos. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão (*Cucumis melo*) minimamente processado**. 2003. 80 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2003.

SANTOS, T. B. A.; JUNQUEIRA, N. S. C. V. A.; PEREIRA, J. L. Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processadas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 13, n. 2, p. 141 – 146, abr./jun. 2010.

SANTOS, M. C. A.; SILVA, T. **Avaliação do mercado de frutas e hortaliças embaladas, minimamente processadas, orgânicas e desidratadas na capital de Minas Gerais**. Contagem, 2010. Disponível em: <<http://www.ceasaminas.com.br/informacoesmercado/artigos/processados.pdf>>. Acesso em: 29 out., 2014.

SALOMÃO, B. C. M.; MÜLLER, C.; MASSAGUER, P. R.; ARAGÃO, G. M. F. Aplicação de Dicloroisocianurato de sódio e Ácido peracético para redução de esporos de *Penicillium expansum*, *Byssoschlamys fulva* e *Alicyclobacillus Acidoterrestris* na superfície de maçãs e em soluções aquosas. **Alim. Nutr.**, v. 22, n. 2, p. 219-230, abr./jun. 2011

SAPERS, G.M. Washing and sanitizing treatments for fruits and vegetables. **Microbiology of Fruits and Vegetables**, p. 375–400, 2006.

SAPERS, G. M. Efficacy of washing and sanitizing methods for disinfection of fresh fruit and vegetables products. **Food Technology Biotechnol.**, v. 39, p. 305 – 311, 2001.

SBCTA - Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Manual de Higiene e Sanitização para as Empresas de Alimentos**, 2013.

SEBRAE. Estudo de mercado SEBRAE/ESPM, set/2008. **Relatório completo: Hortaliças minimamente processadas**. Disponível em: < [http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/0883FDA8A4AF0BAE832574DC004682B0/\\$File/NT0003907E.pdf](http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/0883FDA8A4AF0BAE832574DC004682B0/$File/NT0003907E.pdf)>. Acesso em: 29 out., 2014.

SELMA, M.V.; ALLENDE, A.; LOPEZ-GALVEZ, F.; CONESA, M.A.; GIL, M.I. Disinfection potential of ozone, ultraviolet-C and their combination in wash water for the fresh-cut vegetable industry. **Food Microbiology**, 25(6), p. 809–814, 2008.

SENRANS, F. J.; IBANEZ, E.; CIFUENTES, A. New trends in food processing. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(5), p. 507–526, 2003.

SEOW, J.; ÁGOSTON, R.; PHUA, L.; YUK, H. -G. Microbiological quality of fresh vegetables and fruits sold in Singapore. **Food Control**, 25(1), p. 39–44, 2012.

SINGH, N.; SINGH, R.K.; BHUNIA, A.K.; STROSHINE, R.L. Efficacy of chlorine dioxide, ozone, and thyme essential oil or a sequential washing in killing *Escherichia coli* O157: H7 on lettuce and baby carrots. **LWT-Food Science and Technology**, 35(8), p. 720–729, 2002.

SILVA, M. Z. T.; GUERRA, N. B. Avaliação das condições de frutos minimamente processados. *Higiene Alimentar*, v. 17, n. 111, p. 29 – 36, ago. 2003.

SOARES, N. F. F. **Efeito da embalagem na conservação de produtos minimamente processados.** Anais. Viçosa- MG, 2013. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/novidade/eventos/semipos/texto10.pdf>>. Acesso em 17 nov. 2014.

SPAGNOL, W.A.; PARK, K.J.; SIGRIST, J.M.M. Taxa de respiração de cenouras minimamente processadas e armazenadas em diferentes temperaturas. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.26, n.3, p.550-554, jul.-set., 2006.

SREBERNICH, S. M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, 27, p. 744-750, out.-dez. 2007.

TIAN, J. Q.; BAE, Y. M.; LEE, S. Y. Survival of foodborne pathogens at different relative humidities and temperatures and the effects of sanitizers on apples with different surface conditions. **Food Microbiology**, v. 35, p. 21 – 26, 2013.

TRESSELER, J. F. M.; FIGUEIREDO, E. A. T.; FIGUEIREDO, R. W.; MACHADO, T. F.; DELFINO, C. M.; SOUSA, P. H. M. Avaliação da qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas. **Lavras, Ciênc. agrotec.** v. 33, Edição especial, p.1722 - 1727, 2009.

TOURNAS, V.H. **Moulds and yeasts in fresh and minimally processed vegetables, and sprouts.** *International of Food Microbiology*, v. 99, n. 1, p. 71 – 77, 2005.

VALERO, A.; RODRÍGUEZ, M.; CARRASCO, E.; PÉREZ-RODRÍGUEZ, F.; GARCÍA-GIMENO, R.M.; ZURERA, G. Studying the growth boundary and subsequent time to growth of pathogenic *Escherichia coli* serotypes by turbidity measurements. **Food Microbiology**, v. 27, p. 819 – 828, 2010.

VAN BOXSTAEL, S.; HABIB, I.; JACXSSENS, L.; DE VOCHT, M.; BAERT, L.; VAN DE PERRE, E.; et al. Food safety issues in fresh produce: Bacterial pathogens, viruses and pesticide residues indicated as major concerns by stakeholders in the fresh produce chain. **Food Control**, 32(1), p. 190–197, 2013.

VANDAMM, J. P.; LI, D.; HARRIS, L. J.; SCHAFFNER, D. W.; DANYLUK, M. D. Fate of *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes*, and *Salmonella* on fresh-cut celery. **Food Microbiology**, v. 34, p. 151 – 157, 2013.

VAN HAUTE, S.; SAMPERS, I.; JACXSENS, L.; UYTENDAELE, M. Selection criteria for water disinfection techniques in agricultural practices. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2014. Disponível em:<DOI:10.1080/10408398.2012.705360>. Acesso em: 17 nov. 2014.

VANITTI, M. C. D. Aspectos Microbiológicos de produtos minimamente processados. Departamento de Microbiologia. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

VIEITES, R. L.; EVANGELISTA, R. M.; CAMPOS, A. J.; MOREIRA, G. C. Avaliação da contaminação microbiana do mamão minimamente processado e irradiado. *Higiene Alimentar*, v. 18, n. 118, p. 65 – 70, mar. 2004.

VITTI M. C. D.; KLUGE R. A.; YAMAMOTO, L. K.; JACOMINO, A. P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. *Horticultura Brasileira*, v. 21, p. 623-626, 2003.

VITTI M. C. D.; KLUGE R. A.; GALLO, C. R.; MORETTI, C. L. JACOMINO, A. P. Efeito do momento de sanitização sobre atributos físico-químicos e microbiológicos de beterrabas minimamente processadas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 4, p. 718 - 721, out./dez. 2004.

WARRINER, K. **Pathogens in vegetables**. In W. Jongen (Ed.), *Improving the safety of fresh fruit and vegetables* (pp. 3–43). Cambridge Woodhead Publishing limited and CRC Press. 2005.

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

WU, V. C. H.; KIM, B. Effect of a simple chlorine dioxide method for controlling five foodborne pathogens, yeasts and molds on blueberries. *Food Microbiology*, v. 24, p. 794 - 800, 2007.

ZACARI, C. Z.; SHIRAHIGUE, L. D.; GONÇALVES, M. F. V.; GALLO, C. R.; SPOTO, M. H. F. Qualidade do repolho minimamente processado, submetido a diferentes concentrações de cloro. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 21, n. 155, p. 67 -71, out., 2007.

ZHAO, Y. **Pathogens in fruit**. In W. Jongen (Ed.), *Improving the safety of fresh fruit and vegetables* (pp. 44–87). Cambridge Woodhead Publishing Limited and CRC Press. 2005.

