



**INFLUÊNCIA DE SANIFICANTES NAS
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS,
FÍSICAS E FÍSICO-QUÍMICAS DE CEBOLA
(*Allium cepa* L.) MINIMAMENTE
PROCESSADA**

KARLA MICHALSKY CARVALHO BEERLI

2002

54973

MFN 046947

KARLA MICHALSKY CARVALHO BEERLI

**INFLUÊNCIA DE SANIFICANTES NAS
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FÍSICAS E
FÍSICO-QUÍMICAS DE CEBOLA (*Allium cepa* L.)
MINIMAMENTE PROCESSADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, área de concentração em Microbiologia dos Alimentos, para obtenção do título de "Mestre".

Orientadora:

Profa Dra. Roberta H. Piccoli do Valle

Lavras
Minas Gerais – Brasil
2002

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos
Técnicos da Biblioteca Central da UFLA**

Beerli, Karla Michalsky Carvalho

Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada / Karla Michalsky Carvalho Beerli. – Lavras : UFLA, 2002.

55 p. : il.

Orientadora: Roberta H. Piccoli do Valle.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Cebola. 2. Processamento mínimo. 3. Microbiologia. 4. Sanificantes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-576.163

-664.80525

KARLA MICHALSKY CARVALHO BEERLI

**INFLUÊNCIA DE SANIFICANTES NAS
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FÍSICAS E
FÍSICO-QUÍMICAS DE CEBOLA (*Allium cepa* L.)
MINIMAMENTE PROCESSADA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências dos Alimentos, área de concentração em Microbiologia dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Aprovada em 20 de dezembro de 2002

Prof. Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA

Prof. Dr. Henrique César Pereira Figueiredo - UFLA

Roberta H. P. do Valle
Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli do Valle
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

DEDICATÓRIA

À minha querida mãe, por todo o amor e exemplo de vida.

Ao meu esposo Eduardo, pela ajuda e incentivo.

Ao meu avô Juca, pelos ensinamentos e carinho.

A minha irmã Kátia, pela colaboração e amizade.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao Pai Celestial, pelas bênçãos, força e coragem.

Ao meu esposo, por todo o companheirismo, compreensão e carinho.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciências dos Alimentos, pela oportunidade de crescimento profissional.

À CAPES, pelo suporte financeiro.

À Professora Roberta Hilsdorf Piccoli do Valle, pela orientação e amizade.

Ao Professor Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, pela co-orientação e apoio.

Em especial à minha amiga Helga Parra dos Santos, pelo companheirismo e ajuda durante todo o experimento.

A Odívia Oliveira Rosa, pela amizade, conselhos e ensinamentos.

Aos companheiros do Laboratório de Microbiologia de Alimentos.

SUMÁRIO

| | Página |
|--|--------|
| RESUMO | i |
| ABSTRACT | ii |
| 1 INTRODUÇÃO | 01 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 03 |
| 2.1 A cebola | 03 |
| 2.2 Processamento mínimo | 06 |
| 2.3 Sanificação de frutos e hortaliças minimamente processadas ... | 09 |
| 2.4 Microrganismos em hortaliças minimamente processadas | 12 |
| 2.5 Microrganismos indicadores de contaminação ambiental | 15 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 18 |
| 3.1 Material experimental | 18 |
| 3.2 Delineamento experimental e análise estatística | 18 |
| 3.3 Fluxograma do processamento | 19 |
| 3.4 Pré-tratamentos | 19 |
| 3.5 Descasque e fatiamento | 19 |
| 3.6 Tratamentos | 20 |
| 3.7 Processamento e armazenamento | 20 |
| 3.8 Análises microbiológicas | 21 |
| 3.8.1 Contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos | 22 |
| 3.8.2 Contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos ... | 22 |
| 3.8.3 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras | 22 |
| 3.8.4 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C | 23 |
| 3.9 Análises físicas e físico-químicas | 23 |
| 3.9.1 Sólidos solúveis totais (SST) | 23 |
| 3.9.2 Determinação do pH | 24 |
| 3.9.3 Determinação da acidez total titulável (ATT) | 24 |
| 3.9.4 Firmeza | 24 |
| 3.9.5 Perda de massa | 24 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 25 |
| 4.1 Microrganismos aeróbios mesófilos | 25 |
| 4.2 Microrganismos aeróbios psicrotróficos | 28 |
| 4.3 Fungos filamentosos e leveduras | 30 |
| 4.4 Coliformes a 35°C | 32 |
| 4.5 Coliformes a 45°C | 35 |
| 4.6 Sólidos solúveis totais | 35 |
| 4.7 pH | 37 |
| 4.8 Acidez total titulável (ATT) | 38 |
| 4.9 Firmeza | 40 |
| 4.10 Perda de massa | 41 |

| | |
|---|----|
| 5 CONCLUSÕES | 44 |
| 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 45 |
| ANEXOS | 55 |

RESUMO

BEERLI, K. M. C. Influência de sanificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. Lavras: UFLA, 2002, 55p. (Dissertação– Mestrado em Ciências dos Alimentos)

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência dos sanificantes peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e dicloro isocianurato de sódio (NaDCC) sobre a vida de prateleira da cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada, com base no desenvolvimento da microbiota e características físicas e físico-químicas. As cebolas foram previamente lavadas, descascadas e fatiadas. Foram testados seis tratamentos em três blocos casualizados. Os tratamentos foram: controle, H_2O_2 (2%), H_2O_2 (4%), H_2O_2 (6%), NaDCC (50ppm) e NaDCC (100ppm). Após a sanificação, as cebolas foram embaladas e armazenadas durante sete dias a 4°C. A cada dia, uma bandeja de cada tratamento foi retirada e utilizada para coleta de amostras, com a qual foram realizadas as seguintes análises: contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos, contagem total de microrganismos aeróbios psicrotróficos, quantificação de fungos e leveduras, quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C, sólidos solúveis totais (SST), determinação do pH, determinação da acidez total titulável (ATT), textura e perda de massa. Menores contagens de aeróbios mesófilos foram encontradas nos tratamentos com H_2O_2 ; todos os tratamentos, exceto o controle, foram eficientes para redução dos aeróbios psicrotróficos e coliformes a 35°C; não foram encontrados coliformes a 45°C em nenhum dos tratamentos; apenas os tratamentos com 4% e 6% de H_2O_2 reduziram os valores de fungos e leveduras; não houve diferenças entre os tratamentos para as análises de SST e perda de massa; foram obtidos maiores valores de pH para os tratamentos com NaDCC; menores valores de ATT foram encontrados nos tratamentos com H_2O_2 (4%), H_2O_2 (6%) e NaDCC (50ppm) e maiores resultados de textura foram obtidos nos tratamentos com H_2O_2 (4%) e H_2O_2 (6%). De acordo com as condições deste experimento, concluiu-se que o H_2O_2 , nas concentrações de 4% e 6%, foi mais eficiente como sanificante para cebolas minimamente processadas do que o NaDCC; segundo os parâmetros analisados, a qualidade da cebola se manteve adequada para o consumo em todos os tratamentos até o sétimo dia após o processamento, incluindo o tratamento controle (sem sanificante).

Comitê orientador: Roberta Hilsdorf Piccoli do Valle – UFLA; Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA; Henrique César Pereira Figueiredo – UFLA.

ABSTRACT

BEERLI, K. M. C. Effect of sanitizers on the microbial, physical and physical-chemical characteristics of fresh-cut onions (*Allium cepa L.*), 2002. 55p. (Dissertation – Master in Food Science)- Universidade Federal de Lavras, Lavras.

The goal of this work was to evaluate the effect of hydrogen peroxide (H_2O_2) and sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) sanitizers on the shelf-life of fresh-cut onion, based on the microbial development and physical and physical-chemical characteristics. The onions were washed, peeled and sliced. The following treatments were tested using three randomly blocks: H_2O_2 (2%), H_2O_2 (4%), H_2O_2 (6%), NaDCC (50ppm) and NaDCC (100ppm). The slices were packed and stored at 4°C for 7 days, after sanitization. One package for treatment was used daily and the following variables were evaluated: standard counting of mesophile aerobic microorganisms, total counting of psychrotroph aerobic microorganisms, moulds and yeasts, coliforms at 35°C and coliforms at 45°C, total soluble solids (TSS), pH, titratable acidity (TA), firmness and mass loss. Lower counting of mesophile aerobic were found in slices treated with H_2O_2 ; all treatments, but control, were effective in decreasing psychrotroph aerobic and coliforms at 35°C; coliforms at 45°C were found in slices of no treatments; only H_2O_2 (4%) and H_2O_2 (6%) treatments decreased the values of moulds and yeasts; the treatments did not affect the TSS and mass loss; NaDCC treatments promoted higher pH; lower TA were found in slices treated with H_2O_2 (4%), H_2O_2 (6%) and NaDCC (50ppm) and higher firmness were obtained in slices treated with H_2O_2 (4%) and H_2O_2 (6%). In accord to this experiment, it is concluded that H_2O_2 (4 and 6%) was an more effective sanitizer for fresh-cut onions than NaDCC; according the analyzed parameters, the fresh-cut onion was held in proper edible conditions for 7 days after processing, including the control treatment (without sanitizer).

Guidance Committee: Roberta Hilsdorf Piccoli do Valle – UFLA; Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA; Henrique César Pereira Figueiredo – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Mudanças no cotidiano do consumidor brasileiro, ocasionadas tanto pela maior participação da mulher no mercado de trabalho, como pela rotina diária das grandes cidades, requerem do mercado maior oferta de produtos ditos convenientes, ou seja, prontos para o consumo. Entretanto, o consumidor está cada vez mais exigente em relação aos alimentos e produtos que consomem, contribuindo, assim, para que sejam disponibilizados no mercado produtos de qualidade e seguros.

Os produtos minimamente processados fazem parte de um segmento da indústria de horticultura que vem obtendo crescente participação no mercado de produtos frescos e servem como oportunidade interessante aos produtores de hortaliças. No Brasil, a utilização destes produtos teve início no princípio da década de 1990 e seu consumo vem aumentando consideravelmente. Isso porque as hortaliças e frutos minimamente processados oferecem inúmeros benefícios ao consumidor, tais como: redução do tempo de preparo da refeição, maior padronização, maior acesso a frutos e hortaliças frescos e mais saudáveis, menor espaço para estocagem, embalagens de armazenamento facilitado e redução do desperdício e da manipulação pelo consumidor.

Diversos trabalhos de pesquisa têm sido desenvolvidos com o objetivo de estender a vida de prateleira de frutos e hortaliças minimamente processadas. Entretanto, o sucesso deste empreendimento depende do uso de matérias-primas de alta qualidade, manuseadas e processadas em boas condições de higiene.

Durante o processamento, que envolve operações de descascamento, corte e fatiamento, a superfície do produto é exposta ao ar, utensílios e elevada manipulação, sendo possível a contaminação por microrganismos.

A cebola é considerada um dos condimentos mais importantes do Brasil, o que assegura sua importância do ponto de vista econômico e seu consumo por todo o país. Quando processada manualmente, sendo cortada ou picada, libera

substâncias que irritam os olhos, provocando lacrimejamento, o que torna este processo indesejável de ser realizado. Neste sentido, além da rapidez e facilidade de preparo, a oferta de cebola minimamente processada no mercado certamente encontrará campo favorável.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar a influência dos sanificantes peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e do dicloro isocianurato de sódio (NaDCC) sobre a vida de prateleira da cebola (*Allium cepa L.*) minimamente processada, com base no desenvolvimento da microbiota e características físicas e físico-químicas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cebola

Existem mais de 500 espécies do gênero *Allium*. A espécie cultivada da cebola, *Allium cepa*, originou-se das regiões asiáticas correspondentes aos atuais Irã e Paquistão. A cultura é praticada há milênios. Trata-se de um condimento cosmopolita, também muito utilizado na culinária brasileira (Filgueira, 2000).

O cultivo da cebola (*Allium cepa* L.), da semente à floração, apresenta ciclo bianual: em um ano ocorre a formação dos bulbos (etapa vegetativa) e em outro o florescimento (etapa reprodutiva) (Werner & Seben, 1983).

Os bulbos das cebolas são órgãos de armazenamento, principalmente de carboidratos. Eles geralmente têm baixas taxas respiratórias e são considerados de baixa perecibilidade, especialmente se as folhas forem removidas. Os bulbos continuam seu crescimento após a colheita e podem ser armazenados por períodos relativamente longos, evitando-se exposição à luz para prevenir o esverdeamento (Kader, 2002).

A capacidade de armazenamento das cebolas é variável. Os tipos mais pungentes têm altos teores de sólidos solúveis, podendo ser armazenados por períodos mais longos. Já os tipos mais suaves, com menores teores de sólidos solúveis e menor pungência, normalmente não são armazenados por mais de 1 a 3 meses. A temperatura de armazenamento deve estar entre 0°C e 5°C ou 20°C a 30°C, já que temperaturas intermediárias favorecem o amolecimento (Kader, 2002).

As cebolas brancas são muito utilizadas para a industrialização por possuírem como principal característica alto teor de sólidos solúveis e ausência de pigmentação (Camargo Filho, 1983). A cebola da variedade Serrana apresenta folhas cerosas, sendo uma cebola de dias curtos, do tipo baia periforme. Seu ciclo é precoce, apresentando excelente uniformidade de

maturação (Asgrow do Brasil, 1993) e com características muito apreciadas na culinária.

O tamanho do bulbo, a forma, a cor e a integridade das películas externas são importantes características para o mercado. A qualidade do bulbo seco também é avaliada pela pungência, conteúdo de matéria seca, açúcares e sólidos solúveis presentes no suco celular (Rubatzky & Yamaguchi, 1997). Estas características variam com a cultivar, podendo ou não ser influenciadas pela época de colheita.

As hortaliças, dentre elas a cebola, dispõem de uma estrutura tissular, conhecida como casca, membrana cutinizada ou cutícula, que protege não só do ataque microbiano, como também de certos agentes traumatizantes e da dessecação (Cantwell, 1992; Brecht, 1995). Além dessa estrutura tissular, muitos vegetais possuem substâncias químicas defensivas com ação bactericida ou fungicida, como ácido cítrico, málico, benzóico, salicílico, entre outros, que funcionam como barreiras naturais, baixando o pH do suco celular, limitando assim o número de espécies capazes de se multiplicar e conseqüentemente retardando a deterioração microbiana. Entretanto, as barreiras oferecidas por estas substâncias não são suficientes quando a taxa microbiana inicial encontra-se elevada (Wilson & Wisniewski, 1989).

As cebolas podem ser utilizadas para vários propósitos, como no consumo cru, cozidas, picadas, uso em alimentos processados pelas indústrias e/ou desidratadas (Brewster, 1994).

A cebola constitui boa fonte de nutrientes para o homem. Sua composição química é complexa; além de substâncias sulfurosas e dos óleos essenciais, contém diversos açúcares e vitaminas C e do complexo B. Pode ser utilizada como condimento e também como remédio caseiro para vários fins (Gemtchújnicov, 1976).

A composição da cebola pode ser observada na literatura por meio das tabelas de composição química de alimentos. O Projeto Integrado de

Composição de Alimentos, desenvolvido pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP (Universidade de São Paulo, 1999) para definição de uma tabela brasileira de composição química de alimentos, apresenta para a cebola crua a seguinte composição: calorias 40kcal/100g; umidade 87,80%; lipídios 0,18%; proteínas 1,81%; glicídios 9,56%; fibras 1,90% e cinzas 0,65%. De acordo com a tabela de composição de alimentos do Estudo Nacional da Despesa Familiar (ENDEF, 1999), a cebola crua apresenta valor calórico de 39kcal/100g; umidade 88,1%; lipídios 0,2%; proteínas 1,4%; glicídios 9,7%; fibras 0,8% e cinzas 0,6%.

Segundo Hui (1992), o conteúdo de micronutrientes de cebolas cruas frescas, em 100g do produto, é de 265mg de aminoácidos, 167mg de sódio e potássio, 30mg de tiamina, 0,2mg de niacina, 40mg de riboflavina, 10mg de ácido ascórbico e 40UI de vitamina A, com conteúdo calórico de 38kcal/100g.

Diversos compostos foram identificados a partir de cebolas cruas maceradas, incluindo álcoois, aldeídos e cetonas, além de compostos sulfurosos, os quais são predominantes. Estes compostos incluem propanetiol, sulfeto de hidrogênio, propil e metil derivados de dissulfitos e trissulfitos. Tais compostos são parte de um complexo sistema de precursores de outras substâncias, enzimas e compostos intermediários voláteis que caracterizam o “flavor” das cebolas (Hui, 1992).

As cebolas são caracterizadas por seus marcantes compostos sulfurados, os quais possuem cheiro distinto e pungente. Estas substâncias foram extensivamente estudadas e sua bioquímica é conhecida em detalhes. O ácido sulfênico L-propenil, produzido por cebolas, rearranja espontaneamente sua estrutura para formar o composto que induz o lacrimejamento, chamado S-óxido propanal (Brewster, 1994).

2.2 Processamento mínimo

Nos últimos anos, devido a acentuadas mudanças no estilo de vida das pessoas, tem-se verificado grande interesse na produção de frutos e hortaliças minimamente processados (MP). Estes produtos diminuem o tempo de preparo dos alimentos, tanto no âmbito doméstico, como em restaurantes “self-service” e hotéis (Vanetti, 2000).

De acordo com Damasceno et al. (2001), o processamento mínimo pode ser descrito como a manipulação, preparo, embalagem e distribuição de produtos agrícolas por procedimentos como a seleção, limpeza, lavagem, descascamento e corte, que não afetem suas características organolépticas e agreguem valor aos mesmos. Resulta, assim, em produtos naturais e práticos, cujo preparo requer menos tempo, atendendo às exigências da vida moderna.

Os produtos minimamente processados são conhecidos também, de acordo com Cantwell (2002), como ligeiramente processados, processados frescos, parcialmente processados, pré-cortados, pré-preparados, preparados cortados, frescos cortados e produtos de valor agregado.

Produtos processados frescos estão disponíveis há vários anos. Porém, o tipo e a quantidade têm se expandido tremendamente desde a década passada. Inicialmente, esse tipo de produto era consumido apenas em serviços de alimentação industrial, mas sua utilização tem se expandido para restaurantes e supermercados (Watada et al., 1996). No Brasil, o processamento mínimo de frutos e hortaliças foi introduzido na década de 1990, por algumas empresas atraídas pela nova tendência do mercado, que atualmente se encontram em franca expansão. É símbolo de economia de tempo, de conveniência e de redução do lixo.

Mundialmente, o conceito de comercialização de hortaliças minimamente processadas tem sido aplicado para alface, agrião, espinafre e outras folhosas, cenoura, aipo, couve-flor, brócolis, cebola, repolho e suas

combinações em saladas mistas. Do volume total de produtos neste segmento, 70% são constituídos por alface, repolho, cenoura, cebola, batata, brócolis e couve-flor, principalmente por terem vida útil maior (Cenci, 2000).

O valor agregado ao produto pelo processamento mínimo aumenta a competitividade do setor de produção e proporciona meio alternativo de comercialização. Deve-se utilizar matéria-prima de qualidade superior e otimizar todas as etapas de produção, colheita, processamento, embalagem, armazenamento e comercialização (Chitarra, 1998).

Vários fatores afetam a qualidade dos produtos minimamente processados: a idade do produto, as condições de sanificação, o tipo de processamento, a embalagem, a temperatura, umidade de estocagem, dentre outros (Deliza, 2000). As características determinantes que comprometem a vida útil das hortaliças minimamente processadas são o escurecimento enzimático, a deterioração microbiana, a descoloração da superfície, a perda de firmeza, a senescência ocasionada pela respiração vegetal e a produção de etileno (Cenci, 2000; Damasceno et al., 2001).

A manutenção da vida de prateleira de produtos minimamente processados incluem o uso de matéria-prima de alta qualidade, uso de processos rígidos de sanificação, minimização do dano mecânico pelo uso de facas afiadas, higienização de superfícies utilizadas para o corte, remoção do excesso de água, embalagem com atmosfera apropriada e controle severo da temperatura durante o armazenamento, transporte e manuseio (Cenci, 2000 e Kader, 2002).

Dois problemas básicos dificultam a extensão do tempo de conservação dos frutos e hortaliças minimamente processadas. Primeiro, o tecido vegetal está vivo, respirando e várias reações bioquímicas estão ocorrendo no produto. Se não controladas, algumas dessas reações podem levar à rápida senescência e a alterações na qualidade do produto. Segundo, a proliferação microbiana deve ser retardada, para garantir a segurança e a aceitabilidade do produto, já que o processamento mínimo favorece a contaminação dos alimentos por

microrganismos deterioradores e possíveis patogênicos. Esta contaminação pode ocorrer devido ao manuseio e às injúrias nos tecidos que podem diminuir a qualidade e o tempo de vida útil do produto, por acelerar mudanças degradativas durante a senescência (Vanetti, 2000).

De acordo com Kader (2002), produtos minimamente processados geralmente têm taxas respiratórias mais altas do que os mesmos produtos intactos. As altas taxas de respiração indicam um metabolismo mais ativo e, usualmente, uma taxa de deterioração mais rápida. Cantwell (2000), descrevendo as características fisiológicas e de armazenamento de produtos minimamente processados, relata que o bulbo de cebola fatiado ou picado apresenta taxa de respiração a 5°C de 8-12 ml CO₂.kg⁻¹.h⁻¹ e que os defeitos de qualidade mais comuns, excetuando o crescimento microbiano, são: amolecimento, perda de líquidos e descoloração.

Segundo Labuza & Breene (1989), a qualidade dos produtos minimamente processados é dependente da temperatura à qual foram expostos desde a sua produção. Schlimme (1995) afirma que o armazenamento sob condições de baixas temperaturas é um dos métodos mais efetivos e práticos utilizados no prolongamento da vida útil de vários produtos vegetais. A temperatura de armazenamento é, portanto, o fator ambiental mais importante, uma vez que regula as taxas de todos os processos fisiológicos e bioquímicos dos vegetais. Quanto mais rapidamente o produto for acondicionado em sua temperatura ótima de armazenamento, maior será a sua vida de prateleira. Para isso, o ideal é que se mantenham os produtos em temperaturas adequadas logo após o processamento, durante toda a cadeia de comercialização, até chegar no consumidor final.

A embalagem adequada pode contribuir para a manutenção da vida de prateleira e estabilidade dos frutos e hortaliças minimamente processadas. Uma embalagem adequada pode ser definida como “um sistema que protege o produto perecível de danos físicos causados pelo manuseio ou pragas, extremas

condições de temperatura e umidade, ou atmosferas que por elas mesmas contenham elementos que possam degradar o produto durante o transporte e armazenamento” (Myers, 1989).

2.3 Sanificação de frutos e hortaliças minimamente processados

A qualidade e a segurança de produtos minimamente processados dependem da contaminação inicial e serão influenciadas pelas etapas de produção (Vanetti, 2000). A sanificação dos vegetais minimamente processados visa eliminar a contaminação, deterioração ou adulteração dos produtos. De acordo com Floros (1993), o uso de agentes químicos para conservação de produtos vegetais deve-se principalmente à necessidade de inativação enzimática ou microbiana.

Na década de 1970, surgiram os chamados derivados clorados orgânicos, denominados de “cloraminas orgânicas” destacando-se o dicloro isocianurato de sódio e o ácido tricloro isocianúrico (Blatchley III & Xie, 1995).

Em 1979, Bloomfield & Miles (citados por Nicholl & Prendergast, 1998) documentaram as propriedades antimicrobianas do dicloro isocianurato de sódio e hipoclorito de sódio. Os autores concluíram que, para todas as espécies bacterianas testadas, o dicloro isocianurato foi significativamente mais ativo que o hipoclorito de sódio.

A utilização de derivados clorados de origem inorgânica como gás cloro, hipoclorito de sódio, hipoclorito de cálcio e dos derivados clorados de origem orgânica, cujo principal representante é o dicloro isocianurato de sódio, tem contribuído para o controle de doenças de origem alimentar e hídrica, do processo de desinfecção de pisos, equipamentos e utensílios em áreas de industriais e de residências (Macêdo, 2000).

Um aspecto importante que está contribuindo para o aumento do uso de derivados clorados orgânicos é sua característica de não formar trihalometanos,

compostos considerados carcinogênicos, como subprodutos do processo de desinfecção (Macêdo, 1997).

Geralmente, os derivados clorados de origem orgânica são comercializados em forma de pó, possuindo maior estabilidade ao armazenamento, chegando a alcançar prazo de validade de 3 a 5 anos. São mais estáveis em solução aquosa, implicando numa liberação mais lenta de ácido hipocloroso (HOCl), conseqüentemente permanecendo efetivos por períodos de tempo maiores, mesmo na presença de matéria orgânica. O ácido hipocloroso é considerado responsável pela ação letal do cloro sobre microrganismos. Outra característica considerada vantajosa do dicloro isocianurato de sódio é o pH e sua solução a 1% que varia de 6,0 a 8,0 (Genco, 1998).

Presente nas concentrações adequadas, o ácido hipoclororoso rapidamente inativa microrganismos, embora sua eficácia em reduzir os níveis de aeróbios mesófilos varie com o tipo de vegetal (Nicholl & Prendergast, 1998). A ação antimicrobiana é baseada no seu forte efeito oxidante e envolve sua penetração através da parede celular. Existem indicativos de que o ácido hipoclororoso reage com o protoplasma celular, sistema de enzimas e membranas celulares, causando oxidação ou desnaturação de proteínas, inativação de enzimas, inibição da respiração ou alteração na permeabilidade das membranas (Foegeding & Busta, 1991).

O cloro é um dos sanificantes mais usados pelas indústrias de alimentos. Segundo Beuchat (1992), uma solução aquosa de cloro exhibe rápida ação microbiana. O efeito letal do cloro ainda não é totalmente claro, mas há várias teorias sobre o assunto. Uma delas refere-se ao radical HOCl, que combina-se com as proteínas da membrana citoplasmática microbiana e forma o N-cloro, componente que interfere no metabolismo das células. A inibição de enzimas sensíveis à oxidação pelo cloro também parece estar envolvida na inativação dos microrganismos.

Beuchat (1992) relata que cerca de 90% dos processadores mínimos de frutos e hortaliças usam cloro ativo nas águas de lavagem, embora outros produtos possam também ser utilizados, tais como ozônio, ácido peroxiacético e peróxido de hidrogênio.

A utilização do peróxido de hidrogênio como agente antimicrobiano já é reconhecida há muito tempo. É um composto que se forma naturalmente em numerosas células vivas, sendo decomposto pela catalase, em água e oxigênio (Multon, 1998). Em solução, este produto tem sido usado para desinfecção superficial e local, estando disponível no mercado.

O peróxido de hidrogênio é conhecido por ser bactericida, dependendo da concentração aplicada e de fatores ambientais, como pH e temperatura. A temperatura é um parâmetro muito importante para determinar a eficácia esporicida do peróxido de hidrogênio. Foi determinado que o peróxido de hidrogênio apresenta fraca ação esporicida a temperaturas ambientes, mas é muito potente em temperaturas mais elevadas. Enquanto o mecanismo pelo qual o peróxido de hidrogênio mata esporos não é conhecido, seu efeito sobre bactérias na forma vegetativa e fungos é conhecido e envolve dano no DNA (Brul & Coote, 1999).

Várias aplicações experimentais com peróxido de hidrogênio como agente antimicrobiano em alimentos têm sido descritas, tais como: preservação de frutos e hortaliças frescas, controle do apodrecimento pós-colheita de uvas de mesa, lavagem de cogumelos frescos e preservação de saladas de vegetais, melões frescos e frutos em bagos (Sapers & Simmons, 1998).

Em trabalhos realizados com maçã, Sapers et al. (1999) demonstraram a eficácia do peróxido de hidrogênio na descontaminação de frutos contendo *Escherichia coli* inoculada. Sua utilização como agente esterilizante de superfícies de maçãs e pêras também eliminou o amolecimento dos frutos causado por fungos (Colgan & Johnson, 1998).

O peróxido de hidrogênio é ativo contra uma ampla faixa de organismos: bactérias, leveduras, fungos, vírus e esporos bacterianos. Microrganismos anaeróbicos são mais sensíveis, pois não produzem catalase para degradar o peróxido. Numa solução a 3%, o peróxido de hidrogênio age rapidamente contra bactérias. Ele tem ação menos rápida contra leveduras, alguns vírus e especialmente esporos bacterianos. Em geral, o peróxido de hidrogênio tem grande atividade contra bactérias gram-positivas e gram-negativas (Block, 1991).

Naguib & Hussein (1972), citados por Block (1991), mostraram que 0,1% de peróxido de hidrogênio a 54°C por 30 minutos reduziu a contagem total de bactérias no leite cru em 99,999% e a contagem de coliformes, estafilococos, salmonelas e clostrídeos.

Embora sua atividade seja afetada pelo pH, com grande atividade em pH ácido, ele é menos afetado do que muitos outros desinfetantes como os fenóis e ácidos orgânicos. O maior poder esporicida do peróxido de hidrogênio se situa em pH 3 e o menor em pH 9, quando testado contra esporos de bacilos em pH 3, 6 e 9, respectivamente (Block, 1991).

2.4 Microrganismos em hortaliças minimamente processadas

Os microrganismos constituem fator importante em frutos e hortaliças minimamente processados, em que alterações microbianas causadas em alimentos representam grandes perdas econômicas para todas as indústrias implicadas na cadeia de distribuição (Wiley, 1997).

A qualidade microbiológica de frutos e hortaliças minimamente processados é uma alta prioridade. Os produtos que são aceitos visualmente pelos consumidores podem ter altas populações microbianas (Kader, 2002).

O conhecimento da composição inicial da microbiota predominante é essencial antes do estudo das mudanças microbiológicas que ocorrerão nos frutos e hortaliças minimamente processados (Lima, 2000).

De acordo com Hobbs (1999), as plantas vivas são normalmente estéreis internamente, possuindo microbiota mista externamente. O número e o tipo de organismo irão depender do contato destes produtos com o ambiente, o tempo e temperatura de armazenamento.

Ayhan et al. (1998) esclarecem que a presença de superfícies cortadas, a liberação de sucos das células vegetais e o alto conteúdo de umidade nas embalagens aumentam potencialmente a deterioração por microrganismos nesses produtos. Este risco aumenta com a poluição ambiente durante o cultivo ou por condições higiênicas inadequadas durante o processamento. Segundo Nguyen-The & Carlin (1994) e Hobbs (1999), estes produtos contaminados por condições higiênicas inadequadas durante o processamento podem constituir um risco à saúde do consumidor.

Frutos e hortaliças minimamente processados são geralmente estocados sob temperaturas que variam entre 4°C a 10°C, selecionando microrganismos psicrótróficos. A presença de bactérias aeróbias mesófilas e psicrótróficas vem sendo relatada por diversos autores em alface, brócolis, repolho, cenoura, cogumelos, entre outros produtos fatiados, rasgados e ou cortados mantidos sob refrigeração (Nguyen-The & Carlin, 1994 e Ayhan et al., 1998).

A microbiota de frutos e hortaliças minimamente processados difere devido do pH de cada produto; as hortaliças geralmente contêm microrganismos com menor tolerância a ácidos, enquanto os frutos estão mais susceptíveis às bactérias com maior tolerância à acidez e aos fungos (Gunes et al., 1997).

A microbiota de produtos frescos consiste, em geral, de gêneros da família *Enterobacteriaceae* e espécies de *Pseudomonas*, enquanto bactérias do ácido lático e fungos podem estar presentes em números relativamente baixos (Nguyen-The & Carlin, 1994).

Dentre os fungos envolvidos em deterioração pós-colheita, podem-se citar *Botrytis cinerea*, *Geotrichium candidum*, *Pullaria pullulans* e algumas espécies do gênero *Alternária*, *Monilia*, *Mucor*, *Sporotrichium* e *Rhizopus*. A presença visível do fungo indica a deterioração do produto, pois comumente produzem enzimas que degradam carboidratos, lipídios e proteínas, causando amolecimento dos alimentos e alteração do aroma e sabor (Lima, 2000).

De acordo com Marth (1998), o principal ponto de interesse microbiológico relativo aos produtos minimamente processados gira em torno de dois tipos de microrganismos: psicrotróficos e mesofílicos patogênicos, os quais podem crescer durante armazenamento sob refrigeração ou elevações nas temperaturas.

Microrganismos patogênicos podem ocorrer em razão do uso de água de irrigação ou fertilizantes contaminados durante o cultivo ou como consequência da falta de higiene durante o processamento. Embora o crescimento de microrganismos patogênicos e deterioradores em produtos minimamente processados possa ser inibido ou retardado pela combinação adequada de atmosfera modificada e temperatura, pesquisas devem ser conduzidas para avaliar o risco potencial de que esses produtos veiculem patógenos, principalmente os microrganismos patogênicos psicrotróficos, que são os mais relevantes para a segurança de hortaliças minimamente processadas. Nestes produtos, a refrigeração não é barreira eficiente para impedir sua multiplicação e o aumento do tempo de vida útil permite que as bactérias alcancem números suficientes para provocar toxinfecção alimentar nos consumidores. Dentre estes patógenos psicrotróficos destacam-se *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* e *Aeromonas hydrophila*, que são capazes de crescer em alguns produtos minimamente processados mantidos sob refrigeração. Entretanto, outros microrganismos patogênicos são de relevância nesses produtos e incluem: *Salmonella*, *Shigella*, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*,

Clostridium botulinum, *Bacillus cereus*, espécies de *Vibrio*, vírus da hepatite A, além de parasitas como *Cryptosporidium parvum* e *Cyclospora* (Cherry, 1999).

Segundo Hurst (1995), os principais patógenos envolvidos em surtos devido à ingestão de vegetais minimamente processados foram: *S.aureus*, *S. sarnei*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *C. botulinu* e *Salmonella sp.* Reyes (1996) cita o envolvimento do *Vibrio cholerae*, *B. cereus* e vírus da hepatite A. O'Beime (1990) relata a possível contaminação destes produtos por *S. aureus* e *Streptococcus spp.* pelos manipuladores de alimentos. Outros patógenos que têm sido detectados em frutos e hortaliças frescos, são *Campylobacter spp.* e *Y. enterocolitica* (Odumeru et al., 1997).

2.5 Microrganismos indicadores de contaminação ambiental

As condições ambientais imediatamente antes ou durante a coleta da matéria-prima podem influenciar no número e tipo de microrganismos presentes nos produtos minimamente processados. As contagens totais de bactérias em hortaliças são utilizadas como parâmetro indicativo da carga microbiana, servindo como alerta da qualidade microbiológica da matéria-prima, das condições de higiene durante a manipulação e armazenamento das mesmas e dos riscos oferecidos à saúde do consumidor (CDC, 1999).

As contagens totais de bactérias aeróbias mesófilas e psicrotróficas são utilizadas para determinar a qualidade final dos produtos alimentícios. Elas indicam as condições de higiene ambiental, de manipulação e processamento a que estes produtos foram submetidos. Embora sejam consideradas elevadas e indiquem um certo descuido durante o manuseio e processamento, contagens maiores que 10^3 UFC/g são muitas vezes aceitas, caso não se encontrem bactérias enteropatogênicas nos produtos. Isto ocorre porque muitas vezes estas contagens refletem o número de bactérias epífitas, oriundas dos campos. Por isso, não oferecem riscos de transmissão de enfermidades ao consumidor,

embora indiquem um produto de baixa qualidade, de fácil deterioração e, conseqüentemente, de vida útil limitada (Rosa, 2002).

Segundo Hobbs (1999), os índices elevados de mesófilos refletem as más condições de manipulação e processamento com que foram tratados estes produtos. O trabalho manual requerido durante a colheita, seleção, classificação, lavagem, descasque, fracionamento e envase, assim como o contato com utensílios e equipamentos utilizados nestas operações, não só contribui com o aumento da taxa microbiana, como também para a contaminação por uma microbiota patogênica que geralmente não teria acesso a esses produtos.

Em relação aos psicotróficos existe uma preocupação de que patógenos friotolerantes específicos, como *L. monocytogenes*, que podem crescer sob baixas temperaturas e baixas condições de oxigênio, possam proliferar de forma perigosa durante o armazenamento em produtos minimamente processados (Bennik et al., 1996).

Frutos e hortaliças frescos são geralmente citados como veículo de enfermidades alimentares de origem fecal com a presença de *Escherichia coli* e *Salmonella sp.*, oriundas da água de irrigação e/ou presença de dejetos no solo ou nos fertilizantes (Gagliardi & Kams, 2000). O conteúdo elevado de coliformes a 45°C representa não só contaminação perigosa dos produtos, mas também condições higiênicas insatisfatórias durante a manipulação e processamento, conduzindo à suspeita da presença de cepas de *E. coli* enteropatogênica (Nguyen-the e Carlin, 1994).

Outro indicador das condições higiênicas ambientais de produção e processamento é a determinação do número total de fungos e leveduras. Estes números refletem não só condições de umidade ambiental durante o processamento, como também as condições de armazenamento, de umidade dentro da embalagem e as trocas gasosas que ocorrem nas mesmas, já que fazem parte de uma microbiota epífita oriunda do local de plantio destes vegetais (Schlimme, 1995).

As principais alterações microbianas encontradas em vegetais frescos estão relacionadas à ação fúngica e são caracterizadas pelo amolecimento dos tecidos devido à degradação principalmente da pectina, além de outros componentes de sustentação dos tecidos vegetais (Jay, 1994). De acordo com Kader (2002), o apodrecimento é relacionado com a presença de *Aspergillus*.

Webb & Mundt, citados por Brackett (1994), destacam que os gêneros de fungos mais comumente isolados em vegetais são *Aureobasidium*, *Fusarium*, *Alternaria*, *Epicoccum*, *Mucor*, *Chaetomium*, *Rhizopus* e *Phoma*, independentes do cultivar, condições climáticas, localização de campos de colheita ou altura das hortaliças.

Segundo Brackett (1994), distintas espécies de leveduras, basidiomicetos não fermentativas, principalmente *Cryptococcus* e *Rhodotorula*, e leveduras fermentativas, tais como *Candida* e *Kloeckera*, são citadas como fazendo parte da microbiota normal de frutos e hortaliças frescas. As contagens de leveduras em vegetais podem oscilar de $<10^3$ a $>10^6$ UFC/g de tecido. Na maioria dos produtos vegetais, estimativas exatas da contagem de leveduras são difíceis de serem relatadas, uma vez que os artigos publicados normalmente indicam apenas contagens totais de fungos. Dentre as leveduras, King et al. (1991) indicam *Cryptococcus*, *Pichia*, *Torulasporea* e *Trichosporon* como as mais freqüentemente isoladas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido nos laboratórios de Microbiologia de Alimentos, Bioquímica de Frutos e no de Microestrutura e Arquitetura Alimentar do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

3.1 Material experimental

Foram utilizadas cebolas (*Allium cepa* L.), da cultivar baia periforme, provenientes do comércio de Lavras, MG. Foram escolhidas cebolas de tamanhos semelhantes e sem nenhuma alteração externa aparente.

3.2 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento do experimento foi em blocos casualizados (DBC), sendo utilizados seis tratamentos e três blocos em tempos distintos, cada um deles com duração de sete dias.

As análises estatísticas foram realizadas pelo pacote computacional SISVAR, versão 6.12 (Ferreira, 1998), de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \mu + T_i + D_j + (TD)_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

em que,

y_{ij} = valor observação do tratamento i , na idade j e na repetição k ;

μ = média geral do experimento;

T_i = efeito do tratamento i ; com $i = 1, 2, \dots, 6$;

D_j = efeito do tempo j ; com $j = 1, 2, \dots, 8$;

$(TD)_{ij}$ = efeito da interação Tratamento x Tempo;

B_k = efeito do bloco k ; com $k = 1, 2, 3$;

e_{ijk} = erro experimental associado a cada observação.

3.3 Fluxograma do processamento

O processamento da cebola foi conduzido de acordo com o fluxograma apresentado na Figura 1.



FIGURA 1 Fluxograma do processamento mínimo da cebola.

3.4 Pré-tratamentos

As cebolas foram lavadas com detergente neutro e escovadas para remoção das impurezas superficiais. Posteriormente elas foram enxaguadas em água corrente até a completa remoção do detergente.

Após esta lavagem, as cebolas foram armazenadas em câmara fria, a 4°C, por 24 horas.

3.5 Descasque e fatiamento

Todos os equipamentos e bancadas foram sanificadas com etanol (70%). Foram realizados os procedimentos normais de higiene pessoal, tais como uso

de luva, gorro, avental, óculos e máscara durante todo o processamento do produto.

Utilizando-se facas, as cebolas foram descascadas e fatiadas com fatiador manual, de modo que a espessura das fatias apresentassem aproximadamente 0,3cm.

3.6 Tratamentos

As cebolas foram submetidas a seis tratamentos, listados a seguir. No tratamento controle não houve adição de nenhum sanificante ou água destilada. Para os tratamentos que utilizaram peróxido de hidrogênio nas concentrações de 2%, 4% e 6%, o tempo de imersão foi de 2 minutos e para os tratamentos que utilizaram NaDCC a 50ppm e 100ppm, o tempo de imersão foi de 5 minutos. Cada tratamento utilizou 5 litros de água destilada previamente autoclavada para o preparo das soluções com sanificantes.

TABELA 1 Tratamentos utilizados no processamento mínimo de cebolas.

| TRATAMENTOS | |
|--------------------|--------------------------------------|
| T1 | Controle |
| T2 | Peróxido de hidrogênio 2% |
| T3 | Peróxido de hidrogênio 4% |
| T4 | Peróxido de hidrogênio 6% |
| T5 | Dicloro isocianurato de sódio 50ppm |
| T6 | Dicloro isocianurato de sódio 100ppm |

3.7 Processamento e armazenamento

Para cada tratamento foi pesado 1kg de cebola fatiada e colocado sobre um pedaço de organza previamente esterilizado em autoclave a 121°C por 15

minutos. A organza com a cebola, exceto no tratamento controle, foi imersa numa solução contendo o sanificante utilizado em cada tratamento. Decorrido o tempo de imersão, o excesso de líquido das fatias foi drenado em organza.

Cada um dos três blocos utilizados neste experimento foi composto por seis tratamentos com oito embalagens por tratamento, totalizando 48 embalagens por bloco. Em cada embalagem foram armazenados aproximadamente 115g de cebola fatiada. As embalagens de poliestireno (13cm de comprimento x 10cm de largura x 5,0 cm de altura) foram previamente sanificadas com hipoclorito de sódio a 100ppm e secas em câmara de fluxo laminar por 10 minutos, sob luz ultravioleta.

As embalagens foram armazenadas em câmara fria a 4°C. Para cada tratamento foi retirada diariamente uma embalagem para realização das análises microbiológicas, físicas e físico-químicas.

3.8 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, segundo as metodologias propostas pelo ICMSF (1983) e Silva et al. (1997).

Amostra de 25g de cebola foi retirada aleatoriamente da embalagem e, em seguida, foi feita a homogeneização em 225ml de água peptonada 0,1% (p/v) esterilizada. Todos os tratamentos foram homogeneizados em liquidificador doméstico durante um minuto, com copo previamente sanificado com etanol (70%).

3.8.1 Contagem padrão de microrganismos aeróbios mesófilos

Os microrganismos aeróbios mesófilos foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, utilizando aliquotas de 1 ml das diluições adequadas. Utilizou-se o meio ágar para contagem padrão (PCA) e as placas foram incubadas em estufa BOD a 37°C por 48 horas. Após este período, as colônias foram quantificadas e os resultados expressos em unidades formadoras de colônia por grama de cebola (UFC/g).

3.8.2 Contagem total de microrganismos aeróbios psicotróficos

Os microrganismos aeróbios psicotróficos foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, dispensando nas placas aliquotas de 1 ml das diluições adequadas. Utilizou-se o meio ágar para contagem padrão (PCA), sendo as placas incubadas em estufa BOD a 7°C por 10 dias. Após este período, as colônias foram quantificadas e os resultados expressos em UFC/g.

3.8.3 Quantificação de fungos filamentosos e leveduras

Os fungos e as leveduras foram quantificados pelo método de plaqueamento em profundidade, dispensando nas placas aliquotas de 1 ml das diluições adequadas. Utilizou-se meio ágar batata dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10%(p/v). As placas foram incubadas em estufa BOD a 25°C, por cinco dias e os resultados foram expressos em UFC/g.

Após as contagens, os fungos filamentosos foram isolados para identificação do gênero.

3.8.4 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C

Os coliformes a 35°C foram quantificados utilizando-se a técnica do número mais provável (NMP). O teste presuntivo foi realizado com a inoculação de alíquotas de 1 ml das diluições adequadas da amostra em quatro séries de três tubos, contendo tubos de Durhan e o meio de cultura caldo lauril sulfato triptose (LST); os tubos foram incubados em estufa a 35°C por 48 horas. Foram considerados tubos positivos para coliformes a 35°C, aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g.

Os coliformes a 45°C foram quantificados usando-se a técnica do NMP. As alíquotas foram transferidas dos tubos positivos do teste presuntivo de coliformes a 35°C, com auxílio de uma alça de repicagem para tubos contendo o meio de cultura caldo *Escherichia coli* (EC) adicionados de tubos de Durhan. Os tubos foram incubados em banho-maria a 44,5°C por 48 horas e foram considerados positivos aqueles que apresentaram turvação e formação de gás. Os resultados foram expressos em NMP/g.

3.9 Análises físicas e físico-químicas

Para cada tratamento foram pesadas amostras de 10g de cebola e homogeneizadas em 40ml de água destilada em liquidificador doméstico por 20 segundos. Este homogenato foi utilizado para as análises de sólidos solúveis totais, acidez total titulável e pH.

3.9.1 Sólidos solúveis totais (SST)

Os sólidos solúveis totais foram determinados por refratometria, conforme as normas da AOAC (1992), utilizando-se refratômetro digital ATAGO PR- 1000. Os resultados foram expressos em graus Brix (°Brix).

3.9.2 Determinação do pH

Os valores do pH foram obtidos por potenciometria com eletrodo de vidro, utilizando-se um potenciômetro Digimed, modelo DM-20, segundo técnica fornecida pela AOAC (1992).

3.9.3 Determinação da acidez total titulável (ATT)

A ATT das cebolas foi obtida por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1N, utilizando-se fenolftaleína como indicador (Instituto Adolfo Lutz, 1985). Os resultados foram expressos em mg de ácido pirúvico por 100g de cebola.

3.9.4 Firmeza

A firmeza foi determinada em um analisador modelo TA.XT2i. A sonda mediu a força de corte na cebola, numa velocidade de 5mm/s e foi devidamente calibrada com a célula de carga, seguindo o procedimento padrão. Os resultados foram expressos em Newtons (N).

3.9.5 Perda de massa

Os valores da perda de massa foram determinados com o auxílio de uma balança semi-analítica Mettler modelo PC 2000. O peso final da cebola contida em cada bandeja foi subtraído do peso inicial a cada dia do experimento e os resultados foram expressos em gramas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A metodologia empregada neste experimento para o uso de sanificantes em cebolas minimamente processadas se mostrou simples e rápida, facilmente aplicada em situações práticas. Até o fim deste experimento (sete dias), não foi notada nenhuma alteração aparente na cor ou odor das cebolas, embora Blanchard et al. (1996) tenham relatado que o escurecimento é um dos fatores limitantes para o armazenamento de cebolas picadas. A matéria-prima mostrou uma baixa contaminação inicial, evidenciada pelos resultados das análises microbiológicas.

Em nenhuma das variáveis estudadas houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo (Tabelas 1A e 2A, em anexo). Para todas as análises microbiológicas, pelo menos um tratamento diferiu dos demais. Para as análises físicas e físico-químicas, houve diferença significativa para firmeza, pH e acidez total titulável. Em relação ao tempo, os seguintes parâmetros analisados foram estatisticamente significativos: coliformes a 35°C, aeróbios mesófilos, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e perda de massa.

4.1 Microrganismos aeróbios mesófilos

Os valores das contagens de microrganismos aeróbios mesófilos em cada dia do experimento e suas médias estão apresentados na Tabela 2.

Os tratamentos em que foi utilizado o H₂O₂ como sanificante diferiram significativamente de todos os outros tratamentos e não diferiram entre si. Portanto, o peróxido de hidrogênio em todas as concentrações utilizadas foi o sanificante mais eficiente para controlar o crescimento de aeróbios mesófilos, independente das concentrações utilizadas. A maior contagem média foi encontrada no tratamento controle (3,58 ciclos) e a menor média pertenceu ao tratamento com peróxido de hidrogênio a 4% (2,29 ciclos logarítmicos).

TABELA 2 Contagens médias de microrganismos aeróbios mesófilos (\log_{10} 1+UFC/g) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Média |
|--|--------------|
| Controle | 3,58b |
| H₂O₂ (2%) | 2,60a |
| H₂O₂ (4%) | 2,29a |
| H₂O₂ (6%) | 2,54a |
| NaDCC (50ppm) | 3,11b |
| NaDCC (100ppm) | 3,08b |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

No dia do processamento (Figura 2), o tratamento controle apresentou a contagem de aeróbios mesófilos superior (3,26) a todos os outros tratamentos. Isso demonstra que os sanificantes foram eficazes na redução da contagem inicial, principalmente quando se utilizou peróxido de hidrogênio a 2%, que foi 1,04 ciclo logaritmico inferior ao tratamento controle.

Como pode ser observado na Figura 2, nos primeiros dias após o início do experimento, houve uma tendência de redução da carga microbiana e, com o passar do tempo, ocorreu uma elevação gradativa das contagens. Esta redução inicial ocasionou-se provavelmente por substâncias químicas com ação bactericida que ocorrem naturalmente nas cebolas ou pela ação residual dos sanificantes. Esta redução inicial também foi relatada em trabalhos com outros vegetais, como os resultados obtidos por Mões-Oliveira (2001), em que foi utilizado H₂O₂ a 1% em mamões minimamente processados. O posterior aumento das contagens ocorreu pela degradação natural dos tecidos da cebola e pela redução gradativa da efetividade dos sanificantes aplicados, como, por exemplo, a degradação do peróxido de hidrogênio pela ação da catalase produzida pelos microrganismos e pela volatilização do cloro do NaDCC.

Nicholl & Prendergast (1998) relataram que as contagens de aeróbios mesófilos em vegetais preparados para saladas geralmente alcançam de 10^3 a 10^9 UFC/g. De acordo com a legislação francesa, citada por Manzano et al. (1995), os produtos vegetais para consumo humano devem apresentar contagens de aeróbios mesófilos inferiores a 5×10^7 UFC/g. As maiores contagens de aeróbios mesófilos encontradas neste trabalho estão na faixa de 10^5 UFC/g, comprovando uma boa qualidade microbiológica do produto.

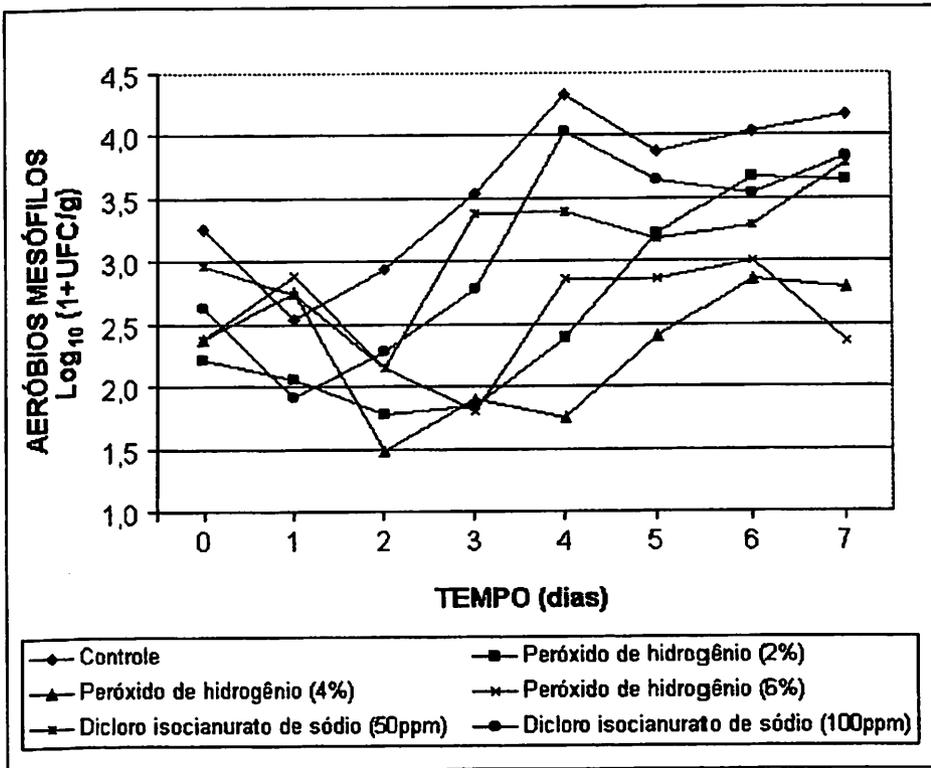


FIGURA 2 Valores médios de aeróbios mesófilos de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenadas a 4°C.

4.2 Microrganismos aeróbios psicrotróficos

As contagens de microrganismos aeróbios mesófilos e psicrotróficos determinam a qualidade final dos alimentos. Neste experimento foram encontradas baixas contagens iniciais de microrganismos aeróbios psicrotróficos, mesmo no tratamento controle, que alcançou níveis de 1,43 ciclo logaritmico ($2,0 \times 10^4$ UFC/g), nos dias 4, 5 e 7. De acordo com Blanchard (1996), que trabalhou com cebolas amarelas picadas, a contagem inicial de psicrotróficos foi de 10^4 UFC/g e aumentou para 10^8 UFC/g após 14 dias armazenadas a 4°C . Deve-se ressaltar que os valores finais alcançados em quaisquer contagens microbianas dependem da contaminação inicial do produto, demonstrando a importância do processamento mínimo em excelentes condições higiênicas.

TABELA 3 Contagens médias de microrganismos aeróbios psicrotróficos (\log_{10} 1+UFC/g) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, armazenada a 4°C .

| Tratamentos | Média |
|------------------------------------|-------------------|
| Controle | 1,16b |
| H ₂ O ₂ (2%) | 0,39 ^a |
| H ₂ O ₂ (4%) | 0,47 ^a |
| H ₂ O ₂ (6%) | 0,11 ^a |
| NaDCC (50ppm) | 0,42 ^a |
| NaDCC (100ppm) | 0,39 ^a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

De acordo com as médias apresentadas na Tabela 3, houve diferença significativa entre os tratamentos com sanificantes, que não diferiram entre si, e

o tratamento controle, mostrando que os organismos psicrotróficos foram inibidos pelos sanificantes. Ao contrário do que ocorreu com os microrganismos aeróbios mesófilos, onde somente o peróxido de hidrogênio foi significativamente eficaz, os dados mostram que todos os sanificantes utilizados foram eficientes na redução da contagem dos microrganismos psicrotróficos.

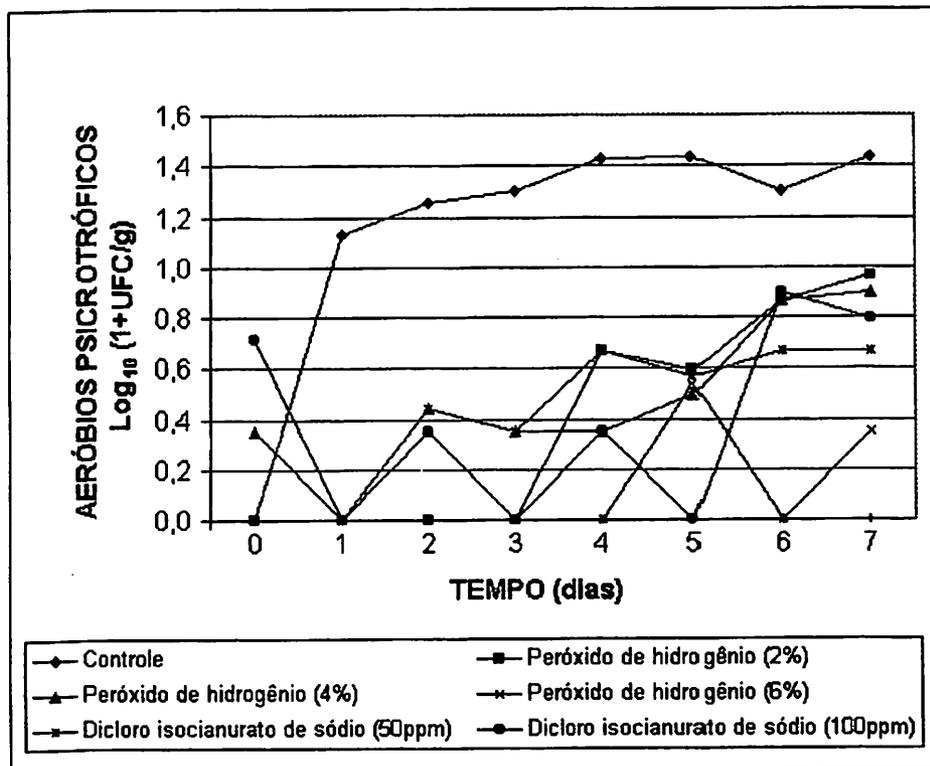


FIGURA 3 Valores médios de aeróbios psicrotróficos de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.

A Figura 3 mostra claramente a diferença entre as contagens do tratamento controle e as contagens de todos os outros tratamentos. Do mesmo modo que ocorreu com os microrganismos aeróbios mesófilos, houve tendência de aumento das contagens de psicrotróficos ao longo do tempo de

armazenamento para todos os tratamentos. Blanchard (1996) também relatou um aumento da contagem de psicrotróficos ao longo do período de armazenamento, para todos os tratamentos testados.

O armazenamento em temperaturas de refrigeração limita o crescimento e a deterioração microbiana (Wiley, 1997 e Hobbs, 1999). Ela é importante na manutenção da qualidade de frutos e hortaliças MP, mas pode selecionar microrganismos psicrotróficos.

4.3 Fungos filamentosos e leveduras

Os dados apresentados na Tabela 4 para contagens de fungos e leveduras mostram que somente os tratamentos com 4% e 6% de peróxido de hidrogênio diferiram estatisticamente dos demais, sendo mais eficientes para inibir o desenvolvimento de fungos filamentosos e leveduras. Estes resultados foram coerentes com os dados de Colgan & Johnson (1998), que trabalharam com o H_2O_2 e relataram a eliminação do amolecimento de frutos causados por fungos.

TABELA 4 Contagens médias de fungos filamentosos e leveduras (\log_{10} 1+UFC/g) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Média |
|----------------|-------|
| Controle | 2,17b |
| H_2O_2 (2%) | 1,80b |
| H_2O_2 (4%) | 1,18a |
| H_2O_2 (6%) | 1,30a |
| NaDCC (50ppm) | 2,15b |
| NaDCC (100ppm) | 2,25b |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Os resultados de fungos filamentosos e leveduras indicam condições de higiene e refletem a umidade dentro da embalagem. Neste trabalho, apesar das cebolas terem sido embaladas úmidas, apenas com a drenagem do excesso de líquidos, não houve altas contagens para este parâmetro.

De acordo com Franco & Landgraf (1996), o crescimento de fungos limita-se à superfície em contato com o ar, por serem, em sua absoluta maioria, aeróbios. Relatam ainda que baixas contagens de fungos e leveduras são normais em alimentos frescos e até mesmo congelados, não sendo, portanto, significativas.

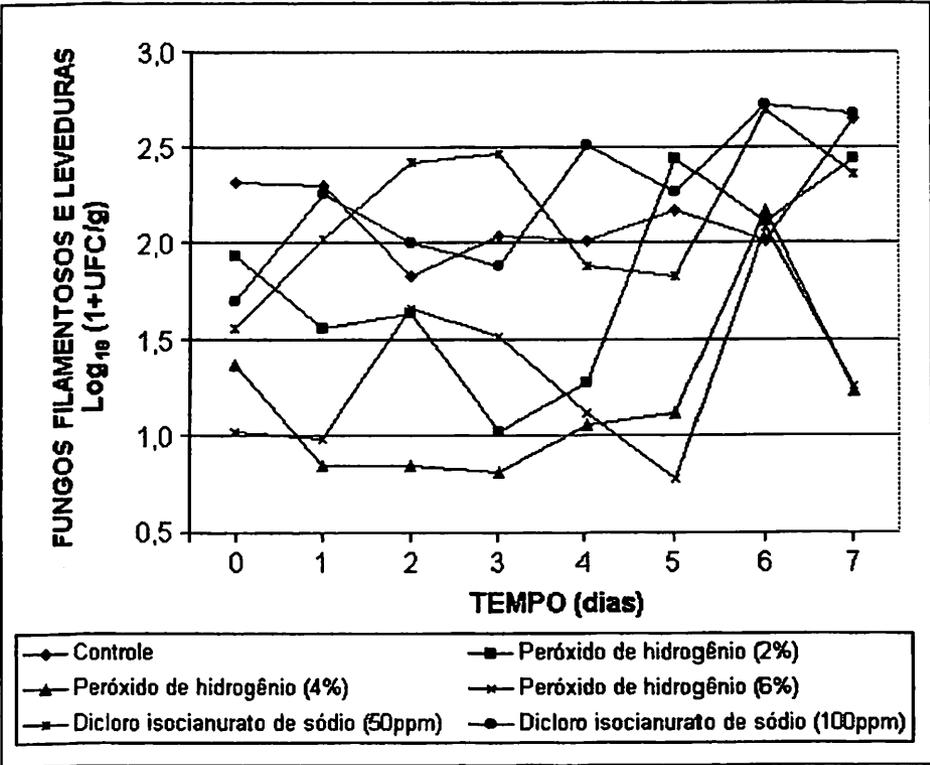


FIGURA 4 Valores médios de fungos e leveduras de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.

A Figura 4, apresentada a seguir, demonstra o comportamento das contagens de fungos e leveduras ao longo do período de armazenamento, para todos os tratamentos utilizados. A principal alteração causada pela ação fúngica está relacionada com o amolecimento e, de maneira geral, não houve grandes aumentos das contagens de fungos e leveduras neste trabalho.

No dia do processamento houve uma redução da contagem de fungos e leveduras de todos os tratamentos em relação ao controle (2,32 ciclos log), principalmente em relação ao tratamento com peróxido de hidrogênio a 6% (1,02 ciclos log), de modo semelhante ao ocorrido com os aeróbios mesófilos.

Os fungos isolados nas cebolas minimamente processadas foram identificados como pertencentes aos gêneros *Aspegillus* sp., *Penicillium* sp. e *Cladosporium* sp. A presença destes fungos nas cebolas pode estar relacionada com a contaminação do ambiente em que as mesmas foram manipuladas ou com a contaminação durante a realização das análises microbiológicas.

4.4 Coliformes a 35°C

De acordo com os dados apresentados na Tabela 5, todos os tratamentos que utilizaram sanificantes diferiram do tratamento controle, mas não diferiram entre si. Portanto, os sanificantes utilizados foram efetivos para reduzir a contagem de coliformes a 35°C.

Os maiores valores de coliformes a 35°C foram obtidos no tratamento controle, que alcançou 2,57 ciclos logarítmicos, com uma média de 1,48 ciclo. A menor média foi 0,11 ciclo logarítmico, encontrada nos tratamentos com 2%, 4% e 6% de peróxido de hidrogênio e NaDCC a 100ppm.

TABELA 5 Contagens médias de coliformes a 35°C (\log_{10} 1+NMP/g) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Média |
|--|--------------|
| Controle | 1,48b |
| H₂O₂ (2%) | 0,50a |
| H₂O₂ (4%) | 0,33a |
| H₂O₂ (6%) | 0,29a |
| NaDCC (50ppm) | 0,33a |
| NaDCC (100ppm) | 0,20a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Desde o primeiro dia do experimento (Figura 5), comparando-se com o tratamento controle (0,69 ciclos log), os sanificantes mostraram-se efetivos para reduzir a contagem de coliformes a 35°C, principalmente em relação ao tratamento com NaDCC a 100ppm (0,17 ciclos log). Até o quinto dia de armazenamento, não houve um aumento considerável nestas contagens, exceto para o tratamento controle, que aumentou 0,89 ciclo logaritmico até o dia 5. De acordo com Silva et al (1997), a presença de coliformes a 35°C é uma indicação do grau de contaminação pós-sanitização, evidenciando práticas de higiene e sanificação aquém dos padrões requeridos para o processamento de alimentos. Como as contagens de coliformes a 35°C neste experimento não foram elevadas, isso mostra que o processamento foi realizado com adequada higiene.

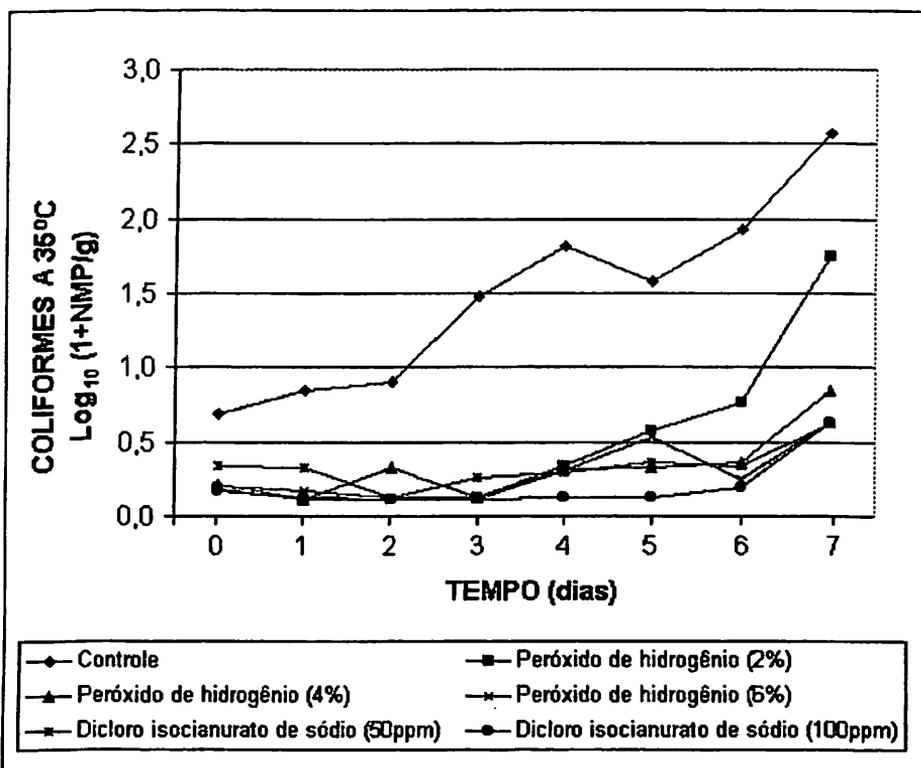


FIGURA 5 Valores médios de coliformes a 35°C de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.

Segundo Franco & Landgraf (1996), a presença de coliformes a 35°C não indica, necessariamente, contaminação fecal recente ou ocorrência de enteropatógenos, pois as bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes a 35°C persistem por tempo superior a bactérias patogênicas de origem intestinal. Este fato se comprovou pela ausência de coliformes a 45°C em todas as amostras deste experimento, como será mostrado no item 4.5.

4.5 Coliformes a 45°C

Não foi constatada a presença de coliformes a 45°C em nenhum tratamento deste experimento, evidenciando as boas condições higiênico-sanitárias em todas as etapas do processamento da cebola.

Segundo a legislação francesa, citada por Manzano et al. (1995), os produtos vegetais para consumo humano devem apresentar contagens de coliformes a 45°C inferiores a 1000 UFC/g.

Nguyen-The & Carlin (1994) relataram que os coliformes a 45°C não foram detectados na maioria das amostras de frutos e vegetais MP. Santos (2002), trabalhando com abacaxi minimamente processado e Mões-Oliveira (2001), com mamão minimamente processado, também não observaram a presença de coliformes a 45°C nas suas amostras.

4.6 Sólidos solúveis totais

Os sólidos solúveis totais expressam os teores de açúcares solúveis, ácidos orgânicos e outros constituintes menores. Os valores de SST neste experimento variaram de 4,8 a 9,0. Como está apresentado na Tabela 6, os sanificantes não alteraram significativamente o teor de sólidos solúveis totais das cebolas minimamente processadas.

O teor de SST encontrado no dia zero, no tratamento controle, é semelhante aos resultados de Rodas & Torre (2002), que encontraram valores de 7,8, 8,13, 9,9 e 13,6, para diversas variedades comerciais de cebolas da cultivar baía periforme *in natura*.

TABELA 6 Valores médios de sólidos solúveis totais (°Brix) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Média |
|------------------------------------|-------|
| Controle | 6,9a |
| H ₂ O ₂ (2%) | 6,2a |
| H ₂ O ₂ (4%) | 6,3a |
| H ₂ O ₂ (6%) | 6,4a |
| NaDCC (50ppm) | 6,3a |
| NaDCC (100ppm) | 6,4a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

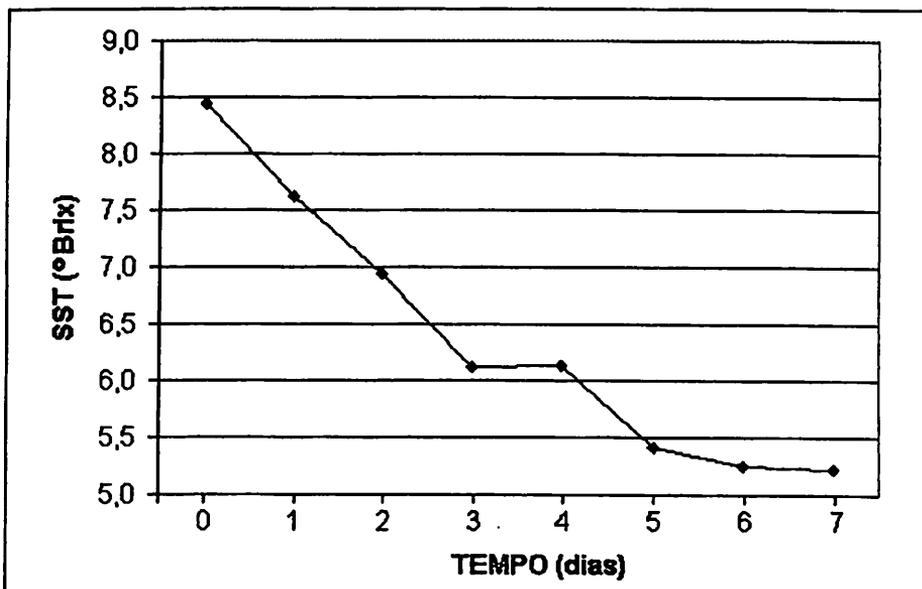


FIGURA 6 Valores médios de sólidos solúveis totais de todos os tratamentos de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.

A Figura 6 demonstra que todos os tratamentos seguiram um padrão bem semelhante de comportamento no decorrer do experimento e a redução do teor de sólidos solúveis totais alcançou valores entre 4,8 e 6,0°Brix após sete dias de experimento. A redução do teor de SST durante o armazenamento ocorre provavelmente devido ao consumo de substratos no metabolismo respiratório, sendo característica de reações catabólicas de senescência.

4.7 pH

A cebola é considerada uma hortaliça ácida. No presente estudo, encontraram-se valores de pH variando de 5,3 a 5,7. Rodas & Torre (2002) encontraram valores de pH entre 5,2 a 5,5 em diversas variedades de cebolas *in natura* da cultivar baia periforme e Jay (1986), citado por Germano & Germano (2001), encontrou valores entre 5,3 a 5,8.

A Tabela 7 apresenta os valores do pH encontrados para todos os tratamentos e suas respectivas médias. De acordo com estes dados, somente os tratamentos com NaDCC apresentaram diferenças significativas de pH, apesar de serem irrisórias na prática.

TABELA 7 Valores de pH de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Armazenamento (dias) | | | | | | | Média | |
|------------------------------------|----------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | 7 |
| Controle | 5,5 | 5,5 | 5,6 | 5,6 | 5,4 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5a |
| H ₂ O ₂ (2%) | 5,5 | 5,5 | 5,6 | 5,5 | 5,3 | 5,6 | 5,5 | 5,5 | 5,5a |
| H ₂ O ₂ (4%) | 5,5 | 5,6 | 5,5 | 5,4 | 5,3 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,5a |
| H ₂ O ₂ (6%) | 5,6 | 5,5 | 5,5 | 5,5 | 5,4 | 5,5 | 5,4 | 5,4 | 5,5a |
| NaDCC | | | | | | | | | |
| (50ppm) | 5,5 | 5,6 | 5,6 | 5,7 | 5,5 | 5,6 | 5,5 | 5,5 | 5,6b |
| NaDCC | | | | | | | | | |
| (100ppm) | 5,5 | 5,6 | 5,7 | 5,6 | 5,5 | 5,6 | 5,6 | 5,6 | 5,6b |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Apesar das pequenas oscilações mostradas na Tabela 7 (devido à escala apresentada), os valores de pH em todos os tratamentos se mantiveram praticamente estáveis ao longo do experimento. As pequenas variações no pH durante o armazenamento possivelmente ocorreram devido ao efeito tampão exercido pelo fluido celular.

Os valores de pH encontrados na cebola minimamente processada favorecem a ação do peróxido de hidrogênio, que foi relatado por Block (1991) como sendo mais ativo em pH ácido.

Segundo Germano & Germano (2001), está bem estabelecido que a maioria dos microrganismos desenvolve-se melhor em valores de pH próximos a 7,0 (6,6-7,5), embora cite que bactérias preferem pH em torno de 6,0 e 8,0, fungos entre 3,5 e 4,0 e leveduras em torno de 4,5 e 6,0. Segundo estes dados e de acordo com os resultados deste experimento, apenas as leveduras se encontram em sua faixa ótima de pH.

4.8 Acidez total titulável (ATT)

De acordo com os resultados de acidez total titulável obtidos, mostrados na Tabela 8, apenas os tratamentos com 4% e 6% de H₂O₂ e o tratamento com 50ppm de NaDCC foram significativamente diferentes dos demais.

Os maiores resultados iniciais de acidez total titulável foram encontrados no tratamento com NaDCC a 100ppm (244mg/100g) e os menores valores, após sete dias de experimento, foram obtidos no tratamento com NaDCC a 50ppm (104,3mg/100g). A maior média da ATT foi 178,8mg/100g, no tratamento com peróxido de hidrogênio a 2% e a menor média encontrada foi de 157,0mg/100g, no tratamento com peróxido de hidrogênio a 6%.

TABELA 8 Valores médios de acidez total titulável (mg/100g) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Média |
|------------------------------------|--------|
| Controle | 174,4b |
| H ₂ O ₂ (2%) | 178,8b |
| H ₂ O ₂ (4%) | 165,7a |
| H ₂ O ₂ (6%) | 157,0a |
| NaDCC (50ppm) | 165,8a |
| NaDCC (100ppm) | 176,6b |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

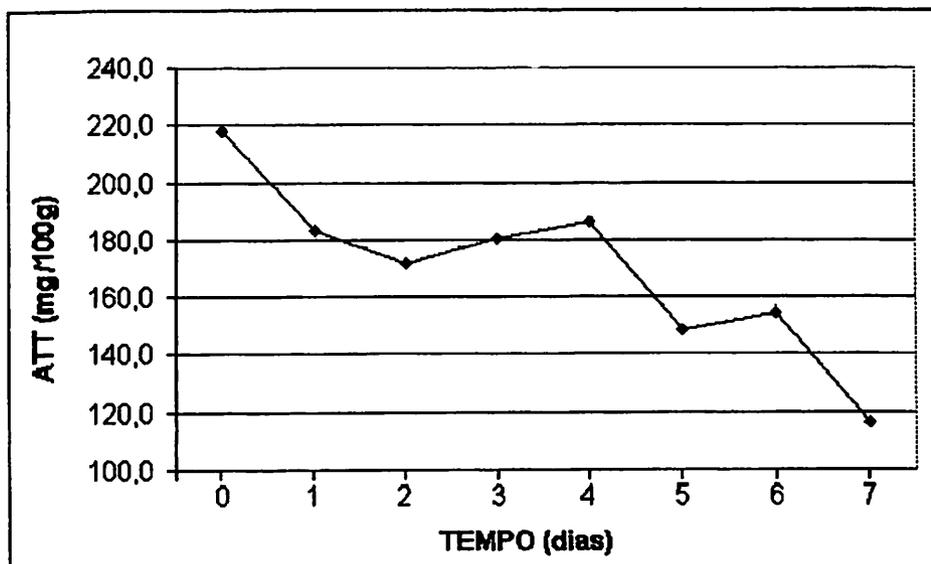


FIGURA 7 Valores médios de acidez total titulável de todos os tratamentos de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.

Todos os tratamentos, independente da utilização ou não de sanificantes, mostraram uma clara redução do teor de ATT ao longo do período de

armazenamento (Figura 7). Esta redução ocorre normalmente em hortaliças e faz parte do processo de senescência, sendo ocasionada pela possível perda de ácidos orgânicos em virtude da drenagem do líquido celular e volatilização dos ácidos presentes na cebola, principalmente o ácido pirúvico.

4.9 Firmeza

Os resultados da análise de firmeza em cada dia do experimento e suas médias estão apresentados na Tabela 9. Segundo estes dados, os tratamentos com 4% e 6% de peróxido de hidrogênio resultaram numa maior firmeza, o que é desejável, diferindo significativamente dos demais.

TABELA 9 Valores de firmeza (N) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Armazenamento (dias) | | | | | | | | Média |
|------------------------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| Controle | 27,0 | 23,4 | 27,0 | 24,7 | 29,1 | 27,9 | 24,6 | 25,1 | 26,1a |
| H ₂ O ₂ (2%) | 19,8 | 16,6 | 19,7 | 29,5 | 28,9 | 30,7 | 25,2 | 25,6 | 24,5a |
| H ₂ O ₂ (4%) | 26,5 | 33,5 | 23,8 | 33,3 | 31,9 | 34,4 | 26,3 | 28,8 | 29,8b |
| H ₂ O ₂ (6%) | 35,0 | 26,1 | 30,5 | 32,8 | 33,7 | 38,7 | 28,4 | 20,4 | 30,7b |
| NaDCC (50ppm) | 31,5 | 21,2 | 26,7 | 27,2 | 25,4 | 25,8 | 21,0 | 20,1 | 24,8a |
| NaDCC (100ppm) | 26,2 | 12,4 | 19,4 | 20,6 | 20,5 | 18,8 | 23,7 | 23,4 | 20,6a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 1% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

A Tabela 9 mostra a oscilação dos resultados de firmeza ao longo do experimento. Deve-se considerar que as cebolas foram cortadas com fatiador manual e que as diferentes espessuras obtidas e os diferentes graus de maturação fizeram oscilar os resultados de firmeza. A maior média de firmeza foi

encontrada no tratamento com peróxido de hidrogênio a 6% (30,7N) e a menor média foi obtida no tratamento com NaDCC a 100ppm (20,6N).

Frutos e hortaliças perdem seu frescor típico e firmeza característica quando são expostas ao armazenamento sob refrigeração até mesmo por curtos períodos. Essas alterações são aceleradas quando as células são injuriadas, como no descascamento e fatiamento (Bolin & Huxoll, 1989).

Apesar do amolecimento ser uma das principais alterações esperadas em vegetais durante o armazenamento, a cebola minimamente processada neste experimento não perdeu sua firmeza ao longo do período estudado. Este é um importante resultado para o processamento deste produto.

A manutenção da firmeza das cebolas MP neste trabalho pode estar relacionada como as baixas contagens de microrganismos obtidas, tanto bactérias como fungos e leveduras, pois estes são produtores de enzimas que degradam celulose e/ou pectina da parede celular dos vegetais. Se altas contagens microbianas fossem encontradas, provavelmente resultaria numa maior perda de firmeza.

4.10 Perda de massa

Um dos principais problemas na vida de armazenamento de muitos frutos e hortaliças é a perda de massa, que está relacionada ao tempo de armazenamento e com a transpiração. A perda de massa ocorre em função da perda de água, resultando não somente em alterações quantitativas, mas também na aparência (murchamento e enrugamento), nas qualidades texturais (amaciamiento, perda de frescor e suculência) e na qualidade nutricional (Kader, 2002).

A Tabela 10 apresenta os resultados de perda de massa que ocorreram ao longo do experimento. Não houve diferença significativa em nenhum

tratamento, mostrando que os sanificantes utilizados não influenciaram a perda de massa das cebolas.

TABELA 10 Valores médios de perda de massa (g) de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, armazenada a 4°C.

| Tratamentos | Média |
|------------------------------------|--------|
| Controle | 0,084a |
| H ₂ O ₂ (2%) | 0,072a |
| H ₂ O ₂ (4%) | 0,102a |
| H ₂ O ₂ (6%) | 0,067a |
| NaDCC (50ppm) | 0,088a |
| NaDCC (100ppm) | 0,077a |

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

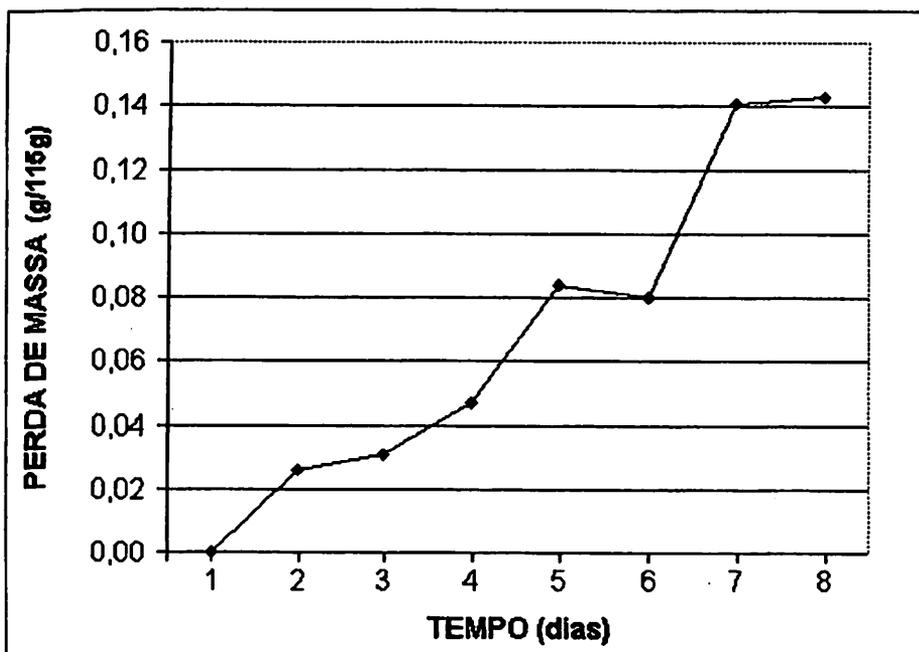
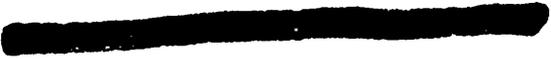
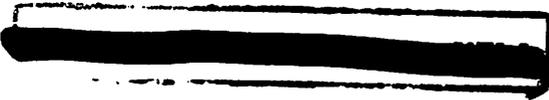


FIGURA 8 Valores médios de perda de massa de todos os tratamentos de cebola minimamente processada submetida a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenada a 4°C.



Além da desidratação, a perda de massa pode ocorrer também pela evaporação dos compostos voláteis. A Figura 8 mostra que ocorreu uma gradativa perda de massa ao longo do armazenamento, mas deve-se ressaltar que essa redução foi mínima, do ponto de vista prático. A maior perda de massa média deste estudo foi encontrada no tratamento com H_2O_2 a 4%, que foi de 0,102g, representando apenas 0,09% em relação ao peso inicial de 115g.



5 CONCLUSÕES

De acordo com as condições deste experimento, concluiu-se que:

⇒ segundo os parâmetros analisados, a qualidade da cebola se mantém adequada para o consumo em todos os tratamentos, incluindo o tratamento controle (sem sanificante), armazenada por 7 dias, a 4°C, em atmosfera modificada, baseado na legislação para hortaliças *in natura*;

⇒ o peróxido de hidrogênio, nas concentrações de 4% e 6%, é mais eficiente como sanificante para cebolas minimamente processadas do que o tratamento controle e o dicloro isocianurato de sódio;

⇒ o dicloro isocianurato de sódio pode ser utilizado como sanificante para cebolas MP, apesar de ser menos eficiente do que o peróxido de hidrogênio, pois reduz as contagens de microrganismos aeróbios psicrotróficos e coliformes a 35°C.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASGROW DO BRASIL SEMENTES LTDA. *Cebolas tropicais Asgrow*. Asgrow Seed, 1993. 1993. 1 p.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. *Official methods of analysis of Association Official Analytical Chemistry*. 12. ed. Washington, 1992.
- AYHAN, Z.; CHISM, G. W.; RICHTER, E. R. The shelf life of minimally processed fresh cut melons. *Journal of Food Quality*, Tumbull, v. 21, n.1, p. 29-40, Jan. 1998.
- BENNIK, M. H. J.; PEPELENBOS, H. W.; NGUYEN-THE, F. C.; SMID, E. J.; GORRIS, L. G. M. Microbiology of minimally processed modified-atmosphere packaged chicory endive. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 209-221, Nov. 1996.
- BEUCHAT, L. R. Surface disinfection of Raw Produce. *Dairy, Food and Environmental Sanitation*, Ames, v. 12, n. 1, p. 6-9, Jan. 1992.
- BLANCHARD, M.; CASTAIGNE, F.; WILLEMOT, C.; MAKHLOUF, J. Modified atmosphere preservation of freshly prepared diced yellow onion. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, n. 9, p. 173-185, 1996.
- BLATCHLEY III, E. R.; XIE, Y. Disinfection and antimicrobial processes. *Water Environment Reserarch*, New York, v. 67, n. 4, p. 475-481, Apr. 1995.

- BLOCK, S. S. Peroxygen Compounds. In: **Disinfection, sterilization and preservation**. 4. ed. London: Seymour, 1991. p. 167-181.
- BOLIN, H. R. & HUXSOLL, C. C. Storage stability of minimally processed fruit. **Journal Food Processing Preservation**. vol. 13, p. 281-289, 1989.
- BRACKETT, R. E. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits & vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. p. 269-312.
- BRECHT, J. K. Physiology of lightly processed fruit and vegetables. **Hortscience**, Alexandria, v. 30, n. 1, Feb. 1995.
- BREWSTER, J. L. Onions and other vegetable alliums. **Crop Production Science in Horticulture**. Cab International, 1994. v. 3, 236 p.
- BRUL, S.; COOTE, P. Preservative agents in foods: Mode of action and microbial resistance mechanisms. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 50, n. 1/2, p. 1-17, Sept. 1999.
- CAMARGO FILHO, W. P. de. **Produção e comercialização de cebola (*Alium cepa* L.) no Brasil**. 1983. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- CANTWELL, M. Postharvest handling systems. Minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. ed. Davis, 1992. p. 277-281.

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

- CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVERVATION (CDC) Salmonellosis. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/incided/diseases/foodborn/salmon.htm/1999>> Acesso em: 03 mar. 1999.

CENCI, S. A. Pesquisa em processamento mínimo de hortaliças no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. Livro de palestras... Viçosa: UFV, 2000. p. 110-116.

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

CHITARRA, M. I. F. *Processamento mínimo de frutos e hortaliças*. Viçosa: Centro de produções técnicas, 1998. 88 p.

COLGAN, R. J.; JOHNSON, D. S. The effects of postharvest application of surface sterilizing agents on incidence of fungal rots in stored apples and pears. *Journal of Horticultural Science Biotechnology*, Ashford, v. 73, n. 3, p. 361-366, May 1998.

DAMASCENO, K. S. F. da S. C.; STAMFORD, T. L. M.; ALVES, M. A. Vegetais minimamente processados. *Higiene Alimentar*, São Paulo, v. 15, n. 85, p. 20-25, jun. 2001.

DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. Livro de palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 73-74.

ESTUDO NACIONAL DA DESPESA FAMILIAR (ENDEF). Tabela de Composição de alimentos. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1999. p. 42.

FERREIRA, D. N. Sistema de análise estatística para dados balanceados. Lavras: UFLA/DEX/SISVAR, 1998.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 402 p.

FLOROS, J. D. The shelflife of fruits and vegetables. In: **Shelf lives studies of foods and beverages: chemical, biological and nutritional aspects.** Ed. Elsevier Science Publishers, 1993. p. 195-247.

FOEGEDING, M. P.; BUSTA, F. F. Chemical food preservatives. In: **Disinfection, sterilization and preservation.** 4. ed. London: Seymour, 1991. p. 817.

FRANCO, B. D. G. de M.; LANDGRAF, M. Microbiologia de alimentos. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

• **GAGLIARDI, J. V.; KARNS, J. S.** Leaching of *Escherichia coli* O157:H7 in diverse soils under various agricultural management practices. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 66, n. 3, p. 877- 833, Mar. 2000.

- GEMTCHÚJNICOV, I. D. de. Manual da taxonomia vegetal: plantas de interesse econômico. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 368 p.**
- GENCO. Fichas de dados de segurança de materiais-Hipoclorito de sódio. São Paulo: Genco Química Industrial, 1998. 7 p.**
- GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 628 p.**
- **GUNES, G.; SPLITTSTOESSER, D. F.; LEE, C. Y. Microbial quality of fresh potatoes: effect of minimal processing. Journal of Food Protection, Ames, v. 60, n. 7, p. 863-866, July 1997.**
 - **HOBBS, B. C. Toxinfecções e controle higiênico-sanitário de alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 1999. v. 2, p. 145-280.**
- HUI, Y. H. Encyclopedia of food science and technology. USA, 1992. v. 3, p. 1949-1952.**
- **HURST, W. C. Sanitation of Lightly Processed Fruits and Vegetables. HortScience, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 22-24, Feb. 1995.**
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v.1, p. 35-51.**

→ **INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS – ICMSF. Técnicas de las análisis microbiológicas. vol. 2 Editorial Acribia, Zaragoza – Espanha, 480p., 1983.**

• **JAY, J. M. Microbiologia moderna de los alimentos. 3. ed. Zaragoza, Espanha: Acribia, 1994. 606 p.**

X • **KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: Postharvest technology os horticultural crops. 3. ed. California: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. p. 435-461. (Davis publ. 3311)**

• **KING, Jr. A. D.; MAGNUSON, J. A.; TÖRÖK, T.; GOODMAN, N. Microbial flora ans storage quality of partially processed lettuce. Journal Food Science, Chicago, v. 56, n. 2, p. 459-461, Mar./Apr. 1991.**

LABUZA, T. P.; BREENE, W. M. Application of “active packaging” for improvement of shelf life in nutritional quality of fresh and extended shelf life foods. Journal Food Processing Preservation, Connecticut, v. 13, n. 1, p. 1-69, Mar. 1989.

• **LIMA, L. C. de O. Processamento Mínimo de kiwi e mamão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. Livro de palestras... Viçosa: UFV, 2000. p.95-109.**

MACÊDO, J. A. B. Águas & Águas. Belo Horizonte: ORTOFARMA, 2000. 505 p.

MACÊDO, J. A. B. **Determinação de Trihalometanos em Águas de Abastecimento Público e Indústria de Alimentos.** 1997. 90 p. Dissertação (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MANZANO, M.; CITTERIO, B.; MAIFRENI, M.; PAGANESSI, M.; COMI, G. Microbial and sensory quality of vegetables for soup packaged in different atmospheres. *Journal Science of Food Agriculture*, Washington, v. 67, n. 4, p. 521-529, 1995.

- MARTH, E. H. Extended shelf life refrigerated foods: microbiological quality and safety. *Food Technology*, Chicago, v. 52, n. 2, p. 57-62, Feb. 1998.

MÔES-OLIVEIRA, E. C. **Influência de sanitizantes na qualidade de mamão de safra e entressafra minimamente processado.** 2001. 90 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MULTON, J. L. **Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentares.** Zaragoza: Acribia, 1988. 680 p.

MYERS, R. A. Packaging considerations for minimally processed fruits and vegetables. *Food Technology*, Chicago, v. 43, n. 2, p. 129-131, Feb. 1989.

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

- NICHOLL, P.; PRENDERGAST, M. Disinfection of shredded salad ingredients with sodium dichloroisocyanurate. **Journal Food Processing and Preservation, Connecticut**, v. 22, n. 1, p. 67-79, Mar. 1998.
- O'BEIRNE, D. Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables, p. 183-199. In: GORMLEY, T. R. (Ed.). **Chilled food, the state of the art**. New York: Elsevier Science Publishing, 1990.
 - ODUMERU, J. A.; MITCHELL, S. J.; ALVES, D. M.; LYNCH, J. A.; YEE, A. J.; WANG, S. L.; STYLIADIS, S.; FARBER, J. M. Assessment of the Microbiological Quality of Ready-To-Use Vegetables for Health-Care Food Services. **Journal of Food Protection, Ames**, v. 60, n. 8, p. 954-960, Aug. 1997.
 - REYES, V. G. Improved preservation systems for minimally processed vegetables. **Food Australia, Sydney**, v. 48, n. 2, p. 87-90, Feb. 1996.
- RODAS, M. A. de B.; TORRE, J. C. de M. D. Avaliação físico-química e sensorial de variedades comerciais de cebolas (*Allium cepa* L.) in natura. **Higiene Alimentar, São Paulo**, v. 16, n. 97, p. 56-61, jun. 2002.
- ROSA, O. O. Microbiota associada às alterações da qualidade de produtos hortícolas minimamente processados durante a comercialização em redes de supermercados. 2002. 155 p. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- RUBATZKY, V. E.; YAMAGUCHI, M. **World vegetables: principles, production and nutritive values**. New York: Chapman & Hall, 1997. 843 p.

SANTOS, J. C. B. **Influência da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi “Pérola” minimamente processado.** 2002. 70 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAPERS, M. G.; MILLER, R. L.; MATARAZZO, A. M. Effectiveness of sanitizing agents in inactivating *Escherichia coli* in Golden Delicious apples. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 64, n. 4, p. 734-737, July/Aug. 1999.

SAPERS, M. G.; SIMMONS, G. F. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 52, n. 2, p. 48-52, Feb. 1998.

SCHLIMME, D. V. Marketing lightly processed fruits and vegetables. **Hortiscience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 15-17, Feb. 1995.

→ SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos.** São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295 p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Tabela de composição química de alimentos.** Projeto integrado de composição química de alimentos. FCF/USP Disponível em : <<http://www.fcf.usp.br/tabela/daentro/index.htm>>. Acesso em:

VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: **ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. Livro de palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 44-51.

WATADA, A. E.; NATHANEE, P. K.; MINOTT, D. A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 115-125, Nov. 1996.

WERNER, R. A.; SEBEN, J. C. Cura e armazenamento da cebola. Florianópolis: EMPASC, 1983. 71 p.

• WILEY, R. C. Frutas y hortalizas minimamente processadas y refrigeradas. Espanha: Acribia, 1997. 362 p.

WILSON, C. L.; WISNIEWSKI, M. E. Biological control of postharvest diseases of fruits and vegetables: an emerging technology. **Annual Review Phitopathology**, Palo Alto, v. 27, p. 425-41, 1989.

ANEXOS

TABELA 1A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para Coliformes a 35°C, fungos filamentosos e leveduras, mesófilos e psicrotróficos de cebolas minimamente processadas, submetidas a diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenadas a 4°C.

| Causas de variação | Quadrados médios | | | | |
|--------------------|------------------|-------------------|--------------------|-----------|----------------|
| | GL | Coliformes a 35°C | Fungos e leveduras | Mesófilos | Psicrotróficos |
| Bloco | 2 | 0,086169 | 18,664213* | 3,042934 | 34,417778* |
| Tratamento | 5 | 5,483008* | 5,297758* | 5,428413* | 2,975969* |
| Dias | 7 | 1,624508* | 1,148288 | 4,191195* | 1,148665 |
| TxD | 35 | 0,193794 | 0,377821 | 0,564293 | 0,231167 |
| Erro | 94 | 0,205716 | 0,549240 | 1,036879 | 0,659816 |
| Média geral | | 0,5197222 | 1,8068056 | 2,8655556 | 0,4888889 |
| CV (%) | | 87,27 | 41,02 | 35,53 | 166,15 |

*/** Teste de F significativo a 1% e 5%, respectivamente.

TABELA 2A Quadrados médios da ANAVA e respectivos níveis de significância para firmeza, SST, pH, ATT e perda de massa de cebolas minimamente processadas, submetidas à diferentes sanificantes, em função do tempo, armazenadas a 4°C.

| Causas de variação | Quadrados médios | | | | | Perda de massa |
|--------------------|------------------|------------|-----------|-----------|--------------|----------------|
| | GL | Firmeza | SST | pH | ATT | |
| Bloco | 2 | 28,54304 | 38,87673* | 0,34128* | 18620,88194* | 0,087835* |
| Trat. | 5 | 331,15456* | 1,51840 | 0,05332** | 3829,14444** | 0,003793 |
| Dias | 7 | 117,52648 | 25,12475* | 0,04532 | 26710,18650* | 0,110704* |
| TxD | 35 | 43,82152 | 0,22237 | 0,00703 | 729,85555 | 0,005511 |
| Erro | 94 | 58,35183 | 0,91574 | 0,02207 | 1608,39967 | 0,010535 |
| Média geral | | 26,094513 | 6,392361 | 5,517569 | 245,319444 | 0,0815833 |
| CV (%) | | 29,27 | 14,97 | 2,69 | 16,35 | 125,81 |

*/** Teste de F significativo a 1% e 5%, respectivamente.