**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

Laranja ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) minimamente processada: efeito de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e conservação

Vanessa Daniel Groppo

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2007**

Vanessa Daniel Groppo
Engenheira de Alimentos

Laranja ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) minimamente processada: efeito de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e conservação

Orientadora:

Prof^a. Dra. **MARTA HELENA FILLET SPOTO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos

**Piracicaba
2007**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Grosso, Vanessa Daniel

Laranja 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) minimamente processada: efeito de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e conservação / Vanessa Daniel Grosso. -- Piracicaba, 2007.
98 p.

Dissertação (Mestrado) -- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.

1.Alimentos minimamente processados 2. Análise sensorial de alimentos 3. Laranja
4.Microbiologia de alimentos I. Título

CDD 664.80431

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO

Aos meus pais Gerson Antonio Groppo e Ivani Antonia Daniel Groppo e ao meu irmão, Juliano Daniel Groppo, pelo apoio e confiança que sempre acreditaram e me incentivaram durante todo o tempo para a realização desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me acompanhar e iluminar os meus caminhos.

Ao Conselho de pós-graduação pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Profª Drª Marta Helena Fillet Spoto pela orientação, oportunidade, amizade e confiança na realização deste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de estudo concedida.

Ao Prof. Dr. Cláudio Rosa Gallo pela colaboração nas análises microbiológicas e auxílio na interpretação dos resultados.

Ao Prof. Dr. Ângelo Pedro Jacomino pelas sugestões e permitir a utilização da estrutura do laboratório de pós-colheita.

Ao Prof. Dr. Ricardo Alfredo Kluge pelos ensinamentos, amizade e colaboração desde a graduação.

À Profª. Dra. Silene Bruder Silveira Sarmento pelas sugestões e pela correção do trabalho.

Ao Prof. Dr. André Ricardo Alcarde pelo apoio nas análises de açúcares e pela ajuda na interpretação dos resultados.

À técnica do laboratório de Microbiologia de Alimentos Cecília Helena Nogueira pelo auxílio nas análises microbiológicas.

Às técnicas do laboratório de Processamento de Alimentos Roberta Tereza Rizzo Benato, Silvana Albertini e Luciana Kimie Savay da Silva pelo auxílio nas análises físico-químicas e sensoriais.

Ao técnico do laboratório de pós-colheita Marcos José Trevisan e Gabriela pela colaboração durante as análises de respiração.

À técnica do laboratório de Amidos e Féculas Carlota Boralli Prudente dos Anjos pelo empréstimo de materiais e sugestões nas análises.

À amiga do curso de pós-graduação Aline Cristine Garcia de Oliveira pelo apoio nas análises, incentivo e convívio.

Às amigas do curso de pós-graduação Ana Carolina Cancellero, Ana Carolina Almeida Miguel, Fabiana Andrea Gobbo Nogueira, Paula Porrelli Moreira da Silva e Ana Carolina Leme pela amizade e companheirismo.

Às estagiárias do laboratório de Processamento de Alimentos Aline Cristine M.R. das Neves e Andréia Cristina Limonge pelo auxílio no processamento e nas análises.

À Maria Cecília de Arruda por permitir o uso da metodologia de descascamento;

Às amigas Maria Carolina Dario Vitti, Fabiana Fumi Sasaki e Maria das Graças Ongarelli pela ajuda prestada durante a realização deste trabalho e pelas eventuais dúvidas ao longo do desenvolvimento, e especialmente, pela amizade.

Ao meu noivo Carlos Roberto Ortiz pelo apoio e paciência.

À bibliotecária Beatriz Helena Giongo pelo constante apoio e auxílio nas pesquisas bibliográficas.

A todos os meus colegas e amigos que me acompanharam nesta caminhada, sempre me ajudando e me dando forças, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT.....	9
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	12
2.1 Processamento mínimo.....	12
2.2 Laranja Pêra.....	15
2.3 Alterações Microbiológicas.....	17
2.4 Alterações fisiológicas nos produtos minimamente processados.....	19
2.5 Tratamentos químicos utilizados para manutenção dos produtos minimamente processados.....	20
2.5.1 Cloreto de cálcio.....	20
2.6 Películas de revestimento.....	21
2.6.1 Alginato de sódio como cobertura comestível.....	23
2.7 Características físicas e físico-químicas.....	24
2.8 Embalagem para produtos minimamente processados.....	26
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	28
3.1 Material.....	28
3.2 Metodologia.....	28
3.2.1 Processamento mínimo.....	28
3.3 Descrição das análises.....	29
3.3.1 Avaliação da atividade respiratória.....	29
3.3.1.1 Delineamento Experimental.....	30
3.3.2 Avaliação das características físico-químicas.....	30
3.3.2.1 Delineamento Experimental.....	32
3.3.3 Avaliação das características microbiológicas.....	32
3.3.3.1 Delineamento Experimental.....	36
3.3.4 Avaliação das características sensoriais.....	36
3.3.4.1 Delineamento Experimental.....	37
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Atividade Respiratória.....	38

4.2 Análises físico-químicas.....	43
4.2.1 Perda de massa.....	43
4.2.2 Teor de ácido ascórbico.....	44
4.2.3 Teor de sólidos solúveis.....	46
4.2.4 Açúcares redutores.....	47
4.2.5 Açúcares totais.....	49
4.2.6 pH.....	51
4.2.7 Acidez titulável.....	52
4.2.8 ‘Ratio’.....	54
4.2.9 Firmeza.....	55
4.2.10 Pectina solúvel.....	57
4.2.11 Pectina total.....	59
4.2.12 Coloração.....	61
4.3 Análises Microbiológicas.....	65
4.4 Análise Sensorial.....	69
4.4.1 Sabor.....	69
4.4.2 Aroma.....	70
4.4.3 Aparência.....	72
4.4.4 Textura.....	74
4.4.5 Intenção de compra.....	75
5 CONCLUSÃO.....	77
REFERÊNCIAS.....	78
ANEXO.....	98

RESUMO

Laranja ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) minimamente processada: efeito de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e conservação

As mudanças no perfil do consumidor, interessado em uma alimentação mais saudável, associada a praticidade e conveniência, têm conduzido a um novo ramo da tecnologia de alimentos, o processamento mínimo. Em citros, esse processo contribuirá para o aumento do consumo da fruta *in natura*, possibilitando agregação de valor ao produto e inserindo uma nova opção ao consumidor. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de solução de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e na conservação de laranja ‘Pêra’ minimamente processada. A qualidade da laranja minimamente processada submetida aos tratamentos com cloreto de cálcio a 1%, alginato de sódio a 1% e o controle (sem aplicação de tratamento) foi monitorada por análises fisiológicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais por um período de 12 dias de armazenamento a 5°C, sendo realizadas a cada três dias. A atividade respiratória da laranja ‘Pêra’ foi influenciada pelos tratamentos; com destaque para o tratamento com alginato de sódio (1%) que se mostrou eficiente na minimização da atividade respiratória, apresentando também menores contagens de bactérias psicrotróficas e menor perda de massa ao longo do período de armazenamento. Porém, as amostras submetidas a este tratamento, tiveram sua qualidade prejudicada em relação aos teores de ácido ascórbico, açúcares, teor de sólidos solúveis e firmeza. No final do armazenamento, o tratamento com cloreto de cálcio (1%) apresentou a melhor eficiência na manutenção das características iniciais do fruto, preservando os teores de ácido ascórbico, acidez titulável, ‘ratio’, açúcares e firmeza, evidenciada pela menor solubilização de pectinas. A análise microbiológica detectou valores insignificantes para bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras e coliformes totais em todos os tratamentos, mostrando que os cuidados tomados com as condições higiênicas levaram à obtenção de um produto com padrão microbiológico de acordo com a legislação de alimentos, apresentando ausência de *Salmonella* e coliformes a 45°C. Sensorialmente, a laranja minimamente processada tratada com cloreto de cálcio (1%) e o controle, apresentaram-se em condições de consumo por nove dias de armazenamento. Comparando-se os diversos parâmetros apontados pelos provadores, pôde ser observado que o alginato de sódio (1%) destacou-se como sendo o melhor tratamento para a manutenção da qualidade sensorial de laranja ‘Pêra’ minimamente processada.

Palavras chave: Processamento mínimo; *Citrus sinensis* L. Osbeck; Película comestível; Microbiologia; Análise Sensorial; Qualidade

ABSTRACT

Minimally processed ‘Pera’ Orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck): effect of calcium chloride and sodium alginate film on physiology and conservation

Changes in the profile of the consumer interested in healthier nutrition, associated with the practicality and convenience, have led to a new branch of food technology: minimal processing. In citrus, this processing will contribute to increased consumption of the fruit *in natura*, enabling the product to have added value and giving the consumer a new option. The aim of this study was to assess the effect of a calcium chloride solution and a sodium alginate film on the physiology and conservation of minimally processed ‘Pera’ oranges. The quality of minimally processed orange submitted to treatments with 1% calcium chloride and 1% sodium alginate and the control (without treatment application) was monitored by physiologic, physical-chemical, microbiologic and sensorial analyses every three days, during storage at 5°C for a period of 12 days. The respiratory activity of the ‘Pera’ orange was influenced by the treatments, with the outstanding treatment being sodium alginate (1%), which was shown to be efficient for minimizing respiratory activity, as well as presenting lower psychotropic bacteria counts and lower loss of mass throughout the storage period. However, the quality of the samples submitted to this treatment was prejudiced with regard to the ascorbic acid, sugar and soluble solid contents, as well as firmness. At the end of the storage period, the treatment with calcium chloride (1%) was shown to be more efficient for maintaining the initial characteristics of the fruit, preserving the ascorbic acid content, titrable acidity, ‘ratio’, sugars and firmness, evidenced by less solubilization of pectins. Microbiological analysis detected insignificant total values for psychotropic bacteria, molds, yeasts and coliforms for all treatments, showing that the care taken with hygienic conditions led to obtainment of a product with a microbiologic standard in accordance with the food legislation, presenting absence of *Salmonella* and coliforms at 45°C. Sensorially, the minimally processed orange treated with calcium chloride (1%) and the control were shown to be in condition to be consumed for nine days of storage. When comparing the different parameters pointed out by the tasters, it could be observed that sodium alginate (1%) was outstanding as the best treatment for maintaining the sensorial quality of the minimally processed ‘Pera’ orange.

Keywords: Minimal processing; *Citrus sinensis* L. Osbeck; Edible film; Microbiology; Sensory Evaluation; Quality

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação da população com a saúde tem levado a um aumento no consumo de frutas e hortaliças, ao mesmo tempo em que há uma constante demanda em adquirir produtos convenientes, que sejam menos processados e prontos para o consumo: os produtos minimamente processados. Dentre as frutas minimamente processadas, a laranja vem aumentando em sua importância. O processamento de citros se justifica pela dificuldade de descascamento desses frutos e pelo inconveniente odor transferido para as mãos ao descascá-los (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas, sendo a laranja, a tangerina e a lima ácida as mais produzidas (FNP, 2004). Cerca de 2 milhões de toneladas de laranjas são destinadas ao mercado de frutas *in natura*, anualmente, no Brasil (FNP, 2004). Dentre as laranjas, as variedades ‘Pêra’ e ‘Valência’ são as mais cultivadas e destinam-se tanto para a indústria de suco concentrado como para o mercado de frutas *in natura*. A laranja ‘Pêra’ destaca-se pelo sabor suave e fato de ser produzida praticamente o ano todo (FIGUEIREDO, 1991).

Frutas cítricas têm características fisiológicas e morfológicas adequadas para o preparo de produtos minimamente processados, pois apresentam comportamento respiratório não climatérico, baixo metabolismo, o que favorece seu processamento sem grandes consequências fisiológicas (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

O processamento mínimo inclui operações de limpeza, lavagem, seleção, descascamento, corte, embalagem e armazenamento refrigerado, que agregam valor ao produto (MORETTI, 1999).

A utilização de produtos minimamente processados é recente no Brasil, tendo sua produção iniciada na década de 90 por algumas empresas atraídas pela nova tendência de mercado. O valor agregado ao produto pelo processamento mínimo aumenta a competitividade do setor produtivo e propicia meios alternativos para a comercialização. O sucesso desse empreendimento depende, no entanto, do uso de matéria-prima de alta qualidade, manuseada e processada com elevada condição de higiene para a manutenção da qualidade e prolongamento da vida útil (CHITARRA, 1998).

Em geral, produtos minimamente processados têm uma vida útil mais curta quando comparados com produtos intactos, devido principalmente ao estresse mecânico na superfície dos tecidos. Na superfície do corte, células e membranas celulares são rompidas e isto altera o

metabolismo do tecido. As diferentes alterações, observadas incluem aumento da taxa respiratória e da síntese de etileno (BRECHT, 1995; MORETTI et al., 1998), alterações no sabor, aroma (MORETTI; SARGENT, 2000), nos compostos voláteis (MORETTI, 1999) e aumento da atividade de enzimas relacionadas com escurecimento enzimático, como a fenilalanina amônia-liase (KE; SALTVEIT, 1989) e polifenoloxidase (NICOLI; ANESE; SEVERINI, 1994). Adicionalmente, o processamento mínimo favorece a contaminação por microrganismos deterioradores e patogênicos em razão do manuseio excessivo e do aumento das injúrias nos tecidos (WILEY, 1994).

A importância do cálcio como regulador do amadurecimento de frutas e hortaliças tem sido estudado há algum tempo. Pelo fato de atuar como estabilizante, o cálcio ajuda a proteger os tecidos do fruto do mecanismo de amaciamento durante o amadurecimento e armazenamento (POOVAIAH, 1988a). A aplicação de cálcio em maçãs ajudou a reter a firmeza do fruto e a reduzir a evolução do CO₂ e etileno (CONWAY; SAMS, 1984).

As películas comestíveis são finas camadas de material comestível que revestem os alimentos, isolando-os, com o intuito de protegê-los melhorando assim sua conservação. Não apresentam riscos à saúde do consumidor, uma vez que são metabolizadas pelo organismo. Dentre as diversas funções, destacam-se a diminuição do transporte de gases e de umidade entre os alimentos e o meio, além de melhorarem a aparência e consequentemente sua aceitação por parte dos consumidores (OLIVEIRA; GRDEN; RIBEIRO, 2007). A aplicação de película de alginato de sódio tem sido estudada em produtos de panificação e massas recheadas, como barreira à umidade e ao oxigênio, como retentor de sabor, de cor e de textura em camarões congelados (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997).

Uma das formas de aumentar a vida útil de frutas minimamente processadas seria a aplicação de cálcio como uma alternativa viável ao prolongamento e manutenção da qualidade, e a busca de um material que seja aderente às superfícies do fruto, ou seja, a utilização de película comestível, que, quando aplicada à superfície do produto, minimize os problemas citados anteriormente.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de solução de cloreto de cálcio e película de alginato de sódio na fisiologia e na conservação de laranja 'Pêra' minimamente processada.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Processamento mínimo

Frutas e hortaliças minimamente processadas estão comercialmente disponíveis nos Estados Unidos desde a década de 70, sendo um segmento da indústria de alimentos bem desenvolvido e que gera muito lucro. Estima-se que em 2006 o consumo no mercado norte-americano de produtos minimamente processados tenha alcançado a cifra dos 20 bilhões de dólares (TIBOLA et al., 2006). No Brasil, o processamento mínimo somente foi introduzido na década de 90 e atualmente está em expansão. Calcula-se que em 1998 o setor tenha movimentado 450 milhões de reais. Somente na Grande São Paulo, entre 1997 e 1999, verificou-se um aumento de 200% no volume destes produtos comercializados no varejo (MORETTI, 1999).

O Brasil exporta apenas 1% das frutas que produz por falta de competitividade dos produtores. Com 2,2 milhões de hectares plantados, o Brasil é um dos três maiores produtores de frutas do mundo, mas a fruticultura necessita de um trabalho maciço em tecnologia, fitossanidade, manuseio de frutas, embalagens e rótulos. A desinformação sobre as exigências do mercado externo e a falta de organização são os principais entraves à qualidade das frutas (ALMEIDA, 2000).

O processamento mínimo é uma tecnologia alternativa para a redução de perdas pós-colheita e o valor agregado ao produto aumenta a competitividade do setor produtivo (CHITARRA, 1998).

O minimamente processado é definido como produto que contém tecidos vivos, ou aquele que foi levemente modificado em suas condições iniciais, aparentando frescor e mantendo a qualidade. Estes tecidos não apresentam as mesmas características fisiológicas que o produto não tratado e inteiro, com diferentes respostas ao meio ambiente e às condições de embalagem (WILEY, 1994). A obtenção desses produtos envolve operações de lavagem, descascamento, corte, embalagem e armazenamento (HOBSON; TUCKER, 1996).

A venda de produtos minimamente processados nos Estados Unidos e Japão tem crescido significativamente nos últimos anos devido ao aumento do uso doméstico e da viabilidade em restaurantes, instituições e supermercados, e também devido às vantagens que estes produtos possuem. Com eles é possível obter alimentos frescos e naturais em dietas, reduzindo o tempo de preparação da refeição; permitem ainda, a redução do custo do transporte, pois as partes não utilizadas são deixadas na planta de processamento (HURST, 1995).

As condições de armazenamento são aspectos importantes que podem afetar tanto a população final como os tipos de microrganismos que crescem em produtos *in natura*. A temperatura, a concentração de gases e a umidade relativa na embalagem são os fatores de maior influência sobre a microbiota e a determinação da vida útil do produto (ROSA, 2002). A contaminação microbiana não só afeta a qualidade geral dos produtos como também apresenta efeito negativo na reputação da empresa processadora (VITTI, 2003).

De acordo com dados do Ministério da Integração Nacional, apud Souza (2000), a praticidade é o fator mais importante para 66,3% dos consumidores de produtos minimamente processados. Mas, o fator limitante no aumento de seu consumo é o preço que, em média, é cerca de 180% superior ao das mesmas frutas e hortaliças vendidas a granel. A chave para o sucesso das vendas desses produtos poderá ser a oferta constante de produtos uniformes de alta qualidade. A baixa qualidade poderá afetar a confiança dos consumidores já conquistados e diminuir o crescimento do mercado (DURIGAN; SARGENT, 1999).

Não há no Brasil legislação específica para produtos minimamente processados. Assim, a produção deve basear-se nas regras básicas para alimentos descritos na Legislação Sanitária quanto ao preparo, manipulação, embalagem, transporte e exposição para garantir a qualidade e a vida útil. As pesquisas nesta área são fundamentais para se estabelecer as condições ideais de produção e comercialização (ARRUDA, 2002).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) por meio da RDC nº12 02/01/2001, estabelece padrões microbiológicos para “frutas, produtos de frutas e similares, frescas *in natura* preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas para o consumo direto” (BRASIL, 2001) que podem servir como referência para os produtos minimamente processados.

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) são essenciais para o sucesso na comercialização de frutas e hortaliças minimamente processadas. Sua implantação, bem como a implantação de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC), na inspeção das empresas que produzem frutas e hortaliças minimamente processadas são medidas que podem prevenir e controlar riscos de contaminação microbiana. Estes programas correspondem ao estabelecimento de normas para assegurar a higiene pessoal de funcionários e controles aplicados aos processos e produtos para garantir que os mesmos mantenham a qualidade e sejam livres de qualquer tipo de contaminação (CHITARRA, 2000).

Os requisitos de qualidade se relacionam com o mercado de destino: armazenamento, consumo ao natural ou processamento e são agrupados em três categorias: sensoriais, nutricionais e segurança, devendo ser considerados em conjunto não só para satisfazer a necessidade do consumidor, mas, também, para proteção da saúde pública. O alto nível de saneamento e higiene necessários na empresa se relaciona com a segurança do uso do alimento. Para obter alto padrão de qualidade, todo ponto crítico durante o processamento dos vegetais deve ser considerado e monitorado (MANZANO et al., 1995).

A avaliação da qualidade deve ser realizada em todos os segmentos, desde o campo até a fase de comercialização para se ter conhecimento do valor real do produto e da sua capacidade de conservação, com base em padrões pré-estabelecidos (CHITARRA, 2000).

Segundo Peroni (2002), os produtos minimamente processados são mais perecíveis que os produtos naturais, pelos seguintes motivos:

- O tecido protetor (casca) perde seu efeito de barreira física contra a invasão microbiana;
- O corte dos tecidos libera nutrientes que servem de alimento aos microrganismos, acelerando o seu desenvolvimento;
- O manuseio extensivo torna o produto mais susceptível à invasão.

O controle da temperatura é o fator mais importante para minimizar os efeitos dos fermentos aos tecidos nos produtos minimamente processados. Para estes produtos, a cadeia de frio deve começar, preferencialmente, logo após a colheita, pois o pré-resfriamento da matéria prima prolonga a vida útil dos produtos, uma vez que retarda os processos fisiológicos dos mesmos (WILEY, 1997).

As temperaturas entre 0°C e 3°C podem ampliar a vida útil dos vegetais minimamente processados entre 5 e 18 dias, pois há redução da atividade respiratória pelo decréscimo da temperatura. Conseqüentemente, as perdas sensoriais podem ser reduzidas, particularmente as provenientes de reações oxidativas dos pigmentos e lipídeos, bem como a redução da velocidade das oxidações bioquímicas durante a senescência (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990, WILEY, 1994).

Laranjas descascadas armazenadas a 4°C podem ser conservadas por 17 dias, porém se armazenadas a 21°C duram apenas um dia (PAO; PETRACEK, 1997).

2.2 Laranja Pêra

A laranja Pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck), pertence à família Rutaceae, subtribo Citrinae. Três gêneros têm importância econômica: *Citrus*, *Fortunella* e *Poncirus*. Caracteriza-se como árvore de porte médio, galhos mais ou menos eretos, folhas acuminadas. Sua produção atinge em média 250kg de frutos por planta. Os frutos têm forma ovalada, com três a quatro sementes e peso médio de 145g, a casca é de cor alaranjada, de espessura fina a média, quase lisa e com vesículas de óleo em nível, tem polpa de cor laranja viva e textura firme, com suco abundante correspondente a 52% de peso do fruto. Apresenta em média porcentagem de sólidos solúveis iguais a 11,8°Brix, acidez 0,95% de ácido cítrico e valores de 'ratio' (relação sólidos solúveis/acidez titulável) de 12,5 (FIGUEIREDO, 1991).

Segundo Figueiredo (1991), a composição física da laranja varia conforme a variedade, clima, altitude, adubação, tratamentos culturais e estádios de maturação. A laranja 'Pêra' apresenta em média 50 a 55% de suco, albedo 40 a 50%, 5 a 10% de polpa, e em média de 3 a 4 sementes. Sua composição química é bastante complexa, indicando-se os principais componentes: água 86 a 92%, açúcares 5 a 8%, pectina 1 a 2%, componentes nitrogenados 0,7 a 0,8%, lipídeos 0,2 a 0,5%, óleo essencial 0,2 a 0,5%, minerais 0,5 a 0,9% e outros componentes como enzimas, pigmentos, constituintes voláteis, flavonóides, vitaminas.

O Brasil é um grande produtor de laranjas, com a maior parte da produção sendo destinada à industrialização de suco concentrado congelado, apesar de o consumo *in natura* ser bastante representativo. A laranja 'Pêra' é a variedade mais plantada no Estado de São Paulo, participante em número de plantas, com 52% do total relativo a laranjas, a qual apresenta boa adaptação às condições climáticas do Estado, sendo esta mais uma razão para a cultivar ocupar a preferência dos citricultores paulistas (FIGUEIREDO, 1991). Em 2003, o volume de laranjas comercializadas na CEAGESP-SP, foi de 127.982 toneladas, das quais, 99.808 toneladas foram de laranja 'Pêra' (FNP, 2004).

Na utilização de frutas cítricas como produtos frescos, o descascamento é o fator limitante, dada à inconveniência da operação, o cheiro dos óleos essenciais e a perda de suco, daí o interesse em que se ofereçam estas frutas sem casca, prontas para o consumo. Isto pode ser conseguido manual, mecanicamente ou utilizando enzimas pectinolíticas, que atuam na estrutura do albedo, facilitando a retirada da casca (PRETEL et al., 1997).

O descascamento manual é bastante simples e rápido para tangerinas que apresentam a casca “solta”. No entanto, para tanger ‘Murcott’, que possui a casca bastante aderida, o descascamento é dificultado, assim como para obtenção de laranja inteira sem o albedo (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005). Já o descascamento mecânico é conhecido e utilizado em escala artesanal. Consiste em fixar a laranja num pequeno equipamento que permite girar a fruta, enquanto uma lâmina retira o flavedo na forma de tiras. Desta forma obtêm-se a laranja inteira com o albedo (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005). O descascamento enzimático consiste na aplicação de solução de pectinases por vácuo ou pressão com pH e temperaturas controladas. No entanto, citros descascados enzimaticamente apresentam perda de suco e amolecimento, apesar da aparente integridade das membranas dos segmentos e vesículas de suco (PAO; PETRACECK; BROWN, 1996).

Alguns tratamentos têm sido estudados para facilitar o descascamento de citros. Pao et al. (1998), estudaram o efeito de métodos de infusão em água por pressão ou vácuo na remoção da casca de citros e na qualidade deste produto armazenado e observaram que os frutos tratados com água sob pressão ou vácuo apresentaram-se mais firmes e com menor perda de suco em relação aos frutos tratados com enzimas.

O tratamento hidrotérmico tem sido estudado como alternativa para facilitar o descascamento de laranjas. Arruda et al. (2004) observaram que a imersão de laranja ‘Pêra’ em água a 50°C por oito minutos torna o tempo de descascamento 3,2 vezes menor e não altera a fisiologia da laranja, nem a qualidade sensorial e físico-química; além dos frutos submetidos ao tratamento térmico apresentarem melhor aparência (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2004).

Este tipo de tratamento também tem sido aplicado em pós-colheita para o controle de pragas e doenças de frutos. Têm-se usado para minimizar podridões pós-colheita de melão (FALLIK et al., 2000), citros (PORAT et al., 2000), pêssegos e nectarinas (KARABULUT et al., 2002) e bananas (WALL, 2004).

Arruda (2007) observou em laranjas ‘Pêra’ submetidas à imersão dos frutos em água a 50°C por 8 minutos, que o tempo foi suficiente para facilitar o descascamento; os frutos não apresentaram aquecimento; as temperaturas internas foram de aproximadamente 15°C e 10°C, determinadas a 1cm e 3cm de profundidade, respectivamente. O autor justifica o fato do fruto apresentar pouco ganho de calor, pelo elevado teor de suco, baixa temperatura inicial e a proteção térmica da casca, que dificulta a transferência de calor.

Segundo Jacomino, Arruda e Moreira (2004), as frutas cítricas destinadas ao processamento mínimo devem ser colhidas no ponto ideal de consumo. São lavadas em água corrente com detergente neutro e bucha de espuma, em seguida sanitizadas em solução clorada 200 mg.L⁻¹ e resfriadas até que a temperatura da polpa atinja entre 5 e 10°C, ideal para o processamento. A seguir procede-se o descascamento em ambiente com temperatura entre 10 e 15°C.

As frutas cítricas apresentam comportamento respiratório não-climatérico, baixo metabolismo, o que favorece seu processamento sem grandes consequências fisiológicas. Para que seja consumida *in natura* é necessário que seja descascada e algumas vezes picada. O processamento mínimo irá contribuir para o aumento do consumo de citros como fruta e ainda proporcionar um novo nicho de mercado. Além disso, o subproduto do processamento pode ser utilizado para outros fins, o resíduo do descascamento de citros, em especial o descascamento mecânico, são finas tiras de casca, as quais podem ser cristalizadas (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2004).

2.3 Alterações Microbiológicas

O controle microbiológico tem por objetivo assegurar não só a ausência de microrganismos patogênicos, como também o nível de contaminação com outros microrganismos ou seus metabólitos que podem afetar a qualidade e a segurança do produto (CHITARRA, 2000).

Para prevenir enfermidades de origem alimentar veiculadas por produtos frescos, é necessário tentar evitar a contaminação inicial e prevenir, reduzir ou eliminar o espectro de patógenos. Portanto, cuidados apropriados com a sanidade, em toda a cadeia produtiva, são cruciais (ROBBS, 2000).

Dessa forma, é importante a sanitização da planta de processamento, inclusive dos instrumentos e equipamentos, a utilização de luvas, máscaras, aventais e botas por parte dos operadores, bem como o uso de água clorada para a lavagem das frutas e utilização de matéria-prima de qualidade (MOREIRA, 2004).

Frutas e hortaliças *in natura* geralmente estão protegidas da invasão microbiana pela casca que funciona como uma barreira física efetiva à maioria dos microrganismos. Entretanto, os alimentos submetidos ao processamento mínimo constituem meios apropriados para uma diversa microbiota. O aumento da disponibilidade de nutrientes celulares, devido ao processamento, fornece condições apropriadas para que grande número e tipos de microrganismos se

desenvolvam e proliferem. Além disso, a manipulação e má higiene dos produtos provêm maior oportunidade para a contaminação por microrganismos patogênicos (BRACKETT, 1987).

Os microrganismos encontrados em frutas diferem daqueles encontrados em hortaliças. Os fungos são os microrganismos predominantes nas frutas, devido ao baixo pH que estas apresentam (WILEY, 1994).

Alguns fatores podem influenciar o desenvolvimento de microrganismos em produtos minimamente processados, sendo: a composição do tecido vegetal (se possui algum fator antimicrobiano); o pH (as frutas com pH ácido são mais susceptíveis ao crescimento de fungos, leveduras e bactérias ácido-láticas); a temperatura de armazenamento; a capacidade de invasão e competição do microrganismo; a atmosfera dentro da embalagem; o grau de contaminação do produto fresco; e a higiene e sanificação durante o processamento (NGUYEN; CARLIN, 1994).

Os gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* formam o grupo denominado coliforme, bactérias não formadoras de esporos, anaeróbias facultativas capazes de fermentar a lactose com produção de gás quando incubadas a 35-37°C por 24-48 horas. O habitat das bactérias que pertencem a este grupo é o trato intestinal do homem e de outros animais; entretanto, espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem se multiplicar em ambientes não fecais. Na contagem de coliformes podem-se diferenciar dois grupos: o de coliformes totais e de coliformes a 45°C. O índice de coliformes totais é utilizado para avaliar condições higiênicas, sendo que altas contagens significam contaminação durante ou pós-processamento e limpeza/sanificação deficientes, não indicando necessariamente contaminação fecal ou ocorrência de enteropatógenos. O índice de coliformes a 45°C (anteriormente denominados coliformes fecais) é empregado como indicador de contaminação fecal, visto presumir-se que a população deste grupo é constituída de uma alta proporção de *Escherichia coli*, que tem seu habitat exclusivamente no trato intestinal. Sua presença indica a possibilidade de ocorrência de outros enteropatógenos, como *Salmonella* e *Shigella* (SIQUEIRA, 1995; FRANCO; LANDGRAF, 1996).

A *Salmonella* é gênero da família *Enterobacteriaceae*, são bacilos Gram negativos que crescem aerobicamente e anaerobicamente em temperaturas de 37°C e prontamente exterminadas em temperaturas acima de 55°C (HOBBS; ROBERTS, 1999).

A maioria das frutas apresenta pH entre 2,5 a 4,5, favorecendo a proliferação de fungos e leveduras. Estes microrganismos estão difundidos no solo, ar e água, fazendo parte da microbiota

epífica oriunda do local de plantio, sendo frequentemente associada à deterioração (SCHLIMME, 1995).

A maioria dos fungos filamentosos e leveduras são mesófilos, com temperatura ótima de crescimento entre 25 e 30°C. Entretanto, espécies psicrotróficas fazem com que, especialmente os fungos filamentosos, sejam deteriorantes de produtos minimamente processados refrigerados. A característica de se multiplicarem em uma ampla faixa de pH entre 2,0 e 8,5 torna estes microrganismos importantes também para esses tipos de produtos (SIQUEIRA, 1995).

As bactérias psicrotróficas são de especial importância para os alimentos minimamente processados, uma vez que estas podem crescer em temperaturas de refrigeração, entre 0 e 7°C (WILEY, 1997).

Os resultados obtidos por Pilon (2003) para cenoura e salada mista minimamente processadas armazenadas sob ar atmosférico, vácuo e atmosfera modificada, foram negativos para presença de *Salmonella*, coliformes totais, fecais, anaeróbios e mesófilos.

2.4 Alterações fisiológicas nos produtos minimamente processados

A maioria das operações utilizadas para a preparação de produtos minimamente processados acarreta em modificações físicas, bem como determinadas reações químicas (WILEY, 1997).

Quando frutas e hortaliças atingem o ponto de colheita adequado, os tecidos vegetais estão iniciando o processo de senescência, no qual a integridade da membrana e a estrutura celular estão enfraquecendo, tornando os tecidos maduros extremamente susceptíveis às injúrias e danos mecânicos causados pelo processamento mínimo (WATADA; ABE; YAMUCHI, 1990).

Os danos mecânicos, provocados pelas etapas deste processamento, aceleram as alterações nos produtos frescos, pois ao romper as membranas celulares incrementam-se as atividades enzimáticas, fazendo com que surjam algumas reações indesejáveis (SHEWFELT, 1987).

Diferente da maioria das técnicas de processamento, que buscam a estabilização e o prolongamento da vida útil dos alimentos, o processamento mínimo pode aumentar a perecibilidade dos mesmos, uma vez que ao se retirar a camada protetora natural dos frutos, expõe-se as células da polpa, que possuem um grande percentual de água, ácidos orgânicos e outras células (CANTWELL, 2000).

Segundo Ahvenainen (1996), a atividade respiratória de produtos minimamente processados aumenta 1,2 a 7,0 vezes ou até mais, dependendo do produto, grau de corte e temperatura.

Moreira (2004) estudou o efeito da temperatura e do nível de processamento (frutos inteiros com ou sem casca, frutos em gomos) na fisiologia de tangor ‘Murcott’ e verificou que cinco horas após o processamento, a taxa respiratória dos frutos descascados praticamente se igualou a dos frutos com casca.

Segundo Cantwell (2000), os cortes e as raspagens levam há mudanças fisiológicas que resultam em prejuízos à aparência e são, no momento, os principais problemas do processamento mínimo. A perda da integridade celular, na superfície do corte, destrói a compartimentalização de enzimas e substratos. Reações de escurecimento e a formação de metabólitos secundários indesejáveis são muitas vezes as conseqüências deste processo. A senescência pode ser acelerada e odores indesejáveis podem ser desenvolvidos, com a aceleração da respiração e da produção de etileno próximo às superfícies dos locais cortados. Também, os exsudados destes cortes são um meio favorável para o crescimento de fungos e bactérias. O manuseio posterior do produto aumenta as oportunidades de contaminação assim como o crescimento da microflora (BURNS, 1995).

2.5 Tratamentos químicos utilizados para manutenção dos produtos minimamente processados

2.5.1 Cloreto de cálcio

Os efeitos do cloreto de cálcio nos frutos têm recebido especial atenção, visto que as aplicações desse cátion nos frutos ainda no campo produzem efeitos positivos tanto no retardamento da maturação e da senescência, mediante a diminuição da respiração e da produção de etileno no complexo membrana-parede celular, quanto no controle dos distúrbios fisiológicos e na conservação dos frutos (AWAD, 1993).

O cálcio, como um sal clorado, tem grande potencial como agente na melhoria da qualidade pós-colheita de minimamente processados, além de ser um produto natural, barato, comestível e aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) para uso pós-colheita (CONWAY; SAMS, 1984).

A membrana celular é uma barreira semipermeável que permite à célula vegetal regular seu conteúdo. A fluidez da membrana é influenciada pela temperatura, natureza da cadeia de ácidos graxos e outros agentes como o cálcio. Tem-se constatado que, em condições de deficiência de

cálcio ou senescência, esta membrana torna-se mais viscosa e perde sua seletividade para elementos minerais ou outros solutos (BICALHO, 1998).

A aplicação de solução de CaCl_2 pré ou pós-colheita tem sido usada para aumentar as concentrações de cálcio no fruto, e estes tratamentos podem retardar o amadurecimento e a senescência (POOVAIAH, 1986; POOVAIAH; GLENN; REDDY, 1988b).

Alves et al. (2002) observaram maior manutenção da firmeza, do aroma e uma ótima aparência até o nono dia de armazenamento refrigerado, em melões Cantaloupe minimamente processados tratados com cloreto de cálcio até 1%.

Miranda (2001) estudou mamão minimamente processado tratado com ácido ascórbico (0,5%), peróxido de hidrogênio (1%) e cloreto de cálcio (1%). O autor verificou no final do armazenamento, que o tratamento com cloreto de cálcio apresentou-se como o mais eficiente para a manutenção das características iniciais do fruto, preservando os teores de açúcares, vitamina C, textura, pectinas total e solúvel de forma a retardar a senescência do fruto.

Bitencourt et al. (1995) estudando morangos tratados com 0,5% e 1% de CaCl_2 , armazenados sob refrigeração durante 21 dias e com o uso de atmosfera modificada, observaram que os frutos mantiveram a aparência externa e não apresentaram contaminação fúngica durante o armazenamento.

2.6 Películas de revestimento

Nos últimos anos, tem havido um interesse crescente pelo desenvolvimento de formulações de filmes e coberturas comestíveis aplicáveis à superfície de produtos perecíveis, como frutas e hortaliças. Este fato advém da demanda crescente dos consumidores por produtos com elevada qualidade e vida útil prolongada (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A utilização de películas comestíveis tem sido bastante explorada, visando minimizar a perda de umidade e reduzir as taxas de respiração, além de conferir aos produtos aparência brilhante e atraente (BALDWIN et al., 1999). O uso de películas com esse propósito constitui vantagem econômica, evitando a necessidade de estocagem em atmosfera controlada, que implicaria em custos adicionais e de equipamento (KESTER; FENNEMA, 1986).

Os filmes e coberturas comestíveis apresentam em sua composição substâncias geralmente reconhecidas como seguras (GRAS= generally recognized as safe), tais como lipídeos, proteínas e polissacarídeos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Dentre os polissacarídeos, podem ser citados

o amido, a celulose, a pectina, o alginato, a quitosana, a carragena e outras gomas (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995a).

Os revestimentos ou coberturas não substituem as embalagens sintéticas não comestíveis, mas podem atuar como coadjuvante, reduzindo o uso das embalagens descartáveis. Os materiais utilizados nas formulações podem ser comestíveis ou não, e são usados como filmes, os quais são pré-formados separadamente e posteriormente aplicados sobre o produto, ou são usados como coberturas, aplicados diretamente sobre o produto, formando uma camada fina superficial sobre ele. Além de regularem as trocas gasosas do produto com o meio exterior e a perda de vapor de água que resulta em perda de massa, controlam a perda de voláteis responsáveis pelo *flavor* (sabor e aroma) do produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na aplicação de revestimentos sobre frutas e hortaliças frescas, é desejável que eles atuem como uma barreira contra a perda de umidade, porém, devem apresentar certa permeabilidade ao O₂ e CO₂ para evitar condições de anaerobiose e danos fisiológicos. Portanto, o revestimento deve reduzir a respiração e a produção de etileno pelo produto, além de carrear aditivos químicos que auxiliam na manutenção da qualidade e que reduzem a deterioração por microrganismos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As propriedades e características finais das coberturas comestíveis dependem dos constituintes utilizados em sua formulação, do processo de obtenção (envolve etapas como precipitação, geleificação, entre outras) e da forma de aplicação no produto. A sua performance pode ser melhorada pela adição de plasticizantes, antioxidantes, agentes antimicrobianos ou outras substâncias (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O cloreto de cálcio é incorporado nas películas para melhorar a textura e a coloração dos produtos alimentícios, além de induzir a geleificação de algumas películas como o alginato (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995a).

Baldwin et al. (1999) ao avaliar os efeitos de dois tipos de coberturas em mangas *in natura*, uma à base de celulose e a outra, à base de cera de carnaúba, observaram que ambas reduziram a perda de umidade, especialmente a de cera de carnaúba.

Meheriuk e Lau (1988) realizaram estudos com revestimento comestível de éster de sacarose-carboximetilcelulose em pêras e Baldwin et al. (1995b) em laranjas, observaram retardamento no amadurecimento dos frutos, pela diminuição do transporte de oxigênio.

Park, Chinnan e Chewfelt (1994) estudaram o efeito do filme comestível de zeína de milho na vida útil e qualidade de tomates. Verificaram que o filme afetou positivamente a troca de oxigênio nos frutos, evidenciado pelo retardamento na mudança de cor, perda de firmeza e de peso durante o armazenamento, estendendo a vida útil em 6 dias.

Fontes (2005) avaliou o uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs Gala minimamente processadas. O tratamento com solução conservadora mostrou-se eficiente na conservação do produto, pois proporcionou maior claridade da polpa das maçãs e aumentou a firmeza ao longo do armazenamento. As películas à base de dextrina, fécula de mandioca e alginato de sódio reduziram a fisiologia do fruto, sendo que esta última película conservou melhor as características físicas e físico-químicas do produto.

Vicentini, Castro e Cereda (1999) empregaram películas de fécula de mandioca em pimentões, e observaram que a película na concentração de 3% mostrou redução da perda de peso, manteve a textura dos frutos e não alterou as propriedades químicas do produto.

2.6.1 Alginato de Sódio como cobertura comestível

O sal do ácido algínico é um composto poliurônico com ligações α -1,4, extraído da alga marrom como *Laminaria digitata* e *Macrocystis pyrifera*. No ácido algínico existem 3 tipos de segmentos de polímeros: poli- β -D-ácido manurônico (M), poli- α -L-ácido gulurônico (G) e segmentos com resíduos alternados de ácidos D-manurônico e L-gulurônico (KING, 1983).

As coberturas de alginato são formadas pela evaporação de uma solução de alginato seguida pela formação de ligações cruzadas iônicas com um sal de cálcio. Elas são impermeáveis a óleos e gorduras, entretanto são barreiras deficientes à umidade (WHISTLER; BEMILLER, 1997). É um polissacarídeo degradável quando aquecido por tempo prolongado. A viscosidade aumenta devido ao pH abaixo de 4 e também pela presença de íons de cálcio ou cátions polivalentes, com os quais pode formar géis ou filmes (BOBBIO; BOBBIO, 2001). Os íons de cálcio têm por função manter as cadeias de alginato juntas pelas interações iônicas, após a formação de pontes de hidrogênio entre as cadeias, produzindo gel com estrutura de rede tridimensional (KING, 1983).

Coberturas de alginato são boas barreiras ao oxigênio (WHISTLER; BEMILLER, 1997), podem retardar a oxidação lipídica dos alimentos e melhorar o sabor, textura e a adesão (KESTER; FENNEMA, 1986).

Através de avaliação toxicológica a FAO estabeleceu valores de Ingestão Diária Aceitável (IDA) para diversos aditivos. Para o alginato de sódio a Resolução nº386 (05/08/1999) especifica quantidade sem prescrição, ou seja, pode ser utilizada quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário.

Resultados com carnes bovina e suína que receberam revestimento de alginato gelatinizado, mediante da imersão das carnes na solução de alginato de sódio ou pulverização e indução da gelatinização por aplicação de cloreto de cálcio, demonstraram que a desidratação das carnes tratadas com alginato foi menor do que em amostras controle que não receberam revestimento (ALLEN et al., 1963; LAZARUS et al., 1976; WILLIAMS; OBLINGER; WEST, 1978).

Cobertura comestível à base de celulose foi estudada por Howard e Dewi (1995) em cenouras minimamente processadas. As amostras com aplicação de cobertura a 0,87L/min tiveram menor esbranquecimento e coloração mais intensa.

Hershko e Nussinovitch (1998) estudaram o uso de cobertura de alginato de sódio em bulbo de alho armazenado a 20°C por 14 dias, que se mostrou eficiente como barreira à perda de umidade.

2.7 Características físicas e físico-químicas

Os atributos de qualidade dos frutos de maneira geral estão na dependência de suas características físicas e químicas, e são peculiares a cada espécie e cultivar, variando com o clima, solo, tratos culturais e época de maturação (CHITARRA, 1998).

As mudanças físicas e químicas que ocorrem durante a maturação dos frutos estão associadas às mudanças na textura, aparência, sabor e aroma. A textura sofre modificações consideráveis durante o amadurecimento e conservação das frutas, sendo o amaciamento ou amolecimento dos tecidos a alteração mais marcante (KLUGE et al., 2002). Essas mudanças na estrutura pécica têm sido atribuídas à ação de enzimas, como a poligalacturonases (PG) e pectinametilesterase (PME) (VILAS BOAS, 1998).

As substâncias pécicas podem ser quimicamente definidas como uma cadeia de ácido poligalacturônico unida por ligações α -1,4, em que os grupos carboxílicos (COOH) encontram-se parcialmente metilados (CH₃) ou ligam-se ao cálcio, formando o pectato de cálcio. Encontram-se nos frutos em diferentes formas, caracterizadas por diferentes solubilidades, dependendo do estágio evolutivo do desenvolvimento, desempenhando importante função na textura. Quando

localizadas no exterior das paredes celulares (lamela média) dos tecidos vegetais, formam uma rede tridimensional por meio de ligações dos grupos carboxílicos livres com as cadeias de celulose e com minerais bivalentes, como o cálcio, formando a protopectina (insolúvel) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A protopectina predomina nos tecidos vegetais imaturos. Com a evolução do amadurecimento ou armazenamento, ocorre liberação do cálcio e solubilização da protopectina das paredes celulares, e por ação da enzima protopectinase, sofre hidrólise parcial, produzindo ácidos pectínicos (esterificados com grupos metílicos) ou pécticos (sem esterificação), também chamados de pectinas solúveis. A decomposição das moléculas poliméricas amacia as paredes celulares, diminuindo a coesão entre as células (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As características físico-químicas, reveladas pelos teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e o balanço SS/AT, são indicadoras das características organolépticas, importantes tanto na industrialização, quanto no consumo dos frutos *in natura* (ALVARENGA; FORTES, 1985).

Sólidos solúveis (SS) são compostos solúveis em água e importantes para se determinar a qualidade da fruta. O teor de sólidos solúveis indica a quantidade de açúcares existentes na laranja, ácidos, vitaminas, aminoácidos e pectina que sofrem acréscimo durante o processo de maturação, sejam por biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos (KLUGE et al., 2002). Segundo Ziegler e Wolfe (1975), o teor de sólidos solúveis mínimo para que o fruto possa ser considerado maduro, é de 9%.

Os açúcares solúveis nos frutos são responsáveis pela doçura e sabor, através do balanço com os ácidos. Os açúcares solúveis presentes em frutos são a glicose, frutose e sacarose. O grau de doçura dos frutos é função da proporção dos teores desses açúcares, onde a frutose tem um poder adoçante superior ao da sacarose e glicose. As laranjas, no entanto, apresentam média de teores percentuais de açúcares redutores iguais a 4,7, sacarose 4,6 e açúcares totais 9,6 (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Os dois métodos mais comumente usados para medir a acidez de frutos são: acidez titulável (AT) e potencial hidrogeniônico (pH); sendo que o primeiro representa todos os grupamentos ácidos encontrados (ácidos orgânicos livres e na forma de sais e compostos fenólicos), enquanto o segundo determina a concentração hidrogeniônica da solução (KRAMER, 1973).

Segundo Chitarra e Chitarra (1990), os ácidos orgânicos são os sólidos solúveis presentes em maior quantidade nos frutos, depois dos açúcares, e têm papel importante no sabor, que está na dependência de um balanço equilibrado entre o teor de açúcares e ácidos. Os principais ácidos são: cítrico, málico e o ácido tartárico. Sendo que o ácido cítrico é o predominante no suco de laranjas. Os teores de acidez não excedem a 1,5 a 2% com raras exceções, como em limão e espinafre que podem conter teores de 3%.

A relação entre sólidos solúveis (°Brix) e o teor de ácidos tituláveis é o índice utilizado para determinar o estágio de maturação ('ratio'). Determinar o balanço entre os gostos doce e ácido. A faixa pode variar entre 6 a 20, sendo o intervalo de 15 a 18 o preferido pelos consumidores (FIGUEIREDO, 1991).

Sartori et al. (2002) consideram como maduros e adequados para o consumo, frutos que apresentam o 'ratio' entre 8,8 e 15,4.

A concentração de ácido ascórbico, nas frutas cítricas depende da variedade, idade, mudanças climáticas, diferentes exposições da fruta à luz solar, entre outras. Segundo Souci, Fachmann e Kraut (1999), o teor de vitamina C deve variar de 36 a 50mg/100g de amostra de suco de laranja.

2.8 Embalagem para produtos minimamente processados

A degradação da qualidade dos produtos minimamente processados, durante o armazenamento refrigerado, implica na perda de umidade, danos mecânicos, alteração microbiana e mecanismos catalíticos dos tecidos. Para controlar ou minimizar os processos degradativos, a embalagem apresenta-se como um dos métodos disponíveis e com grandes possibilidades, pois a utilização de materiais poliméricos rígidos, semi-rígidos e flexíveis, que limitam a perda de umidade e retardam o estabelecimento da senescência, assim como controlam a concentração de gases e vapor dentro da embalagem, tem importância crucial, para que os produtos minimamente processados cheguem com alta qualidade aos consumidores (SANTOS, 2003).

Vários materiais de embalagens têm sido utilizados para acondicionar frutas e hortaliças inteiras e minimamente processadas. Dentre eles se incluem o Polietileno de Baixa Densidade (PEBD), Polietileno de Alta Densidade (PEAD), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS), Policloreto de Vinila (PVC) e Polietileno Teraftalato (PET). Conhecendo as características respiratórias e condições gasosas ótimas do produto, pode-se selecionar a embalagem com uma permeabilidade

que permita entrada de O_2 na mesma, para compensar o consumo, e, também a saída de CO_2 para compensar a produção pelo vegetal (ZAGORY; KADER, 1998).

A embalagem PET é um dos polímeros mais utilizados na embalagem de alimentos, pelas suas características físico-mecânicas. Pode ser produzido na forma de filme simples ou co-extrusado com outros polímeros. É um poliéster produzido pela reação entre um diácido ou um diéster com um diol, havendo formação de composto com baixa massa molecular, o qual é posteriormente polimerizado, apresenta várias opções de modelos quanto ao formato e à capacidade volumétrica, o que facilita a comercialização com variações no peso para um mesmo produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O uso de embalagens reduz a perda de água, o ataque de microrganismos e outras reações, além do que, produtos armazenados sem embalagens sofrem oxidações e destruição de muitos nutrientes, inclusive vitaminas (PINTO, 2002).

A embalagem oferece uma possibilidade de estender a vida útil dos produtos minimamente processados, uma vez que retarda a perda do sabor, aroma e vapor de água, e assim retarda a deterioração do produto (BALDWIN et al., 1996).

Antoniolli et al. (2002), estudando abacaxi 'Pérola' minimamente processado, submetido ao tratamento com ácido ascórbico 1% + ácido cítrico 0,5% em adição ao hipoclorito de sódio (20 mg.L⁻¹), observaram vida útil de 8 dias quando o produto foi acondicionado em embalagem de Polietileno Teraftalato (PET) sob armazenamento refrigerado.

Teixeira et al. (2001) mostraram que mamões 'Formosa' podem ser utilizados para o processamento mínimo na forma de pedaços (2,5 x 2,5cm e 2,5 x 5,0cm) e embalados em copos plásticos de 500mL. Às temperaturas de 3, 6 e 9° C, estes produtos podem ser conservados por 7 dias, sem apresentar alterações físico-químicas ou sensoriais significativas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

Laranjas da variedade ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) provenientes do comércio local, oriundos da região de Monte Alto, foram conduzidas ao Laboratório de Processamento de Produtos Vegetais do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ/ USP, em Piracicaba-SP. Os frutos apresentavam cor da casca amarelo-esverdeada com aproximadamente 200g.

Para os tratamentos das laranjas minimamente processadas foram utilizados o cloreto de cálcio e o produto Protanal RF6650, nome comercial do alginato de sódio cedido pela FMC BioPolymer, Limeira-SP. Suas propriedades funcionais são as de agente gelificante, espessante, estabilizante e formador de película para alimentos (FMC BIOPOLYMER, 2000). No entanto, sua gelificação, é dependente da quantidade de cálcio presente ou adicionado ao alimento (KING, 1983).

3.2 Metodologia

3.2.1 Processamento mínimo

As etapas de processamento mínimo ocorreram dentro de uma câmara a 15°C, sobre mesa de aço inoxidável devidamente higienizada. Os operadores utilizaram roupas protetoras (máscaras, toucas, aventais e luvas descartáveis) próprios para processamento mínimo.

As laranjas foram primeiramente lavadas com detergente neutro e bucha de espuma para eliminar as sujidades grosseiras. A seguir, foram imersas em solução clorada com 200mg.L⁻¹ por 10 minutos. Os frutos foram refrigerados a 5°C por 18 horas. Decorrido o período de armazenamento, o descascamento foi realizado através de tratamento hidrotérmico com as laranjas sendo imersas em água a 50°C por 8 minutos (ARRUDA et al., 2004). Em seguida foram descascadas e separadas em gomos manualmente com auxílio de facas de aço inoxidável. Os gomos foram imersos em solução de cloro, de nome comercial SUMAVEG, de princípio ativo denominado Dicloro S-Triazinatriona Sódica Dihidratada em pó, contendo 3% de cloro ativo. A concentração utilizada foi de 50mg.L⁻¹ por 3 minutos e os gomos foram drenados por 1 minuto em peneiras higienizadas para escorrer o excesso de líquido.

Foram utilizados três tratamentos, dentre os quais o controle, que constou de laranjas minimamente processadas. O segundo tratamento constou de laranjas minimamente processadas e imersas em solução de cloreto de cálcio a 1% por 1 minuto. No terceiro tratamento com película, as laranjas minimamente processadas receberam primeiramente a imersão em cloreto de cálcio (1%) por 1 minuto e posteriormente foram imersas na película à base de alginato de sódio (1%) durante 1 minuto. As laranjas assim tratadas com película, foram deixadas por 30 minutos em ambiente refrigerado a 15°C para a retirada do excesso de umidade.

A solubilização do alginato de sódio foi em água destilada, aquecendo-se a suspensão até 70°C e posteriormente refrigerada a 20°C.

Para as análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, o material minimamente processado foi acondicionado em embalagens de Polietileno Teraftalato rígida (PET), com capacidade para 750 mL, resultando em peso médio de 200g por embalagem (6 gomos de laranjas em cada embalagem). As amostras foram mantidas sob refrigeração a 5°C durante 12 dias.

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial: 3 tratamentos e 5 períodos de avaliação, com 4 repetições em cada tratamento.

3.3 Descrição das análises

3.3.1 Avaliação da atividade respiratória

Para quantificar o CO₂ liberado, as laranjas inteiras, descascadas ou minimamente processadas (controle, cloreto de cálcio e alginato de sódio), foram acondicionadas em frascos de vidro (600mL). Foram utilizadas 4 repetições de cada tratamento, com aproximadamente 200g de laranja por frasco.

Os frascos, tampados com filme de Cloreto de Polivinila (PVC) foram armazenados por 12 dias em câmaras de B.O.D, a 5°C. Foram realizadas determinações diárias do teor de CO₂ liberado. No momento da avaliação, os frascos eram hermeticamente fechados durante 30 minutos e mantidos à temperatura de 5°C para a determinação da atividade respiratória. Na tampa dos frascos foram colocados septos de silicone através dos quais eram retiradas alíquotas da atmosfera interna dos frascos (1mL) e injetadas em cromatógrafo a gás modelo Trace 2000/GC, marca Thermoffinigan, equipado com coluna Porapack N de 2m de comprimento, metanador e detector de ionização de chama. O hidrogênio foi utilizado como gás de arraste a 40mL. min⁻¹. As temperaturas mantidas no aparelho foram de 100°C no injetor, 100°C para a coluna, 250°C no

detector e 350°C no metanador. O CO₂ foi quantificado pela calibração com padrões de 10.000µL CO₂ L⁻¹. Os resultados expressos em ppm de CO₂ foram utilizados para o cálculo da atividade respiratória, levando em consideração o volume do frasco, a massa das laranjas e o tempo em que os frascos permaneceram fechados. Os resultados foram expressos em mL CO₂ kg⁻¹h⁻¹.

3.3.1.1 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, dentro de cada período, com 5 tratamentos (laranjas inteiras, descascadas e minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio a 1%, alginato de sódio a 1% e o controle) e 4 repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de amostras de 200g de laranja em frascos de 600mL, hermeticamente fechados. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a comparação das médias, ao nível de significância de 5% (p<0,05) pelo teste de Tukey, através do programa estatístico SANEST (ZONTA; MACHADO, 1985).

3.3.2 Avaliação das características físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas a cada 3 dias por um período de 12 dias de armazenamento. As seguintes avaliações foram realizadas:

Perda de massa

Determinada pela diferença, em porcentagem, entre a massa inicial e a final após cada período de armazenamento.

Teor de ácido ascórbico

Determinado por titulação com o indicador DCFI (2,6-diclorofenolindofenol-sódio) de acordo com metodologia proposta por Carvalho et al. (1990), utilizando-se suco homogeneizado da amostra. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100g⁻¹.

Teor de sólidos solúveis

Determinado por leitura direta em refratômetro da marca Auto Abbe, modelo 10500/10501, utilizando-se suco homogeneizado da amostra. Os resultados foram expressos em °Brix, segundo

metodologia proposta pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (A.O.A.C., 1995).

Açúcares redutores (glicose e frutose) e totais (sacarose e redutores)

Os açúcares redutores e totais foram determinados através da técnica de Somogyi, adaptada por Nelson (1944), com os resultados expressos em porcentagem.

pH

O pH foi determinado diretamente em potenciômetro digital DIGIMED modelo DMPH, segundo metodologia proposta pela A.O.A.C. (1995).

Acidez titulável

De acordo com metodologia proposta por Carvalho et al. (1990), utilizando-se suco homogeneizado da amostra. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

‘Ratio’

Foi calculado através da relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Firmeza

Foi avaliada em texturômetro “*Texture Test System*” modelo TP-1 acoplado a um registrador automático de variação de força, operando em célula padrão de compressão de cisalhamento CS-1, com 10 lâminas de 3 milímetros de espessura e ângulo de 90°. As amostras foram previamente pesadas (aproximadamente 30g) e colocadas na célula teste de cisalhamento e compressão, de tal forma que as lâminas das células tivessem ação paralela às amostras. Foi utilizado o sensor de 300 libras força e a velocidade de descida do pistão foi de 20 cm.min⁻¹.

A força máxima de cisalhamento foi obtida da carta do registrador multiplicada pelo fator de posição do sensor eletrônico (3 no caso do sensor utilizado) e dividida pelo peso da amostra. Os resultados foram expressos em libra-força/grama.

Substâncias pécticas

As pectinas solúveis e totais foram extraídas conforme McCready e McComb (1952) e determinadas colorimetricamente segundo Bitter e Muir (1962), sendo os resultados expressos em mg de ácido galacturônico por 100g de polpa.

Coloração

As avaliações de cor das laranjas minimamente processadas foram realizadas utilizando-se o colorímetro Color Meter-Minolta C-400. Os resultados foram expressos em valor L (luminosidade), que varia do negro ($L = 0$) ao branco ($L = 100$), valor a^* , que caracteriza coloração na região do vermelho (+a) ao verde (-a) e valor b^* , que indica coloração no intervalo do amarelo (+b) ao azul (-b). O Croma, relação entre os valores de a^* e b^* , no qual se obtém a saturação da cor da amostra e o ângulo de cor, ângulo formado entre a^* e b^* , indicando a cor real do objeto, foram calculados segundo Minolta (1994).

3.3.2.1 Delineamento Experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5. Os fatores estudados foram: tratamentos (cloreto de cálcio, alginato de sódio e controle) e tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Foram utilizadas quatro repetições por tratamento, resultando em peso médio de cada embalagem com 200g de laranja minimamente processada. O conjunto de dados, obtidos das análises físico-químicas foram analisados através do programa Statistical Analysis System (SAS, 1996). Para a comparação das médias, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$) foi aplicado o teste de Tukey. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão.

3.3.3 Avaliação das características microbiológicas

As laranjas minimamente processadas foram armazenadas a 5°C durante 12 dias, sendo uma embalagem de cada tratamento analisada a cada três dias de armazenamento, quanto à presença de bactérias psicotróficas, bolores e leveduras, coliformes totais e coliformes a 45°C, presença ou ausência de *Salmonella*.

As análises para contagem de bactérias psicotróficas, Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes a 45°C foram efetuadas em porções de 50g de laranja minimamente

processada para cada tratamento, pesadas assepticamente e trituradas em liquidificador com copo esterilizado, juntamente com 450mL de água peptonada estéril, constituindo a diluição 10^{-1} . Obteve-se a diluição 10^{-2} , pipetando-se 10mL da solução 10^{-1} em 90mL de água peptonada esterilizada e a partir desta, obteve-se da mesma forma a diluição a 10^{-3} , seguindo-se o mesmo procedimento para a obtenção da diluição a 10^{-4} .

Para a contagem de bolores e leveduras o procedimento para inoculação das amostras e posterior contagem, foi similar ao apresentado para contagem total de bactérias psicrotróficas, variando apenas a temperatura e o período de incubação.

Todas essas determinações microbiológicas seguiram os protocolos de análise do Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (DOWNES; ITO, 2001).

A determinação da presença de *Salmonella* foi a única análise que dispensou o uso de diluições seriadas.

Contagem total de bactérias psicrotróficas

Para a contagem de bactérias psicrotróficas, utilizou-se o meio Ágar Padrão para Contagem (PCA).

O princípio desta metodologia baseia-se na capacidade que cada célula microbiana presente na amostra, tem de formar uma colônia visível e isolada, uma vez fixada em um meio de cultura sólido próprio para seu desenvolvimento (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

A partir das diluições 10^{-1} até a 10^{-4} das laranjas minimamente processadas, foi plaqueado em profundidade, 1mL de cada diluição em duplicata, utilizando-se 20mL de meio de cultivo PCA. Após o plaqueamento, as placas permaneceram em repouso até completa solidificação do meio, sendo, então invertidas e incubadas a 7°C por 10 dias.

Decorrido o tempo de incubação foram selecionadas as placas e fez-se a contagem das mesmas, com auxílio do contador de colônias tipo Quebec.

Bolores e leveduras

Para contagem de bolores e leveduras, utilizou-se o meio Batata Dextrose Ágar (BDA).

O plaqueamento se seguiu da mesma maneira que para os psicrotróficos, ou seja, a partir das diluições 10^{-1} até a 10^{-4} , com plaqueamento em profundidade, com 1mL de cada diluição em duplicata, utilizando-se 20mL de meio de cultivo BDA acidificado com solução a 10% de ácido

tartárico até pH 3,5-4,0. Após o plaqueamento, as placas permaneceram em repouso até completa solidificação do meio, sendo, então invertidas e incubadas a 30°C por 3-5 dias. Decorrido o tempo de incubação, fez-se a contagem das placas com auxílio do contador de colônias tipo Quebec.

Número Mais Provável (NMP) de coliformes totais e coliformes a 45°C

Coliformes totais e coliformes a 45°C foram determinados pelo método do NMP, através da técnica dos Tubos Múltiplos.

A técnica de Tubos Múltiplos consta de duas fases distintas: a fase do teste presuntivo, onde se busca detectar a presença de microrganismos fermentadores de lactose e onde é possível recuperar células injuriadas e a fase do teste confirmativo, através do qual se determina a população real de coliformes totais e coliformes a 45°C.

Para o teste presuntivo foram utilizadas 3 séries de cinco tubos, os quais continham um tubo de Durham e Caldo Lactosado (CL), um meio cuja fonte de carbono é a lactose que é fermentada pelas bactérias do grupo coliforme, com produção de ácido e gás.

Em cada tubo de ensaio foi adicionado, da primeira série 1mL da diluição 10^{-1} , para os tubos da segunda série 1mL da diluição 10^{-2} , e da terceira série 1mL da diluição 10^{-3} .

Todos os tubos foram incubados em estufa termostatzada a 35-37°C, por 24 a 48h. Após o período de incubação, positivos os resultados foi possível observar o esvaziamento dos tubos de Durham, devido à produção de gás pelas bactérias do grupo coliforme ao fermentarem a lactose.

Aliquotas dos tubos positivos do teste presuntivo foram transferidas para o teste confirmativo, verificando se realmente eram bactérias do grupo coliforme.

Utilizando-se a alça de níquel-cromo, foram inoculados tubos com Caldo Verde Brilhante Lactose Bile (CVBLB), e tubos com Caldo EC, correspondentes aos tubos positivos da fase anterior.

Os tubos com CVBLB foram incubados em estufa termostatzada à temperatura de 35-37°C durante 24 a 48h, sendo verificada, após esse período a formação de gás nos tubos de Durham. A formação de gás em CVBLB confirma a presença de bactérias do grupo coliforme, podendo ser de origem fecal ou não, denominado coliformes totais.

Os tubos com caldo EC, uma vez inoculados, foram incubados em banho-maria termostatzado à temperatura de 45°C por 24 horas. A formação de gás em EC confirma a presença de coliformes a 45°C após esse período de incubação.

A partir do número de tubos positivos em cada série de ambos os meios, consultando-se seus valores correspondentes na tabela do Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (DOWNES; ITO, 2001), obteve-se o NMP de coliformes totais (CVBLB) e coliformes a 45°C (Caldo EC), por grama de laranja minimamente processada.

Análise de *Salmonella*

Para detecção de *Salmonella*, utilizou-se o Kit '1-2 test', fabricado pela BioControl/USA, método oficial aprovado pela ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS INTERNACIONAL (A.O.A.C., 2000).

Foi feito um pré-enriquecimento de cada amostra analisada, pesando-se 25g de laranja minimamente processada e adicionando a 225mL de caldo lactosado em copo de liquidificador esterilizado para trituração da amostra. Posteriormente, verteu-se o conteúdo triturado para erlenmeyer (o mesmo que continha os 225mL de caldo lactosado) incubando-o em estufa termostatzada a 35°C por 24 horas. O pré-enriquecimento é possível pela exigência de ausência de *Salmonella* em 25g de qualquer alimento analisado que se destine ao consumo humano. Deste modo se a bactéria estiver presente no alimento, não importando o número de bactérias presentes, o alimento é considerado impróprio para o consumo humano. Com o pré-enriquecimento, sua multiplicação é favorecida, facilitando a detecção na análise, uma vez que tal patógeno encontra-se normalmente em níveis baixos nos alimentos. Decorrido o período de incubação fez-se o preparo dos kits, compostos, cada um, de dois compartimentos. A amostra pré-enriquecida foi inoculada na câmara de inoculação (0,1mL) onde inicialmente foi adicionada uma gota de solução de iodo-iodeto e depois removido o tampão desta câmara com auxílio de uma pinça estéril. A câmara de motilidade contém um meio de motilidade não seletivo, a base de peptona. Esta câmara é fechada por uma pequena ponteira, a qual é cortada para formar um vão no gel, seguido da adição de uma gota da solução de anticorpos polivalentes anti-*Salmonella*. Incubaram-se os kits a 35°C por 24 horas. Após a incubação foi feita a leitura dos resultados.

A possível presença de *Salmonella* é caracterizada pela formação de uma imunobanda na metade superior do gel na câmara de motilidade. Trata-se de uma banda branca que apresenta forma de U formada pela aglutinação das células da bactéria com a solução de anticorpos.

3.3.3.1 Delineamento Experimental

O delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 5. Os fatores estudados foram: tratamentos (cloreto de cálcio, alginato de sódio e controle) e tempo de armazenamento (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Para a avaliação dos aspectos microbiológicos os resultados foram expressos em UFC/g de produto para bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras, NMP/g para coliformes totais e para coliformes a 45°C e, presença ou ausência de *Salmonella* em 25g de produto.

3.3.4 Avaliação das características sensoriais

Inicialmente o projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, na Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade de Campinas (UNICAMP/FOP) por estar de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

A análise foi desenvolvida no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ/USP), em cabines individualizadas com a utilização de luz branca. Foram apresentadas 3 amostras por vez aos provadores, correspondendo às laranjas minimamente processadas submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio a 1%, alginato de sódio a 1% e um controle (sem tratamento). Foram avaliados o aroma, o sabor, a textura, e a aparência. As amostras foram apresentadas aos provadores em embalagens individuais, codificadas com números de 3 dígitos, na forma de blocos completos casualizados. Cada amostra foi servida em porções de 25g, à temperatura de 10°C, acompanhadas de biscoito, copo com água e uma ficha para avaliação sensorial das amostras.

A análise foi realizada por uma equipe de 30 provadores não treinados formada por homens e mulheres na faixa etária entre 18 e 50 anos, onde foram selecionados em função de consumirem laranjas, disponibilidade e interesse em participar do teste. Os dias de análise foram realizados no dia do processamento (zero dia), 3º, 6º e 9º dias de armazenamento. Aplicou-se o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de sete pontos (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991). Nesta escala as notas correspondiam a 7-gostei muitíssimo a 1-desgostei muitíssimo (ANEXO A). A nota quatro foi considerada como limite de aceitabilidade.

Simultaneamente à aplicação do teste de aceitabilidade, avaliou-se a intenção de compra do produto, mediante escala estruturada de 5 pontos: 5- certamente compraria a 1- certamente não compraria, conforme Stone e Sidel (1993).

3.3.4.1 Delineamento Experimental

A análise estatística foi realizada empregando-se o delineamento de blocos completos em esquema fatorial 3 x 4. Os fatores estudados foram: tratamentos (cloreto de cálcio, alginato de sódio e controle) e tempo de armazenamento (0, 3, 6 e 9 dias). O conjunto de dados, obtidos da análise sensorial foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para comparação das médias, em nível de significância de 5% ($p < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey. Para a descrição das variáveis em função dos períodos de armazenamento, foram feitas análises de regressão.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Atividade Respiratória

O processamento mínimo causou alteração na atividade respiratória das laranjas, sendo que a respiração das laranjas minimamente processadas foi superior à verificada nos frutos descascados e inteiros, logo após o processamento. Os teores de CO_2 liberados no dia do processamento, apresentaram valores médios de 12,62, 11,39 e 13,34 $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para as laranjas minimamente processadas controle e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), respectivamente (Figura 1).

Figura 1 - Atividade respiratória ($\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) de laranja 'Pêra' inteira, descascada e minimamente processada submetida a diferentes tratamentos e armazenadas a 5°C. Barras verticais representam o erro padrão da média (n=4)

Esse aumento advém do estresse provocado pelo processamento, que provoca descompartmentalização celular e, com isto, os substratos do metabolismo respiratório entram em contato com os complexos enzimáticos, resultando num incremento da atividade respiratória (PURVIS, 1997).

As laranjas inteiras apresentaram a menor atividade respiratória durante o período de armazenamento, atingindo valores próximos de 1,74 $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, os quais foram

significativamente menores que o observado nos frutos descascados, que atingiram valores próximos de $3,28 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ durante 12 dias de armazenamento a 5°C .

Os resultados apresentados no presente trabalho estão de acordo com Arruda (2007), o qual também observou que os segmentos de laranjas ‘Pêra’ apresentaram atividade respiratória superior às laranjas intactas, com e sem albedo. Moreira (2004) observou que a respiração dos gomos de ‘Murcott’ manteve-se superior aos frutos descascados e inteiros, em todas as temperaturas estudadas (1° , 6° , 21° e 31°C).

Watada, Ko e Minott (1996), ao compararem a taxa respiratória de vários frutos intactos e submetidos ao processamento mínimo, sob diversas temperaturas de armazenamento, observaram que a taxa respiratória era maior nos frutos minimamente processados e quanto maior a temperatura, maior era a taxa respiratória, conforme também preconizado por Chitarra e Chitarra (1990).

A partir do primeiro dia de armazenamento, a atividade respiratória decresceu e após esse período, tendeu a estabilizar no período de 1 a 4 dias de armazenamento, com valores médios 3,58; 3,13; 2,80; 2,43 e $1,30 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, para as laranjas minimamente processadas controle, tratadas com cloreto de cálcio a 1%, alginato de sódio a 1%, laranjas descascadas e inteiras, respectivamente.

Segundo Purvis (1997) estudos têm mostrado picos na taxa respiratória de vegetais minimamente processados com redução subsequente, mas este fato ainda não está bem explicado. O autor sugere que haja uma auto-regulação da atividade respiratória do tecido devido à grande produção de ATP, ou que esta redução, ocorra pelo fato dos substratos respiratórios reagirem menos com as enzimas presentes nas células da superfície de corte.

Produções elevadas de CO_2 imediatamente após o corte e decréscimos durante o período de armazenamento, têm sido relatados por Vitti (2003), em experimento com beterrabas minimamente processadas armazenadas a 5°C e Saavedra Del Aguila (2004), em estudo com rabanetes minimamente processados armazenados a 5°C .

Donadon (2005) verificou que as laranjas descascadas manualmente, mecanicamente ou enzimaticamente, apresentaram elevação na atividade respiratória na segunda hora após o processamento, seguida de redução e estabilização.

Em estudos preliminares, Groppo et al. (2006) estudando o uso de películas comestíveis em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, observaram maior atividade respiratória no dia do

processamento. Após esse período, verificaram decréscimo na atividade respiratória até o terceiro dia, de todos os tratamentos avaliados: controle, alginato de sódio (1%) e fécula de mandioca (3%), a partir de então, observaram tendência de estabilização até o 6º dia de armazenamento a 5°C.

A partir do 2º dia de armazenamento, a atividade respiratória das laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio (1%) praticamente se igualou à dos frutos descascados (Tabela1).

Tabela 1 - Atividade respiratória (mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) de laranja 'Pêra' inteira, descascada e minimamente processada submetida a diferentes tratamentos e armazenadas a 5°C

T	Tempo de armazenamento (dias)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
T1	12,62 a	5,88 a	3,16 a	2,91 a	2,35 a	4,68 a	7,56 a	9,43 a	6,21 a	4,57 a	10,35 a	8,47 a	3,55 b
T2	11,39 b	4,18 c	2,93 ab	2,73 a	2,67 a	4,21 abc	7,13 a	5,13 c	6,21 a	4,28 a	6,63 b	4,83 c	6,89 a
T3	13,34 a	4,57 bc	2,23 b	2,42 a	1,97 ab	3,52 cd	4,05 cd	6,72 b	3,72 c	3,16 bc	3,23 d	5,29 bc	1,98 cd
T4	6,31 c	3,21 d	2,3 ab	2,82 a	1,39 bc	3,54 bcd	4,07 bcd	3,05 d	3,79 bc	3,00 c	3,51 cd	3,88 d	1,79 d
T5	1,4 d	2,03 e	1,21 c	1,13 b	0,82 c	3,08 d	3,52 d	1,79 e	1,56 d	1,69 d	1,91 e	1,78 e	0,67 e

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

T: tratamentos; T1: controle; T2: cloreto de cálcio a 1%; T3: alginato de sódio a 1%; T4: laranjas descascadas; T5: laranjas inteiras.

O tratamento com película de alginato de sódio (1%) foi o mais eficiente dentre os tratamentos no controle da atividade respiratória das laranjas minimamente processadas, apresentando em média de $4,32 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Os revestimentos comestíveis, além de prevenirem a perda de água, têm sido estudados também afim de reduzir a respiração dos produtos, estendendo sua vida útil (KESTER; FENNEMA, 1986).

Fontes (2005), estudando maçãs minimamente processadas tratadas com película de alginato de sódio, observou que este tratamento foi o mais efetivo no controle da atividade respiratória entre os tratamentos estudados (controle, dextrina, solução conservadora e fécula de mandioca). O autor justifica a maior eficiência desta película no controle das trocas gasosas possivelmente em função de sua natureza, espessura ou formação de superfície contínua e sem bolhas.

Moreira (2004), em estudo com recobrimentos comestíveis em tangores ‘Murcott’ minimamente processados armazenados sob duas temperaturas (6° e 12°C), observou que o aumento da temperatura causou elevação da atividade respiratória para todos os tratamentos avaliados: gelatina 8%, gelatina 4%, soro de leite, parafina e o controle. Mas, o tratamento dos gomos com parafina foi o mais eficiente dentre os demais, quando mantidos a 12°C . O autor justifica esse comportamento pela baixa atividade respiratória que os frutos cítricos apresentam (5 a $10 \text{ mg CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), o que é ainda mais reduzida quando esses frutos são mantidos a baixas temperaturas, o que pode mascarar o efeito da barreira aos gases criados pelos recobrimentos.

As laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio a 1%, apresentaram média de $5,32 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, inferior às apresentadas pelas laranjas minimamente processadas controle ($6,29 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$). Segundo Rolle e Chism (1987) a redução da atividade respiratória mediante a aplicação de cálcio, pode ser devido ao fato do cálcio limitar a difusão do substrato que se origina do vacúolo, o qual contribui para ação das enzimas que participam da respiração do citoplasma.

Andrade (2006) em estudo com mamões minimamente processados submetidos aos tratamentos com ácido ascórbico (0,5%), cloreto de cálcio (1%) e a combinação dos dois tratamentos e o controle, observou que os mamões tratados com cloreto de cálcio a 1% e a combinação de CaCl_2 (1%) e ácido ascórbico (0,5%), apresentaram atividade respiratória significativamente menor em relação aos demais tratamentos.

4.2 Análises físico-químicas

4.2.1 Perda de massa

Não foram encontradas diferenças significativas para a perda de massa entre os tratamentos, em nível de 5% de probabilidade, contudo foi detectado somente efeito significativo do período de armazenamento, o qual apresentou aumento gradual, porém com valores inferiores a 4% (Figura 2).

Figura 2 - Perda de massa (%) de laranjas 'Pêra' minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos, durante 12 dias de armazenamento a 5°C

As laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%), apresentaram a maior perda de massa ao longo do armazenamento. Estes dados estão de acordo com Miranda (2001), que verificou perda de massa superior ao controle, em mamões minimamente processados tratados CaCl_2 (1%), afirmando que tal tratamento foi pouco eficaz para a manutenção deste parâmetro.

Thé et al. (2003), também verificaram que abacaxis 'Smooth Cayenne' tratados com cloreto de cálcio apresentaram maior porcentagem de perda de massa em comparação aos demais tratamentos. Pinheiro, Vilas Boas e Lima (2005) observaram que o tratamento com CaCl_2 (3%) em abacaxis 'Pérola' apresentou, em média, uma perda de massa superior, quando comparado ao controle e ao tratamento a 1% de CaCl_2 . Segundo os autores, acredita-se que a aplicação do CaCl_2 a 3% por imersão, aumenta o potencial osmótico das células da parte mais externa do fruto, fazendo com que a água das células mais internas se desloquem para a superfície, sendo mais facilmente perdida para o ambiente.

Contudo, neste experimento, as perdas obtidas ao longo de 12 dias de armazenamento, para todos os tratamentos são consideradas mínimas, inferiores a 4%. Finger e Vieira (1997) afirmam que a perda de massa máxima, sem aparecimento de murchamento ou enrugamento da superfície, oscila entre 5% e 10%, variando em função da espécie.

As laranjas minimamente processadas submetidas ao tratamento com alginato de sódio (1%), apresentaram a menor perda de massa ao longo do armazenamento. Este fato confirma o explicado por Chitarra e Chitarra (2005), que películas de revestimento podem retardar a perda de água e a desidratação dos produtos, prevenindo, portanto, a perda de massa e o murchamento de produtos frescos.

Cereda, Bertolini e Evangelista (1992) aplicaram biofilmes de amido sobre frutos de mamão ‘Papaya’ e verificaram que não houve efeito nocivo e reduziu a perda de peso dos frutos.

A perda de massa é um dos principais fatores na vida de armazenamento de muitos produtos hortícolas. Ela ocorre em razão do tempo de armazenamento e da transpiração. Essa perda tem efeitos marcantes sobre a fisiologia dos tecidos vegetais e, em alguns casos, antecipa a maturação e a senescência de frutos tropicais (YANG; HOFFMANN, 1984). Relaciona-se à perda de água, causa principal da deterioração, às perdas quantitativas, na aparência (murchamento e enrugamento), nas qualidades texturais (amaciamento, perda de frescor e suculência) e na qualidade nutricional (KADER, 1992).

4.2.2 Teor de ácido ascórbico

A utilização de película de alginato de sódio e solução de cloreto de cálcio não impediu que houvesse redução nos teores de ácido ascórbico de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas ao longo do período de armazenamento (Tabela 2).

Foi detectado efeito significativo para o período de armazenamento nas amostras tratadas com alginato de sódio, os quais apresentaram redução do teor de ácido ascórbico no decorrer do período de armazenamento, alcançando no 12º dia teores significativamente menores que aos observados no dia do processamento. Este fato pode ser atribuído à interferência das soluções filmogênicas.

Tabela 2 - Teor de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico 100g⁻¹) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	24,99 a A	23,95 a A	23,32 ab A	24,99 a A	23,11 ab A
Cloreto de cálcio	24,78 a A	27,90 a A	26,03 a A	24,78 a A	24,37 a A
Alginato de sódio	23,94 a A	25,61 a A	22,24 b AB	20,20 b B	20,20 b B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A redução nos teores de vitamina C pode ocorrer porque o ácido ascórbico sofre degradação pelo calor, oxidação, dessecação, armazenamento, aplicação de frio e alcalinidade do meio. Adicionalmente, os danos provocados pelo processamento mínimo estimulam reações antioxidativas de defesa nos produtos o que pode consumir o ácido ascórbico (FRANCO, 1998).

Os teores de ácido ascórbico das laranjas minimamente processadas apresentaram redução de 7,5%, 1,6% e 15,6% para o controle e os tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), respectivamente, após 12 dias de armazenamento. Decréscimo bem superior (36%) foi observado por Rocha et al. (1995) nos teores de ácido ascórbico de laranjas minimamente processadas armazenadas a 4°C durante 11 dias.

Os tratamentos apresentaram diferenças significativas em nível de significância de 5%, a partir do 6º dia de armazenamento. As laranjas minimamente processadas submetidas ao tratamento com cloreto de cálcio (1%) apresentaram teores de ácido ascórbico significativamente maiores que as amostras tratadas com alginato de sódio (1%). Esta maior preservação nas amostras de laranjas adicionadas de cloreto de cálcio pode ser explicada pelo fato das mesmas, apresentarem preservação da integridade e funcionalidade da parede celular, verificada pela menor solubilização de substâncias pécticas e manutenção da textura.

Estudando mamões minimamente processados, Miranda (2001) observou que os frutos tratados com cloreto de cálcio não apresentaram variação no teor de vitamina C durante os oito dias de armazenamento a 6°C.

Moreira (2004), estudando tangores ‘Murcott’ minimamente processados armazenados a 6º e 12°C, observou redução nos teores de ácido ascórbico em ambas as temperaturas, após seis dias de armazenamento. O teor de vitamina C tende a diminuir com a maturação e com o

armazenamento, devido à atuação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbato oxidase), ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.2.3 Teor de sólidos solúveis

Foi detectado efeito significativo para a interação entre os tratamentos aplicados às laranjas minimamente processadas e o período de armazenamento com relação ao teor de sólidos solúveis dos frutos (Tabela 3).

As alterações entre os tratamentos se tornaram mais acentuadas no final do armazenamento. No 9º dia todos os tratamentos diferenciaram entre si, já no 12º dia de armazenamento o tratamento com alginato de sódio (1%) se mostrou diferenciado dos demais, o qual resultou em laranjas com menores teores de sólidos solúveis. A imersão das amostras na solução formadora de película, poderia estar lixiviando os teores de sólidos solúveis.

Tabela 3 - Teor de sólidos solúveis (°Brix) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	8,38 a B	8,75 a B	8,70 a B	9,85 a A	9,23 a AB
Cloreto de cálcio	8,48 a A	8,88 a A	8,90 a A	9,15 b A	8,98 a A
Alginato de sódio	8,18 a BC	8,95 a A	8,48 a AB	8,45 c AB	7,78 b C

Médias seguidas da mesma maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Estudando maçãs da cultivar Royal Gala minimamente processadas com solução conservadora e diferentes películas comestíveis Fontes (2005) também verificou que os tratamentos com fécula de mandioca e dextrina resultaram em menores teores de sólidos solúveis durante o armazenamento refrigerado a 2°C. A justificativa do fato foi que a imersão das amostras em soluções filmogênicas poderia estar lixiviando os sólidos solúveis do vegetal.

Apesar das variações dos teores de sólidos solúveis encontrados entre os tratamentos, os valores se encontraram numa faixa de 7,78 a 9,85°Brix, o que se enquadra na faixa de 8,2 a 8,9°Brix, verificada por Arruda (2007) em estudo com laranjas minimamente processadas tratadas hidrotermicamente, armazenadas a 6°C durante 4 dias.

De maneira geral, houve um acréscimo a partir do 6º dia de armazenamento no teor de sólidos solúveis das laranjas minimamente processadas controle. Esse aumento observado, talvez

seja devido à perda de água, concentrando essas substâncias nos frutos. Os teores de sólidos solúveis na maioria das vezes aumentam com o transcorrer do processo de maturação do fruto, por biossíntese, degradação de polissacarídeos ou perda de água dos frutos, resultando em maior concentração dos mesmos (FIDLER; NORTH, 1966).

Melão minimamente processado estudado por Arruda et al. (2003), apresentou aumento nos teores de sólidos solúveis de 0,68 e 0,16°Brix, durante 9 dias de armazenamento refrigerado, quando cortados em fatias e cubos, respectivamente.

Antoniolli, Benedetti e Souza Filho (2003) observaram aumento linear no teor de sólidos solúveis em abacaxi 'Pérola' minimamente processado tratado com CaCl_2 (1%) e no controle, enquanto os submetidos ao tratamento com CaCl_2 (2%), apresentaram valores constantes durante o período de armazenamento. Os autores justificam tal comportamento como sendo resultante mais da grande variação do teor de sólidos solúveis encontrada no fruto, do que ao efeito do tratamento com CaCl_2 .

Santos (2002) observou um incremento até o oitavo dia de armazenamento nos teores de sólidos solúveis em abacaxi 'Pérola' minimamente processado, seguido de redução, fato justificado, pela provável síntese e consumo de substratos no metabolismo respiratório dos frutos.

Os resultados do presente trabalho são discordantes dos obtidos por Shellie e Saltveit (1993), os quais verificaram comportamento constante do teor de sólidos solúveis durante todo período de armazenamento em melões reticulados.

Com a maturação ocorre a síntese dos sólidos solúveis ou a degradação de polissacarídeos, fazendo com que o valor dos sólidos solúveis aumente até certo ponto, a partir do qual começam a ser utilizados na manutenção da atividade metabólica dos frutos (BRON; JACOMINO; APEZZATO-DA-GLÓRIA, 2002) enquanto que o pH aumenta (HOLLAND, 1993) e o teor de acidez diminui (ERKAN; PEKMEZCI; WANG, 2005).

4.2.4 Açúcares redutores

Foi detectado efeito significativo para a interação entre os tratamentos e período de armazenamento com relação ao teor de açúcar redutor ($p < 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios de açúcares redutores (%) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	6,40 a AB	4,62 a C	5,88 a B	7,34 a A	6,11 a B
Cloreto de cálcio	6,39 a AB	4,56 a C	5,58 ab B	7,21 a A	6,48 a AB
Alginato de sódio	7,29 a A	4,75 a C	5,32 b C	6,35 b B	5,22 b C

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As laranjas minimamente processadas apresentaram valores percentuais de açúcares redutores significativamente menores no 3º dia de armazenamento, apresentando teores médios de 4,62; 4,56 e 4,75% para as amostras controle, tratadas com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), respectivamente. Após esse período apresentou uma elevação significativa com posterior tendência à estabilização no 12º dia, alcançando teores significativamente semelhantes aos obtidos no dia do processamento para os tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e o controle.

Por outro lado, as amostras tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram teores de açúcares redutores significativamente menores no final do período de armazenamento, diferenciando dos demais tratamentos. Este fato também pôde ser observado em relação aos teores de sólidos solúveis, que se apresentaram menores em comparação aos demais tratamentos. Este fato pode ser justificado, pela interferência da película de revestimento, esta pode estar lixiviando os teores de açúcares do fruto.

Araújo e Chitarra (2005) estudando melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado sob atmosfera modificada observaram elevação nos teores de açúcares solúveis totais até o 4º dia de armazenamento. Após esse período, os valores permaneceram relativamente constantes para os melões sob atmosfera modificada ativa. Os autores justificam a estabilização nos valores de açúcares devido ao provável consumo de substratos durante o metabolismo respiratório dos frutos.

Os açúcares redutores apresentaram pequenas modificações ao longo do período de armazenamento, porém os valores encontrados estão acima dos valores percentuais conforme mencionado por Chitarra e Chitarra (2005), em que a laranja apresenta em média teores percentuais de açúcares redutores iguais a 4,7.

Os frutos não climatéricos são colhidos na maturidade ou após. Como consequências apresentam pequenas modificações no conteúdo de açúcares, o que confere um longo período de armazenamento, sem perda de qualidade. Em alguns casos, pode ocorrer um aumento no conteúdo

inicial de açúcares durante o armazenamento, como resultado do metabolismo de polissacarídeos das paredes celulares (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.2.5 Açúcares totais

Em relação aos açúcares totais, houve interação significativa entre os tratamentos e período de armazenamento (Tabela 5).

Tabela 5 - Valores médios de açúcares totais (%) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	10,81 ab AB	9,06 a B	9,13 a B	9,70 b AB	11,01 a A
Cloreto de cálcio	11,42 a A	9,16 a C	9,99 a BC	11,19 a A	10,64 a AB
Alginato de sódio	10,53 b A	9,19 a BC	8,81 a BC	9,92 ab AB	8,05 b C

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos não apresentaram comportamento semelhante durante o período de armazenamento avaliado, uma vez que as amostras tratadas com cloreto de cálcio (1%) e o controle obtiveram aumento após o 3º dia de armazenamento, mas com valores no 12º dia semelhantes ao dia do processamento. Enquanto que, aquelas tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram queda significativa, a qual alcançou no final do armazenamento teores significativamente menores aos obtidos no primeiro dia de análise.

Bicalho (1998) em estudo com fruto de mamão Solo tratado com cálcio e filme de PVC, também observou aumento dos teores de açúcares totais até o 25º de armazenamento independente do tratamento utilizado, a partir do qual, verificou tendência de redução. Comportamento este, semelhante ao observado em relação aos teores de açúcares redutores e não-redutores.

Segundo Whiting (1970) o conteúdo de açúcares aumenta gradativamente durante os primeiros estádios de desenvolvimento do fruto e rapidamente nos últimos estádios de maturação. No decorrer do amadurecimento, ocorrem à hidrólise do amido, a transformação dos constituintes celulósicos e a conversão da protopectina em pectina solúvel.

Chitarra e Chitarra (2005) afirma que a laranja apresenta em média teores percentuais de açúcares totais iguais a 9,6, no entanto, na presente pesquisa, os valores encontrados são superiores ao mencionado pelos autores.

Podem ser observadas pequenas oscilações nos teores de açúcares totais ao longo do período de armazenamento. Como também foi constatado por Santos (2002), estudando a influência da atmosfera modificada ativa em abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado, observou oscilações nos teores de açúcares solúveis totais durante o armazenamento a 5°C; fato justificado à variabilidade da matéria-prima e não relacionado com os tratamentos e o tempo de armazenamento.

As laranjas minimamente processadas adicionadas de cloreto de cálcio (1%), mantiveram níveis significativamente mais elevados de açúcares totais em comparação aos demais tratamentos (Figura 3), mostrando que este composto também colaborou para a minimização da atividade respiratória e consequentemente para o menor consumo de açúcares durante o processo respiratório. Este fato também pode ser constatado por Andrade (2006), estudando mamões minimamente processados submetidos aos tratamentos com ácido ascórbico, ácido ascórbico mais cloreto de cálcio, cloreto de cálcio e o controle; os frutos tratados com cloreto de cálcio apresentaram níveis de açúcares totais significativamente mais elevados que os demais.

Figura 3 - Média dos teores de açúcares totais de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas controle, e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), durante 12 dias de armazenamento a 5°C

Miranda (2001) em estudo de mamões minimamente processados submetidos aos tratamentos com ácido ascórbico, peróxido de hidrogênio, cloreto de cálcio e o controle

armazenados a 6°C durante 8 dias, também constatou que os frutos tratados com cloreto de cálcio a 1% apresentaram maior manutenção da concentração de açúcares solúveis totais.

4.2.6 pH

Os valores de pH das laranjas minimamente processadas diferiram significativamente para cada tratamento entre os dias de armazenamento, entretanto, não foi observada variação de pH como efeito de tratamento (Tabela 6).

Tabela 6 - Valores médios de pH de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	3,73 a C	3,74 a BC	3,82 a AB	3,88 a A	3,82 a AB
Cloreto de cálcio	3,75 a BC	3,70 a C	3,79 a B	3,91 a A	3,80 a B
Alginato de sódio	3,74 a C	3,76 a BC	3,84 a AB	3,89 a A	3,77 a BC

Médias seguidas da mesma maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

A partir do 6º dia, foi verificado um acréscimo nos valores de pH, com posterior tendência de redução no 12º dia de armazenamento, o qual alcançou níveis semelhantes aos valores encontrados no dia do processamento para as amostras tratadas com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%).

Um aumento dos valores de pH poderia ser esperado pelo efeito de tratamento uma vez que houve adição de cloreto de cálcio (sal de natureza básica) nos tratamentos com alginato de sódio a 1% e cloreto de cálcio a 1%. No estudo de Peroni (2002) foram verificados aumentos significativos dos valores de pH com o acréscimo na concentração de cloreto de cálcio (0,3; 0,6; 0,9 e 1,2%) em melões minimamente processados. Entretanto, o aumento do pH observado nas amostras controle, pode ser explicado pela diminuição da acidez titulável ao longo do armazenamento. Segundo Chitarra e Chitarra (1990) numa faixa de concentração de ácidos entre 2,5 e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado como indicativo dessa variável.

Araújo e Chitarra (2005) em estudo de melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado sob atmosfera modificada armazenados a 6°C durante 8 dias, verificaram que o controle apresentou

pH superior aos demais tratamentos no segundo dia e no último dia de armazenamento; o controle e o tratamento com 5% CO₂ e 5% O₂ apresentaram pH superior ao tratamento com 10% CO₂ e 2% O₂.

Os tratamentos com alginato de sódio (1%), cloreto de cálcio (1%) e o controle, não diferiram entre si e apresentaram comportamento semelhante no final do armazenamento.

Fontes (2005), observou que os tratamentos com solução conservadora, fécula de mandioca e alginato de sódio conservaram o pH das maçãs minimamente processadas inalterado durante o armazenamento. Já para as maçãs tratadas com dextrina e o controle, apresentaram tendência de aumento, ao longo do armazenamento a 2°C. No trabalho de Fontes (2005) também foi observado que o uso de solução conservadora contendo cloreto de cálcio, ácido ascórbico e ácido cítrico baixou o pH das maçãs. Nos demais tratamentos, o fato das maçãs minimamente processadas ser imersas inicialmente em solução conservadora e posteriormente, em substâncias formadoras de películas, explica os maiores valores de pH observados, ou seja, houve interferência do pH das soluções filmogênicas.

Vieira, Vieites e Evangelista (2000) estudaram abacaxis minimamente processados com película de fécula de mandioca nas concentrações de 1%, 2% e 3% sob armazenamento refrigerado a 5°C e observaram que as amostras tratadas com fécula de mandioca apresentaram valores mais elevados de pH do que o controle.

Santos (2002) estudou abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado submetido à atmosfera modificada ativa e observou uma tendência de queda nos teores de pH ao longo do período de armazenamento, com a atmosfera modificada ativa não exercendo influência sobre a variável.

4.2.7 Acidez titulável

O tempo de armazenamento não alterou significativamente a acidez das laranjas minimamente processadas, exceto no caso do controle (Tabela 7). Após o 3º dia de armazenamento, observou-se uma queda significativa da acidez nas laranjas minimamente processadas controle, com posterior estabilização, o qual alcançou no 12º dia de armazenamento níveis semelhantes aos demais tratamentos, não deferindo entre si. Segundo Tucker (1993), os ácidos orgânicos representam um dos principais substratos para os processos respiratórios, e de certa forma, tendem a diminuir significativamente.

Tabela 7 - Acidez titulável (% ácido cítrico) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	0,66 a AB	0,71 a A	0,62 a B	0,64 a AB	0,63 a AB
Cloreto de cálcio	0,63 a A	0,63 ab A	0,63 a A	0,61 a A	0,62 a A
Alginato de sódio	0,59 a A	0,62 b A	0,58 b A	0,61 a A	0,61 a A

Médias seguidas da maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Em todos os tratamentos, os teores de acidez titulável variaram pouco durante o armazenamento, mostrando que em laranjas esta variável não se modifica drasticamente durante a senescência. Os valores oscilaram de 0,58% a 0,71% de ácido cítrico.

Em estudo com laranjas minimamente processadas armazenadas a 4°C durante 11 dias, Pretel et al. (1998) não observaram alterações nos teores de acidez titulável ao longo do armazenamento.

Lamikanra e Watson (2000) estudaram melões minimamente processados durante armazenamento a 4°C e 20°C e observaram estabilidade nos teores de sólidos solúveis e de acidez quando os melões foram armazenados sob baixa temperatura (4°C).

As laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%) apresentaram valores inalterados de acidez ao longo do armazenamento.

Kluge et al. (2003), também observaram valores praticamente inalterados de acidez titulável em tangores ‘Murcott’ minimamente processados durante o armazenamento refrigerado, apresentando valores variáveis entre 0,87 a 0,94% de ácido cítrico.

Arruda (2007) não observou efeito significativo entre tratamentos e tempo de armazenamento em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas. Os valores de acidez titulável encontrados foram de 0,68 a 0,75% de ácido cítrico, para as amostras submetidas ao tratamento hidrotérmico (imersão dos frutos em água a 50°C por 8 minutos) e valores de 0,73 a 0,71% de ácido cítrico para as amostras sem tratamento (controle), armazenadas a 6°C, durante 4 dias.

Andrade (2006) observou em mamões minimamente processados submetidos ao tratamento com cloreto de cálcio (1%), níveis de acidez titulável iguais aos recém processados.

4.2.8 ‘Ratio’

O ‘ratio’ representa a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável. É um indicativo de sabor do fruto, pois relaciona a quantidade de açúcares e ácidos presentes. Na presente pesquisa, os valores de ‘ratio’ apresentaram semelhante comportamento ao da acidez titulável. O período de armazenamento apresentou influência apenas para o controle, o qual apresentou no final do armazenamento valores significativamente maiores que aos observados no dia do processamento (Tabela 8). Este comportamento pode ser explicado pelo aumento dos teores de sólidos solúveis e pela diminuição da acidez titulável constatados neste tratamento. Segundo Cavalini (2004) esta relação tende a aumentar durante a maturação, devido ao acréscimo nos teores de açúcares e à diminuição dos ácidos.

Tabela 8 - Valores médios de ‘ratio’ (sólidos solúveis/acidez titulável) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	12,64 a B	12,41 b B	13,98 a AB	15,49 a A	14,78 a A
Cloreto de cálcio	13,52 a A	14,18 a A	14,10 a A	15,18 a A	14,55 a A
Alginato de sódio	14,03 a A	14,39 a A	14,77 a A	13,85 a A	12,90 a A

Médias seguidas da mesma maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Em estudo com tangores ‘Murcott’ minimamente processados tratados com recobrimentos comestíveis, Moreira (2004) observou diminuição da acidez e consequentemente aumento dos valores de ‘ratio’.

Não foram encontradas diferenças significativas, em nível de significância de 5%, entre os tratamentos, cloreto de cálcio (1%), alginato de sódio (1%) e o controle.

As laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram redução no ‘ratio’, ao longo do armazenamento, embora não significativo. Isto também pode ser observado nos teores de sólidos solúveis e acidez titulável que apresentaram valores médios menores para este tratamento.

Sarzi e Durigan (2002) observaram que a relação sólidos solúveis e acidez titulável não foi influenciada pelo tipo de preparo (rodela ou metade), em abacaxis minimamente processados, mas

foi influenciada pela temperatura de armazenamento e, os produtos mantidos a 9°C apresentaram valores superiores em relação aos mantidos a 3° e 6°C.

Os valores de ‘ratio’ encontrados na presente pesquisa, oscilaram entre 12,41 e 15,49. Estes resultados estão de acordo com Figueiredo (1991); segundo o autor a laranja ‘Pêra’ apresenta em média valores mínimos de ‘ratio’ iguais a 12,5.

Kluge et al. (2003) não observaram diferença significativa entre os tratamentos e período de armazenamento no ‘ratio’, em ‘Murcott’ minimamente processado, sendo que os valores oscilaram entre 11,08 e 12,27.

Arruda (2007), não constatou diferença significativa entre tratamentos e período de armazenamento, em laranjas ‘Pêra’ tratadas hidrotermicamente e, os valores encontrados variaram de 11,4 a 13,3.

4.2.9 Firmeza

A firmeza das laranjas minimamente processadas submetidas ao tratamento com película de alginato de sódio a 1% apresentaram queda gradual e significativa com o decorrer do período de armazenamento (Tabela 9). Embora o tratamento com película, também tenha recebido a imersão do cloreto de cálcio a 1%, a imersão posterior, em solução formadora de revestimento, pode ter diluído o efeito do cálcio, o qual também foi observado por Fontes (2005) em estudo com maçãs minimamente processadas.

Tabela 9 - Firmeza (lbf/g) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	0,56 a A	0,46 b A	0,46 b A	0,49 a A	0,47 a A
Cloreto de cálcio	0,55 a A	0,63 a A	0,64 a A	0,54 a A	0,55 a A
Alginato de sódio	0,53 a A	0,57 a A	0,56 a A	0,51 a A	0,49 a B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Quando se consideram os tratamentos aplicados independente do período de armazenamento constata-se diferenças significativas entre os mesmos, sendo que as laranjas minimamente processadas submetidas ao tratamento com cloreto de cálcio a 1% apresentaram maiores médias

de firmeza, quando em comparação ao alginato de sódio a 1% e o controle, os quais não diferenciaram entre si (Figura 4).

Figura 4 - Média da firmeza (lbf/g) de laranjas 'Pêra' minimamente processadas controle, e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), durante 12 dias de armazenamento a 5°C

Desta forma, a manutenção da firmeza das amostras tratadas com cloreto de cálcio (1%), está associada ao cálcio ligar-se com pectinas da parede celular e da lamela média, e além de conferir insolubilidade ao material péctico, inibe a degradação pela poligalacturonase, principal enzima responsável pelo amaciamento dos frutos, uma vez que o pectato de cálcio formado é resistente à degradação por esta enzima e consequentemente para a manutenção da firmeza evidenciada pela menor solubilização da pectina solúvel verificada neste tipo de tratamento (AWAD, 1993).

Bicalho (1998) estudando o efeito do cálcio sobre a firmeza de mamões inteiros, observou que os frutos submetidos a este tratamento necessitaram de uma maior força de rompimento da polpa superior ao controle, constatando que a textura dos mamões foi diretamente influenciada pela adição de cálcio.

Andrade (2006) estudando mamões minimamente processados tratados com CaCl_2 (1%) e CaCl_2 (1%) mais ácido ascórbico (0,5%), observou aumento gradual de firmeza ao longo do armazenamento, porém não significativo. O autor também verificou diminuição da firmeza em mamões do controle e dos tratados com ácido ascórbico, tal fato está associado à atividade de enzimas que degradam a parede celular, evidenciada pela maior solubilização da pectina.

Fontes (2005) verificou aumento da firmeza em maçãs minimamente processadas tratadas com solução conservadora (ácido ascórbico a 1%, ácido cítrico a 0,5%, cloreto de cálcio a 0,25% e cloreto de sódio a 0,7%) ao longo dos 13 dias de armazenamento refrigerado a 2°C.

Araújo e Chitarra (2005) observaram redução da firmeza em melão minimamente processado com o decorrer do período de armazenamento, embora os tratamentos com atmosfera modificada não tenham diferenciado entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

A perda de firmeza dos produtos vegetais minimamente processados é decorrente das modificações na estrutura e na composição da parede celular pela ação de numerosas enzimas, entre as quais as pectinases (pectinametilesterase-PME e poligalacturonase-PG), celulasas e β -galactosidases. As degradações da celulose, da hemicelulose e da pectina da parede celular são, portanto, os principais fatores responsáveis pela perda de firmeza dos tecidos vegetais após o processamento mínimo (CHITARRA, 2001).

4.2.10 Pectina solúvel

As pectinas são polímeros de ácido galacturônico e também fazem parte da parede celular como material cimentante, mantendo a coesão entre as células. Com o avanço da maturação há hidrólise e solubilização das pectinas, o que contribui de forma marcante para o amaciamento dos tecidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Com relação à pectina solúvel, todos os tratamentos apresentaram aumento ao longo do armazenamento, porém as laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%) e o controle alcançaram variações estatísticas significativas desta variável a partir do 9º dia de armazenamento (Tabela 10). Enquanto que as amostras tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram solubilização já a partir do 6º dia de armazenamento. O aumento na solubilização das substâncias pécticas associou-se perfeitamente com a redução da firmeza durante o período de armazenamento das amostras submetidas ao tratamento com alginato de sódio (1%), resultados semelhantes aos de outros autores (TEIXEIRA et al., 2001, ARAÚJO; CHITARRA, 2005).

Tabela 10 - Valores médios de pectina solúvel (mg de ácido galacturônico/100g de polpa) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	92,78 a B	117,26 a AB	99,59 a B	87,93 b B	137,15 a A
Cloreto de cálcio	97,31 a B	107,98 a AB	89,72 a B	81,31 b B	138,50 a A
Alginato de sódio	95,47 a AB	114,91 a AB	86,58 a B	127,73 a A	131,32 a A

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%) apresentaram a menor média de pectina solúvel em comparação aos demais tratamentos, mostrando que a ação do cálcio colaborou para a preservação da parede celular e manutenção da estrutura física do fruto. Esta constatação está de acordo com Gonçalves (1998), que também constatou menores teores de pectina solúvel em abacaxis ‘Smooth Cayenne’ submetidos ao tratamento com cloreto de cálcio.

A comprovada influência do cálcio em reduzir a solubilização de substâncias pécticas leva a inferir em uma menor perda de firmeza da polpa nos frutos tratados com cloreto de cálcio, uma vez que as pectinas contribuem em grande parte para a manutenção desse atributo de qualidade (CARVALHO; LIMA, 2002).

Pinheiro, Vilas Boas e Lima (2005) estudando a influência do CaCl_2 sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi ‘Pérola’, observou que o tratamento com CaCl_2 a 3% determinou menor solubilização de substâncias pécticas que o tratamento com CaCl_2 a 2%. Entretanto, não houve diferença entre as concentrações de CaCl_2 e o controle, com relação ao teor de pectina solúvel.

Carvalho e Lima (2002) observaram efeito significativo da interação tratamento e período de armazenamento quanto ao teor de pectina solúvel em kiwis minimamente processados. O tratamento com cloreto de cálcio apresentou menores valores e as fatias tratadas com ácido ascórbico apresentaram os maiores teores de pectina solúvel ao longo do período de armazenamento, indicando, assim, que se encontravam mais amolecidas.

A solubilização de substâncias pécticas é uma tendência natural durante o amadurecimento dos frutos, sendo que o cálcio pode contribuir para a estabilização da parede celular, através da formação de pectato de cálcio, auxiliando, dessa forma, na redução da solubilização péctica e na manutenção da firmeza do fruto (POOVAIAH, 1986; SALUNKE; BOLIN; REDDY, 1991). Os íons Ca^{2+} agem, provavelmente, como pontes iônicas entre resíduos de ácido galacturônico

carregados negativamente, formando uma estrutura estável denominada "egg box" (BRETT; WALDRON, 1990).

4.2.11 Pectina total

Com relação à pectina total pode ser observada interação significativa entre tratamentos e período de armazenamento, as quais apresentaram aumento gradual ao longo do armazenamento para todos os tratamentos avaliados (Figura 5).

Prado et al. (2003) em estudo de abacaxis ‘Smooth Cayenne’ minimamente processados armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada, também constataram aumento nos teores de pectina total durante o período de armazenamento.

Tabela 11 - Valores médios de pectina total (mg de ácido galacturônico/100g de polpa) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	235,02 b D	407,98 a C	698,95 a A	569,88 c B	626,30 a AB
Cloreto de cálcio	417,70 a C	382,00 a C	638,01 a B	847,21 a A	548,78 b B
Alginato de sódio	245,36 b D	351,40 a C	433,27 b C	697,57 b A	549,23 b B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Figura 5 - Teores de pectina total (mg de ácido galacturônico/100g de polpa) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos, durante 12 dias de armazenamento a 5°C

Andrade (2006) também observou aumento gradual nos valores de pectina total ao longo do período de armazenamento, em mamões minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos químicos.

Quando se consideram os tratamentos aplicados independentemente, todos diferenciaram entre si (Figura 6), sendo que as laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram menores teores de pectina total. Sendo assim, analisando os parâmetros de solubilização de pectinas e perda de firmeza ao longo do armazenamento, pode-se constatar que as amostras submetidas a este tratamento encontravam-se mais amolecidas que os demais tratamentos.

Segundo Vilas Boas (1995), existem evidências de que o amaciamento dos frutos durante o amadurecimento é acompanhado pelo aumento na solubilização de substâncias pécicas na parede celular e lamela média, e que um incremento no teor de pectina solúvel é observado com o decorrer do amaciamento. Um decréscimo na protopectina e pectina total podem ser observados durante o amadurecimento, paralelamente ao aumento dos teores de pectinas solúveis.

Figura 6 - Média dos teores de pectina total (mg de ácido galacturônico/ 100g de polpa) de laranjas 'Pêra' minimamente processadas controle, e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), durante 12 dias de armazenamento a 5°C

Araújo e Chitarra (2005) observaram maiores valores de pectina total em melões minimamente processados submetidos à atmosfera modificada ativa (10% de CO₂ e 2% de O₂). Conseqüentemente constatarem uma menor perda de firmeza nas amostras submetidas a este tratamento, quando comparados ao controle e à atmosfera modificada de 5% de CO₂ e 5% de O₂.

Santos (2002) observou interação significativa entre tratamentos e tempo de armazenamento em abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado submetido à atmosfera modificada ativa, e são discordantes do observado por Carvalho e Lima (2002), que não constataram efeito significativo dos tratamentos, nem do período de armazenamento sobre o teor de pectina total em kiwis minimamente processados submetidos aos tratamentos com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio.

4.2.12 Coloração

A variável L indica luminosidade, diferenciando cores claras de escuras. Seu valor varia de zero para cores escuras (preto) a 100 para cores claras (branco). Os valores de luminosidade (L) das laranjas minimamente processadas são apresentados na Tabela 12. Não foram encontradas diferenças significativas, em nível de 5% de probabilidade, entre os tratamentos.

Tabela 12 - Valores médios de luminosidade (L) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	39,54 a AB	39,58 ab AB	39,08 a B	40,67 a A	39,44 a AB
Cloreto de cálcio	39,11 a A	39,75 a A	39,21 a A	39,93 a A	39,11 a A
Alginato de sódio	38,83 a A	38,42 b A	39,27 a A	38,42 b A	39,99 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

O tempo de armazenamento não alterou significativamente os valores de luminosidade, exceto para o controle, que apresentou laranjas minimamente processadas com tendências variáveis de coloração mais clara ao longo do período de armazenamento.

Em estudo com laranjas minimamente processadas armazenadas a 4°C, Rocha et al. (1995) também não observaram mudanças significativas na coloração dos frutos.

Estudando efeitos de descascamento e temperatura de armazenamento em laranjas minimamente processadas, Donadon et al. (2004) observaram que o descascamento enzimático proporcionou às laranjas coloração mais clara ao longo do período de armazenamento, evidenciado pelo aumento da luminosidade. E o descascamento manual e mecânico, apresentaram o efeito contrário, uma leve tendência ao escurecimento.

Quando se consideram os tratamentos aplicados independente do período de armazenamento constata-se diferenças significativas entre os mesmos, em comparação ao controle verifica-se que as laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio a 1%, apresentaram menor média de luminosidade (coloração mais escura), porém não diferiram do tratamento com cloreto de cálcio a 1%. Esta coloração mais escura, pode ter relação com a coloração da solução filmogênica, que é levemente marrom (Figura 7).

Figura 7 - Média da luminosidade de laranjas 'Pêra' minimamente processadas controle, e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), durante 12 dias de armazenamento a 5°C

Fontes (2005) também observou coloração mais escura em maçãs minimamente processadas tratadas com alginato em comparação aos demais tratamentos (solução conservadora, dextrina e fécula de mandioca), fato atribuído à coloração da própria solução filmogênica que é levemente escura e também o pH mais elevado dessa amostra, segundo o autor também pode ter colaborado para este resultado.

O aumento na luminosidade, conjugado com o aumento na cromaticidade revela que nos frutos, à medida que passa da cor verde para a cor amarela, ocorre uma redução nos pigmentos verdes (clorofila) e acúmulo nos amarelos (carotenóides) (MATTIUZ; DURIGAN, 2001).

A cromaticidade define a intensidade da cor, assumindo valores próximos a zero para as cores neutras e ao redor de 60 para cores vívidas. Assim, maiores valores de croma significam maior intensidade da cor amarela (McGUIRE, 1992).

Neste experimento somente as laranjas minimamente processadas controle apresentaram ao longo do armazenamento aumento gradual e significativo nos valores de cromaticidade, o que indica aumento na intensidade da coloração. Desta forma, verificou-se maior intensificação da coloração amarela (Tabela 13).

Tabela 13 - Valores médios de cromaticidade de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	13,61 a BC	13,84 a ABC	13,29 a C	14,92 a AB	15,04 a A
Cloreto de cálcio	13,56 a A	14,11 a A	13,52 a A	14,55 a A	14,24 ab A
Alginato de sódio	14,11 a A	13,06 a A	13,31 a A	13,19 b A	13,86 b A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Estes dados estão de acordo com Kluge et al. (2003) em ‘Murcott’ minimamente processados observaram acréscimo da cromaticidade durante o período de armazenamento nas três temperaturas de armazenamento (2°, 6° e 12°C), indicando aumento na intensidade da coloração alaranjada, tal fato justificado, provavelmente à degradação da pectina que recobre os segmentos, tornando-os mais transparentes.

Quando se observam as diferenças entre os tratamentos, verifica-se que as laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio a 1% apresentaram a menor média de cromaticidade (coloração menos intensa), no entanto não diferiram do tratamento com cloreto de cálcio a 1% (Figura 8).

Figura 8 - Média da cromaticidade de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas controle, e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), durante 12 dias de armazenamento a 5°C

Os valores de ângulo de cor (h°) mais distantes de 90° representam frutas mais verdes, ao passo que, quanto mais próximas a 90° , mais amarelas são as amostras (McGUIRE, 1992).

Em relação ao ângulo de cor, pode ser observado que o tempo de armazenamento apresentou influência para as laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio a 1% e alginato de sódio a 1% (Tabela 14).

Tabela 14 - Valores médios de ângulo de cor (h°) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	98,10 ab A	99,23 a A	99,20 a A	99,12 b A	99,43 b A
Cloreto de cálcio	97,10 b B	98,31 a AB	99,46 a A	99,60 ab A	99,43 b A
Alginato de sódio	98,92 a C	99,08 a C	100,00 a BC	101,17 a AB	101,95 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

As laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio apresentaram ao longo do armazenamento, aumento gradual e significativo nos valores de ângulo de cor (h°); os valores encontrados foram de $98,92^\circ$ no início do armazenamento e $101,95^\circ$ no final do período. E, observando as diferenças entre os tratamentos, tenderam a apresentar a maior média significativa de ângulo de cor (coloração menos amarela) (Figura 8). Este fato pode ser atribuído à coloração da película de revestimento.

Figura 9 - Média do ângulo de cor (h°) de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas controle, e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), durante 12 dias de armazenamento a 5°C

4.3 Análises Microbiológicas

Na avaliação de bactérias psicrotróficas, verifica-se que as mesmas, apresentaram crescimento ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos aplicados, com as contagens variando de $8,5 \times 10$ UFC/g a $2,6 \times 10^4$ UFC/g (Tabela 15). Apesar do aumento nas contagens das bactérias psicrotróficas obtidas no final do armazenamento, os números encontrados podem ser considerados baixos para esse parâmetro microbiológico, o que indica boas condições higiênicas dos produtos em todos os tratamentos.

Tabela 15 - Contagem de bactérias psicrotróficas, em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, armazenadas a 5°C durante 12 dias

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	$2,6 \times 10^2$	$8,4 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$	$8,2 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$
Cloreto de cálcio	$1,2 \times 10^2$	$7,0 \times 10^3$	$5,6 \times 10^3$	$1,8 \times 10^4$	$2,6 \times 10^4$
Alginato de sódio	$8,5 \times 10$	$3,6 \times 10^3$	$3,0 \times 10^3$	$7,5 \times 10^2$	$2,8 \times 10^3$

Os resultados obtidos representam a média aritmética das duplicatas, expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto.

Vitti (2003) observou aumento de bactérias psicrotróficas em beterrabas minimamente processadas de $4,48 \times 10^2$ UFC/g (zero dia) para $6,45 \times 10^4$ UFC/g no 10º dia de armazenamento a 5°C. Pilon (2003) também relatou aumento na população de microrganismos psicrotróficos em cenoura, pimentão e salada mista (batata e vagem) minimamente processadas embaladas sob ar atmosférico, vácuo e atmosfera modificada, ao longo do período de armazenamento.

Arruda (2007) observou menores contagens de bactérias psicrotróficas em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas submetidas à sanificação, o qual apresentou contagens <10 UFC/g. Enquanto que, as amostras controle (sem sanificação) as contagens de bactérias psicrotróficas foram de $4,0 \times 10^2$ UFC/g após 6 dias de armazenamento a 6°C.

Oliveira, Costa e Maia (2006) observaram aumento de bactérias psicrotróficas em abacaxis minimamente processados armazenados a 5°C durante 16 dias, sendo as contagens variáveis entre $5,8 \times 10^3$ e $6,3 \times 10^5$ UFC/g.

A menor contagem de bactérias psicrotróficas para as amostras tratadas com película de alginato de sódio em todos os dias de análises pode ser explicada pela alta temperatura a que foi submetida esta película durante o preparo (70°C), sendo responsável pela redução da população microbiana neste tratamento.

Embora não exista na legislação brasileira vigente padrões para bactérias psicrotróficas nem para coliformes totais em frutas e hortaliças no que diz respeito à quantidade de microrganismos presentes em um alimento, pode-se afirmar que quantidades elevadas ($>10^5$ UFC/g) são completamente indesejáveis. De acordo com Caruso e Camargo (1984) estes microrganismos são indesejáveis pelo risco do alimento estar deteriorado, perda real ou potencial das qualidades organolépticas, comprometimento da aparência do alimento e quanto maior o número de microrganismos em um alimento, maiores são as possibilidades da presença de patogênicos e/ou deteriorantes.

Durante o período de armazenamento, as contagens de bolores e leveduras apresentaram-se baixas, variando de $1,0 \times 10^3$ UFC/g a $3,8 \times 10^4$ UFC/g (Tabela 16). Embora não haja padrões microbiológicos para bolores e leveduras para o produto em questão, as contagens encontradas foram pequenas, não afetando significativamente a qualidade do produto.

Tabela 16 - Contagem de bolores e leveduras, em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, armazenadas a 5°C durante 12 dias

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	$1,0 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$	$2,9 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	$7,5 \times 10^3$
Cloreto de cálcio	$3,4 \times 10^3$	$1,9 \times 10^4$	$3,8 \times 10^4$	$3,4 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$
Alginato de sódio	$1,8 \times 10^3$	$1,5 \times 10^4$	$6,6 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$	$4,5 \times 10^3$

Os resultados obtidos representam a média aritmética das duplicatas, expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto.

O tratamento com cloreto de cálcio apresentou em todos os dias de análises os maiores valores nas contagens de bolores e leveduras. O processamento das amostras tratadas com cloreto de cálcio pode ter influenciado no aumento das contagens microbianas das mesmas.

Peroni (2002) estudando melões amarelo minimamente processados submetidos às concentrações de cloreto de cálcio de 0,3; 0,6; 0,9 e 1,2%, observou maior crescimento de fungos filamentosos e leveduras nas amostras que foram submetidas às maiores concentrações de cloreto de cálcio.

Moreira (2004) observou alta contagem de bolores e leveduras em ‘Murcott’ minimamente processado, submetido aos tratamentos com parafina e gelatina a 4% no 4º e 7º dias de armazenamento a 12°C, fato justificado pela operação de preparo dos recobrimentos comestíveis.

Carvalho e Lima (2002) constataram uma leve alteração no crescimento de bolores e leveduras após 10 dias de armazenamento a 1°C, de kiwis minimamente processados tratados com ácido cítrico, e os valores mínimo e máximo encontrados foram de <30 e $4,9 \times 10^2$ UFC/g.

Oliveira, Costa e Maia (2006) observaram aumento na população de bolores e leveduras em abacaxis minimamente processados, com o decorrer do período de armazenamento; as contagens destes microrganismos variaram de $3,0 \times 10^4$ UFC/g a $7,4 \times 10^7$ UFC/g no último dia de estocagem.

Os níveis de contaminação por bolores e leveduras em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas encontrados por Arruda (2007) foram de $1,5 \times 10$ UFG/g, $2,0 \times 10$ UFG/g e $1,0 \times 10$ UFG/g para as amostras submetidas à sanificação antes do descascamento, antes e após o descascamento e após o descascamento, respectivamente, após seis dias de armazenamento a 6°C.

As laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%) e alginato de sódio (1%), apresentaram contagens de coliformes totais ao longo do armazenamento maiores que as amostras controle (Tabela 17). A imersão das amostras em solução de cloreto de cálcio e na solução formadora de película, respectivamente, pode ser a razão de ter ocorrido uma pequena contagem de coliformes totais nestas amostras, embora, quando presente a contaminação tenha sido muito pequena, com valores oscilando de 8 a 23 NMP/g.

Tabela 17 - NMP de coliformes totais, em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, armazenadas a 5°C durante 12 dias

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Cloreto de cálcio	$2,3 \times 10$	$1,1 \times 10$	$1,7 \times 10$	< 2,0	$1,6 \times 10$
Alginato de sódio	8,0	9,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0

Os resultados obtidos representam o NMP de coliformes totais/g de produto.

Esses resultados vêm demonstrar que as condições higiênicas durante a manipulação do produto, na etapa de processamento, bem como o binômio concentração/tempo do sanitizante utilizado e o controle da temperatura foram eficientes, resultando em praticamente ausência de bactérias coliformes no produto.

Oliveira, Costa e Maia (2006) estudando abacaxis minimamente processados, verificaram que a contaminação por coliformes totais variou de <3 NMP/g no início do armazenamento a 21 NMP/g no final do período de estocagem.

Bonnas (2002) observou a presença de coliformes totais apenas no tempo zero em abacaxi ‘Smooth Cayenne’ minimamente processado. Os valores encontrados variaram entre 3,7 e 34 NMP/g.

Donadon et al. (2004) observaram contagem muito baixa de coliformes totais em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, submetidas ao descascamento manual, mecânico e enzimático durante armazenamento a 5°C, 10°C e à temperatura ambiente (21°-23°C). Os valores encontrados foram <3,0 NMP/g para as amostras armazenadas a 5° e 10°C e, para a temperatura ambiente os valores de coliformes totais encontrados foram $>1,1 \times 10^1$ tanto para o descascamento manual, mecânico e enzimático, respectivamente.

Na metodologia de tubos múltiplos, quando os resultados são <2,0 NMP/g significa que nenhum dos tubos inoculados se mostrou positivo.

Em nenhuma das amostras de laranjas minimamente processadas analisadas houve contaminação por coliformes a 45°C, como ilustrado na Tabela 18.

Tabela 18 - NMP de coliformes a 45°C, em laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, armazenadas a 5°C durante 12 dias

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Cloreto de cálcio	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0
Alginato de sódio	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0	<2,0

Os resultados obtidos representam o NMP de coliformes a 45°C/g de produto.

Para frutas e hortaliças minimamente processadas ainda não existe uma legislação com os limites de contagens microbianas tolerados. Entretanto, os resultados encontrados na presente pesquisa estão dentro do limite estabelecido pela Resolução RDC nº12 de 02/01/2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), de no máximo, 10^2 NMP de coliformes a 45°C/g de fruta fresca.

Andrade (2006) não observou contagem de coliformes a 45°C em nenhum dos tratamentos aplicados em mamões minimamente processados durante 9 dias de armazenamento refrigerado.

Donadon et al. (2004) estudando laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas observaram ausência de coliformes a 45°C nas temperaturas de armazenamento de 5°C, 10°C e a temperatura ambiente.

Não foi detectada *Salmonella* em nenhuma das amostras de laranjas minimamente processadas durante o armazenamento (Tabela 19). Tais resultados atendem aos padrões microbiológicos estipulados pela Resolução RDC nº12 de 02/01/2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) do Ministério da Saúde. Esta resolução estabelece para frutas frescas *in natura*, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, ausência de *Salmonella* em 25g de produto visando à preservação da saúde pública.

Tabela 19 - Detecção de *Salmonella* em 25g de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, armazenadas a 5°C durante 12 dias

Tratamentos	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	3	6	9	12
Controle	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência
Cloreto de cálcio	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência
Alginato de sódio	ausência	ausência	ausência	ausência	ausência

4.4 Análise Sensorial

4.4.1 Sabor

Um atributo associado à qualidade das frutas é o sabor. O sabor corresponde à percepção da combinação entre doçura, acidez, amargor e adstringência. Os principais compostos químicos responsáveis pelo sabor das frutas e hortaliças são os açúcares, ácidos orgânicos e compostos fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

As laranjas minimamente processadas não apresentaram variação significativa de sabor entre os tratamentos e durante o período de armazenamento ($p < 0,05$). De maneira geral, em todos os tratamentos houve declínio das notas atribuídas ao sabor durante o período de armazenamento, as notas se situaram em 5,00, o que corresponde a um conceito gostei na escala utilizada a 4,67 representado na escala de pontos, entre gostei e não gostei/ nem desgostei (Figura 10).

Figura 10 - Valores médios obtidos para o sabor durante a avaliação sensorial de laranjas 'Pêra' minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos, durante 9 dias de armazenamento a 5°C

Arruda (2002) também observou declínio das notas de sabor em melões cortados em cubos e em fatias, durante 9 dias de armazenamento a 3°, 6° e 9°C. No 6° dia de armazenamento os melões mantidos a 3°C e 6°C apresentaram sabor aceitável, enquanto aqueles armazenados a 9°C apresentaram sabor ruim.

Na avaliação do sabor, Andrade (2006) observou queda gradual de sabor ao longo do período de armazenamento a 6°C por 9 dias, em mamões minimamente processados submetidos aos tratamentos com ácido ascórbico, cloreto de cálcio e ácido ascórbico mais cloreto de cálcio.

Fontes (2005), estudando o efeito do uso de solução conservadora e películas comestíveis a base de dextrina, fécula de mandioca e alginato de sódio em maçãs minimamente processadas observou para as amostras tratadas com película de alginato de sódio redução considerável no sabor no 5° dia de armazenamento refrigerado (2°C), possivelmente pela presença da película de revestimento.

4.4.2 Aroma

O aroma é o conjunto das sensações de olfato, estimuladas por componentes voláteis que em conjunto com o gosto, conferem características específicas de sabor ao produto (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Todos os tratamentos avaliados apresentaram redução significativa das notas de aroma ao longo do período de armazenamento, no entanto, no 9º de armazenamento o controle apresentou notas abaixo do limite de aceitabilidade (inferiores a 4), representando na escala de pontos entre não gostei/ nem desgostei a desgostei (Tabela 20).

Tabela 20 - Médias das notas dos provadores para o aroma das laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	3	6	9
Controle	4,63 b A	4,70 a A	4,33 b AB	3,77 b B
Cloreto de Cálcio	4,63 b AB	4,97 a A	4,50 ab B	4,47 a B
Alginato de Sódio	5,50 a A	4,90 a B	4,93 a B	4,73 a B

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Figura 11 - Valores médios obtidos para o aroma durante a avaliação sensorial de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos, durante 9 dias de armazenamento a 5°C

Quando se consideram os tratamentos aplicados independente do período de armazenamento constata-se diferenças significativas entre os mesmos, sendo que as laranjas minimamente processadas submetidas ao tratamento com cloreto de cálcio (1%) e o controle, apresentaram médias de notas semelhantes entre si e significativamente menores que aquelas tratadas com alginato de sódio a 1% (Figura 12). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o uso de recobrimentos

comestíveis, pode controlar a perda de voláteis responsáveis pelo *flavor* (sabor e aroma) do produto.

Figura 12 - Valores médios obtidos para o aroma durante a avaliação sensorial de laranjas 'Pêra' minimamente processadas controle e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio a 1% e alginato de sódio a 1%, armazenadas a 5°C durante 9 dias

Arruda (2002) observou decréscimo significativo da nota atribuída ao aroma dos melões minimamente processados mantidos a 9°C no 9º dia de armazenamento, posicionando-o abaixo do limite de aceitabilidade.

O aroma de laranjas 'Pêra' minimamente processadas armazenadas a 6º e a 12°C, não foi influenciado pela embalagem (atmosfera modificada ativa e passiva). As notas de aroma atribuídas no final do armazenamento corresponderam a um conceito 'gostei' na escala em ambas as temperaturas de armazenamento.

4.4.3 Aparência

A aparência do produto exerce papel fundamental na decisão de compra, pois através deste parâmetro o consumidor seleciona, escolhe e consome o alimento. Assim, a disponibilidade no mercado de produtos com qualidade sensorial adequada, contribui para a satisfação do consumidor, favorecendo um maior consumo do produto em questão (DELIZA, 2000).

Houve efeito significativo do período de armazenamento para as laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio a 1%. No final do período de armazenamento obteve-se notas de aparência abaixo do limite de aceitabilidade (menor que 4), apresentando impróprias para o consumo aos 9 dias de armazenamento (Tabela 21). Alguns provadores descreveram as laranjas minimamente processadas submetidas a este tratamento, como frutos que possuíam um

leve ressecamento na superfície. Este fato pode ter sido preponderante na redução dos valores das notas de atribuídas à aparência do produto.

Tabela 21 - Médias das notas dos provadores para a aparência das laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em função dos tratamentos e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Tempo de armazenamento (Dias)			
	0	3	6	9
Controle	5,07 b A	4,93 b A	4,90 b A	4,60 b A
Cloreto de Cálcio	4,83 b A	4,00 c BC	4,33 c AB	3,50 c C
Alginato de Sódio	5,70 a A	5,63 a A	5,77 a A	5,57 a A

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Estes dados são discordantes dos observados por Miranda (2001). Segundo o autor, mamões minimamente processados que tiveram a adição de cloreto de cálcio apresentaram maior aceitação entre os provadores, que apresentaram aparência de frutos recentemente cortados.

Arruda (2002) estudando melão minimamente processado submetido a diferentes temperaturas de armazenamento (3°, 6° e 9°C), observou que os produtos mantidos a 6°C, apresentaram aspecto translúcido e notas de aparência abaixo do limite de aceitabilidade (menor que 3), no final do armazenamento.

Em estudo da aparência de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, Arruda (2007) constatou redução das notas, tanto para as armazenadas a 6°C como para 12°C, mas no final do período de armazenamento se mantiveram dentro do limite de aceitabilidade.

Em comparação aos tratamentos aplicados constata-se diferenças significativas entre os mesmos, sendo que as laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio a 1% apresentaram maiores médias de aparência (Figura 13). O brilho e a melhor integridade estrutural conferidos pelas películas comestíveis, tornam os produtos mais atrativos para o consumidor (KESTER; FENNEMA, 1986, HERSHKO; NUSSINOVITCH, 1998, BALDWIN et al., 1999).

Figura 13 - Valores médios obtidos para a aparência durante a avaliação sensorial de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas controle e submetidas aos tratamentos com cloreto de cálcio a 1% e alginato de sódio a 1%, armazenadas a 5°C durante 9 dias

Senesi e Bignardi (2000) registraram que a adição de película à base de purê de maçã, em maçãs desidratadas, reduziu a perda de peso durante a estocagem e melhorou a aparência do produto, resultados semelhantes ao observado na presente pesquisa.

4.4.4 Textura

A textura é um dos atributos mais importantes, está relacionada com o sabor, aroma e a estrutura do tecido, como dureza, maciez, fibrosidade, resistência e elasticidade. As modificações na textura estão relacionadas também com o teor de pectina do fruto (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Durante o período de armazenamento todos os tratamentos avaliados apresentaram queda da textura (Figura 14). Porém, os provadores não detectaram influência de tratamentos na textura das laranjas minimamente processadas, os quais obtiveram notas semelhantes entre si.

Figura 14 - Valores médios obtidos para a textura durante a avaliação sensorial de laranjas 'Pêra' minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos, durante 9 dias de armazenamento a 5°C

Segundo Lyons (1973) as mudanças texturais provenientes do amadurecimento normal de frutos ou decorrentes de danos de qualquer natureza estão intimamente relacionadas à degradação de pectinas. Essas modificações envolvem a ação de duas enzimas, a poligalacturonase (PG) e pectinametilesterase (PME).

Miranda (2001) também constatou queda acentuada da textura ao longo do período de armazenamento em mamões minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos químicos. Andrade (2006) observou queda gradual da textura ao longo do armazenamento em mamões minimamente processados, independente do tratamento utilizado com ácido ascórbico a 0,5%, cloreto de cálcio a 1% e cloreto de cálcio a 1% mais ácido ascórbico a 0,5%.

4.4.5 Intenção de compra

A maior porcentagem de intenção de compra, atribuída pelos provadores para as laranjas minimamente processadas, se localizou na escala em 'provavelmente compraria' com aproximadamente 44%. Em nenhum dia de análise, os provadores atribuíram a nota 1 durante a avaliação sensorial, o que corresponde na escala utilizada em 'certamente não compraria', mostrando que esse produto teve boa aceitação (Figura 15).

De maneira geral, os provadores justificaram o interesse de compra das laranjas minimamente processadas pela praticidade que o produto oferece, por ser bastante atrativo, pela

facilidade de consumo, por não apresentar a casca e ser apresentado em gomos, e como fator limitante o preço.

Figura 15 - Teste de intenção de compra de laranjas minimamente processadas (5-certamente compraria; 4-provavelmente compraria; 3- talvez compraria/ talvez não compraria; 2- provavelmente não compraria).

5 CONCLUSÃO

Os tratamentos com alginato de sódio (1%) e cloreto de cálcio (1%) mostraram-se eficientes para a minimização da atividade respiratória de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas, com destaque para o alginato de sódio (1%) que apresentou a menor atividade respiratória quando comparados aos demais. Este tratamento também apresentou a menor perda de massa e menores contagens de bactérias psicrotróficas ao longo do período de armazenamento, porém, os gomos tiveram sua qualidade prejudicada, principalmente com relação aos teores de ácido ascórbico, teores de açúcares, sólidos solúveis e a firmeza, encontrando-se mais amolecidas que aos demais tratamentos.

As laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%) manteve as características físico-químicas satisfatórias durante 12 dias de armazenamento, principalmente quanto aos teores de ácido ascórbico, acidez titulável, ‘ratio’ e manutenção da firmeza, evidenciada também pela menor solubilização de pectinas.

A coloração do controle foi significativamente alterada pelo período de armazenamento, apresentando-se amarela mais intensa, devido à degradação da pectina que recobre os segmentos. Por outro lado, as amostras tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram tendência ao escurecimento, o que pode ter ocorrido pela própria coloração da solução de revestimento.

Os cuidados tomados quanto às condições higiênicas levaram à obtenção de um produto minimamente processado com padrão microbiológico de acordo com a legislação de alimentos, apresentando ausência de *Salmonella* e não sendo observada presença significativa de coliformes totais e coliformes a 45°C, ao longo do armazenamento.

As laranjas minimamente processadas tratadas com alginato de sódio (1%) apresentaram uma vida útil de 12 dias de armazenamento a 5°C e os provadores as classificaram, como sendo o melhor tratamento para a manutenção da qualidade sensorial, apresentando a melhor aparência e aroma ao longo do armazenamento. Porém, as laranjas minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio (1%) e o controle, foram consideradas impróprias para o consumo aos 9 dias de armazenamento refrigerado a 5°C.

De maneira geral, independente do tratamento utilizado, o produto teve boa aceitação, os provadores justificaram o interesse de compra, pela praticidade que o produto oferece, por ser bastante atraente e pela facilidade de consumo.

REFERÊNCIAS

AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf-life of minimally processed fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, Guildford, v.7, n.6, p.179-187, 1996.

ALLEN, L.; NELSON, A.I.; STEINBERG, M.P.; MCGILL, J.N. Edible corn-carbohydrate food coating, II. Evaluation on fresh meat products. **Food Technology**, Chicago, v.17, p.1442, 1963.

ALMEIDA, F.B. Muito além das quitandas. **Exportar e Gerência**, n.16, p.33-34, 2000.

ALVARENGA, L.R.; FORTES, J.M. Cultivares de fruteiras de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.124, p.3-11, 1985.

ALVES, R.E.; DURIGAN, J.F.; DONADON, J.R.; PINTO, S.A.A.; MACHADO, F.L.C.; BASTOS, M.S.R. Tecnologia de processamento mínimo de manga e melão. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília. **Palestras...** Brasília: Embrapa, 2002. 1CD ROM.

ANDRADE, S.R.R. **Processamento mínimo de mamão (Carica papaya L.):** efeitos de aditivos químicos e atmosfera modificada na qualidade do produto. 2006. 180p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ANTONIOLLI, L.R.; BENEDETTI, B.C.; SOUZA FILHO, M. de. Sá M. de.; GARRUTI, D.S.dos. Agentes antioxidantes na manutenção da qualidade de abacaxi 'Pérola' minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2002, Belém, **Anais...** 2002, v.1. p.1-5.

ANTONIOLLI, L.R.; BENEDETTI, B.C.; SOUZA FILHO, M. de. Sá M. de. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de abacaxi 'Pérola' minimamente processado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p. 1105-1110, 2003.

ARAÚJO, F.M.M.C. de.; CHITARRA, A.B. Armazenamento de melão ‘orange flesh’ minimamente processado sob atmosfera modificada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.29, n.2, p.346-352, 2005.

ARRUDA, M.C.de. **Processamento mínimo de melão rendilhado**: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada. 2002. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

_____. **Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’**. 2007. 92p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ARRUDA, M.C.de.; JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; AZZOLINI, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p. 74-76, 2003.

ARRUDA, M.C.de.; MOREIRA, R.C.; PINHEIRO, A.P.; LOCHOSKI, M.A.; JACOMINO, A.P. Tratamento térmico facilita descascamento de laranja ‘Pêra’ e não altera sua qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis, **Resumos...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 1CD ROM.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of analitical chemists**. 16th ed. Arlington, 1995. 1141p.

_____. **Official methods of analysis**: official method 989. 17th ed. Arlington, 2000.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993.114p.

BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; BAKER, R. A. Edible coatings for lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v. 30, n. 1, p. 35-38, 1995a.

BALDWIN, E. A.; NISPEROS-CARRIEDO, M. O.; SHAW, P.E.; BURNS, J.K. Effect of coatings and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees Brix and ascorbic acids levels. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, Easton, v.43, p.1321-1331, 1995b.

BALDWIN, E. A.; NISPEROS, M. O.; CHEN, X.; HAGENMAIER, R. D. Improving storage life of cut apple and potato with edible coating. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 151-163, 1996.

BALDWIN, E.A.; BURNS, J.K.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J.K.; HAGENMAIER, R.D.; BENDER, R.J.; PESIS, E. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica L.*) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, n.3, p.215-226, 1999.

BICALHO, U. **Vida útil pós-colheita de mamão submetido a tratamento de cálcio e de filme de PVC**. 1998. 145p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

BITENCOURT, A.L.; SCALON, S.P.Q.; CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Aplicação pós-colheita de CaCl_2 em morango: avaliação da qualidade e da vida útil dos frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 1995, Lavras. **Resumos...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 1995.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. **Analytical Biochemistry**, New York, v.34, p.330-334, 1962.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 2.ed. São Paulo: Varela, 2001. p.60-77.

BONNAS, D. S. **Qualidade do abacaxi cv. Smooth cayenne minimamente processado embalado sob atmosfera modificada**. 2002. 100p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

BRACKETT, R.E. Microbiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 10, n.3, p. 195- 206, 1987.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução-RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001**: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. Disponível em <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm> Acesso em: 10 mar.2006.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.1, p. 18-22, 1995.

BRETT, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell wall**. London: Hyman, 1990. 194p.

BRON, I.U.; JACOMINO, A.P.; APEZZATO-DA-GLÓRIA, B. Alterações anatômicas e físico-químicas associadas ao armazenamento refrigerado de pêssegos ‘Aurora-1’ e ‘Dourado-2’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.10, p.1349-1358, 2002.

BURNS, J.K. Lightly processed fruits and vegetables: introduction to the colloquium. **HortScience**, Alexandria, v.30, n. 1, p.14-17, 1995.

CARUSO, J.G.B.; CAMARGO, R. Microbiologia de alimentos. In: CAMARGO, R.; FONSECA, H.; FILHO, L.G.P.; ANDRADE, M.O.; CANTARELLI, P.R.; OLIVEIRA, A.J.; GRANER, M.; CARUSO, J.G.B.; NOGUEIRA, J.N.; LIMA, U.A.; MOREIRA, L.S. **Tecnologia dos produtos agropecuários**. São Paulo: Nobel, 1984. p.35-49.

CARVALHO, A.V.; LIMA, L.C.O. Avaliação da qualidade de kiwis minimamente processados submetidos ao tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, **Palestras...** Viçosa: UFV, 2002. p.10.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh produce: In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p.150-172.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p. (ITAL. Manual Técnico).

CAVALINI, F.C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Paluma’**. 2004. 80p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

CEREDA, M.P.; BERTOLINI, A.C.; EVANGELISTA, R.M. Uso de amido em substituição às ceras na elaboração de películas na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., 1992, Recife, **Anais...** Recife: [s.n], 1992. p.107.

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 1990. 293p.

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

_____. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113p.

_____. **Alimentos minimamente processados**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 93p.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. Lavras: FAEPE, 2005. 785p.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E. Possible mechanisms by which postharvest calcium treatment reduces decay in apples. **Phytopatology**, St. Paul, v.74, n.1, p.208-210, 1984.

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

DONADON, J.R.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B de S.; TEIXEIRA, G.H. de A.; SANCHES, J. Efeito do tipo de descasque e da temperatura de armazenamento na qualidade de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, p.419- 423, 2004.

DONADON, J.R. **Conservação de frutas cítricas minimamente processadas: tipos de descasque e temperaturas de armazenamento**. 2005. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington, DC: American Public Health Association, 2001. 676p.

DURIGAN, J.F.; SARGENT, S.A. Uso de melão Cantaloupe na produção de produtos minimamente processados. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.10, p.69-77, 1999.

ERKAN, M.; PEKMEZCI, M.; WANG, C.Y. Hot water and curing treatments reduce chilling injury and maintain post-harvest quality of ‘Valencia’ oranges. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.40, p.91-96, 2005.

FALLIK, E.; AHARONI, Y.; COPEL, A.; RODOV, V.; ALKALAI-TUVIA, S.; HORVE, B.; YETKUTIELI, O.; WISEBLUM, A.; REGEV, R. Reduction of postharvest losses of Galia melon by a short hot water rinse. **Plant Pathology**, Oxford, v.49, p.333-338, 2000.

FIDLER, J.C.; NORTH, C.J. The respiration of apples in CA storage conditions. **Bulletin de l'Institut International du Froid**, Annexe, v.1, p.93-100, 1966.

FIGUEIREDO, J.O.de. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUÉZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A. (Ed.). **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1, p.228-264.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa: UFV, 1997. 29p.

FMC BIOPOLYMER. Protanal- RF 6650 alginate. Product Specification Bulletin. **FMC Corporation**, 2000. 2p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Laranja Pêra. In: _____ **Agrianual 2004**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2004. p.291-292.

FONTES, L.C.B. **Uso de solução conservadora e de películas comestíveis em maçãs as cultivar Royal Gala minimamente processadas**: efeito na fisiologia e na conservação. 2005. 118p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

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

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 87p.

GONÇALVES, N. B. **Efeito da aplicação de cloreto de cálcio associado ao tratamento hidrotérmico sobre a composição química e suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi cv. *Smooth Cayenne***. 1998. 96p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

GROPPO, V.D.; LEME, A.C.; ROMERO, A.C.; SPOTO, M.H.F.; JACOMINO, A.P. Uso de películas comestíveis em laranja ‘Pêra’ minimamente processada. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4., SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO DE VEGETAIS FRESCOS CORTADOS, 1., 2006, São Pedro. **Resumos...**São Pedro: CYTED, 2006.p.142.

HERSHKO, V.; NUSSINOVITCH, A. Physical properties of alginate-coated onion (*Allium cepa*) skin. **Food Hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press, 1998. v.12, p.195-202.

HOBBS, B.C.; ROBERTS, D. **Higiene y toxicología de los alimentos**. 3.ed. Zaragoza: Acribia, 1999. 478p.

HOBSON, G.E.; TUCKER, W.G. Lightly-processed horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, p.113-114, 1996.

HOLLAND, N. **Conservação pós-colheita de pêssegos (cv. ‘Biuti’): interação entre cálcio e temperatura**. 1993. 116p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1993.

HOWARD, L.R.; DEWI, T. Sensory, microbiological and chemical quality of mini-peeled carrots as affected by edible coating treatment. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.1, p.142-144, 1995.

HURST, W.C. Sanitation of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.30, p.22-24, 1995.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C.de; MOREIRA, R. C. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: SIMPÓSIO ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EN IBEROAMERICA, 2004, San José, **Anais...** San José, 2004, p.79-86.

_____. Tecnología de processamento mínimo de frutas cítricas. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2005, La Habana. **Anais...** Sonora: CYTED, 2005. p.11-17.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. 296 p.

KARABULUT, O.A.; COHEN, L.; WEISS, B.; DAUS, A.; LURIE, S.; DROBY, S. Control of brown rot and blue mold of peach and nectarine by short hot water brushing and yeast anatagonists. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, n.2, p.103-111, 2002.

KE, D.; SALTVEIT JR, M. E. Regulation of russet spotting, phenolic metabolism, and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. **Plant Physiology**, Rockville, v.76, p.412-418, 1989.

KESTER, R; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v.40, p. 47-59, 1986.

KING, A.H. Brow seawweed extracts (alginates). In: GLICKSMAN, M.E.D. **Food hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press, 1983. v.2, p.115-190.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214p.

KLUGE, R.A.; VITTI, M.C.D.; BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P. Temperatura de armazenamento de tangores ‘Murcote’ minimamente processados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.535-536, 2003.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: KRAMER, A.; TWIGG, B.A. **Quality control for the food industry**. Connecticut: Avi Pub, 1973. v.2, p. 157-227.

KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. de. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

LAMIKANRA, O.; WATSON, M.A. Cantaloupe melon peroxidase: characterization and effects of additives on activity. **Nahrung**, Weinheim, v.44, n.3, p.168-172, 2000.

LAZARUS, C.R.; WEST, R.L.; OBLINGER, J.L.; PALMER, A.Z. Evaluation of a calcium alginate coating and a protective plastic wrapping for the control of lamb carcass shrinkage. **Journal Food Science**, Chicago, v.41, p.639-641, 1976.

LYONS, J.M. Chilling injury in plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p.445-466, 1973.

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

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F. Efeito de injúrias mecânicas na firmeza e coloração de goiabas das cultivares ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, 2001.

McCREADY, P.M.; McCOMB, E.A. Extration and determination of total pectic material. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

McGUIRE, R.G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v.27, p.1254-1255, 1992.

MEHERIUK, M.; LAU, O.L. Effect of two polymeric coatings on food quality of 'Barlett' and 'd'Anjou Pears'. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.113, p.222-226, 1988.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 2ed th. Boca Raton: CRC Press, 1991. 354p.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Japão, 1994. 49p.

MIRANDA, R.B. **Avaliação da qualidade do mamão minimamente processado**. 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Pós Colheita de Produtos Vegetais)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

MOREIRA, R.C. **Processamento mínimo de tangor 'Murcott'**: caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis. 2004. 72p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MORETTI, C. L.; SARGENT, S. A.; HUBER, D. J.; CALBO, A. G.; PUSCHMANN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule and placental tissues of tomatoes with internal bruising. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.123, p.656-660, 1998.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de hortaliças: alternativa viável para redução de perdas pós-colheita e agregação de valor ao agronegócio brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.1-2, 1999.

MORETTI, C. L., SARGENT, S. A. Alteração de aroma e sabor em frutos de tomate com desordem fisiológica causada por impacto. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.57, p.385-388, 2000.

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

NELSON, N. A photometric adaption of the Somogy method for the determination of glucose. **The Journal of Biological Chemistry**, Baltimore, v.153, n.2, p. 375-380, 1944.

NICOLI, M. C., ANESE, M.; SEVERINI, C. Combined effects in preventing enzymatic browning reactions in minimally processed fruit. **Journal of Food Quality**, Westport, v.17, p.221-229, 1994.

OLIVEIRA, A.M.C. de.; COSTA, J.M.C. da.; MAIA, G.A. Qualidade higiênico- sanitária de abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado. **Revista Brasileira em Promoção da Saúde**, Fortaleza, v.19, n.1, p.19-24, 2006.

OLIVEIRA, C.S.de.; GRDEN, L.; RIBEIRO, M.C.O.de. Utilização de filmes comestíveis em alimentos. **Série em Ciência e Tecnologia de Alimentos: Desenvolvimentos em Tecnologia de Alimentos**, Curitiba, v.1, p.52-57, 2007.

PAO, S.; PETRACECK, P.D.; BROWN, G.E. Effect of infusion method on peel removal and storage quality of citrus. **HortTechnology**, Lake Alfred, v.6, n.4, p.409-413, 1996.

PAO, S.; PETRACECK, P.D. Shelf life extension of peeled oranges by citric acid treatment. **Food Microbiology**, London, v.14, p.485-491, 1997.

PAO, S.; HAVEN, H.; PETRACECK, P.D.; BROWN, G.E.; HAVEN, W. **Citrus fruit peeling method US 005817360A**. 6 Oct. 1998.

PARK, H.J.; CHINNAN. M.S.; CHEWFELT, R.L. Edible coatings effects on storage life and quality of tomatoes. **Journal of Food Science**, Chicago, v.59, p.568-570, 1994.

PERONI, K.M.C. **Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão ‘amarelo’ minimamente processado**. 2002. 86p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PILON, L. **Estabelecimento da vida útil de hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada e refrigeração**. 2003. 111p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.de.; LIMA, L.C. Influência do CaCl_2 sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.1, p.32-36, 2005.

PINTO, S.A.A. **Processamento mínimo de melão tipo “Orange Flesh” e de melancia “Crimson Sweet”**. Jaboticabal, 2002. 120p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/ Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

POOVAIAH, B.W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.1, p.86-89, 1986.

_____. Molecular and cellular aspects of calcium action in plants. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.2, p. 267-271, 1988a.

POOVAIAH, B.W.; GLENN, G.M.; REDDY, A .S.N. Calcium and fruit softening: physiology and biochemistry. **Horticultural Reviews**, Cairo, v.19, p.107-153, 1988b.

PORAT, D.R.; DAUS, A.; WEISS, B.; COHEN, L.; FALLIK, E.; DROBY, S. Reduction of postharvest decay in organic citrus fruit by short water brushing treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.18, n.12, p.151-157, 2000.

PURVIS, A.C. The role of adaptive enzymes in carbohydrates oxidation by stressed and senescing plant tissues. **HortScience**, St. Joseph, v.32, n.7, p.1165-1168, 1997.

PRADO, M.E.T.; CHITARRA, A.B.; BONNAS, D.S.; PINHEIRO, A.C.M.; MATTOS, L.M. Armazenamento de abacaxi 'Smooth Cayenne' minimamente processado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.1, p.333-337, 2003.

PRETEL, M.T.; LOZANO, P.; RIQUELME, F.; ROMOJARO, F. Pectic enzymes in fresh fruit processing: optimization of enzymic peeling of oranges. **Process Biochemistry**, v.32, n.1, p.43-49, 1997.

PRETEL, M.T.; FERNÁNDEZ, P.S.; ROMOJARO, F.; MARTINEZ, A. The effect of modified atmosphere packaging on 'ready-to-eat' oranges. **Lebensmittel. - Wissenschaft Und Technologie**, London, v.31, p.322-328, 1998.

ROBBS, P.G. Importância da análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa, **Palestras...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2000. p.33-52.

ROCHA, A.M.C.N.; BROCHADO, C.M.; KIRBY, R.; MORAIS, A.M.M.B. Shelf-life of chilled cut orange determined by sensory quality. **Food Control**, Guildford, v.6, n.6, p.317-322, 1995.

ROLLE, R.S.; CHISM, G.W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.10, n.3, p.157-178, 1987.

ROSA, O.O. **Microbiota associada a produtos hortícolas minimamente processados comercializados em supermercados**. 2002. 120p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SAAVEDRA DEL AGUILA, J. **Processamento mínimo de rabanete**: estudos físico-químicos, fisiológicos e microbiológicos. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SALUNKE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage processing and nutritional quality of fruits and vegetables**: fresh fruits and vegetables. Boca Raton: CRC Press, 1991. 323p.

SANTOS, J. C. B. **Influência da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi 'Pérola' minimamente processado**, 2002. 74p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

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

SARTORI, I.A.; KOLLER, O.C.; SCHWARZ, S.F.; BENDER, R.J.; SCHAFER, G. Maturação de frutos de seis cultivares de laranjas-doces na depressão central do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.364-369, 2002.

SARZI, B.; DURIGAN, J.F. Avaliação física e química de produtos minimamente processados de abacaxi ‘pérola’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.333-337, 2002.

SENESI, E.; BIGNARDI, B. Film eduli a base di purea di mela per migliorare la qualita e ampliare le funzioni d’uso di spicchi di mela parzialmente essiccati. **Rivista di Frutticoltura e di Ortofloricoltura**, Bologna, v.62, n.11, p.61-66, 2000.

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

SHELLIE, K.C.; SALTVEIT Jr., M.E. The lack of a respiratory rise in muskmelon fruit ripening on the pkant challenges the definition of climacteric behaviour. **Journal of Experimental Botany**, London, v.44, n.265, p.1403-1406, 1993.

SHEWFELT, R.L. Quality of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v.10, p.143- 156, 1987.

SILVA, N. da.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2001. 317p

SIQUEIRA, R.S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 159p.

SOUCI, S.W.; FACHMANN, W.; KRAUT, H. **Food composition and nutrition tables**. Zaragoza: Acribia, 1999. 430p.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE. **SAS/QC software**: usage and reference (version 6). 2th ed. Cary, 1996. 1CDROM.

STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory evaluation practices**. 2nd.ed. San Diego: Academic Press, 1993. 336p.

TEIXEIRA, G.H.A.; DURIGAN, J.F.; MATTIUZ, B.; ROSSI JUNIOR, O.D. Processamento mínimo de mamão 'Formosa'. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.1, p.47-50, 2001.

TIBOLA, C.S.; ZAICOVSKI, C.B.; MALGARIM, M.B.; FERRI, V.C.; FERRAREZE, J.P.; SILVA, P.R.; PEGORARO, C. Qualidade e conservação de tangerina minimamente processada, **Acta Science Agronomic**, Maringá, v.28, n.2, p.193-197, 2006.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman & Hall, 1993. p.2-51.

THÉ, P.M.P.; GONÇALVES, N.B.; NUNES, R.P.de.; MORAIS, A.R.de.; PINTO, N.A.V.D.; FERNANDES, S.M.; CARVALHO, V.D. Efeito de tratamentos pós-colheita sobre fatores relacionados à qualidade de abacaxi cv. Smooth cayenne. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.9, n.2, p.163-170, 2003.

VICENTINI, N.M.; CASTRO, T.M.R.de.; CEREDA, M.P. Influência de películas de fécula de mandioca na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p.127-130, 1999.

VIEIRA, A.P.; VIEITES, R.L.; EVANGELISTA, R.M. Película de fécula de mandioca no abacaxi minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBCTA, 2000. p.3, 61.

VILAS BOAS, E.V.de.B. **Modificações pós-colheita de bananas 'Prata' (Musa acuminata X Musa balbisiana Grupo AAB) γ -irradiada**. 1995. 73p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

_____. **Maturação pós-colheita de híbridos de tomate heterizogotos no loco alcobaça**. 1998. 105p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

VITTI, M.C.D. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterrabas minimamente processadas**. 2003. 116p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

WALL, M.M. Ripening behavior and quality of 'Brazilian' bananas following hot water immersion to disinfest surface insects. **HortScience**, Alexandria, v.39, n.6, p.1349-1353, 2004.

WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 44, p. 116-122, 1990.

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

WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N. **Carbohydrate chemistry for food scientists**. San Diego: Academic Press, 1997. 241p.

WHITING, G. Sugars. In: _____. **The biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press, 1970. v. 1, p. 1-37.

WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman e Hall, 1994. 368p.

_____. **Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia. 1997. 362p.

WILLIAMS, S.K.; OBLINGER, J.L.; WEST, R.L. Evaluation of a calcium alginate film for use on beef cuts. **Journal of Food Science**, Chicago, v.43, p.292, 1978.

YANG, S. F.; HOFFMANN, N. E. Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 35, p. 155-189, 1984.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fruit produce. **Food Technology**, Chicago, v.42, n.9, p.70-77, 1998.

ZIEGLER, L.W.; WOLFE, H.S. **Citrus growing in Florida**. Gainesville: The University Press of Florida, 1975. 246p.

ZONTA; E.P.; MACHADO, A.A SANEST - Sistema de análise estatística para microcomputadores. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 1985. 1v.

ANEXO

ANEXO A

Modelo da ficha de avaliação sensorial

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo 3 amostras codificadas de laranja minimamente processada para avaliar. Por favor, leia o questionário antes de iniciar o teste, depois prove o produto da esquerda para a direita e responda as questões que se seguem.

1. Indique o quanto você gostou da **aparência global** do produto.

- 7- Gostei muitíssimo
 - 6- Gostei muito
 - 5- Gostei
 - 4- Não gostei/ nem desgostei
 - 3- Desgostei
 - 2- Desgostei muito
 - 1- Desgostei muitíssimo
- Amostra Valor

2. Indique o quanto você gostou do **aroma** do produto.

- 7- Gostei muitíssimo
 - 6- Gostei muito
 - 5- Gostei
 - 4- Não gostei/ nem desgostei
 - 3- Desgostei
 - 2- Desgostei muito
 - 1- Desgostei muitíssimo
- Amostra Valor

3. Indique o quanto você gostou do **sabor** do produto.

- 7- Gostei muitíssimo
 - 6- Gostei muito
 - 5- Gostei
 - 4- Não gostei/ nem desgostei
 - 3- Desgostei
 - 2- Desgostei muito
 - 1- Desgostei muitíssimo
- Amostra Valor

Por favor, use a escala abaixo para indicar a sua **intenção de compra** do produto (assinale). Se eu encontrasse este produto à venda eu:

- 5- certamente compraria
- 4- provavelmente compraria
- 3- talvez compraria/ talvez não compraria
- 2- provavelmente não compraria
- 1- certamente não compraria

4. Indique o quanto você gostou da **textura** do produto.

- 7- Gostei muitíssimo
 - 6- Gostei muito
 - 5- Gostei
 - 4- Não gostei/ nem desgostei
 - 3- Desgostei
 - 2- Desgostei muito
 - 1- Desgostei muitíssimo
- Amostra Valor

Comentários (importante):

Muito Obrigada!