

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

Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’

Maria Cecília de Arruda

Tese apresentada para obtenção do título
de Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba

2007

Maria Cecília de Arruda
Engenheiro Agrônomo

Processamento mínimo de laranja 'Pêra'

Orientador:

Prof. Dr. **ANGELO PEDRO JACOMINO**

Tese apresentada para obtenção do título de
Doutor em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba

2007

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

Arruda, Maria Cecília de

Processamento mínimo de laranja 'Pêra' / Maria Cecília de Arruda. - -
Piracicaba, 2007.
92 p.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2007.
Bibliografia.

1. Descascamento 2. Embalagens de alimentos 3. Laranja
4. Processamento de alimentos 5. Qualidade dos alimentos I. Título

CDD 664.80431

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS por sempre me acompanhar e iluminar meus caminhos, permitindo-me alcançar esta vitória.

À Coordenação do PPG-Fitotecnia pela oportunidade de realização do curso de doutorado.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Angelo Pedro Jacomino pela excelente orientação e amizade. Obrigada Angelo por todos os ensinamentos transmitidos nesses anos de convivência.

Ao professor Cláudio Rosa Gallo, pela colaboração nas análises microbiológicas e por todo ensinamento.

Ao professor Edwin Moisés Marcos Ortega pelo apoio nas análises estatísticas.

À pesquisadora Claire I.G.L. Sarantópoulos pela colaboração na seleção das embalagens.

À pesquisadora Marisa Padula pela colaboração nas análises de etanol e acetaldeído.

Ao professor Ricardo Alfredo Kluge pelo apoio e disponibilização de seu Laboratório.

À empresa Ouro do Brasil Comércio de Frutas Ltda. pelo fornecimento de frutos para realização deste trabalho.

À Luciane Aparecida Lopes Toledo e a Marcos José Trevisan pela amizade, eficiência e prontidão em ajudar.

Às técnicas do Laboratório de Microbiologia de Alimentos Cecília Helena Nogueira e Rosalina de Fátima Ocangne pela grande ajuda nos experimentos que envolveram microbiologia.

À bibliotecária Sílvia Maria Zinsly pela revisão das referências bibliográficas.

A todos os alunos de pós-graduação e estagiários (ex e atuais) do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas do LPV e do Laboratório de Bioquímica Pós-Colheita do LCB pela agradável convivência e pelos mais diversos tipos de ajuda.

Aos funcionários e professores do Depto Produção Vegetal.

A todos os meus colegas e amigos que me acompanharam nesta caminhada, sempre ajudando e me dando forças. Obrigada!

A Luiz Florêncio Marghato e Marcelo de Almeida Silva pelo apoio e compreensão, possibilitando-me o término deste trabalho.

Aos meus familiares, que partilham comigo desta conquista, em especial minha mãe Maria Terezinha e meu pai Osvaldo pelo amor, incentivo e por seus esforços que me permitiram chegar até aqui.

A todos que de uma ou outra forma contribuíram para realização deste trabalho, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
Referências	10
2 TRATAMENTO HIDROTÉRMICO FACILITA O DESCASCAMENTO DE LARANJA 'PÊRA' E NÃO ALTERA SUA QUALIDADE	12
Resumo	12
Abstract	12
2.1 Introdução	13
2.2 Desenvolvimento	14
2.2.1 Revisão Bibliográfica	14
2.2.2 Material e Métodos	15
2.2.3 Resultados e Discussão	19
2.3 Considerações Finais	25
Referências	26
3 EFICÁCIA DA SANIFICAÇÃO NO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE LARANJA 'PERA' ...	
Resumo	29
Abstract	29
3.1 Introdução	30
3.2 Desenvolvimento	31
3.2.1 Revisão Bibliográfica	31
3.2.2 Material e Métodos	33
3.2.3 Resultados e Discussão	35
3.3 Considerações Finais	37
Referências	37
4 ATIVIDADE RESPIRATÓRIA E PRODUÇÃO DE ETILENO DE LARANJA 'PÊRA' SUBMETIDA A NÍVEIS DE PROCESSAMENTO E TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO	40
Resumo	40
Abstract	40
4.1 Introdução	41
4.2 Desenvolvimento	42
4.2.1 Revisão Bibliográfica	42
4.2.2 Material e Métodos	44
4.2.3 Resultados e Discussão	46
4.3 Considerações Finais	50
Referências	50
5 TECNOLOGIA DE EMBALAGEM E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO PARA LARANJA 'PÊRA' MINIMAMENTE PROCESSADA	52
Resumo	52
Abstract	52
5.1 Introdução	53
5.2 Desenvolvimento	54
5.2.1 Revisão Bibliográfica	54

5.2.2 Material e Métodos	57
5.2.3 Resultados e Discussão.....	61
5.3 Considerações Finais	80
Referências	80
ANEXOS	84

RESUMO

Processamento mínimo de laranja 'Pêra'

Este trabalho teve como objetivo estabelecer a tecnologia de processamento mínimo de laranja 'Pêra', visando obtenção de um produto conveniente com qualidade microbiológica e sensorial que atendam às necessidades do consumidor. Primeiramente, visando facilitar o descascamento das laranjas foi estudado o efeito do tratamento hidrotérmico no tempo de descascamento e na qualidade dos frutos minimamente processados armazenados a 6°C. Frutos resfriados a 6°C e imersos em água a 50°C por 8 minutos, foram descascados num tempo 3,2 vezes menor que as laranjas controle. O rendimento em laranjas comercializáveis foi de 95% para laranjas tratadas hidrotérmicamente contra 60% para laranjas controle. As laranjas tratadas hidrotérmicamente foram preferidas quanto à aparência e não tiveram sua qualidade físico-química e sensorial afetada. Em uma segunda etapa, foi determinada a eficácia da sanificação no processamento mínimo das laranjas. Os níveis de contaminação tanto por fungos quanto por bactérias foram baixos, atingindo no máximo 4×10^2 UFC.g⁻¹. Não foram detectados coliformes nem *Salmonella*. Embora todas as contagens microbianas tenham sido baixas em todos os tratamentos, naqueles nos quais se utilizou sanificação foram encontradas as menores contaminações, mostrando a eficácia da sanificação. Na terceira etapa estudou-se o efeito de níveis de processamento mínimo e de temperaturas de armazenamento na atividade respiratória e na produção etileno das laranjas. O processamento interferiu na atividade respiratória, sendo maior essa influência imediatamente após o descascamento e separação dos segmentos. O processamento mínimo de laranjas nas formas inteiras com ou sem albedo afetou a atividade respiratória somente na primeiras horas após o processamento. Durante todo período de armazenamento a atividade respiratória das laranjas a 1° e 11°C não diferiram entre si, sendo inferior à das laranjas a 21° e 31°C. O etileno foi detectado apenas nos frutos mantidos a 21° e 31°C. O quociente de temperatura foi maior na faixa de 11-21°C. Na quarta etapa foram estudadas tecnologias de embalagem, quanto à eficácia na manutenção da qualidade microbiológica, sensorial e físico-química da laranja 'Pêra' minimamente processada. A embalagem de PVC foi tão eficiente quanto a embalagem de polipropileno sob atmosfera modificada passiva ou ativa, dentro do período avaliado, permitindo a conservação das laranjas por até 9 dias a 12°C e até 12 dias a 6°C.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*; Minimamente processado; Descascamento; Sanificação; Fisiologia; Embalagem; Qualidade

ABSTRACT

Minimal processing of 'Pera' orange

The purpose of this work was to establish a minimal processing technology for 'Pera' orange in order to obtain a suitable product with microbiological and sensory qualities meeting customers' needs. Firstly, in order to make orange peeling easier, it was studied the effect of the hydrothermal treatment on peeling time and quality of minimally processed fruits stored at 6°C. Fruits cooled at 6°C and immersed in water at 50°C for 8 minutes were peeled 3.2 times faster than control oranges. Commercial yield of hydrothermally treated oranges was 95%, while in control oranges it was 60%. Hydrothermally treated oranges showed better appearance with no alterations in their physicochemical and sensory qualities. Secondly, the sanification effectiveness in the minimal processing of oranges was determined. Contamination levels by fungi or bacteria were low, reaching a maximum of 4×10^2 CFU.g⁻¹. No coliforms or *Salmonella* were detected. Although all microbial counts were low for all treatments, those undergoing sanification showed lower contamination rates, evidencing the sanification effectiveness. A third stage involved the study of the effect of minimal processing and storage temperatures on the respiratory activity and ethylene production in oranges. Processing influenced the respiratory activity especially immediately after peeling and separation of segments. Minimal processing of whole oranges, with or without albedo, affected the respiratory activity only during the first hours after processing. The respiratory activity of oranges at 1° and 11°C did not differ during all storage period and were lower than the respiratory activity of oranges stored at 21° and 31°C. Ethylene was detected only in fruits kept at 21° e 31°C. The temperature quotient was higher for 11-21°C A fourth stage involved the study of packaging technologies in relation to their effectiveness at maintaining microbial, sensory and physicochemical qualities in minimally processed 'Pera' oranges. PVC film was as effective as the polypropylene one under passive or active modified atmosphere within the period evaluated, with oranges stored at 6° and 12°C showing shelf life of 12 and 9 days, respectively.

KeyWords: *Citrus sinensis*, Minimal processing, Peeling, Sanification, Physiology, Packaging, Quality

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas, sendo a laranja, a tangerina e a lima ácida as mais produzidas (FNP, 2006). Dentre as laranjas, as variedades Pêra e Valência são as mais cultivadas e destinam-se tanto para indústria de suco concentrado quanto para o mercado de frutas “in natura”. A laranja ‘Pêra’ destaca-se no mercado “in natura”, tanto pelo sabor suave quanto pelo fato de ser produzida praticamente o ano todo (FIGUEIREDO, 1991). Cerca de 2 milhões de toneladas de laranjas são destinadas a este mercado, anualmente, no Brasil (FNP, 2006). A maior parte desta fruta é comercializada a granel ou em sacos de 1 a 5 kg e consumida na forma de suco nas residências, restaurantes e lanchonetes, devido à inconveniência da operação de descascamento, o cheiro dos óleos essenciais e a perda de suco. Daí o interesse de que se ofereça estas frutas sem casca, prontas para o consumo, principalmente para o mercado institucional, visto que é muito oneroso para estes estabelecimentos preparar as laranjas antes de oferecer a seus clientes.

A aquisição de hortaliças prontas para o consumo por estes estabelecimentos já é realidade, visto a existência de algumas empresas de processamento mínimo de hortaliças que suprem a demanda deste setor. Porém, a produção de frutas minimamente processadas ainda é pouco explorada no Brasil, dada a falta de tecnologia de processamento que viabilize a produção em larga escala.

Na obtenção de laranjas minimamente processadas o descascamento pode ser manual, mecânico ou enzimático. Alguns tratamentos para facilitar o descascamento de citros têm sido estudado, como a infusão dos frutos, com incisões na casca, em água sob pressão ou vácuo (PAO et al., 1998), Conforme sugerido por Pao, Petraceck e Brown (1996), a água contribui para dissolver o albedo e facilitar o descascamento. Uma alternativa, ainda não estudada para facilitar o descascamento de laranja ‘Pêra’ seria a imersão dos frutos em água aquecida, sem incisões na casca.

Frutas e hortaliças minimamente processadas apresentam metabolismo mais elevado que as inteiras, devido aos danos mecânicos causados pelas operações de corte e descascamento. A injúria causada pelo corte promove aumento na produção de etileno e na atividade respiratória, favorecendo assim, a rápida deterioração do vegetal (WILEY, 1994). Por outro lado, as frutas cítricas apresentam comportamento respiratório não-climatérico e baixo metabolismo, que

favorecem o seu processamento sem grandes conseqüências fisiológicas (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

O controle da temperatura é uma técnica útil para minimizar os efeitos da injúria causada nas frutas e hortaliças minimamente processadas, pois a velocidade das reações metabólicas é reduzida em duas a três vezes a cada 10°C de abaixamento na temperatura. Desta forma, o aumento da atividade respiratória e da taxa de produção de etileno associados à injúria dos tecidos são minimizados com a manutenção dos produtos minimamente processados sob baixas temperaturas (BRECHT, 1995).

A sanificação dos produtos minimamente processados é extremamente importante, uma vez que a refrigeração é utilizada para manter a qualidade dos produtos e esta não provém uma adequada proteção contra microorganismos patogênicos, já que várias bactérias patogênicas sobrevivem e até mesmo se reproduzem sob refrigeração (HURST, 1995).

A embalagem também é um requisito essencial para aumentar o tempo de conservação e manutenção da qualidade. A utilização de materiais poliméricos rígidos ou flexíveis limita a perda de umidade e leva à modificação da atmosfera, o que retarda os processos fisiológicos e bioquímicos e a deterioração microbiológica (CANTWELL, 1992; WILEY, 1994). Atmosferas com 2% a 8% de O₂ e de 5% a 15% de CO₂ têm potencial para manter a qualidade dos produtos minimamente processados (CANTWELL, 1992).

Há poucos trabalhos que relatam sobre a qualidade da laranja minimamente processada, sendo que a maioria destes foram realizados no exterior, com cultivares de laranjas não existentes no Brasil. Diante deste fato o objetivo deste trabalho foi estabelecer tecnologia de processamento mínimo de laranja 'Pêra', visando obtenção de um produto prático com qualidade microbiológica e sensorial que atenda às necessidades do consumidor, além de fornecer uma alternativa para o produtor agregar valor ao seu produto hortícola.

Referências

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

- CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd ed. Davis: University of California, 1992. cap.32. p.277-281.
- FIGUEIREDO, J.O.de. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUÉZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A.(Ed.). **Citricultura brasileira**. 2nd ed.Campinas: Fundação Cargill, 1991.v.1, p.228-264.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agriannual 2006**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2006. pp.257-270: Laranja.
- HURST, W.C. Sanitation of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**. Alexandria, v.30, n.1, p.22-24, 1995.
- JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C. Tecnología de procesamiento mínimo de frutas cítricas. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, 2005, La Habana. **Nuevas Tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas**. Sonora: CYTED, 2005. p. 11-17.
- PAO, S.; PETRACEK, 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.; HAVEN, H.; PETRACECK, P.D.; BROWN, G.E.; HAVEN, W. **Citrus fruit peeling method US 005817360A**. 6 oct. 1998.
- WILEY, R.C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. New York: Chapman & Hall, 1994. 368p.

2 TRATAMENTO HIDROTÉRMICO FACILITA O DESCASCAMENTO DE LARANJA 'PÊRA' E NÃO ALTERA SUA QUALIDADE

Resumo

A demanda dos consumidores por produtos 'prontos para o consumo' tem estimulado o desenvolvimento de técnicas de processamento para preparar frutas e hortaliças minimamente processadas. O objetivo deste trabalho foi propor um método de descascamento para laranja 'Pera' pelo uso do tratamento hidrotérmico e determinar sua influência na atividade respiratória, características físico-químicas e sensoriais e no tempo de descascamento de laranja 'Pera'. Frutos resfriados (6°C) foram imersos em água aquecida (50°C) por 8 minutos e em seguida descascados e armazenados a 6°C. Laranjas descascadas sem tratamento hidrotérmico foram utilizadas como controle. A temperatura interna do fruto medida na profundidade de 1 e 3 cm foi de 15° e 10°C respectivamente, ao final do tratamento hidrotérmico. O tempo de descascamento das laranjas submetidas ao tratamento hidrotérmico foi 3,2 vezes menor em relação às laranjas controle. O rendimento em laranjas comercializáveis foi de 95% para laranjas tratadas hidrotermicamente contra 60% para laranjas controle. A atividade respiratória das laranjas tratadas hidrotermicamente foi maior que das laranjas controle apenas na primeira hora após o descascamento. O tratamento hidrotérmico não influenciou a qualidade físico-química (sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico) e nem o sabor das laranjas. As laranjas descascadas com auxílio do tratamento hidrotérmico foram preferidas quanto à aparência. O tratamento hidrotérmico facilita o descascamento de laranja 'Pera' e não afeta sua qualidade sensorial e físico-química.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*; Processamento mínimo; Temperatura

HYDROTHERMAL TREATMENT BENEFITS PEELING OF 'PERA' SWEET ORANGE FRUIT AND DOES NOT ALTER ITS QUALITY

Abstract

Consumer demand for ready-to-eat-products has stimulated the development of new processing techniques to prepare fresh-cut fruit and vegetables. The aim of this work was to propose a peeling method for 'Pera' oranges by using hydrothermal treatment and to determine its influence on the respiratory rate, physicochemical and sensorial characteristics, as well as on the peeling time. Cooled oranges (6°C) were immersed in heated water (50°C) for 8 minutes and then, peeled and stored at 6°C. The internal fruit temperatures taken at 1 and 3 cm depths (from fruit surface) were 15°C and 10°C, respectively, at the end of the hydrothermal treatment. Non-hydrothermally-treated peeled oranges were used as control. The peeling time for treated oranges was 3.2 times as short as the time for control ones. The yield of marketable oranges was 95% for hydrothermally-treated oranges versus 60% for control ones. The respiratory rate of hydrothermally-treated oranges was greater than that of control oranges only during the first hour after peeling. The hydrothermal treatment influenced neither the physicochemical quality (given by soluble solids, titratable acidity and ascorbic acid content) nor the fruit flavor. Oranges peeled with the aid of the hydrothermal treatment showed better appearance. The hydrothermal treatment

makes the peeling of oranges easier and does not affect their physicochemical and sensorial qualities.

Keywords: *Citrus sinensis*; Fresh-cut; Temperature

2.1 Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de frutas cítricas, sendo a laranja, a tangerina e a lima ácida as mais produzidas. Cerca de 2 milhões de toneladas de laranjas são destinadas ao mercado de frutas “in natura”, anualmente, no Brasil (FNP, 2006). A maior parte destas frutas é comercializada a granel ou em sacos de 1 a 5 kg e consumida na forma de suco nas residências, restaurantes e lanchonetes. Isto deve-se ao fato de que a laranja é pouco conveniente ao consumidor. Para ser consumida na forma de fruta é necessário que seja descascada e algumas vezes fatiada. Por outro lado, é muito oneroso para os restaurantes preparar as laranjas antes de oferecer aos seus clientes.

Uma alternativa para aumentar o consumo de laranjas como fruta e não como suco, é o processamento mínimo, o qual possibilita a obtenção de produtos frescos e convenientes. O descascamento completo da laranja, ou seja, a retirada do flavedo e albedo, realizado manualmente sem tratamento do fruto é dificultado devido a aderência do albedo à membrana dos segmentos. Infusão dos frutos em água ou em solução enzimática com aplicação de pressão ou vácuo têm sido estudados para facilitar a retirada do flavedo e albedo.

Um processo de descascamento de citros foi desenvolvido e patentado por Bruemmer em 1981. Este método consiste em realizar incisões na casca do fruto, submergindo-o em uma solução enzimática e permitindo a entrada da solução na casca pelo uso de vácuo. Neste processo, a enzima dissolve a pectina e a celulose do albedo e da região dos segmentos da membrana, facilitando o descascamento e a segmentação, embora, este tratamento cause excessiva perda de suco e amolecimento (PAO, PETRACECK e BROWN 1996). Pao et al. (1998) demonstrou que somente a água pode ser infundida pelo uso de pressão ou vácuo em frutos com incisões na casca para facilitar o descascamento. Este método resultou em frutos firmes com menor perda de suco.

O objetivo deste trabalho foi propor um método de descascamento para laranja ‘Pêra’ pelo uso do tratamento hidrotérmico e determinar sua influência na atividade respiratória, nas características físico-químicas e sensoriais, bem como no tempo de descascamento.

2.2 Desenvolvimento

2.2.1 Revisão Bibliográfica

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 demanda crescente por produtos convenientes (VANETTI, 2000). O consumo de produtos minimamente processados tem aumentado no cenário mundial. Nos EUA, a venda de frutas e hortaliças minimamente processadas no mercado de varejo e redes de alimentação rápida (“fast food”) é estimada em \$10-12 bilhões, anualmente. No Brasil, calcula-se que no ano de 1998, o setor tenha movimentado R\$450 milhões (IFPA, 2005; MORETTI, 1999). De acordo com a Associação Internacional de Produtos Minimamente Processados (IFPA), produtos minimamente processados são frutas ou hortaliças modificadas fisicamente, mas que mantém o seu estado fresco. Dentre as operações envolvidas no processamento mínimo de frutos estão incluídas a seleção, lavagem, descascamento e corte visando obter um produto fresco e conveniente ao consumidor (BURNS, 1995).

Os citros podem ser descascados manualmente, mecanicamente ou enzimaticamente. O descascamento manual é bastante simples e rápido para tangerinas que apresentam a casca ‘solta’. No entanto, para tangor ‘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).

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 uma tira contínua. Desta forma obtêm-se a laranja inteira com o albedo. Possivelmente, há como adaptar o equipamento para nível comercial (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

O descascamento enzimático consiste na aplicação de solução de pectinases por vácuo ou pressão com pH e temperatura controlados. Neste caso, a enzima dissolve a pectina e a celulose do albedo e da região das membranas dos segmentos, facilitando o descascamento e a segmentação. No entanto, citros descascados enzimaticamente apresentam extensa perda de suco e amolecimento, apesar da aparente integridade das membranas dos segmentos e vesículas de suco

(PAO; PETRACECK; BROWN, 1996). Tangores ‘Murcott’ descascados enzimaticamente apresentaram perda de suco com o tempo de armazenamento (DONADON et al., 2004).

Diante dos problemas do descascamento enzimático e da dificuldade em realizar o descascamento completo da laranja, ou seja, a retirada do flavedo e albedo, manualmente, sem tratamento prévio, 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.

Estes autores sugerem que a água dissolve as pectinas hidrossolúveis das células do albedo, facilitando a retirada da casca, porém a infusão dos frutos em água aquecida, sem pressão ou vácuo não tem sido estudada.

O tratamento hidrotérmico (imersão dos frutos em água aquecida, sem pressão ou vácuo) tem sido aplicado em pós-colheita para controlar pragas e doenças em frutos. Podridões pós-colheita em melão (FALLIK et al., 2000), citros (PORAT et al., 2000), pêsegos e nectarinas (KARABULUT et al., 2002) são reduzidas por imersão em água quente. Em bananas, tratadas hidrotérmicamente com objetivo de desinfestação de insetos, Wall (2004) não observou influência do tratamento hidrotérmico no teor de sólidos solúveis e acidez titulável após 12 dias de armazenamento a 14°C e amadurecimento a 22°C. As temperaturas e tempos utilizados nos tratamentos foram 48 a 50°C por 5 a 10 minutos.

O tratamento hidrotérmico também tem sido utilizado em alguns frutos destinados ao processamento mínimo, visando obtenção de produtos com qualidade. Em maçãs o tratamento de 45°C antes do processamento mostrou-se efetivo na redução do escurecimento e manutenção da firmeza das fatias de maçãs (KIM; SMITH; LEE, 1993). Em Kiwis, a utilização do tratamento hidrotérmico em temperaturas menores que 45° por tempo menor que 25 minutos também contribuiu para a manutenção da qualidade do fruto minimamente processado (BEIRÃO-DA-COSTA et al., 2006).

2.2.2 Material e Métodos

Laranjas ‘Pêra’ provenientes de pomares comerciais da região de Engenheiro Coelho-SP foram lavadas com detergente neutro, sanitizadas em água clorada (200mg de cloro ativo L⁻¹),

resfriadas a 6°C por 12 horas. Os frutos apresentavam cor da casca amarelo-esverdeada, aproximadamente 200g e 4+/- 1 mm de espessura da casca. Após o período de resfriamento, os frutos foram submetidos ao tratamento hidrotérmico e posteriormente descascados. O tratamento hidrotérmico consistiu em colocar os frutos em água a 50°C por 8 minutos. A temperatura e o tempo de exposição foram determinados em testes preliminares, nos quais a temperatura variou entre 40 e 60°C e o tempo de exposição entre 3 e 10 minutos. A combinação (tempo x temperatura) suficiente para facilitar o descascamento sem deixar excesso de albedo foi escolhida.

Os frutos tratados hidrotermicamente foram descascados realizando-se primeiro uma abertura na região peduncular com uma faca e a seguir a retirada manual do flavedo mais o albedo. O descascamento do fruto sem tratamento hidrotérmico foi realizado retirando-se primeiro o flavedo com faca e em seguida, a partir de uma abertura na região peduncular do fruto, retirou-se o albedo.

Temperatura interna do fruto

A temperatura interna dos frutos foi determinada a 1 e 3 cm de profundidade em relação ao epicarpo. Para a medição foram inseridos termopares tipo T (cobre-constantan) na região equatorial do fruto resfriado (6°C). Após, os frutos foram imersos em banho-maria a 50°C (tratamento hidrotérmico). Os dados de temperatura foram registrados a cada segundo por um período de 20 minutos, por uma micrologger modelo CR23X. Utilizaram-se sete repetições de um fruto cada. A temperatura da água também foi monitorada com o uso de termopar, sendo os dados de temperatura apresentados a cada minuto.

Tempo de descascamento

Para determinar o tempo de descascamento, quatro pessoas descascaram 80 laranjas, sendo que cada pessoa descascou 10 laranjas tratadas hidrotermicamente e 10 laranjas sem tratamento hidrotérmico (controle). Calculou-se a média de tempo gasto por laranja em cada tratamento e o rendimento em produto comercializável. Laranjas com injúria maior ou igual 1 cm² ou com mais de três injúrias menores que 1 cm² foram consideradas impróprias para a comercialização. Foi considerada injúria uma área sem a membrana que protege o hesperídeo.

Análises Físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas concomitantemente com a sensorial. Durante o preparo das amostras para os provadores, um pedaço de cada laranja foi separado para as seguintes análises: a) sólidos solúveis: leitura direta em refratômetro digital Atago modelo Palete 101, utilizando-se suco homogeneizado da parcela; b) acidez titulável: de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990), utilizando-se suco homogeneizado da parcela; c) ácido ascórbico: por titulação com DCFI (2.6 diclorofenol indofenol de sódio), de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990), utilizando-se suco homogeneizado da parcela; d) “ratio”: obtido por meio da razão entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Aparência e sabor

Para a aparência, aplicou-se um teste de preferência pareada para testar a escolha de uma amostra sobre a outra (FERREIRA et al., 2000). Este teste foi aplicado no segundo dia após o processamento por uma equipe de 48 provadores. Ainda para a aparência aplicou-se um teste de aceitabilidade com 48 julgadores. Para tanto utilizou-se uma escala de notas, onde: 5-ótima; 4-boa; 3-regular; 2-ruim; 1-péssima.

A análise de sabor foi realizada no 1º e no 4º dia de armazenamento, através do teste triangular, o qual é utilizado para determinar se existe diferença perceptível entre dois produtos, comparando-se três amostras, das quais duas delas são iguais e uma diferente. No procedimento do teste pede-se para o julgador identificar a amostra diferente (FERREIRA et al., 2000). Utilizou-se uma equipe de 36 julgadores, aos quais foi solicitado indicar a amostra diferente.

As porções de laranja oferecidas aos julgadores eram de aproximadamente 25g. A ordem de apresentação das amostras foi casualizada e balanceada de acordo com o delineamento: ABA, BAB, AAB, BBA, ABB e BAA, sendo A: laranja submetida ao tratamento hidrotérmico e B: laranja sem tratamento hidrotérmico (controle).

Atividade respiratória

Determinou-se a atividade respiratória de frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico e de frutos descascados sem tratamento hidrotérmico (controle). Os frutos descascados foram acondicionados em jarros que permitem fechamento hermético e armazenados a 6°C por 4 dias. Os jarros foram fechados durante 30 minutos antes de cada coleta e o restante do tempo permaneceram abertos. As determinações foram realizadas imediatamente após o processamento e

a cada hora durante um período de 10 horas e posteriormente a cada 24 horas durante o período de armazenamento (4 dias). Amostras de gás do interior dos jarros foram retiradas através de um septo de silicone e injetadas em cromatógrafo a gás marca Thermoffinigan, modelo Trace GC 2000, equipado com coluna Porapack N de 4 m, metanador e detector de ionização de chama (FID). O CO₂ foi quantificado pela calibração com padrões de 2150 e 29900 µL CO₂ .L⁻¹. Os resultados expressos em ppm CO₂ foram utilizados para o cálculo da atividade respiratória, levando-se em consideração o volume do jarro, a massa do fruto e o tempo que os jarros permaneceram fechados.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). O número de repetições variou de quatro a seis e cada repetição foi composta por um a 10 frutos, dependendo da variável analisada. Em relação a análise sensorial, o teste triangular e de preferência foram interpretados de acordo com a Tabela 1. Para o teste de aceitabilidade, os resultados foram avaliados por análise da variância e comparação de médias (Tukey 5%).

Tabela 1 - Número de respostas corretas para estabelecer diferença estatística de acordo com cada nível de significância (%) e o tipo de teste

Nº de prova dores	Nível de significância (%)	5		1		0.1	
		O'Mahony	Meilgaard	O'Mahony	Meilgard	O'Mahony	Meilgaard
36	Triangular (sabor)	18	-	20	-	22	-
48	Preferência Pareada (aparência)	-	31	-	34	-	36

2.2.3 Resultados e Discussão

Temperatura interna do fruto

As temperaturas medidas nas profundidades de 1 cm e 3 cm da polpa elevaram-se gradativamente até atingirem aproximadamente 30° e 25°C, respectivamente, após 20 minutos (Figura 1). Entretanto, o tratamento hidrotérmico utilizado no descascamento de laranja é de 8 minutos. Esse tempo é suficiente para facilitar o descascamento e o fruto não fica aquecido.

As temperaturas nas profundidades de 1 cm e 3 cm foram aproximadamente 15° e 10°C, respectivamente, após o tratamento. Os fatores contribuintes para o pouco ganho de calor pelo fruto são: elevado teor de suco, temperatura inicial do fruto baixa (6° C), além de que a casca da laranja forma uma proteção térmica que dificulta a transferência de calor, ao contrário de frutos com casca mais fina, como mamão e manga que aquecem mais rapidamente. Shellie e Mangan (2000) verificaram que manga e mamão apresentaram maior taxa de aquecimento em relação à laranja quando imersos em água a 48°C.

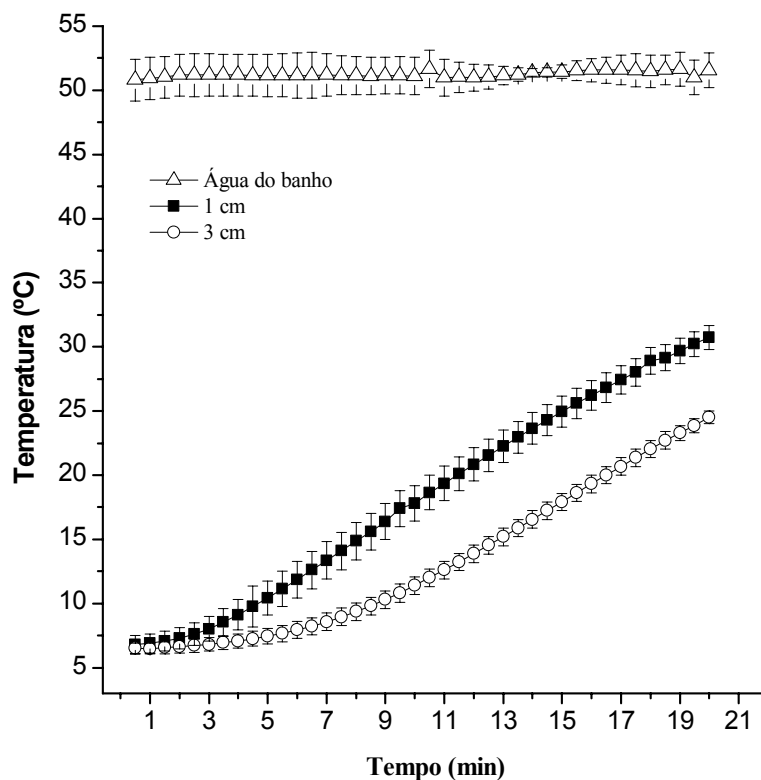


Figura 1 - Temperatura interna de laranja 'Pera', medida a 1 e 3 cm de profundidade, e temperatura da água, durante o tratamento hidrotérmico. Cada ponto representa o valor médio de sete repetições de um fruto cada. As barras representam o desvio padrão da média

Tempo de descascamento

O tempo de descascamento das laranjas submetidas ao tratamento hidrotérmico foi 3,2 vezes menor em relação às laranjas sem tratamento (Figura 2). As laranjas com tratamento hidrotérmico foram descascadas num tempo médio de 1,24 min por fruto contra 4,02 min para laranjas sem tratamento hidrotérmico.

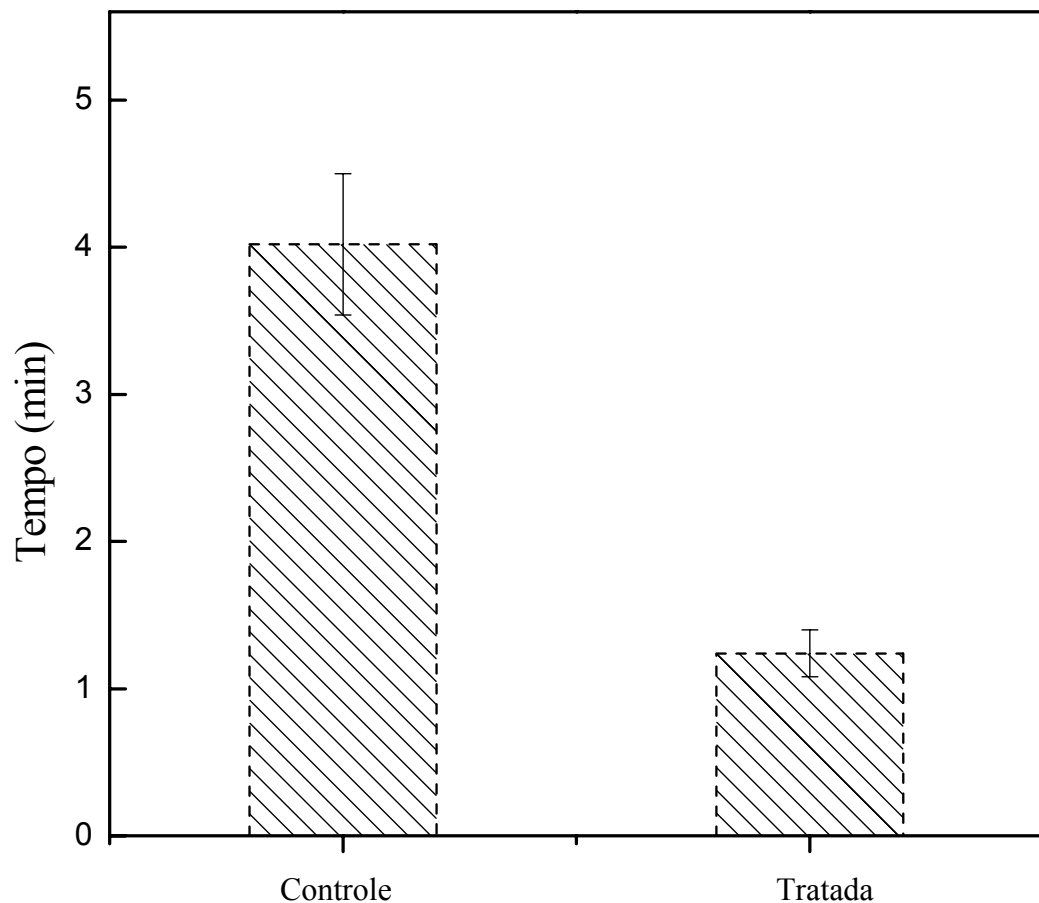


Figura 2 - Tempo de descascamento de laranja 'Pêra' tratada hidrotermicamente e controle. Média de 40 frutos. As barras representam o desvio padrão da média

Além de reduzir o tempo de descascamento, o tratamento hidrotérmico propiciou um maior número de laranjas sem injúrias. O rendimento em laranjas comercializáveis foi de 95% para as laranjas tratadas hidrotermicamente contra 60% para as laranjas sem tratamento hidrotérmico.

No entanto, vale ressaltar que laranjas muito verdes ou com espessura da casca muito grossa apresentam o descascamento dificultado neste tempo de tratamento, ocasionando frutos com bastante injúrias. Isto é um fator que deve ser levado em conta para produção em nível comercial. É provável que em laranjas com casca mais grossa seja necessário um tempo de aquecimento superior a 8 minutos.

Segundo Pao et al. (1998) o tempo de descascamento de laranja ‘Hamlin’ infundida com água sob vácuo ou pressão, após incisões na casca foi de 20 ± 3 segundos. Embora o tempo de descascamento encontrado neste trabalho tenha sido maior, o tratamento hidrotérmico oferece vantagens como a não necessidade de realizar incisões na casca do fruto e a não necessidade de utilizar pressão ou vácuo. Além disso, as laranjas submetidas ao tratamento hidrotérmico não exibem perda de suco.

O descascamento manual de laranjas sem tratamento é dificultado, pois o albedo é bastante aderido à membrana dos segmentos. Isso leva a um maior número de laranjas com injúrias, tornando-as impróprias para a comercialização. Pao, Petraceck e Brown (1996) estudaram o efeito da infusão de água e solução enzimática associada à incisões na casca do fruto, pressão e vácuo. Estes autores sugerem que a água dissolve a pectina do albedo, facilitando o descascamento.

Análises físico-químicas

Não houve efeito de tratamento, tempo, nem interação entre esses fatores para as variáveis físico-químicas analisadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Características físico-químicas de laranja ‘Pera’ tratada hidrotermicamente e controle

Variáveis*	Dias após o processamento / tratamentos			
	1		4	
	Controle	Tratada	Controle	Tratada
Sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) ^{NS}	8.93 ± 0.94	8.70 ± 0.78	8.22 ± 0.33	8.36 ± 0.55
Acidez titulável ^{NS} (% de ácido cítrico)	0.68 ± 0.07	0.75 ± 0.11	0.73 ± 0.03	0.71 ± 0.10
"Ratio" ^{NS}	13.29 ± 1.38	11.80 ± 1.93	11.36 ± 0.77	11.93 ± 1.19
Ácido ascórbico ^{NS} [mg (100 g polpa) ⁻¹]	30.68 ± 4.05	32.42 ± 4.99	32.17 ± 2.60	32.34 ± 3.43

* Médias de seis repetições de três laranjas cada.

^{NS} Médias do controle e tratada não diferem estatisticamente em cada tempo de avaliação.

O sabor dos frutos é função da relação sólidos solúveis:acidez titulável e da presença ou ausência de vários compostos aromáticos ou amargos. Em muitas regiões produtoras de citros do mundo, os frutos são comercializados somente quando o valor mínimo de “ratio” (sólidos solúveis: acidez titulável) é atendido. O “ratio” mínimo varia com a localidade e padrão local, mas em geral situa-se entre 7 e 9 para as laranjas (DAVIES; ALBRIGO, 1994). De acordo com as

normas de classificação, padronização e identidade da laranja para o Programa Brasileiro para a melhoria dos padrões comerciais e embalagens de hortigranjeiros o ratio mínimo é 9,5 (HORTIBRASIL, 2006). Neste estudo, o “ratio” variou de 11,4 a 13,3.

Em bananas, tratadas hidrotermicamente com objetivo de desinfestação de insetos, Wall (2004) também não observou influência do tratamento hidrotérmico no teor de sólidos solúveis e acidez titulável após 12 dias de armazenamento a 14°C e amadurecimento a 22°C. As temperaturas e tempos utilizados nos tratamentos foram 48 a 50°C por 5 a 10 minutos.

Aparência e sabor

O número de respostas corretas que indica a laranja tratada hidrotermicamente com sabor diferente da não tratada foi de 10 e 12 no 1º e 4º dia, respectivamente. De acordo com o teste de O'Mahony (1986) (Tabela 1), o número mínimo de respostas corretas para estabelecer diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância é de 18 respostas, no caso de 36 julgadores, como foi usado neste experimento. Portanto, pode-se afirmar que não houve influência ($P > 0,05$) do tratamento hidrotérmico no sabor das laranjas.

No primeiro dia de análise, ou seja, um dia após o processamento, dentre os dez julgadores que acertaram, dois acharam a laranja tratada hidrotermicamente mais saborosa, dois mais aguada, dois mais ácida, um sobremadura, um amarga e dois atribuíram o sabor sobremaduro nos frutos sem tratamento hidrotérmico. Quatro dias após o processamento, oito julgadores acharam a laranja tratada hidrotermicamente mais saborosa, um mais ácida, um sobremadura, um menos saborosa e um julgador não fez comentários.

Observa-se que nos dois dias de análise, além do resultado não ter sido significativo, as justificativas dos julgadores foram bastante variadas, o que nos leva a inferir que essas diferenças estão relacionadas ao material vegetal ou impressão dos julgadores e não ao processo (tratamento hidrotérmico) aplicado.

Em relação à aparência, os frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico apresentaram nota de aparência significativamente superior (Tabela 3). Além disso, os frutos do tratamento hidrotérmico foram significativamente preferidos em relação aos frutos sem tratamento ao nível de 0,1% de significância. De acordo com o teste de Meilgard, Civille e Carr (1991) (Tabela 1) são necessárias 36 respostas a favor de determinada amostra para estabelecer diferença significativa a

0,1% entre as amostras. O número de provadores que preferiram a amostra tratada hidrotermicamente foi 43.

Tabela 3 - Notas de aparência externa de laranja 'Pêra' tratada hidrotermicamente e controle após dois dias de armazenamento a 6°C

Tratamentos	Médias	Aparência externa (notas)				
		ótima (5)	Bom (4)	regular (3)	ruim (2)	péssimo (1)
Controle	3.3 b	2	14	30	2	-
Tratada	4.3 a	16	29	3	-	-

Médias seguidas de letras diferentes diferem entre si ($P < 0,05$).

A razão da preferência dos provadores pelas laranjas tratadas hidrotermicamente foi que o menor resquício de albedo promove melhor aparência devido à coloração laranja intensa do hesperídeo. Isto torna o produto mais atrativo. No caso da laranja descascada sem tratamento hidrotérmico, a cor laranja é mascarada pelo maior resquício de albedo. A Figura 3 ilustra a aparência dos frutos.



Figura 3 -Laranjas 'Pêra' controle (à esquerda) e tratadas hidrotermicamente (à direita)

Atividade Respiratória

A atividade respiratória das laranjas tratadas hidrotêrmicamente foi maior que das laranjas sem tratamento hidrotérmico somente na primeira hora após o processamento. A partir da segunda hora os valores se igualaram (Figura 4). Isto indica que o estresse causado pelo aquecimento foi pequeno e não perdurou.

Ketsa et al. (1999) encontrou maior atividade respiratória em mangas tratadas hidrotêrmicamente, enquanto Serrano et al. (2004) verificou que ameixa submetida a danos mecânicos após tratamento hidrotérmico (45°C / 10min.) apresentaram menor atividade respiratória que frutos não submetidos ao tratamento hidrotérmico. Estes resultados encontrados na literatura indicam que o efeito do tratamento hidrotérmico na atividade respiratória depende do produto.

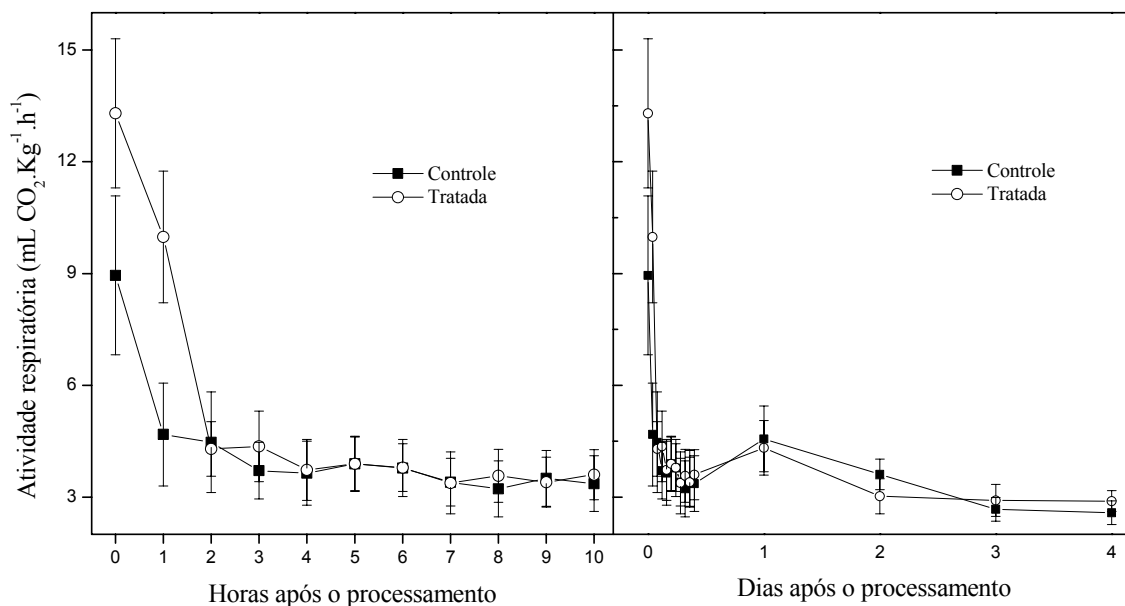


Figura 4 - Atividade respiratória de laranja 'Pera' controle e tratada hidrotêrmicamente. Cada ponto representa o valor médio de seis repetições de um fruto cada. As barras indicam o desvio padrão da média

2.3 Considerações Finais

Os resultados demonstraram que esta técnica pode ser utilizada como forma de descascamento de frutas cítricas, visando o processamento mínimo das mesmas. No caso da

laranja ‘Pêra’, o tratamento hidrotérmico facilita o descascamento dos frutos e não afeta a qualidade físico-química e sensorial. Sua influencia na atividade respiratória ocorre de forma transitória, somente na primeira hora após o processamento.

Laranjas muito verdes e/ou com espessura da casca muito grossa têm o descascamento dificultado neste tempo de tratamento hidrotérmico. Há necessidade de mais estudos para determinar a combinação tempo-temperatura que facilita o descascamento sem alterar a qualidade dos frutos, assim como avaliar o processo de propagação de calor no interior dos frutos, para cada espécie e variedade, que possivelmente possuem características constitutivas distintas.

Referências

BEIRÃO-DA-COSTA, S.; STEINER, A.; CORREIA, J.E.; MOLDÃO-MARTINS, M. Effects of maturity stage and mild heat treatments on quality of minimally processed kiwifruit. **Journal of Food Engineering**, New York, v.76, p.616-625, 2006.

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

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análise química de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990.121p.

DAVIES, F.S.; ALBRIGO, L.G. **Citrus**. Wallingford: CAB, 1994. 254p.

DONADON, J.R.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S.; SANCHES, J.MIGUEL, A.C.A.; Conservação de produto minimamente processado de tangerinas ‘Murcott’ In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis. **Anais...**Jaboticabal: SBF, 2004. 1 CD ROM.

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.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000.127p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2006**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2006. p.257-270: Laranja.

HORTIBRASIL.Laranja.<http://www.hortibrasil.org.br/classificacao/laranja/arquivos/normas.html>. acesso em 03 jan.2006.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Market Size.**
<http://www.fresh-cuts.org/Default.aspx?tabid=103>. acesso em 02 fev.2005.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C. Tecnología de procesamiento mínimo de frutas cítricas. In: CONFERENCIA INTERNACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, 2005. La Habana, **Nuevas Tecnologías de conservación y envasado de frutas y hortalizas**. Sonora: CYTED, 2005. p. 11-17.

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 anatanogonists. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.24, n.2, p.103-111, 2002.

KETSA, S.; CHITRAGOOL, S.; KLEIN, J. D.; LURIE, S. Ethylene synthesis in mango fruit following heat treatment. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.1, p. 65-72, 1999.

KIM, D.M.; SMITH, N.L.; LEE, C.Y. Apple cultivar variations in response to heat treatment and minimal processing. **Journal Food Science**, Chicago, v.58, n.5, p.1111-1114, 1124, 1993.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Florida : CRC Press, 1991.354p.

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

O'MAHONY, M. Sensory Evaluation of Food. **Statistical methods and procedures**. New York: Marcel Dekker, 1986.487p.

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

PAO, S.; PETRACEK, 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.

PORAT, D.R.; DUAS, 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.2, p.151-157, 2000.

SERRANO, M.;MARTÍNEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; GUILLE'N, F.; VALERO, D. Role of calcium and heat treatments in alleviating physiological changes induced by mechanical damage in plum.**Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.34, n.2, p.155–167, 2004.

SHELLIE, K.C.; MANGAN, R.L. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 21, n.1, p. 51-60, 2000.

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

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.

3 EFICÁCIA DA SANIFICAÇÃO NO PROCESSAMENTO MÍNIMO DE LARANJA 'PERA'

Resumo

A sanificação é uma das operações mais importantes em processamento mínimo. O objetivo deste trabalho foi determinar em qual etapa do processo é mais eficaz sanitizar as laranjas. Os frutos foram selecionados quanto à coloração da casca e tamanho e, resfriados a 6°C por 12h. Em seguida foram submetidos aos seguintes tratamentos: a) sanificação antes do descascamento; b) antes e após o descascamento; c) após o descascamento; d) sem sanificação (controle). O princípio ativo do agente saneante utilizado foi Dicloro S. Triazinatriona Sódica. A sanificação antes do descascamento constou de imersão dos frutos em água com 200 mg.L⁻¹ de cloro por 10 minutos e a sanificação após o descascamento constou de imersão dos frutos em água com 50 mg.L⁻¹ de cloro por 3 minutos, seguido de enxágüe em água potável. O descascamento foi realizado através de tratamento hidrotérmico (imersão das laranjas em água a 50°C por aproximadamente 8 minutos). Posteriormente as laranjas foram descascadas manualmente e armazenadas a 6°C por 6 dias. Os níveis de contaminação tanto por fungos como por bactérias foram baixos, atingindo no máximo 4 x 10² UFC.g⁻¹. Não foram detectados coliformes nem *Salmonella* em nenhuma amostra de todos os tratamentos. Embora todas as contagens microbianas tenham sido baixas em todos os tratamentos, naqueles nos quais se utilizou sanificação foram encontradas as menores contaminações, mostrando a eficácia da sanificação. Com base nestes resultados recomenda-se a sanificação antes do descascamento, após a operação de lavagem dos frutos para garantir a qualidade microbiológica.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*; Cloro; Microbiologia; Qualidade

SANIFICATION EFFICACY IN MINIMAL PROCESSING OF 'PERA' ORANGE

Abstract

Sanification is one of the most important procedures in minimal processing. This work was aimed at determining the stage of the process in which sanitizing is most effective in orange. Fruits were selected according to size and skin color and stored at 6°C for 12h. Then, the following sanification treatments were used: a) before peeling; b) before and after peeling; c) after peeling; d) no sanification (control). The sanitizer active ingredient was Dichloro-S-Triazinetrione. For sanification before peeling, fruits were immersed in water plus 200 mg.L⁻¹ chlorine for 10 minutes, while for sanification after peeling, fruits were immersed in water plus 50 mg.L⁻¹ chlorine for 3 minutes, followed by rinsing in drinking water. Peeling was done by hydrothermic treatment (immersion of fruits in water at 50°C for 8 minutes approximately). After that, fruits were manually peeled and stored at 6°C for 6 days. Contamination levels by fungi and bacteria were low, reaching a maximum of 4 x 10² CFU.g⁻¹. Coliforms or *Salmonella* were not found in any samples in all treatments. Although microbial counts were low in all treatments, those using sanification showed the lowest contamination levels, showing the sanification

efficacy. Based on the results, sanification before peeling, after washing of fruits, is recommend in order to assure the microbiological quality of fruits.

Keywords: *Citrus sinensis*; Chlorine; Microbiology; Quality

3.1 Introdução

Os produtos minimamente processados devem apresentar qualidade sensorial, nutricional e microbiológica. A vida útil destes produtos, em geral, é limitada pelo crescimento microbiano, o qual causa alterações nas características organolépticas e nutritivas dos produtos.

Os microrganismos patogênicos e deteriorantes podem contaminar os vegetais através de diversas maneiras tanto na pré como na pós-colheita. As fontes de contaminação na pré-colheita incluem o solo, a água de irrigação, água utilizada para aplicar fungicidas e inseticidas, poeira, insetos, compostagem inadequada de adubos, animais domésticos e selvagens e a manipulação humana. Na pós-colheita, os principais focos são: manipulação humana, equipamentos de colheita, embalagens de transporte, animais, insetos, poeira, água de lavagem, gelo, veículos de transporte e equipamentos durante o processamento (BEUCHAT, 2002; BRACKETT, 1999).

No processamento mínimo, as barreiras para eliminação de microrganismos ou controle do crescimento microbiano são poucas, e incluem principalmente, a lavagem, o uso de saneantes, embalagens em atmosfera modificada, refrigeração (VANETTI, 2004) e alguns tratamentos adicionais, como por exemplo, irradiação, películas comestíveis, entre outros.

A operação de sanificação no processamento mínimo apresenta importante papel na minimização da deterioração e na manutenção da qualidade do produto, e o cloro, nas suas várias formas, é o saneante mais utilizado em alimentos (BRACKETT, 1992; DYCHDALA, 1991).

O cloro é barato, de fácil aplicação e monitorização e possui um amplo espectro de ação microbicida. Sua atividade antimicrobiana depende da quantidade de cloro livre disponível, particularmente em forma de ácido hipocloroso (HOCl), do pH da solução, que deve estar entre 6,5 e 7,5, da temperatura da solução saneante, sendo que quanto menor, maior será a ação do cloro e da presença de matéria orgânica (DYCHDALA, 1991).

A sanificação tem se mostrado eficiente no controle da proliferação de microrganismos em citros, maçãs, alfaces, tomates e batatas minimamente processadas (PARK; RUA; ACKER, 1991). Neste trabalho a laranja foi sanificada em diferentes etapas do fluxograma de processo, de

forma a definir em qual etapa é mais eficaz a sua utilização, visando obter um produto com qualidade microbiológica, que não cause problemas de saúde pública.

3.2 Desenvolvimento

3.2.1 Revisão Bibliográfica

Os microrganismos deteriorantes e patogênicos são capazes de se estabelecerem e se desenvolverem nas frutas e hortaliças, pois estas apresentam alto conteúdo de água, carboidratos, proteínas, ácidos graxos, minerais e vitaminas. O pH das hortaliças oscila entre 6 e 7. Por outro lado, a maioria das frutas apresentam pH entre 2,5 e 4,5. O baixo pH das frutas favorece o crescimento de fungos e leveduras. Nas hortaliças, o pH mais próximo da neutralidade favorece a proliferação mais rápida de bactérias do que fungos e leveduras. (DIAS-CINCO; ACEDO-FELIX; GARCIA-GALAZ, 2005).

Vários microrganismos tem sido encontrados em produtos minimamente processados, incluindo *Salmonella*, coliformes, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7, *Yersinia enterocolítica*, *Shigella*, bolores e leveduras, entre outros (NGWYEN; CARLIN, 1994).

Pelo fato dos produtos minimamente processados serem mantidos sob refrigeração, torna-se importante a enumeração de microrganismos psicotróficos nestes produtos. De acordo com Cousin, Jay e Vasavada (2001) a enumeração destes microrganismos permite avaliar as condições microbiológicas de processamento do alimento e fornece uma indicação do potencial de deterioração e da manutenção da qualidade.

Os coliformes também são bons indicadores de contaminação fecal em alimentos (HIRAUSHI; HORIE, 1982). De acordo com a International Commission on Microbiological Specifications for Foods – ICMSF (1978), a presença de coliformes em alimentos indica manipulação inadequada durante o processamento, uso de equipamentos em más condições sanitárias ou ainda utilização de matéria-prima contaminada. Dessa forma, torna-se importante a sanificação de toda a 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 dos vegetais e utilização de matéria-prima de boa qualidade.

Bolores e leveduras constituem um largo e divergente grupo de microrganismos que consistem em mais de cem espécies. A maioria pode ser detectada no solo e no ar. Pelo fato de serem heterotróficos e terem habilidade de se adaptarem a várias condições ambientais, são encontrados como contaminantes em vários alimentos e equipamentos de processamento. Crescem em ampla faixa de pH e temperatura e a maioria dos fungos em alimentos são aeróbios (BEUCHAT; COUSIN, 2001).

Crescimento de bolores e leveduras pode ser manifestado por manchas, pústulas, micélios e esporos brancos ou coloridos, entre outros. A ausência de crescimento de fungo na análise visual não significa que eles não estejam presentes; o número deles pode ser baixo ou o crescimento deles pode ser interno (BEUCHAT; COUSIN, 2001).

Frutas e hortaliças podem ser invadidas por microrganismos antes ou após a colheita, durante as operações de processamento e durante o armazenamento e distribuição.

A lavagem dos produtos hortícolas em água corrente remove os microrganismos das superfícies expostas, embora um número significativo permaneça no espaço das junções das células epidérmicas e nas dobras da epiderme (ADAMS; HARTLEY; COX, 1989). Dessa forma, a sanificação torna-se uma etapa muito importante no processamento mínimo e o cloro é o agente saneante mais utilizado em alimentos (DYCHDALA, 1991), por apresentar rápida ação, ser facilmente diluído em água e não deixar resíduo tóxico no alimento. Muitos autores recomendam a utilização de 50 a 200 mg.L⁻¹ de cloro ativo na solução para sanificação, tanto antes como após o processamento.

Ayhan e Chism (1998) observaram redução de até 2 ciclos log de microrganismos aeróbios na superfície de melões Cantaloupe e Honeydew sanificados com 200 mg.L⁻¹. O aumento da concentração de cloro para 500 mg.L⁻¹ não resultou em maiores benefícios.

A RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA de 2 de janeiro de 2001 estabelece ausência de *Salmonella* em 25 g de produto e máximo de 5 x 10² NMP de coliformes a 45°C para frutas frescas, “in natura”, preparadas, sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto.

A interpretação da contagem de psicrotróficos e bolores e leveduras é difícil, pois não existem limites máximos estabelecidos para os produtos minimamente processados. No entanto, contagens altas destes microrganismos (10⁵ e 10⁶ UFC/g) indicam riscos de deterioração e/ou presença de patógenos.

3.2.2 Material e Métodos

Laranjas ‘Pêra’ provenientes de pomares comerciais da região de Engenheiro Coelho - SP foram selecionadas, lavadas com detergente neutro e resfriadas a 6°C por 12 horas.

Após o resfriamento as laranjas foram submetidas aos tratamentos: a) sanificação antes do descascamento; b) antes e após o descascamento; c) após o descascamento; d) sem sanificação (controle). O agente saneante utilizado foi o Dicloro S. Triazinatriona Sódica.

A sanificação antes do descascamento constou de imersão dos frutos em água mineral com 200 mg.L⁻¹ de cloro. A sanificação após o descascamento constou de imersão dos frutos em água mineral com 50 mg.L⁻¹ de cloro por três minutos, seguido de enxague em água mineral.

O descascamento foi realizado através de tratamento hidrotérmico (imersão das laranjas em água a 50°C por aproximadamente 8 minutos). Em seguida as laranjas foram descascadas manualmente e armazenadas a 6°C.

Análises

A microbiota contaminante foi avaliada pelo número mais provável de coliformes totais e a 45°C, presença/ausência de *Salmonella*, contagem total de bactérias psicrotróficas e bolores e leveduras. Coliformes e *Salmonella* foram determinados no dia do processamento e nos 3º e 6º dias de armazenamento. Bolores e leveduras e bactérias psicrotróficas foram determinados no 6º dia de armazenamento.

Bactérias psicrotróficas

Para contagem de bactérias psicrotróficas utilizou-se o meio Ágar Padrão para contagem (PCA). As análises foram efetuadas em porções de 50g de fruto, pesadas assepticamente e colocadas em liquidificador esterilizado, com 450 mL de água peptonada (0,1%) estéril, constituindo a diluição 10⁻¹, após homogeneização. A partir da diluição 10⁻¹, obteve-se a diluição 10⁻², pipetando-se 10 mL da solução 10⁻¹ em 90 mL de água peptonada esterilizada (0,1%) e a partir desta, obteve-se a diluição 10⁻³.

A partir da diluição 10⁻¹ até a 10⁻³ foram plaqueados em profundidade, 1 mL de cada diluição em duplicata, utilizando-se 20 mL 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 fez-se a contagem das colônias, com auxílio do contador de colônias tipo Quebec. Multiplicou-se a média aritmética da duplicata pelo respectivo fator de diluição. Os resultados foram expressos em UFC/g de produto.

Coliformes

Coliformes foram determinados pelo método do NMP, através da técnica dos Tubos Múltiplos. Para o teste presuntivo foram utilizadas séries de 5 tubos de ensaio para cada diluição (10^{-1} , 10^{-2} e 10^{-3}), os quais continham um tubo de Durham e caldo lauril (LST) em concentração simples. Adicionou-se 1mL de cada diluição nas referidas séries de 5 tubos.

Todos os tubos foram incubados em estufa termostatzada a 35-37°C, por 24-48 horas de incubação. A possível presença de tubos positivos é observada pelo esvaziamento dos tubos de Durham, devido à produção de gás pelas bactérias do grupo coliforme ao fermentarem a lactose.

Caso houvesse tubos positivos no teste presuntivo, ou seja, esvaziamento do tubo de Durham, alíquotas destes tubos deveriam ser inoculadas em tubos com caldo verde brilhante Lactose Bile (CVBLB) e em tubos com caldo EC. Os tubos CVBLB deveriam ser incubados a 35-37°C /24-48h para o teste confirmativo de coliformes totais e os tubos EC em banho-maria a 45°C/24h para o teste confirmativo de coliformes a 45°C.

Salmonella

Para detecção de *Salmonella*, utilizou-se o Kit '1-2 test', fabricado pela BioControl/USA. Foi feito um pré-enriquecimento de cada amostra analisada, triturando-se 25g de fruto em 225 mL de água peptonada tamponada esterilizada, em liquidificador esterilizado. Após a homogeneização, foi feita assepticamente a transferência para os frascos erlenmeyers originais (que continham os 225 mL de água peptonada tamponada). Tais frascos foram incubados em estufa termostatzada, a 35°C por 24 horas. Decorrido o período de incubação fez-se o preparo dos kits, inoculando 0,1 mL da amostra. Incubaram-se os Kits a 35°C por 24 horas. Após a incubação foi feita a leitura dos resultados. A possível presença de *Salmonella* foi caracterizada pela formação de uma imunobanda na metade superior do gel. Trata-se de uma banda branca que apresenta forma de U formada pela aglutinação das células da bactéria.

Bolores e leveduras

Para contagem de bolores e leveduras utilizou-se o meio Batata Dextrose Ágar (BDA) acidificado com ácido tartárico ($\text{pH} \cong 4,0$).

As análises foram efetuadas em porções de 50g de fruto, pesadas assepticamente e trituradas em liquidificador esterilizado, com 450 mL de água peptonada (0,1%) estéril, constituindo a diluição 10^{-1} . A partir da diluição 10^{-1} , obteve-se a diluição 10^{-2} , pipetando-se 10 mL da solução 10^{-1} em 90 mL de água peptonada esterilizada (0,1%) e a partir desta, obteve-se a diluição 10^{-3} .

A partir da diluição 10^{-1} até a 10^{-3} foram plaqueados em profundidade, 1 mL de cada diluição em duplicata, utilizando-se 20 mL de meio de cultivo BDA. 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 colônias, com auxílio do contador de colônias tipo Quebec. Multiplicou-se a média aritmética da duplicata pelo respectivo fator de diluição. Os resultados foram expressos em UFC/g de produto.

3.2.3 Resultados e Discussão

Os níveis de contaminação tanto por fungos como por bactérias psicrotróficas foram baixos, atingindo no máximo $4,0 \times 10^2$ UFC g^{-1} (Tabela 1).

Tabela 1 - UFC de bactérias psicrotróficas e bolores e leveduras / g de laranja ‘Pera’ minimamente processada após seis dias de armazenamento a 6°C

Tratamentos	Bolores e Leveduras	Bactérias Psicrotróficas
Controle	$4,0 \times 10$	$4,0 \times 10^2$
Sanificação após o descascamento	$1,0 \times 10$	< 10
Sanificação antes do descascamento	$1,5 \times 10$	< 10
Sanificação antes e após o descascamento	$2,0 \times 10$	< 10

Observaram-se os menores níveis de contaminação por bactérias psicrotróficas nos tratamentos com sanificação. Em relação às contagens de bolores e leveduras também ficou claro que embora os níveis de contaminação tenham sido baixos em todos os tratamentos, naqueles nos

quais se utilizou sanificação foram encontradas as menores contagens após o período de armazenamento. Os resultados obtidos evidenciam que os microrganismos nas laranjas minimamente processadas foram provenientes da superfície do fruto.

Estes resultados estão de acordo com Ngarmsak et al. (2006) que observaram que fatias de mangas preparadas a partir de frutos sem sanificação apresentaram maior nível de microrganismos em relação às fatias provenientes de frutos sanitizados em água (11,7°C) com 100 mg.L⁻¹ de cloro ou provenientes de frutos imersos em água a 50°C por cinco minutos com ou sem 100 mg.L⁻¹ de cloro.

Tanto o cloro quanto a água quente interferem no crescimento microbiano. Os compostos clorados, em solução aquosa, liberam o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (ClO⁻), sendo o ácido hipocloroso o agente bactericida, pois não tem carga elétrica e é capaz de atravessar a membrana celular dos microrganismos e paralisar a produção de energia proveniente da glicólise, oxidar proteínas celulares, interferir no transporte de nutrientes e promover a perda de componentes celulares, levando o microrganismo à morte (ANDRADE et al., 1985; DYCHDALA, 1991).

Quanto à utilização de água quente, esta pode causar injúrias aos microrganismos e inabilitar a recuperação do estresse adquirido durante o tratamento (NGARMSAK et al., 2006). Sertthikul et al. (2003) citados por Ngarmsak et al (2006) observaram que a imersão a 60°C por 20 minutos ou 62°C por quatro minutos eliminou 86% da *Salmonella entérica* spp inoculada em manga. Diante deste fato, pode-se inferir que no presente trabalho a imersão dos frutos sanitizados em água a 50°C por oito minutos contribuiu para potencializar a redução da carga inicial de microrganismos dos frutos.

Não foram detectados coliformes nem *Salmonella* em nenhuma amostra dos tratamentos. De acordo com a International Commission on Microbiological Specifications for Foods – ICMSF (1978), a presença de coliformes em alimentos indica manipulação inadequada durante o processamento, uso de equipamentos em más condições sanitárias ou ainda utilização de matéria-prima contaminada. Assim como os coliformes, a *Salmonella* pertence à família das Enterobacteriaceae e os principais focos de infecção são as fezes humanas e de animais. Portanto, a ausência destes microrganismos nas laranjas minimamente processadas é reflexo da ótima qualidade da matéria-prima utilizada e das boas práticas de fabricação adotadas durante todo o processamento.

É importante salientar que em processamento mínimo, independente do produto a ser processado, a matéria-prima deve ser de excelente qualidade. Além disso, devem-se adotar medidas preventivas para minimizar a contaminação dos produtos em toda cadeia produtiva. A implantação de um sistema efetivo de controle, por meio de programa de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) é fundamental para o conhecimento e prevenção da contaminação e do crescimento microbiano em produtos minimamente processados (VANETTI, 2000).

3.3 Considerações Finais

Embora todas as contagens microbianas encontradas nos tratamentos tenham sido baixas (máximo de $4,0 \times 10^2$ UFC/g) e, portanto, todas as amostras se encontravam de acordo com os padrões microbiológicos pertinentes e assim satisfatórias sob o aspecto microbiológico para o consumo humano, ficou evidente o benefício da sanificação. Desta forma é recomendável que a mesma seja efetuada após a operação de lavagem dos frutos, antes do descascamento, para evitar a contaminação do hesperídeo, caso o fruto venha do campo com alta contaminação microbiana.

Referências

- ADAMS, M.R.; HARTLEY, A.D.; COX, L.G. Factors affecting the efficacy of washing procedures used in the production of prepared salads. **Food Microbiology**, Illinois, v.6, p.69-77, 1989.
- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144&word=limite%20microbiologico>. Acesso em 16 out.2006.
- ANDRADE, N.J.; MOSQUIM, M.C.A.V.; CHAVES, J.B.P.; TEIXEIRA, M.A. Efeito da concentração e do pH na ação sanitizante de soluções diluídas de hipoclorito de sódio comercial. **Revista do Instituto de Laticínios Candido Toste**, Rio de Janeiro, v.40, p.73-83, 1985.
- AYHAN, Z.; CHISM, G.W. The shelf-life of minimally processed fresh cut melons. **Journal of Food Quality**, WastPort, v.21, p.29-40, 1998.
- BEUCHAT, L.R.; COUSIN, M.A. Yeasts and molds..In: APHA.Committee on Microbiological Methods for Foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001. cap.20, p.209-222.

- BEUCHAT, L.R. Ecological factors influencing survival and growth of human pathogens on raw fruit and vegetables. **Microbes and Infection**, Berlin , v.4, n.4., p.413-423, 2002.
- BRACKETT, R.E. Incidence, contributing factors, and control of bacterial pathogens in produce. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p.305-311, 1999.
- BRACKETT, R.E. Shelf stability and safety of fresh cut produce as a influenced by sanitation. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.55, p.808-814, 1992.
- COUSIN, M.A.; JAY, J.M.; VASAVADA, P.C. Psychrotrophic microorganisms. In: APHA. Committee on Microbiological Methods for Foods. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4th ed. Washington: American Public Health Association, 2001. cap.13, p159-166.
- DÍAS-CINCO, M.E.; ACEDO-FÉLIX, E.; GARCÍA-GALAZ, A. Principales microorganismos patógenos y deterioro. In: GONZÁLES-AGUILAR, G.A.; GARDEA, A.A.; CUAMEA-NAVARRO, F. **Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados**. México: CIAD, 2005. cap.10, p.217-240.
- DYCHDALA, G.R. Chlorine and chlorine compounds. In: BLOCK, S.S.; BARKLEY, W.E. **Desinfection sterilization and preservation**. 4th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1991. p.131-151.
- HIRAUSHI, A.; HORIE, S. Species composition and growth temperature characteristics of coliforms in relation to their sources. **Journal of General and Applied Microbiology**, Tokyo, v.28, p.139-154, 1982.
- INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods**. 2nd ed. Toronto: University of Toronto Press, 1978. v.1, 434p.
- NGARMSAK, M.; DELAQUIS, P.; TOIVONEN, P.; NGARMSAK, T.; OORAIKUL, B.; MAZZA, G. Microbiology of fresh-cut mangoes prepared from fruit sanitized in hot chlorinated water. **Food Science Technology International**, Madrid, v.12, n.6, p.95-103, 2006.
- NGUYEN, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.34, n.4, p. 371-401, 1994.
- PARK, D.L.; RUA JR.; SM.; ACKER, R.F. Direct application of a new hypochlorite sanitizer for reducing bacterial contamination on foods. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.54, n.12, p.960-965, 1991.
- VANETTI, M.C.D. Controle microbiológico e Higiene no Processamento Mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2000, Viçosa. **Palestras... Viçosa: CEE**, 2000. p.44-52.

VANETTI, M.C.D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3, 2004, Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa: CEE, 2004. p.30-32.

4 ATIVIDADE RESPIRATÓRIA E PRODUÇÃO DE ETILENO DE LARANJA ‘PÊRA’ SUBMETIDA A NÍVEIS DE PROCESSAMENTO E TEMPERATURAS DE ARMAZENAMENTO

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de níveis de processamento e temperaturas de armazenamento na atividade respiratória e na produção de etileno de laranja ‘Pêra’. O experimento foi realizado em duas etapas. Na primeira etapa as laranjas lavadas, sanificadas e resfriadas foram submetidas aos tratamentos: a) laranjas em segmentos; b) laranjas inteiras sem albedo; c) laranjas inteiras com albedo; d) laranjas intactas (controle). As laranjas de todos os tratamentos foram acondicionadas em jarros de vidro que permitem fechamento hermético e armazenadas a 6°C. Determinou-se a atividade respiratória e a produção de etileno imediatamente após o processamento; a cada hora, durante 10 horas e a cada 24 horas durante 7 dias. Na segunda etapa determinou-se a atividade respiratória e a produção de etileno de laranjas sem albedo armazenadas a 1°, 11°, 21° e 31°C. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias de tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (5%). O processamento interferiu na atividade respiratória, sendo maior essa influência imediatamente após o descascamento e separação dos segmentos. O processamento mínimo de laranjas nas formas inteiras com ou sem albedo afetou a atividade respiratória somente nas primeiras horas após o processamento. Durante todo período de armazenamento a atividade respiratória das laranjas a 1° e 11°C não diferiram entre si, sendo inferior à das laranjas a 21° e 31°C. O etileno foi detectado apenas nos frutos mantidos a 21° e 31°C. Os quocientes de temperatura após a estabilização foram 1,73 para 1-11°C; 2,11 para 11-21°C e 1,54 para 21-31°C. A atividade respiratória das laranjas foi influenciada pelos níveis de processamento e pela temperatura de armazenamento.

Palavras-Chave: Citrus sinensis; Gás carbônico; Metabolismo

RESPIRATORY ACTIVITY AND ETHYLENE PRODUCTION OF ‘PERA’ ORANGE SUBMITTED TO DIFFERENT LEVELS OF PROCESSING AND STORAGE TEMPERATURE

Abstract

The present work was aimed at evaluating the effect of different processing levels and storage temperatures on the respiratory activity and the ethylene production of ‘Pera’ oranges. The study was carried out in two stages. The first stage consisted of submitting the oranges previously washed, sanitized and chilled to the following treatments: a) division in segments; b) whole orange without albedo; c) whole oranges with albedo; d) intact oranges (control). Oranges from all treatments were placed in hermetically-closed glass jars and stored at 6°C. The respiratory activity and ethylene production were determined immediately after the closure of the jars, at every hour for 10 hours and at every 24 hours for 7 days. The second stage consisted of determining the respiratory activity and ethylene production of oranges without albedo stored at

1°, 11°, 21° and 31°C. The statistical design was completely randomized with six replicates per treatment. Results were submitted to analysis of variance and treatment means were compared by Tukey test (5%). Processing influenced the respiratory activity at greater rates immediately after peeling and segments separation. The minimal processing of whole oranges and oranges without albedo affected the respiratory activity only during the first hours after processing. During all storage period, the respiratory activities of oranges at 1° and 11°C did not differ between them, and were lower than oranges at 21° and 31°C. Ethylene was only detected in fruits stored at 21° and 31°C. The temperature quotients after stabilization were 1.73 for 1-11°C; 2.11 for 11-21°C and 1.54 for 21-31°C. The respiratory activity of oranges was influenced by the processing levels and by the storage temperature.

KeyWords: *Citrus sinensis*, Carbonic gas, Metabolism

4.1 Introdução

Frutas e hortaliças minimamente processadas mantêm seus tecidos vivos e não exibem a mesma resposta fisiológica que um tecido inteiro (WILEY, 1994). Os danos físicos causados aos tecidos pelas operações de processamento resultam em aumento do metabolismo dos vegetais, com conseqüente aumento da atividade respiratória e da produção de etileno (ROSEN; KADER, 1989). E, quanto maior o metabolismo do produto, maior será sua perecibilidade. O controle desse processo é crucial para obtenção de produtos com qualidade.

Uma das primeiras respostas dos frutos quanto ao estresse do processamento é o aumento na produção de etileno, acompanhado pelo aumento na atividade respiratória e modificações, normalmente indesejáveis, na aparência, sabor, aroma e textura. Vários trabalhos evidenciam que o aumento do metabolismo do produto é tanto maior quanto maior a temperatura de armazenamento e quanto maior o nível de processamento.

As mudanças bioquímicas em frutas e hortaliças minimamente processadas são, em parte, conseqüência do efeito da temperatura na atividade enzimática. Em temperaturas maiores que 10°C, a produção de CO₂ aumenta abruptamente devido à intensificação do metabolismo e proliferação microbiana. Baixas temperaturas durante o processamento e armazenamento retardam o metabolismo do vegetal, com diminuição de sua atividade respiratória e enzimática (WILEY, 1994).

Quanto menor a temperatura de armazenamento, melhor será a conservação dos produtos minimamente processados, sem problemas de injúrias pelo frio, visto que estes produtos apresentam vida útil curta e são mantidos sob refrigeração até o momento do consumo.

A laranja é a fruta mais produzida no Brasil e apresenta potencial para ser minimamente processada. Embora seja um fruto não-climatérico, com baixo metabolismo, há necessidade de conhecer seu comportamento fisiológico quando minimamente processada e armazenada. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar a atividade respiratória e a produção de etileno de laranjas 'Pêra' em função do nível de processamento e da temperatura de armazenamento.

4.2 Desenvolvimento

4.2.1 Revisão Bibliográfica

A respiração consiste no processo vital após a colheita para frutas e hortaliças pré-processadas ou não. É na respiração que o vegetal recebe a energia necessária para a sua sobrevivência (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A intensidade da respiração é um dos fatores determinantes à longevidade dos produtos hortícolas após a colheita, considerando que a respiração é um processo oxidativo das substâncias de reserva, levando o órgão à senescência (WILLS et al., 1981).

Os principais fatores que influenciam a intensidade da respiração são: a espécie, a cultivar, o órgão, o estágio de desenvolvimento, as condições ambientais, os estresses físicos e químicos (MORETTI; CALBO; HENZ, 2000).

O etileno (C_2H_4) é um gás produzido, talvez, por todas as plantas e seus órgãos e que, mesmo em concentrações muito baixas pode provocar uma grande variedade de respostas fisiológicas nos tecidos. A síntese do etileno pode ser induzida por fatores externos como elevação da temperatura e injúrias mecânicas, promovendo sua atuação em sítios específicos nas células, usualmente ativando ou inibindo enzimas do ciclo metabólico dos tecidos (BRECHT, 1995; YANG; HOFFMAN, 1985).

A fisiologia dos produtos hortícolas minimamente processados é essencialmente a fisiologia de tecidos vegetais que sofreram injúrias e os produtos minimamente processados apresentam comportamento semelhante ao que ocorre em tecidos de plantas submetidas às condições de estresses. Este comportamento inclui o aumento na respiração e na produção de etileno e, em alguns casos, a indução no processo de cicatrização de feridas. Além disso, a injúria pode causar aumento na infecção de microorganismos patogênicos (BRECHT, 1995).

A atividade respiratória de produtos minimamente processados aumenta 1,2 a 7,0 vezes, ou ainda mais, dependendo do produto, tipo de corte e temperatura (AHVENAINEN, 1996). Este incremento relaciona-se com o aumento da área superficial exposta à atmosfera, decorrente do corte, que permite a rápida difusão do oxigênio para o interior das células, assim como o aumento da atividade metabólica das células danificadas devido ao estresse (ZAGORY e KADER, 1998).

O aumento na respiração e na produção de etileno pelos tecidos ocorre logo após o corte, promovendo reações químicas e bioquímicas responsáveis pelas modificações na coloração, sabor, textura, qualidade nutricional e frescor dos produtos processados (CANTWELL, 1992).

Após o aumento notável da atividade respiratória dos produtos minimamente processados observa-se uma redução seguida de estabilização. Essa redução, geralmente ocorre algumas horas após o processamento, sendo variável de acordo com o tipo de produto e o nível de processamento (MOREIRA, 2005; MORETTI; MAROUELLI; SILVA, 2001; SARZI et al. 2001). O mesmo comportamento foi observado em abóboras minimamente processadas armazenadas a 10°C em relação à produção de etileno (SASAKI, 2004), enquanto que em melões, após o incremento da produção de etileno, observou-se decréscimo durante todo período de armazenamento (DURIGAN; SARGENT, 1999). Porém, pêra (GORNÝ et al., 2000) e tangor 'Murcott' (MOREIRA, 2005) não apresentaram aumento na produção de etileno em resposta ao processamento.

Algumas medidas podem ser tomadas para minimizar as alterações fisiológicas indesejáveis, decorrentes das injúrias sofridas pelos tecidos dos produtos processados. A utilização de instrumentos de corte bem afiados, bem como, a escolha adequada da direção e tamanho do corte são importantes para a obtenção de produtos de qualidade (LUENGO; LANA, 1997).

Além destas medidas, o uso da refrigeração, atmosfera modificada e aplicação de tratamentos químicos contribuem para a manutenção de atributos de qualidade, permitindo um período de comercialização mais prolongado (CANTWELL, 1992).

Dentre estas medidas e técnicas, o manejo de temperatura é o mais importante para minimizar os efeitos das injúrias. As reações metabólicas são reduzidas em duas a três vezes para cada abaixamento de 10°C na temperatura. A redução da temperatura diminui a respiração e a produção de etileno e, em alguns produtos, reduz o escurecimento enzimático (BRECHT, 1995).

4.2.2 Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido em duas etapas, sendo que na primeira etapa estudou-se o efeito dos níveis de processamento na fisiologia da laranja e na segunda etapa o efeito de temperaturas de armazenamento na fisiologia da laranja minimamente processada.

Etapa 1

Matéria-prima

Laranjas ‘Pêra’ provenientes de pomares comerciais da região de Engenheiro Coelho-SP foram lavadas com detergente neutro, sanitizadas em água com 200mg.L^{-1} de cloro por 10 minutos e resfriadas a 6°C por 12 horas.

Processamento e armazenamento

Após o resfriamento as laranjas foram submetidas aos tratamentos: a) laranjas em segmentos; b) laranjas inteiras sem albedo; c) laranjas inteiras com albedo; d) laranjas inteiras com flavedo (controle).

Para obtenção de laranjas inteiras com albedo foi realizado o descascamento mecânico, que consiste em fixar a laranja num pequeno equipamento que permite girar a fruta, enquanto uma lâmina retira o flavedo com pequena porção do albedo na forma de uma tira contínua. Já para as laranjas inteiras sem albedo o descascamento foi realizado através de tratamento hidrotérmico (imersão das laranjas resfriadas em água a 50°C por 8 minutos). Posteriormente as laranjas foram descascadas manualmente. Os segmentos foram obtidos a partir de laranjas inteiras sem albedo, utilizando-se uma espátula de inox para auxiliar na separação dos segmentos. As laranjas de todos os tratamentos foram acondicionadas em jarros de 600 mL que permitem fechamento hermético e armazenadas a 6°C .

Análises

Determinou-se a atividade respiratória e a produção de etileno imediatamente após o processamento e a cada hora durante um período de 10 horas e posteriormente a cada 24 horas durante um período de 7 dias. Os jarros foram fechados durante 30 minutos antes de cada coleta e

no restante do tempo permaneceram abertos. Amostras de gás do interior dos jarros foram retiradas através de um septo de silicone e injetadas em cromatógrafo a gás marca Thermoffinigan, modelo Trace GC 2000, equipado com coluna Porapack N de 4 m de comprimento para detecção de CO₂ e 1,8 m para C₂H₄, metanador e detector de ionização de chama (FID). O CO₂ foi quantificado pela calibração com padrões de 2150 e 29900 µL CO₂ .L⁻¹ e o etileno foi quantificado pela calibração com padrão de 1.94 µL C₂H₄ .L⁻¹. Os resultados expressos em ppm de CO₂ e de C₂H₄ foram utilizados para o cálculo da atividade respiratória e da produção de etileno, levando-se em consideração o volume do jarro, a massa do fruto e o tempo que os jarros permaneceram fechados.

Etapa 2

Matéria-prima

Laranjas do mesmo lote da etapa 1 foram lavadas com detergente neutro, sanitizadas em água com 200mg.L⁻¹ de cloro por 10 minutos e mantidas a 1°, 11°, 21° e 31°C por 12 horas.

Processamento e armazenamento

Decorridas 12 horas, as laranjas foram processadas em inteiras sem albedo, com auxílio do tratamento hidrotérmico, conforme descrito na etapa 1.

As laranjas foram acondicionados em jarros de 600 mL que permitem fechamento hermético e mantidos a 1°, 11°, 21° e 31°C

Análises

Determinou-se a atividade respiratória da mesma forma que na etapa 1. Determinou-se também o quociente de temperatura para as faixas 1° a 11°C; 11° a 21°C e 21° a 31°C, com base na atividade respiratória nos extremos de cada uma das faixas , utilizando a seguinte fórmula:

$$Q_{10} = (R_2/R_1)^{10/(T_2-T_1)}$$

onde:

R1(T°C) = atividade respiratória a temperatura T°C

$R_2(T + 10^\circ\text{C}) = \text{atividade respiratória a temperatura } T + 10^\circ\text{C}$

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis repetições por tratamento. Cada repetição foi representada por um jarro contendo um fruto de aproximadamente 200g. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias entre tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

4.2.3 Resultados e Discussão

A atividade respiratória dos vegetais depende de fatores internos e de fatores do ambiente. Entre os fatores internos são relevantes: a espécie, a cultivar, o órgão, o estágio de desenvolvimento. Entre os fatores do ambiente estão a temperatura, a composição atmosférica (CO_2 , O_2 , C_2H_4) e os estresses físicos e químicos (MORETTI; CALBO; HENZ, 2000).

A laranja apresenta baixa atividade respiratória (em torno de 12 mL a 20°C) e a maior porcentagem de respiração destes frutos ocorre na casca (BEN-YEHOSHUA; KOBILER; SHAPIRO, 1979; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Atividade respiratória e produção de etileno em função do nível de processamento

Os segmentos de laranja apresentaram respiração maior ($P < 0,05$) que laranjas intactas e que os demais níveis de processamento, durante todo o período de armazenamento (Figura 1). Imediatamente após o processamento houve elevação de 8,3 vezes na atividade respiratória dos segmentos de laranja em relação às laranjas intactas. Para as laranjas com e sem albedo esse aumento foi de 2,8 e 2,3 vezes, respectivamente, em relação às laranjas intactas. A elevação na respiração está relacionada ao estresse físico causado por ocasião do processamento. Rosen e Kader (1989) afirmam que o estresse físico aumenta o metabolismo dos vegetais, com conseqüente aumento da atividade respiratória.

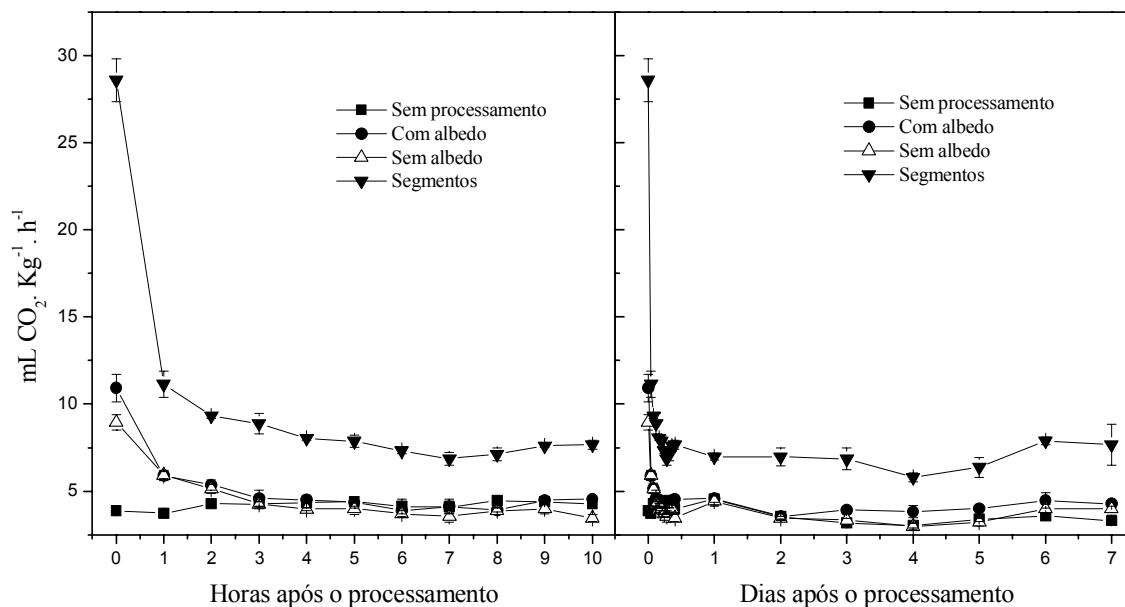


Figura 1 – Atividade respiratória de laranja ‘Pera’ armazenada a 6°C, em função do nível de processamento mínimo. Barras representam o desvio padrão da média

A maior atividade respiratória observada nos segmentos logo após o processamento e ao longo do armazenamento se deve ao maior estresse sofrido, pois para obtenção dos segmentos, os frutos, além de descascados, foram submetidos à operação de separação dos segmentos, que danificou em parte a membrana que reveste as vesículas de suco.

A maior atividade respiratória das laranjas com albedo em relação às sem albedo foi observada somente no momento do processamento (Figura 1) e não foi significativa ($P>0,05$).

A respiração dos segmentos de laranja tendeu a estabilizar-se na quarta hora após o processamento. Na estabilização, os valores da atividade respiratória foram em média 7 mLCO₂ Kg⁻¹.h⁻¹. A estabilização da respiração das laranjas com e sem albedo ocorreu na terceira hora após o processamento, quando a atividade respiratória assumiu valores semelhantes ao do fruto intacto, ou seja, o estresse perdurou por pouco tempo.

Donadon (2005) verificou que laranjas descascadas manualmente, mecanicamente ou enzimaticamente apresentaram elevação na atividade respiratória na segunda hora após o processamento, seguido de redução e estabilização. A atividade respiratória de tangores ‘Murcott’ descascados praticamente se igualou à dos frutos com casca, cinco horas após o processamento (MOREIRA, 2005).

Não detectou-se etileno em nenhum dos níveis de processamento.

Atividade respiratória e produção de etileno em função da temperatura de armazenamento

Logo após o processamento a atividade respiratória dos frutos foi de 11,6; 15,8; 27,6 e 48,3 mL CO₂.Kg⁻¹.h⁻¹, respectivamente para as temperaturas 1°, 11°, 21° e 31°C (Figura 2).

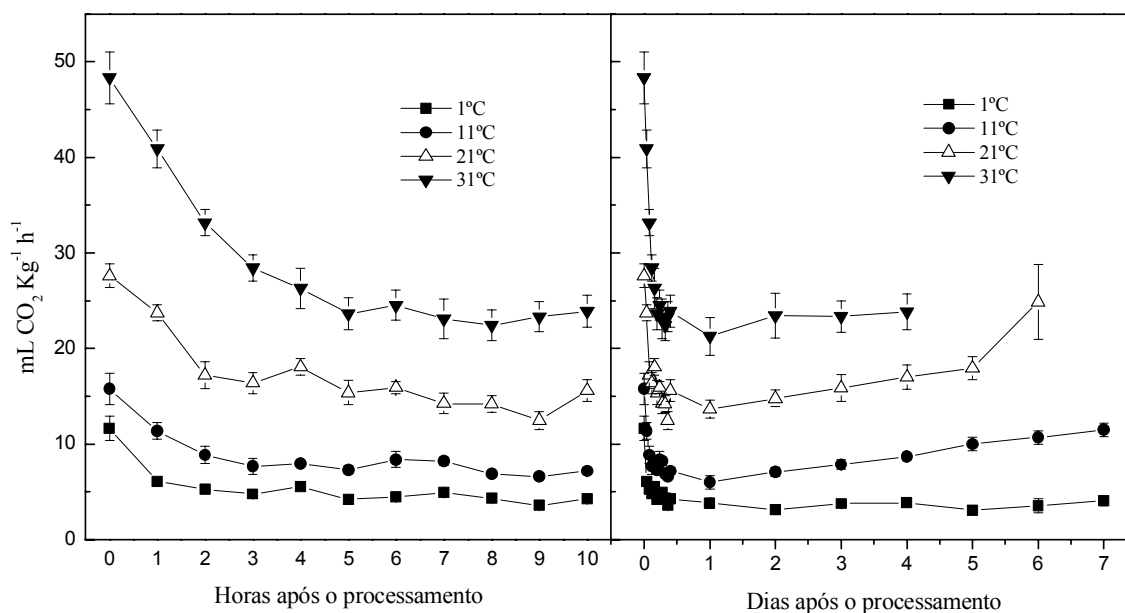


Figura 2 - Atividade respiratória de laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 6°C, em função da temperatura de armazenamento. Barras representam o desvio padrão da média

Durante todo período de armazenamento a atividade respiratória das laranjas a 1° e 11°C não diferiram entre si ($P > 0,05$), sendo inferior à das laranjas a 21° e 31°C ($P < 0,05$).

A alta atividade respiratória das laranjas a 31°C reduziu-se drasticamente até a quarta hora, quando então, tendeu a estabilizar-se. Frutos a 11° e a 21°C apresentaram redução até a segunda hora e frutos a 1°C redução já na primeira hora (Figura 2). Sarzi et al (2001) trabalharam com mamão em fatias e em metades armazenados a 3°, 6° e 9°C e verificaram que na primeira hora após o corte os produtos apresentaram pico na respiração, que se reduziu na hora seguinte e estabilizou-se. Moretti, Marouelli e Silva (2001) observaram redução na respiração de batatas-doces cultivares Brazlândia Roxa e Brazlândia Branca minimamente processadas e armazenadas a

3°C, somente três horas após o processamento. Para a cultivar Princesa, a redução da respiração foi observada duas horas após o processamento.

No quarto e no sexto dia de armazenamento foi detectado início de crescimento de fungos e leveduras nas laranjas a 31°C e 21°, respectivamente. Os fungos encontrados foram do gênero *Penicillium* e *Cladosporium*. Concomitantemente com o aparecimento de fungos observou-se elevação da atividade respiratória nas laranjas a 21°C (Figura 2). Watada, Ko e Minott (1996) observaram aumento drástico da respiração de melões dos grupos *reticulatus* e *inodorus* minimamente processados mantidos a 20°C. Estes autores atribuíram a alta atividade respiratória à deteriorações fisiológicas e crescimento microbiano.

O etileno foi detectado apenas nos frutos mantidos a 21° e 31°C. Porém, sua detecção foi inconstante ao longo do armazenamento e muitas vezes com picos indefinidos no cromatograma. Os valores encontrados foram em média 0,39 uL.L⁻¹ para laranjas a 21°C e 0,76 uL.L⁻¹ para laranjas a 31°C.

Quocientes de temperatura (Q₁₀)

Os quocientes de temperatura determinados após a estabilização foram de 1,73 para a faixa 1°-11°C; 2,11 pra a faixa 11°-21°C e 1,54 para a faixa 21°-31°C. Watada, Ko e Minott (1996) também observaram maior valor de Q₁₀ na faixa de temperatura de 10-20°C do que de 0-10°C para 11 produtos minimamente processados de um total de 15 produtos estudados. Os autores afirmam que o maior valor de Q₁₀ nesta faixa de temperatura deve-se à rápida deterioração dos produtos a 20°C. Assim, destaca-se a importância da manutenção de baixas temperaturas durante o manuseio e armazenamento de produtos minimamente processados.

Os valores de quocientes de temperatura para a faixa de 11-21°C determinados para tangores ‘Murcott’ descascados também foram maiores que os valores encontrados para as demais faixas de temperatura (MOREIRA, 2005).

Para a maioria dos produtos, o Q₁₀ encontra-se entre 2,0 e 2,5, numa variação de temperatura de 5° a 25°C. No entanto, os valores de Q₁₀ podem sofrer variações com o aumento da temperatura, sendo que o aumento de 25°C para 30° ou 35°C promove redução no valor de Q₁₀ para a maioria dos produtos, possivelmente em decorrência da inativação enzimática (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.3 Considerações Finais

O etileno foi detectado apenas nas laranjas a 21 e 31°C, em concentrações bastante baixas e de forma inconstante, evidenciando a baixa produção de etileno por este fruto.

A atividade respiratória da laranja foi influenciada pela temperatura de armazenamento e pelos níveis de processamento. As maiores atividades respiratórias foram detectadas nas maiores temperaturas, porém o maior valor de Q_{10} situou-se na faixa de 11-21°C. Temperaturas de 21 e 31°C além de promoverem alta atividade respiratória favorecem a poliferação microbiana e as temperaturas abaixo de 10°C são as mais recomendadas.

O processamento mínimo de laranjas nas formas inteiras com ou sem albedo afeta a atividade respiratória somente nas primeiras horas após o processamento. Os segmentos apresentam maior metabolismo e provavelmente menor vida útil. Além disso, sua obtenção é dificultada, gerando grande perda de produto.

Referências

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

BEN-YEHOSHUA, S.; KOBILER, I.; SHAPIRO, B. Some physiological effects of delaying deterioration of citrus by individual seal packaging in high density polyethylene film. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.104, n.6, p.868-872, 1979.

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

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.) **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd ed. Davis: University of California, 1992. cap32, p.277-281.

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

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 Agronômicas e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

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

GORNY, J.R.; CIFUENTES, R.A.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A.A. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by cultivar, ripeness stage, fruit size, and storage regime. **Journal Food Science**, Chicago, v.65, n.3, p.541-544, 2000.

LUENGO, R. F. A.; LANA, M. M. **Processamento mínimo de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 1997. 3p. (Comunicado Técnico, 2).

MOREIRA, R.C. **Processamento mínimo de tangor ‘Murcott’**: caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis. Piracicaba, 2004. 85p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

MORETTI, C.L.; CALBO, A.G.; HENZ, G.P. Metabolismo respiratório na pós-colheita de frutas e hortaliças. **Universa**, Brasília, v.8, n.1, p.259-274, 2000.

MORETTI, C.L.; MAROUELLI, W.A.; SILVA, W.L.C. Respiratory activity and browning of minimally processed sweetpotatoes. **Proceedings Of the Florida State Horticultural Society**, Tallahassee v.114, p.150-152, 2001.

ROSEN, J.; KADER, A.A. Postharvest physiology and quality maintenance of slice pear and strawberry fruits. **Journal of Food Science**, Chicago, v.54, p.656-659, 1989.

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

SASAKI, F.F. **Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch)**: alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas. 2004.161 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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

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

WILLS, R.H.H.; LEE, T.H.; GRAHAM, D.; MCGLASSON, W.B.; HALL, E.G. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. Wesport: AVI, 1981.163p.

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

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

5 TECNOLOGIA DE EMBALAGEM E TEMPERATURA DE ARMAZENAMENTO PARA LARANJA ‘PÊRA’ MINIMAMENTE PROCESSADA

Resumo

Este trabalho teve como objetivo determinar a influência da tecnologia de embalagem na manutenção da qualidade de laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 6° e a 12°C. Laranjas selecionadas, lavadas, sanificadas e resfriadas foram submetidas ao descascamento, o qual foi realizado através de tratamento hidrotérmico (imersão das laranjas em água a 50°C por 8 minutos). As laranjas descascadas foram acondicionadas em materiais de embalagem previamente selecionados, constituindo os tratamentos: 1) controle: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandido revestida com filme de PVC; 2) Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada passiva; 3) ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada ativa (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂). O armazenamento dos frutos minimamente processados foi realizado a 6° e 12°C. Foram realizadas análises físico-químicas, sensoriais e microbiológicas a cada 3 dias, por um período de 12 dias, para as laranjas a 6°C e por um período de 9 dias para as laranjas a 12°C. Determinaram-se também os teores de etanol e acetaldeído e a atividade da enzima peroxidase. As variáveis físico químicas determinadas não foram afetadas pelos tratamentos. Houve apenas efeito do tempo de armazenamento nos teores de sólidos solúveis, o qual reduziu aproximadamente 10% ao longo do armazenamento. Os níveis de contaminação microbiológica foram baixos, não sendo afetados pelos tratamentos. Houve acúmulo de acetaldeído e etanol em função da modificação da atmosfera, no entanto, isso não prejudicou o aroma e sabor dos frutos, que mantiveram-se aceitáveis até o final do armazenamento, assim como a aparência. A atividade da peroxidase foi baixa, sem influência dos tratamentos. A embalagem de PVC foi tão eficiente quanto a embalagem de polipropileno sob atmosfera modificada passiva ou ativa, dentro do período avaliado, permitindo a conservação das laranjas por até 9 dias a 12°C e até 12 dias a 6°C.

Palavras-Chave: *Citrus sinensis*; Atmosfera modificada, Refrigeração, Processamento mínimo, Conservação

PACKAGING TECHNOLOGIES AND STORAGE TEMPERATURES FOR MINIMALLY PROCESSED ‘PERA’ ORANGE

Abstract

The present work was aimed at determining the influence of packaging technologies on the quality maintenance of minimally processed ‘Pera’ oranges stored at 6° and 12°C. Oranges previously selected, washed, sanitized and chilled were peeled through hydrothermal treatment (immersion of fruits in water at 50°C for 8 minutes). Peeled oranges were then placed on packaging materials previously selected and were submitted to the following treatments: 1) control: oranges placed in expanded polystyrene trays covered with PVC film; 2) passive: oranges wrapped in 32µm- polypropylene film under passive modified atmosphere; 3) active: oranges wrapped in 32µm-polypropylene film under active modified atmosphere (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂). The minimally processed fruits were stored at 6° and 12°C. Physicochemical, sensory

and microbiological analyses were carried out every 3 days during 12 days for oranges stored at 6°C and during 9 days for oranges stored at 12°C. Ethanol and acetaldehyde levels, as well as the activity of the peroxidase enzyme were determined. The physicochemical variables determined were not affected by treatments. However, it was observed an effect of storage time on the soluble solids amount, which reduced throughout the storage period by 10%. Bacterial contamination levels were low and were not affected by treatments. There was an accumulation of acetaldehyde and ethanol due to the modified atmosphere. However, it did not affect the flavor and the taste of fruits, neither their appearance, which remained acceptable until the end of the storage period. Peroxidase activity was low and was not influenced by treatments. PVC film was as effective as the polypropylene one under passive or active modified atmosphere within the period evaluated, with oranges stored at 6° and 12°C showing shelf life of 12 and 9 days, respectively.

KeyWords: *Citrus sinensis*, Modified Atmosphere, Refrigeration, Minimal processing, Conservation.

5.1 Introdução

Um dos maiores problemas dos produtos minimamente processados é a rápida deterioração. As injúrias provocadas nos tecidos, por ocasião do corte, elevam a atividade respiratória e a produção de etileno, contribuindo para a síntese de enzimas envolvidas em mudanças fisiológicas e bioquímicas. Além disso, o processamento mínimo expõe o conteúdo celular propiciando a proliferação de microrganismos, com conseqüente perda da qualidade do produto (WILEY, 1994).

Em laranja, a eliminação da proteção natural formada pelo flavedo e albedo propicia alterações fisiológicas, como excesso de desidratação, senescência acelerada e mudanças metabólicas. Os frutos tornam-se mais suscetíveis ao ataque microbiológico, como conseqüência da possível perda de suco vesicular e ausência da proteção da casca (PRETEL et al., 1998). Assim sendo, a utilização de embalagens com atmosfera modificada torna-se interessante, por apresentar efeitos diretos nos processos fisiológicos e bioquímicos do vegetal minimamente processado, bem como na redução da proliferação microbiana e desse modo aumentar a vida de prateleira dos vegetais.

A modificação da atmosfera em uma embalagem plástica pode ser estabelecida de forma passiva ou ativa. A atmosfera passiva se estabelece pela própria respiração do produto, enquanto em atmosfera modificada ativa é feito uma injeção de gases no momento em que o produto é embalado (KADER, 1986).

O objetivo de ambos os processos é alcançar uma composição gasosa com efeito antimicrobiano de 8-10% de CO₂ e 2-5% O₂, balanço nitrogênio. Diversos autores têm mostrado

efeito benéfico da atmosfera modificada em inúmeros frutos minimamente processados, como, kiwi em rodela, manga e melão em cubos, maçã, pêra, entre outros (BEGOÑA et al., 2006).

Embora as embalagens sob atmosfera modificada de frutas minimamente processadas possam aumentar a vida útil desses produtos, elas não conseguem superar os efeitos negativos causados pelo aumento da temperatura. Portanto a utilização de temperaturas baixas torna-se essencial. Portela et al. (1997) relataram que melões Cantaloupe minimamente processados mantidos sob baixa concentração de O₂ e alta concentração de CO₂ mantiveram a qualidade visual acima do limite de aceitabilidade por 9 dias a 10°C e 15 dias a 5°C.

Este trabalho teve como objetivo determinar a influência de tecnologias de embalagem na manutenção da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial de laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 6° e a 12°C.

5.2 Desenvolvimento

5.2.1 Revisão Bibliográfica

A mudança dos hábitos alimentares da sociedade moderna, que busca cada vez mais produtos com qualidade e conveniência, tem levado a um novo ramo da tecnologia de alimentos – processamento mínimo de frutas e hortaliças.

Os produtos minimamente processados têm seus tecidos expostos, sendo mais suscetíveis à deterioração microbiológica. As enzimas participantes do processo respiratório e da produção de etileno têm suas atividades aumentadas com o processamento mínimo, assim como aquelas enzimas envolvidas diretamente com a coloração e o sabor dos produtos (WILEY, 1994).

A utilização de baixas temperaturas durante o armazenamento de produtos minimamente processados é uma das técnicas mais importantes para a manutenção da qualidade destes produtos, por reduzir a respiração e a produção de etileno, retardar o crescimento microbiano e reduzir as deteriorações (BRECHT, 1995).

A exposição do produto minimamente processado em gôndolas abertas de resfriamento tem reduzido, com freqüência, a vida de prateleira dos produtos, pois nestas gôndolas, a maior

parte do frio é perdida, sendo comum observar temperaturas na faixa de 10 a 12°C, o que permite o aumento de microrganismos e deterioração dos produtos (PUSCHMANN et al¹, 2001).

De acordo com Pao e Petracek (1997), laranjas descascadas armazenadas a 4°C podem ser conservadas por 17 dias e se armazenadas a 21°C podem ser conservadas por apenas 1 dia. Kluge et al. (2003) estudaram o efeito da temperatura de armazenamento na conservação de tangerina Murcote minimamente processada e observaram que estas podem ser conservadas por 9 dias a 2°C e 3 dias quando armazenadas a 6° ou 12°C. A temperatura de 5°C foi mais efetiva do que 10°C em retardar o crescimento microbiano e preservar a qualidade sensorial de fatias de mangas minimamente processadas (ALLONG; WICKHAM; MOHAMMED, 2000).

A utilização de embalagens com atmosfera modificada também contribui para a manutenção da qualidade por um tempo maior. A atmosfera modificada pode ser criada passivamente, através da respiração do produto ou ativamente, através da injeção de gases no momento do empacotamento. A atmosfera é mantida pela utilização de um material de embalagem que possua taxas específicas de transmissão de O₂ e de CO₂, de modo a propiciar concentrações específicas destes gases para um dado produto em uma determinada temperatura (AHVENAINEN, 1996; BARMORE, 1987). Porém as flutuações na temperatura de armazenamento afetam os teores de gases no interior das embalagens, uma vez que o aumento da temperatura exerce efeito diferenciado sobre a atividade respiratória do vegetal e sobre a taxa de permeabilidade a gases da embalagem (SARANTÓPOULOS et al., 1996).

Cantwell (1992) afirma que atmosferas entre 3-8% de O₂ e 5-15% de CO₂ têm potencial para manter a qualidade dos produtos minimamente processados e de acordo com Gorny (2003), a atmosfera gasosa de 14-21% O₂ e 7-10% CO₂ em uma faixa de temperatura de 0-5°C, tem eficácia moderada na conservação de laranjas minimamente processadas.

Em geral, a composição gasosa tem sido baseada na recomendação para produtos inteiros. Porém, os vegetais minimamente processados podem tolerar níveis mais extremos de O₂ e CO₂, pois não apresentam casca para restringir a difusão dos gases e a distância do centro do produto para o lado de fora é menor que no produto inteiro, facilitando a difusão dos gases (WATADA; QI, 1999). Além disso, o curto período de armazenamento dos vegetais minimamente processados faz com que os mesmos tolerem modificações mais drásticas da atmosfera.

¹PUSCHMANN, R.; SILVA, E.O.; CARNELOSSI, M.A.G.; TELES, C.S. Processamento mínimo de hortaliças. Campinas, 2001. Palestra ministrada no Seminário sobre frutas e hortaliças minimamente processadas.

Muitos estudos mostram que a atmosfera modificada mantém a qualidade dos produtos por mais tempo. Pretel et al. (1998) observaram redução no crescimento de mesófilos totais (incluindo psicrotróficos) em laranjas sob atmosfera rica em CO₂. Em atmosferas com 25% CO₂ houve aumento de menos de 1 ciclo log e em atmosferas com 10% de CO₂, o número de microrganismos aumentou mais de 2 ciclos log. O mesmo foi observado por Portela et al. (1997) que observaram substancial redução na contaminação microbiana de melão sob atmosferas de 3% de O₂ e 15% de CO₂.

Voláteis como acetaldeído e etanol são importantes componentes da avaliação da qualidade de citros frescos (COHEN et al., 1990). Etanol e acetaldeído são os principais produtos do processo fermentativo e seus acúmulos estão relacionados com o desenvolvimento de sabores e odores desagradáveis (GIL; GORNY; KADER, 1998). As enzimas envolvidas no processo fermentativo são piruvato descarboxilase e álcool desidrogenase, sendo que a piruvato descarboxilase catalisa a descarboxilação de piruvato em acetaldeído, o qual é convertido em etanol pela enzima álcool desidrogenase (KATO-NOGUCHI; WATADA, 1997). Esta enzima tem a função de reversibilidade, podendo tanto converter acetaldeído em etanol assim como converter etanol em acetaldeído, durante o processo de oxidação do etanol (PATTERSON; NICHOLS, 1988).

O gás carbônico tem efeito inibitório no acúmulo de acetaldeído e etanol. A combinação de 15% de CO₂ e 10% de O₂ resultou em redução de 50% na concentração destes voláteis comparado com 1% de O₂ na ausência de CO₂ (GUNES; WATKINS; HOTCHKISS, 2001).

Metabólitos fermentativos (etanol e acetaldeído) acumularam-se em fatias de maçãs expostas a 0% de O₂, mas estes compostos não tiveram um significativo impacto no desenvolvimento de odores desagradáveis, assim como foi determinado pela análise sensorial. Tem sido reportado que os compostos voláteis fermentativos acumulados desaparecem rapidamente quando expostos em temperatura ambiente (GIL; GORNY; KADER, 1998).

Atmosferas com baixo teor de oxigênio aumentam a concentração de etanol e acetaldeído. O aumento foi maior a 0,5% de O₂ do que a 2% de O₂ e a 15°C do que a 5°C. Quando o oxigênio torna-se limitante, a glicólise tem sido acelerada em muitas plantas, e a via glicolítica substitui o ciclo de Krebs com o objetivo de fonte de energia (KENNEDY; RUMPHO; FOX, 1992).

A utilização de embalagens inadequadas pode favorecer condições anaeróbicas ou não promover efetiva modificação da atmosfera. A influência da permeabilidade da embalagem na

concentração de etanol foi verificada por Pretel et al. (1998), os quais observaram, após uma semana, aumento significativo na concentração de etanol em segmentos de laranja acondicionados em filme de alta barreira ($TPO_2 = 75 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$ e $TPCO_2 = 375 \text{ cm}^3 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{dia}^{-1}$) e mantidos a 4°C. As concentrações de O_2 e de CO_2 no interior desta embalagem atingiram valores de 2,5% e 25%, respectivamente.

Por outro lado, Rocha et al. (1995) observaram pouca modificação da atmosfera no interior das embalagens com laranja minimamente processada, armazenada a 4°C durante 13 dias. Verificaram que a variação das concentrações de O_2 e CO_2 em relação à atmosfera normal foi menor que 1%.

Os resultados não satisfatórios obtidos por Pretel et al. (1998) e Rocha et al. (1995) indicam a necessidade da correta especificação da embalagem para frutas e hortaliças minimamente processadas. Sarantópoulos et al. (1996) afirma que a especificação da embalagem correta deve ser feita através da otimização de parâmetros físicos, químicos, bioquímicos e ambientais, sendo, portanto um problema complexo, cuja solução envolve testes experimentais.

5.2.2 Material e Métodos

Laranjas ‘Pêra’ provenientes de pomares comerciais da região de Engenheiro Coelho-SP foram lavadas com detergente neutro, sanificadas em água com 200 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ de cloro e resfriadas a 6°C por 12 horas. Após esse período os frutos foram submetidos ao tratamento hidrotérmico e posteriormente descascados.

O tratamento hidrotérmico foi realizado colocando-se os frutos em água a 50°C por 8 minutos. Em seguida, procedeu-se o descascamento, realizando-se primeiramente uma abertura na região peduncular do fruto com auxílio de uma faca, seguindo-se a retirada manual do flavedo mais o albedo.

As laranjas descascadas foram acondicionadas em diferentes materiais de embalagens (sacos de polipropileno e poliolefinico) sob dois sistemas de modificação da atmosfera (passiva e ativa – 5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2). Laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandido revestida por filme de PVC foram utilizadas como controle. O armazenamento foi realizado a 6 e a 12°C.

Os materiais de embalagens testados foram previamente selecionados com base nas características de permeabilidade aos gases do filme e na atividade respiratória do fruto a 6°C. A seleção dos diferentes materiais de embalagem foi baseada em um modelo matemático no qual a massa de O₂ consumido na respiração deve igualar-se à demanda de oxigênio para dentro da embalagem. No caso do gás carbônico, a produção de CO₂ pela respiração do fruto deve igualar-se à permeação desse gás para fora da embalagem.

Ao final de 15 dias, foi selecionado um dos materiais de embalagem testados, com base no comportamento dos níveis gasosos dentro da embalagem e na qualidade visual da laranja minimamente processada.

As laranjas minimamente processadas foram avaliadas na embalagem escolhida sob dois sistemas de modificação da atmosfera (passiva e ativa – 5%O₂ + 10%CO₂ + 85%N₂) e na bandeja de poliestireno revestida por PVC (controle) quanto às características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Foram determinados os níveis de etanol e acetaldeído, além da atividade da enzima peroxidase. O armazenamento foi realizado a 6° e 12°C.

O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (embalagens x tempo de armazenamento) para cada temperatura de armazenamento, com três repetições por tratamento, sendo cada repetição composta por três frutos. Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% (GOMES, 1982).

Descrição das análises

Monitoramento da composição gasosa: para monitoramento da composição gasosa foram fixados septos de silicone em cada embalagem, através dos quais foram coletadas amostras de gases do interior das mesmas. Utilizou-se um analisador de gases marca PBI-Dansensor, modelo Check Mate, o qual retira aproximadamente 2 ml de gás por amostragem. Os resultados foram expressos em %O₂ e % CO₂.

Sólidos solúveis: leitura direta em refratômetro digital Atago modelo Palete 101, utilizando-se suco homogeneizado da parcela.

Acidez titulável: de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990), utilizando-se suco homogeneizado da parcela.

"Ratio": obtido por meio da razão entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

Ácido ascórbico: por titulação com DCFI (2.6 diclorofenol indofenol de sódio), de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990), utilizando-se suco homogeneizado da parcela.

Análise microbiológica: foram realizadas contagem total de bactérias psicrotróficas, coliformes totais e a 45°C, bolores e leveduras, contagem total de bactérias anaeróbias e *Salmonella*. A determinação de bactérias psicrotróficas e anaeróbias e de bolores e leveduras foi realizada pelo plaqueamento em meio Agar Padrão para Contagem (PCA) e em meio Batata Dextrose Ágar (BDA), respectivamente. Os coliformes foram determinados pelo método do NMP, através da técnica de tubos múltiplos. Para detecção de *Salmonella* foi utilizado o kit '1-2 test', fabricado pela BioControl/USA.

Análise sensorial

Teste de Aceitação

Aplicou-se o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de 7 pontos, variando de 7 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo) (vide anexo). Foram avaliados os atributos aparência, aroma e sabor do produto com o objetivo de avaliar sua aceitação.

A equipe sensorial foi composta por 30 provadores não-treinados. Para análise de aroma e sabor, as amostras de laranja minimamente processada foram apresentadas em pratos descartáveis, codificados com números de 3 dígitos, na forma de blocos incompletos casualizados. Cada amostra foi servida em porções de 25 g, a 12 °C, em ambiente claro, acompanhada de biscoito, copo de água e da ficha de avaliação. Para análise de aparência, os frutos foram apresentados inteiros, sem embalagem. As análises foram realizadas no dia do processamento (tempo zero) e a cada 3 dias, por um período de 9 dias para as laranjas a 12°C, e de 12 dias para as laranjas a 6°C.

No dia do processamento avaliou-se a intenção de compra do produto, simultaneamente à aplicação do teste de aceitação, mediante escala estruturada de 5 pontos (1- certamente compraria; 5- certamente não compraria), conforme Stone e Sidel (1993).

Teste de Comparação Pareada

Aplicou-se o teste de comparação pareada no dia do processamento (tempo zero de armazenamento) com o objetivo de determinar a preferência em relação ao tipo de embalagem para a laranja minimamente processada. (FERREIRA et al., 2000). A avaliação foi realizada por uma equipe de 30 provadores não-treinados. Consultou-se o Teste de Meilgaard, Civille e Carr (1991) para a interpretação dos resultados obtidos.

Teores de etanol e acetaldeído: Foram determinados de acordo com a metodologia adaptada de Davis e Chace Júnior (1969). Foram preparadas amostras padrões de etanol e acetaldeído e injetadas em cromatógrafo a gás equipado com detector de ionização de chama (FID) e coluna Porapak N de 1,8 m, para estabelecimento da curva padrão. As configurações do cromatógrafo foram: forno: 140°C durante 8 minutos. Após esse tempo, aumento de 20°C a cada minuto até atingir 180°C, ficando nesta temperatura por 2 minutos para limpeza da coluna; injetor: 150°C; detector: 180°C; pressão: 190 KPa (constante) e fluxo de N₂ de 70 mL.min⁻¹. Alíquotas de 1mL de suco de laranja foram colocadas em frascos de 40 mL, os quais foram mantidos em banho-maria a 50°C por 30 minutos. Decorrido este tempo, 1 mL do espaço livre do frasco foi coletado com uma seringa Gastight marca Hamilton de 2,5 ml e injetado no cromatógrafo. Os teores de acetaldeído e de etanol das amostras foram calculados correlacionando as respectivas áreas cromatográficas com aquelas obtidas nas curvas padrões. Os resultados foram expressos em ug.g⁻¹.

Peroxidase – POD (EC 1.11.1.7): amostras de laranja foram homogeneizadas em tampão fosfato de potássio 0,2M, pH 6,7 e centrifugadas a 10000 rpm por 10 minutos a 4°C. O sobrenadante foi utilizado para determinação da atividade da peroxidase pelo método de Allain et al. (1974), com leitura em 505 nm. Os resultados foram expressos em μMoles de H₂O₂ decomposto.min⁻¹.

5.2.3 Resultados e Discussão

Pré-Seleção do material de embalagem

De acordo com o modelo matemático utilizado, as taxas de permeabilidade aos gases necessárias para permitir o estabelecimento de uma atmosfera de equilíbrio de 5% O₂ e 10% CO₂ no interior da embalagem com laranja minimamente processada e armazenada a 6°C seriam de 3271 mL O₂/m²/dia e de 6261 mL CO₂/m²/dia.

Como em geral, as taxas de permeabilidade ao CO₂ (TPCO₂) dos filmes encontrados no mercado são três vezes maior que as taxas de permeabilidade ao O₂ (TPO₂), os filmes escolhidos foram baseados somente na TPO₂. Escolheram-se dois filmes com TPO₂ próximas da faixa ideal, um abaixo da faixa, e outro com TPO₂ acima da faixa (PVC), que foi utilizado como controle (Tabela 1), de forma a obter modificações da atmosfera em intensidades variadas.

Tabela 1 - Taxas de permeabilidade¹ aos gases das embalagens utilizadas

Embalagem	Espessura (µm)	TPO ₂ mL(CNTP) O ₂ /m ² /dia	TPCO ₂ mL (CNTP) C O ₂ /m ² /dia
Polipropileno	32	3065	6189
Polipropileno	44	1662	4153
PVC	20	10446	69843
PD-900	58	3.433	15.946

¹determinada a 23°C, a seco e a 1atm de pressão parcial de gás.

A área efetiva de permeação das embalagens de polipropileno e PD-900 foi de 900 cm². Nestas embalagens utilizou-se ao redor de 500g de fruto. Para a embalagem de poliestireno expandido revestida por PVC a área efetiva de permeação foi de 300cm², com aproximadamente 300 g de fruto.

Monitoramento da composição gasosa e seleção das embalagens

A modificação da composição gasosa do interior das embalagens com laranja minimamente processada variou de acordo com a embalagem, sistema de modificação da atmosfera e temperatura de armazenamento (Figuras 1 e 2).

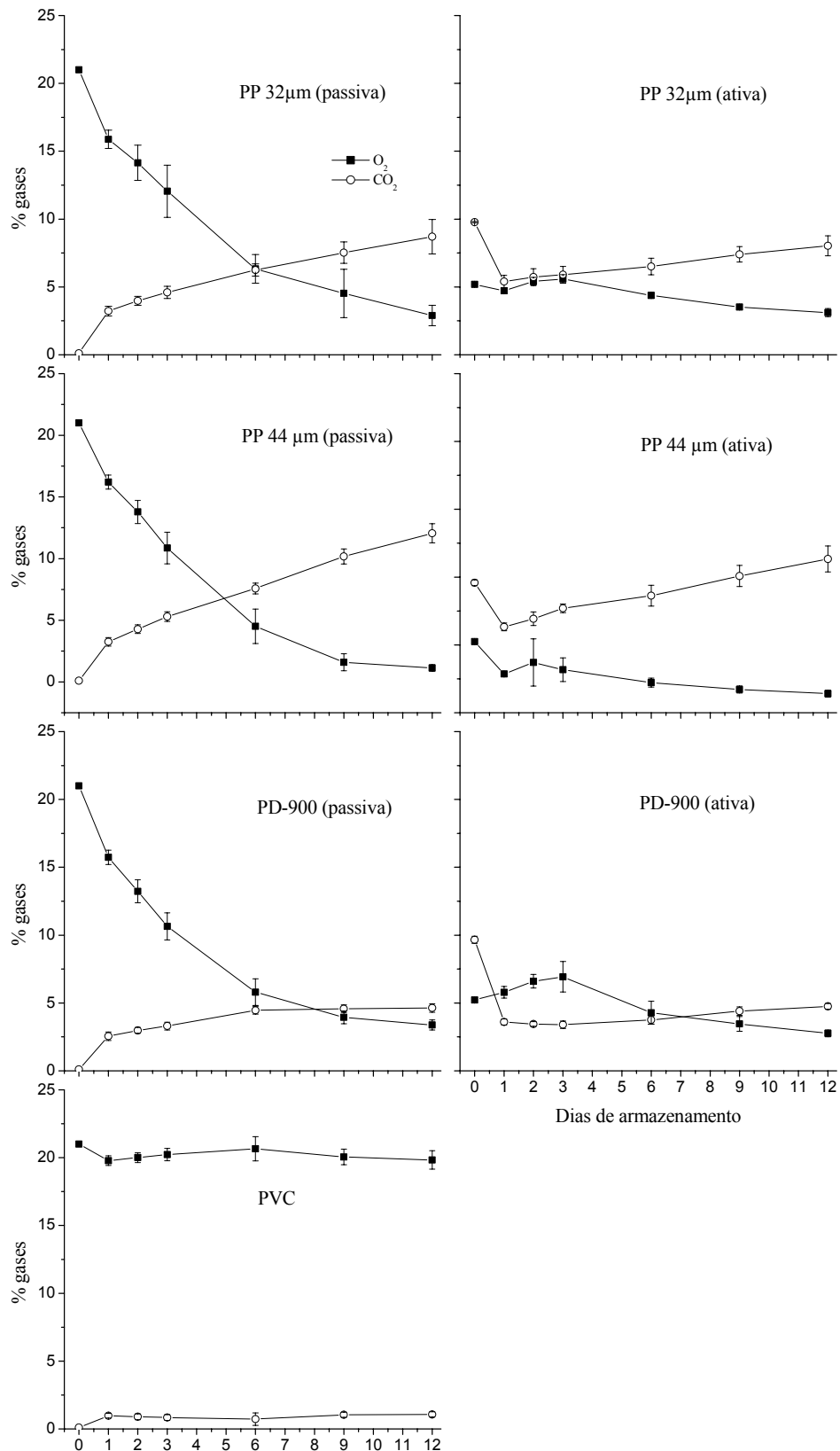


Figura 1 - Composição gasosa do interior das embalagens sob atmosfera passiva ou ativa (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂) contendo laranjas minimamente processadas armazenadas a 6°C. As barras representam o desvio padrão da média. PP: saco de polipropileno; PD-900: filme poliolefinico da Cryovac; PVC: bandeja de poliestireno revestida por filme de cloreto de polivinila

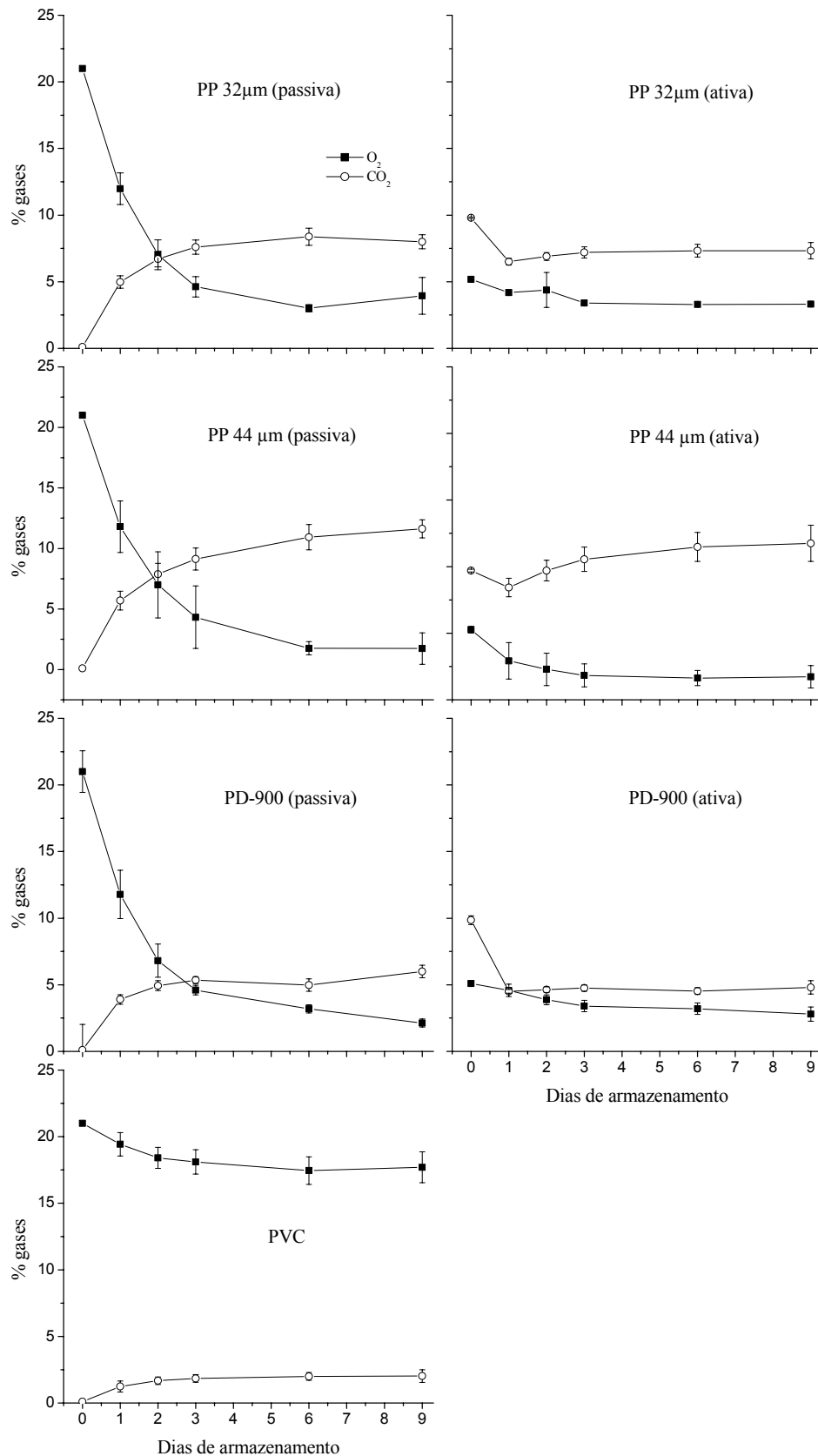


Figura 2- Composição gasosa do interior das embalagens sob atmosfera passiva ou ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2) contendo laranjas minimamente processadas armazenadas a 12° C. As barras representam o desvio padrão da média. PP: saco de polipropileno; PD-900: filme poliolefinico da Cryovac; PVC: bandeja de poliestireno revestida por filme de cloreto de polivinila

O filme de PVC promoveu discreta modificação da atmosfera, o que era de se esperar dada a alta taxa de permeabilidade deste filme ao O_2 e ao CO_2 .

Nas demais embalagens sob atmosfera modificada passiva, observou-se elevação dos níveis de CO_2 e redução do O_2 ao longo do armazenamento, seguidos ou não de estabilização dos níveis gasosos.

Quando utilizou-se sistema de modificação ativa (injeção da mistura gasosa com 5% O_2 + 10% CO_2) ocorreu redução de CO_2 , com posterior aumento nos níveis destes gases. A redução inicial nos níveis de CO_2 deve-se a diferença de pressão deste gás estabelecida entre o interior e o exterior da embalagem, enquanto o aumento nos níveis de CO_2 é dado pela liberação deste gás no processo respiratório das laranjas. Em relação ao oxigênio houve tendência de redução de sua concentração no interior das embalagens de polipropileno ao longo do armazenamento, devido ao seu consumo no processo respiratório. Na embalagem PD-900, cuja permeabilidade ao O_2 é maior, observou-se inicialmente leve aumento nos níveis deste gás para os frutos a 6°C, em função da entrada de oxigênio na embalagem. Para a embalagem PD-900 a 12°C esta elevação não foi observada, provavelmente em função da maior atividade respiratória.

Dentre as embalagens testadas a 6°C apenas a PD-900 com atmosfera modificada passiva atingiu atmosfera de equilíbrio, porém somente no 9º dia de armazenamento. Em relação às embalagens a 12°C somente a PD-900 com atmosfera modificada passiva não atingiu o equilíbrio dos gases.

As atmosferas de equilíbrio atingidas nos filmes de polipropileno 44 μm foram 1,69% O_2 e 11,62% CO_2 no sistema de modificação ativa e 1,75% O_2 e 11,28% CO_2 no sistema passiva. Embora o nível de CO_2 esteja muito próximo do desejado (10%), a concentração de oxigênio situou-se abaixo de 2%. Baixos teores de oxigênio também foram detectados nestas embalagens a 6°C no 9º dia de armazenamento.

A atmosfera de equilíbrio da embalagem PD-900 foi em média 3,40% O_2 e 4,65 % CO_2 . Nesta atmosfera constatamos um nível de oxigênio próximo do adequado, assim como na embalagem de polipropileno 32 μm , porém os níveis de CO_2 na embalagem de polipropileno 32 μm foram mais próximos do adequado. Além disso, o aspecto visual desta embalagem é mais atrativo, devido à transparência e brilho do material de embalagem.

O tempo para atingir as atmosferas de equilíbrio foi menor no sistema de modificação ativa, sendo que no filme de polipropileno 32 μm a atmosfera de equilíbrio foi atingida no

primeiro dia no sistema de modificação ativa e no sexto dia no sistema de modificação passiva. No filme de polipropileno 44 μm a atmosfera de equilíbrio foi atingida no terceiro dia no sistema de modificação ativa e no sexto dia no sistema de modificação passiva enquanto que na embalagem PD-900 com atmosfera modificada ativa a atmosfera de equilíbrio foi atingida no terceiro dia de armazenamento.

Baseado nos resultados obtidos pelo monitoramento gasoso escolheu-se a embalagem de polipropileno 32 μm para dar prosseguimento às avaliações. Não houve interferência da aparência do produto na escolha da embalagem, visto que os frutos de todas as embalagens apresentavam-se muito semelhantes quanto à aparência, apenas com brando ressecamento. Incidência de fungos foi detectada inicialmente nos frutos acondicionados em embalagem de poliestireno revestida por PVC entre o 13º e 15º dia para as laranjas a 6°C e entre o 10º e 12º dia para as laranjas a 12°C. Pinto (2002) citado por Donadon (2005) detectou no nono dia de armazenamento a ocorrência de podridões em laranjas armazenadas a 10°C.

Características físico-químicas de laranjas minimamente processadas acondicionadas em diferentes tecnologias de embalagem e armazenadas a 6° e 12°C

Sólidos solúveis

A tecnologia de embalagem não influenciou ($P>0,05$) o teor de sólidos solúveis das laranjas minimamente processadas armazenadas a 6°C e a 12°C.

Observou-se apenas efeito do tempo de armazenamento ($P<0,05$) nesta variável, sendo que as laranjas armazenadas a 6°C e a 12 °C apresentaram redução de aproximadamente 10% no teor de sólidos solúveis (Figura 3), indicando provável consumo destes compostos durante o processo respiratório.

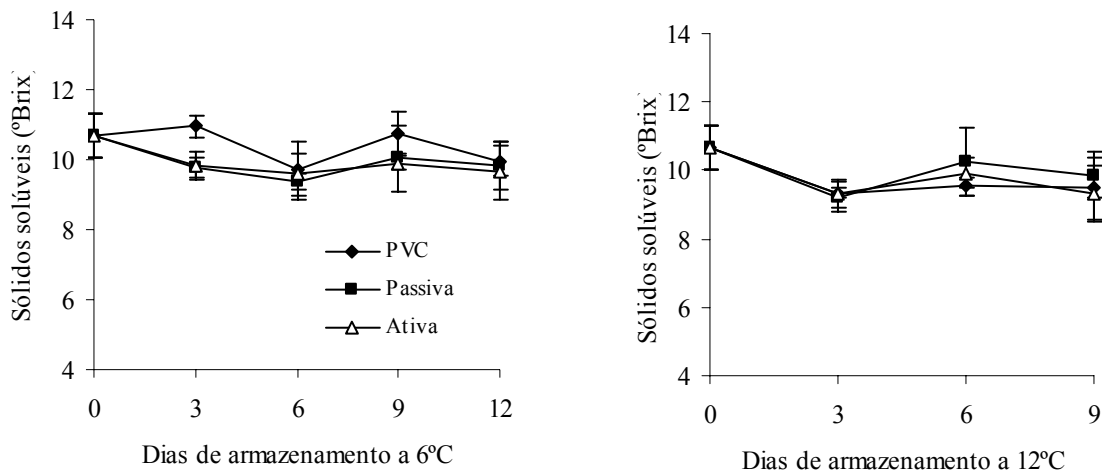


Figura 3 – Teor de sólidos solúveis de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2)

Estes resultados não estão de acordo com Donadon (2005) e Pretel et al. (1998), os quais observaram estabilidade nos teores de sólidos solúveis em laranja minimamente processada ao longo do armazenamento. Por outro lado, em melão (CANTWELL e PORTELLA, 1997 citados por LAMIKANRA, 2002) e em caqui (WRIGHT e KADER, 1997) minimamente processados, o teor de sólidos solúveis sofreu redução durante o armazenamento.

A respiração consiste na decomposição oxidativa de substâncias complexas (polissacarídeos, açúcares simples, ácidos orgânicos, proteínas e lipídeos) em moléculas simples (CO_2 e H_2O) e energia e quanto mais elevada a temperatura, maior a respiração, com conseqüente maior consumo de substratos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Neste trabalho, as laranjas armazenadas a 12°C sofreram redução nos teores de sólidos solúveis a partir do terceiro dia, enquanto as laranjas a 6°C apresentaram redução significativa somente a partir do sexto dia de armazenamento.

Acidez titulável

O teor de acidez titulável não foi influenciado pela tecnologia de embalagem e nem pelo tempo de armazenamento, mantendo-se estável. Os valores oscilaram entre 0,48 e 0,54% de ácido cítrico, para as laranjas a 6° e a 12°C (Figura 4).

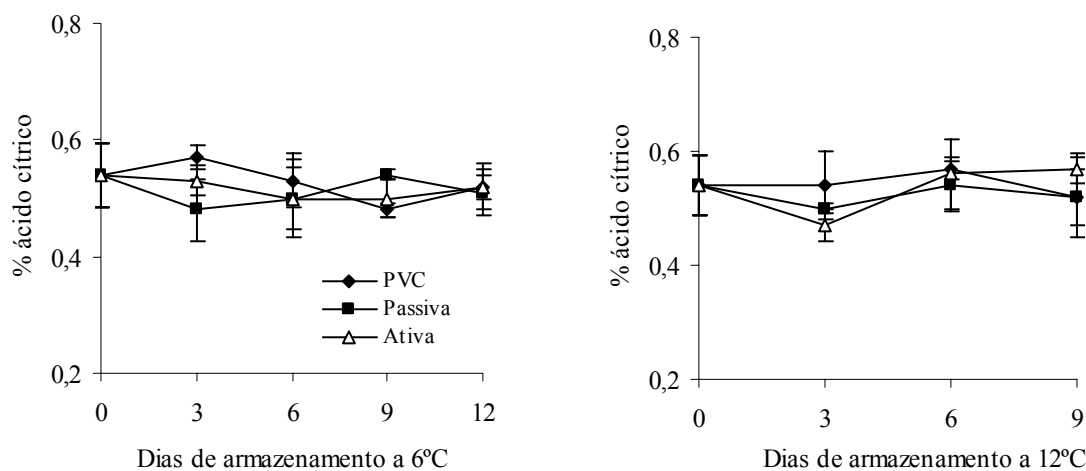


Figura 4 – Acidez titulável de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada ativa (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂)

Pretel et al. (1998) e Donadon (2005) também observaram valores estáveis de acidez durante o armazenamento de laranjas minimamente processadas. No entanto, Rocha et al. (1995) observaram decréscimo de 36% na acidez titulável de laranjas minimamente processadas armazenadas a 4°C por oito dias.

Ratio

O ratio, dado pela relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável, correlaciona-se com o sabor. Sucos com ratio entre 14 e 16 são os mais apreciados pelos consumidores em todo o mundo, devido ao equilíbrio, em termos sensoriais, entre os teores de açúcares e ácidos (POZZAN; TRIBONI, 2005). Neste trabalho os valores de ratio variaram entre 16,37 e 22,44 (Figura 5) e não foram influenciados pela tecnologia de embalagem e nem pelo tempo de armazenamento. Estes resultados estão em desacordo com aqueles encontrados por

Moreira (2005), que observou redução no ratio de tangores ‘Murcott’ minimamente processados no decorrer de seis dias de armazenamento a 6°C e 12°C.

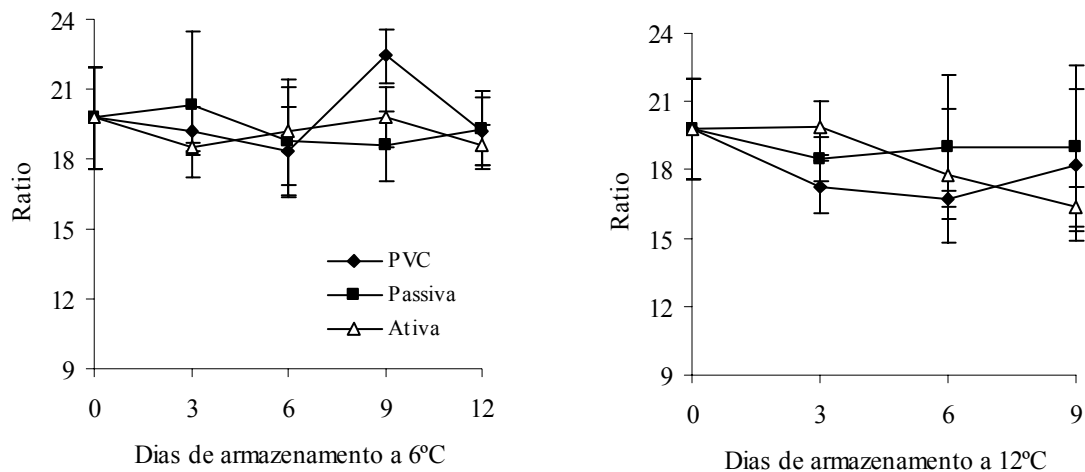


Figura 5 – “Ratio” de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada ativa (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂)

Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico das laranjas minimamente processadas não foi influenciado pelas tecnologias de embalagem e nem pelo tempo de armazenamento, mantendo-se estável (Figura 6). Em trabalhos com frutas cítricas minimamente processadas Donadon (2005) e Vilas Boas et al. (2000) também observaram estabilidade, enquanto (MOREIRA, 2005) e Rocha et al. (1995) observaram redução nos teores de ácido ascórbico.

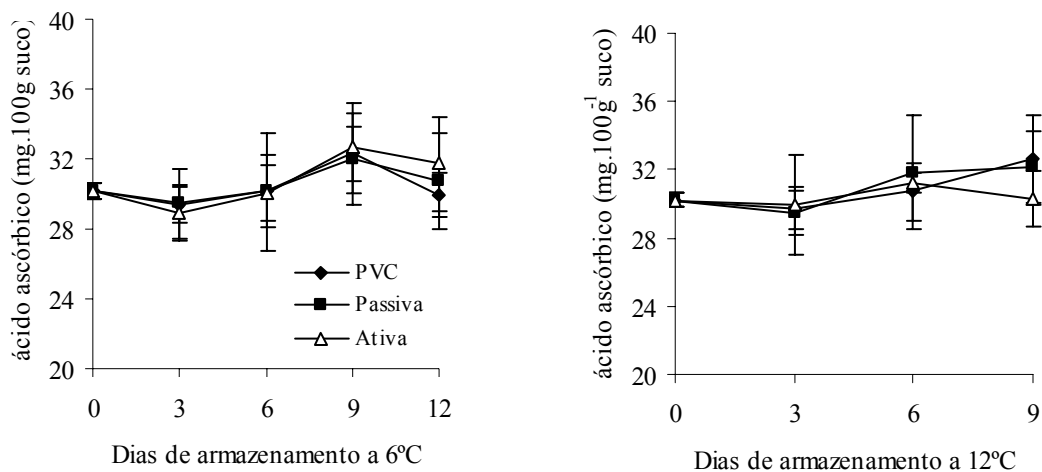


Figura 6 - Teor de ácido ascórbico de laranja 'Pêra' minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2)

As operações envolvidas no processamento mínimo aumentam a atividade enzimática dos vegetais, resultando em rápida perda do ácido ascórbico pelos produtos minimamente processados. O ácido ascórbico pode ser oxidado por uma série de mecanismos químicos e bioquímicos que são responsáveis não só pela perda de sua atividade vitamínica como também pela formação de pigmentos escuros. Diferentes enzimas estão relacionadas com sua degradação, entre elas: ácido ascórbico oxidase, peroxidase, polifenoloxidase e citocromo oxidase (CHITARRA, 1998).

O produto da oxidação do ácido L-ascórbico é o ácido L-desidroascórbico, o qual é pouco estável, sendo que após sua formação, sofre uma reação de abertura do anel para formar 2,3-diceto-L-gulônico, que carece de atividade vitamínica. Sua formação é praticamente instantânea em pH alcalino, rápida ao redor da neutralidade e lenta em condições ácidas. Por esse fato, frutas cítricas possuem boa estabilidade da vitamina C (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

Características microbiológicas de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em função da tecnologia de embalagem.

Os níveis de contaminação por bactérias anaeróbias e psicrotróficas e de bolores e leveduras foram bastante baixos em todos os tratamentos, atingindo no máximo 90 UFC/g. (Tabela 2, 3 e 4). Não detectou-se coliformes totais e a 45°C e nem *Salmonella* em nenhuma das amostras de todos os tratamentos. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Donadon (2005) que verificou baixos níveis de contaminação microbiológica em laranjas minimamente processadas.

Tabela 2 - Contagem total de bactérias anaeróbias, em laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 6° e a 12°C

Tratamentos	Dias de armazenamento a 6°C		Dias de armazenamento a 12°C	
	9	12	6	9
PVC	<10	5 x 10	<10	9 x 10
Passiva	7 x 10	4 x 10	<10	5x10
Ativa	< 10	7 x 10	2 x 10	1 x 10

Resultados expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto

PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada ativa (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂)

Tabela 3- Contagem total de bactérias psicrotróficas, em laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 6° e a 12°C

Tratamentos	Dias de armazenamento a 6°C		Dias de armazenamento a 12°C	
	9	12	6	9
PVC	<10	<10	<10	<10
Passiva	<10	<10	<10	<10
Ativa	<10	<10	<10	<10

Resultados expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto

PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada ativa (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂)

Tabela 4 - Contagem total de bolores e leveduras, em laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 6° e a 12°C

Tratamentos	Dias de armazenamento a 6°C		Dias de armazenamento a 12°C	
	9	12	6	9
PVC	<10	1x10	1 x10	3x10
Passiva	<10	1x10	2 x10	7x10
Ativa	<10	1x10	2 x 10	1x10

Resultados expressos em UFC (unidades formadoras de colônias)/g de produto

PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 µm sob atmosfera modificada ativa (5% O₂ + 10% CO₂ + 85% N₂)

A resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, estabelece que frutas frescas preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas) devem apresentar, no máximo, 5×10^2 NMP de coliformes a 45°C/g e devem ter ausência de *Salmonella* em 25 g de produto.

Em relação à coliformes totais e contagens totais de bactérias e de bolores e leveduras não há limites máximos estabelecidos pela legislação, porém é preconizado que alimentos contendo contagens da ordem de 10^4 e 10^5 UFC/g são impróprios para o consumo humano devido a perda do valor nutricional, alterações organolépticas, riscos de deterioração e/ou presença de patógenos.

No presente trabalho, não ficou evidente o efeito da tecnologia de embalagem e nem da temperatura de armazenamento sobre o desenvolvimento microbiano. No entanto, é sabido que a temperatura de armazenamento determina a atividade respiratória do produto e, conseqüentemente as concentrações de gases do interior da embalagem, a qual influencia o comportamento do microrganismo. Além disso, a temperatura influencia a taxa de senescência dos produtos minimamente processados, modificando então o ambiente dos microrganismos.

Diante deste fato, podemos inferir que a boa conservação do produto está relacionada às características intrínsecas da laranja (baixo metabolismo, poucas transformações fisiológicas e bioquímicas após a colheita) e às boas práticas de fabricação adotadas durante o processamento dos frutos.

Características sensoriais de laranjas minimamente processadas em função da tecnologia da embalagem

Aparência

A aparência das laranjas a 6°C foi influenciada apenas pelo tempo de armazenamento ($P < 0,05$), com redução nos valores das notas atribuídas a esta variável. No entanto, estas laranjas apresentaram no sexto dia, notas de aparência superiores às do terceiro dia (Figura 7).

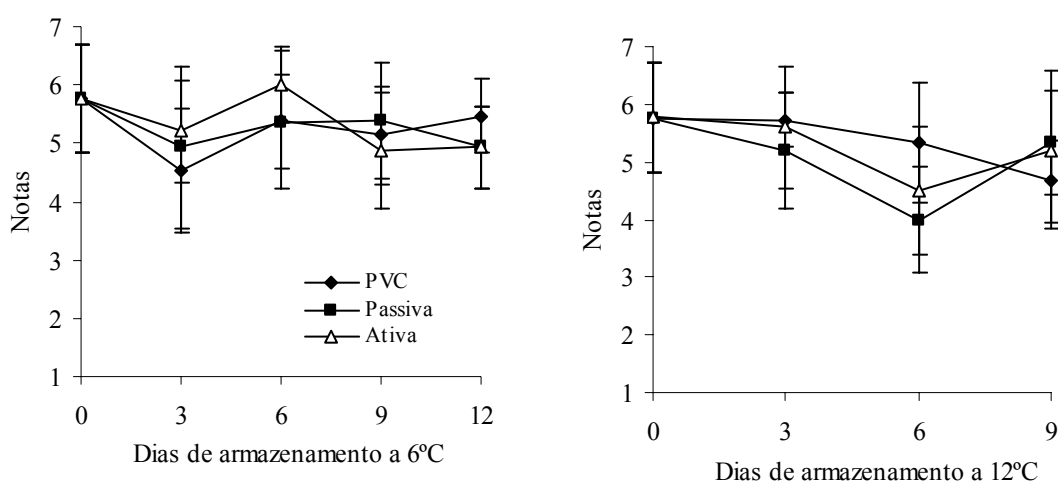


Figura 7 - Aparência de laranja 'Pêra' minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2)

A aparência das laranjas a 12°C também foi influenciada pelo tempo e apresentou interação entre o período de armazenamento e as tecnologias de embalagem. Em média, as notas atribuídas a estas laranjas sofreram redução significativa ao longo do tempo. Porém, as laranjas sob atmosfera modificada passiva e ativa tiveram redução nas notas de aparência até o sexto dia, seguido de um aumento. Em relação às tecnologias de embalagem, as laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno revestidas por PVC apresentaram no sexto dia de armazenamento, notas de aparência superiores às laranjas sob atmosfera modificada passiva.

Embora o aumento das notas de aparência observado entre o terceiro e o sexto dia para laranjas a 6°C e entre o sexto e o nono dia para as laranjas sob atmosfera modificada passiva e

ativa a 12°C, tenha sido significativo, em termos práticos, não significa que a aparência melhorou. Tal fato pode ser atribuído às possíveis imperfeições, intrínsecas ao processamento manual, que mantém maior ou menor quantidade de resquícios de albedo, assim como maior ou menor quantidade de injúrias, refletindo na aparência do produto recém-processado. Segundo comentários relatados por alguns provadores da equipe sensorial, as menores notas atribuídas à aparência estão associadas às injúrias no hesperídeo. Brando ressecamento também foi notado em todos os tratamentos, e provavelmente tenha sido o fator preponderante na redução dos valores das notas atribuídas à aparência do produto.

As notas atribuídas à aparência das laranjas minimamente processadas, tanto a 6 como a 12°C, situaram-se dentro do limite de aceitabilidade durante o período de armazenamento, sendo que, em média, entre o dia do processamento e o final do armazenamento destas laranjas, houve redução ao redor de dois pontos na escala hedônica, variando de gostei muito a não gostei nem desgostei.

Sabor e Aroma

O sabor e o aroma das laranjas minimamente processadas armazenadas a 6° e a 12°C não foram afetados pelas tecnologias de embalagens, sendo influenciados apenas pelo tempo de armazenamento.

No início do armazenamento das laranjas a 6°C, as notas atribuídas ao aroma e sabor foram de 5,53 e 5,87 da escala hedônica, respectivamente. No terceiro dia de armazenamento houve redução significativa para 4,89 e 4,96, respectivamente, e não apresentaram mais oscilações significativas ao longo do tempo, mantendo-se ao redor de 4,7 para o aroma e 5,19 para o sabor, correspondente a gostei na escala hedônica.

As notas atribuídas ao aroma e ao sabor das laranjas a 12°C apresentaram valores significativamente menores no sexto e no terceiro dia de armazenamento, respectivamente, comparado com os dias anteriores, mantendo-se constante posteriormente (Figura 8 e 9). Os valores encontrados ao final do armazenamento foram de 4,87 para o aroma e 4,89 para o sabor, correspondente a gostei na escala hedônica.

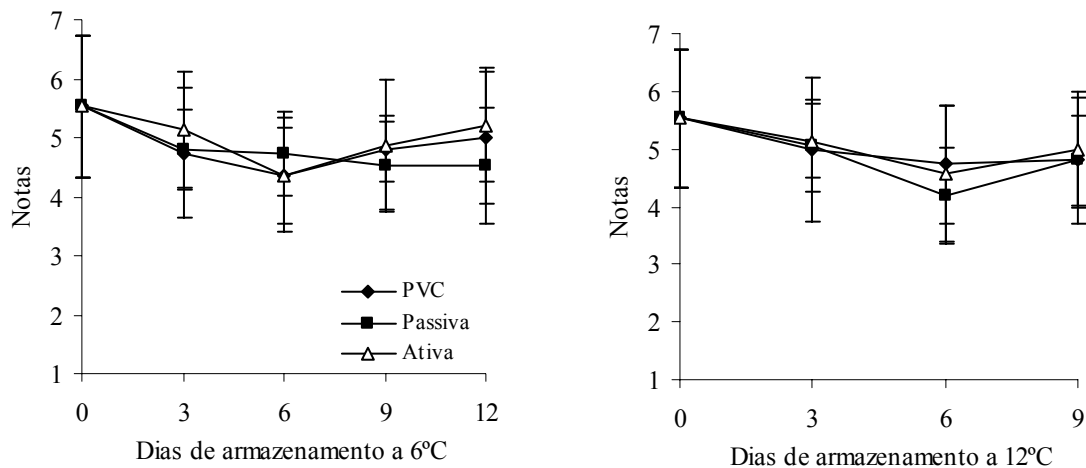


Figura 8 - Aroma de laranja minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2)

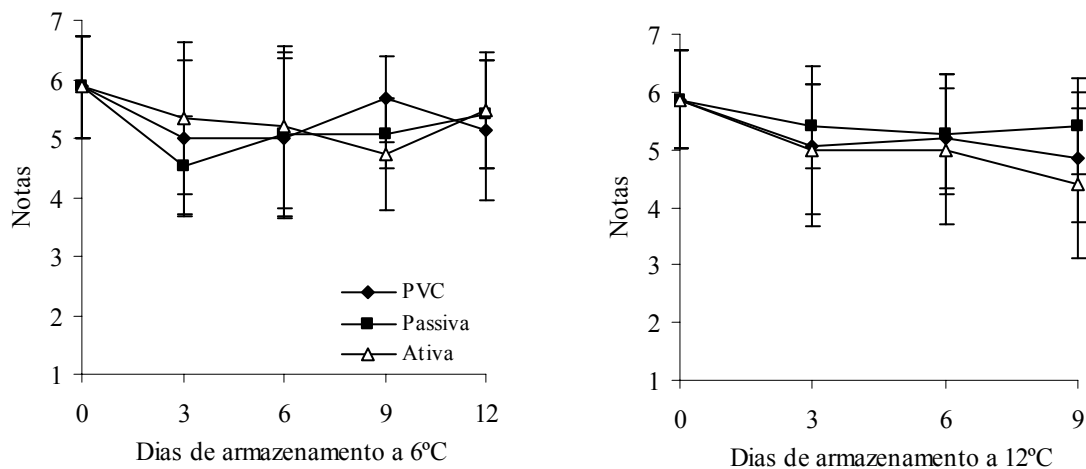


Figura 9 - Sabor de laranja minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2)

Intenção de compra e teste de preferência de embalagem

A maior porcentagem das notas de atitude de compra atribuídas ficaram em ‘provavelmente compraria’ (Figura 10), mostrando a boa aceitação da laranja minimamente processada.

As pessoas justificaram o interesse na compra destes produtos pela ótima apresentação e facilidade de consumo. Aproximadamente 16% dos provadores afirmaram que ‘talvez comprariam’ este tipo de produto, sendo o preço o fator de tomada de decisão.

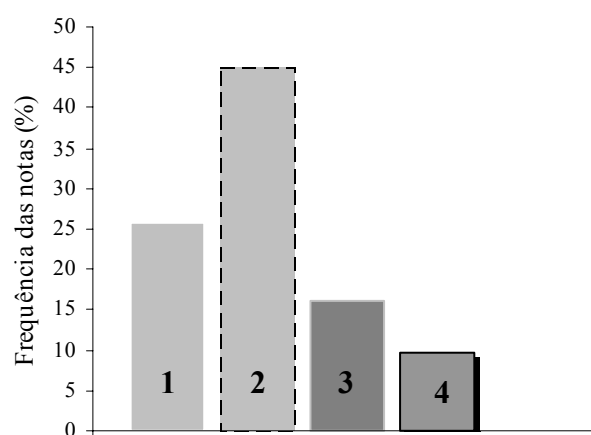


Figura 10 - Teste de intenção de compra das laranjas minimamente processadas (1-certamente compraria; 2-provavelmente compraria; 3-talvez compraria; 4-provavelmente não compraria)

Em relação à preferência pelas embalagens, aproximadamente 55% das pessoas indicaram preferir a embalagem de polipropileno. As razões citadas para tal escolha foram: menor poluição gerada por tal embalagem, facilidade de manuseio e armazenamento e melhor visualização do produto.

Porém, de acordo com o teste de Meilgard, Civille e Carr (1991) há necessidade de 21 respostas (70%) a favor de determinada amostra para estabelecer diferença significativa a 5% entre as amostras. O número de provadores que preferiram a embalagem de polipropileno foi 17, portanto não houve diferença significativa entre às embalagens quanto à preferência dos provadores

Teores de etanol e acetaldeído em laranjas minimamente processadas acondicionadas em diferentes tecnologias de embalagem

Os teores de etanol das laranjas a 6° e 12°C e de acetaldeído das laranjas a 12°C foram afetados pela tecnologia de embalagem e pelo tempo de armazenamento e houve interação entre esses fatores ($P < 0,05$), enquanto os teores de acetaldeído das laranjas a 6°C foram afetados pelo tempo de armazenamento e houve interação entre as tecnologias de embalagem e o tempo de armazenamento ($P < 0,05$).

Os teores de acetaldeído e de etanol das laranjas acondicionadas em filme PVC foram menores que dos demais tratamentos, exceto os teores de acetaldeído das laranjas armazenadas a 6°C (Figura 11).

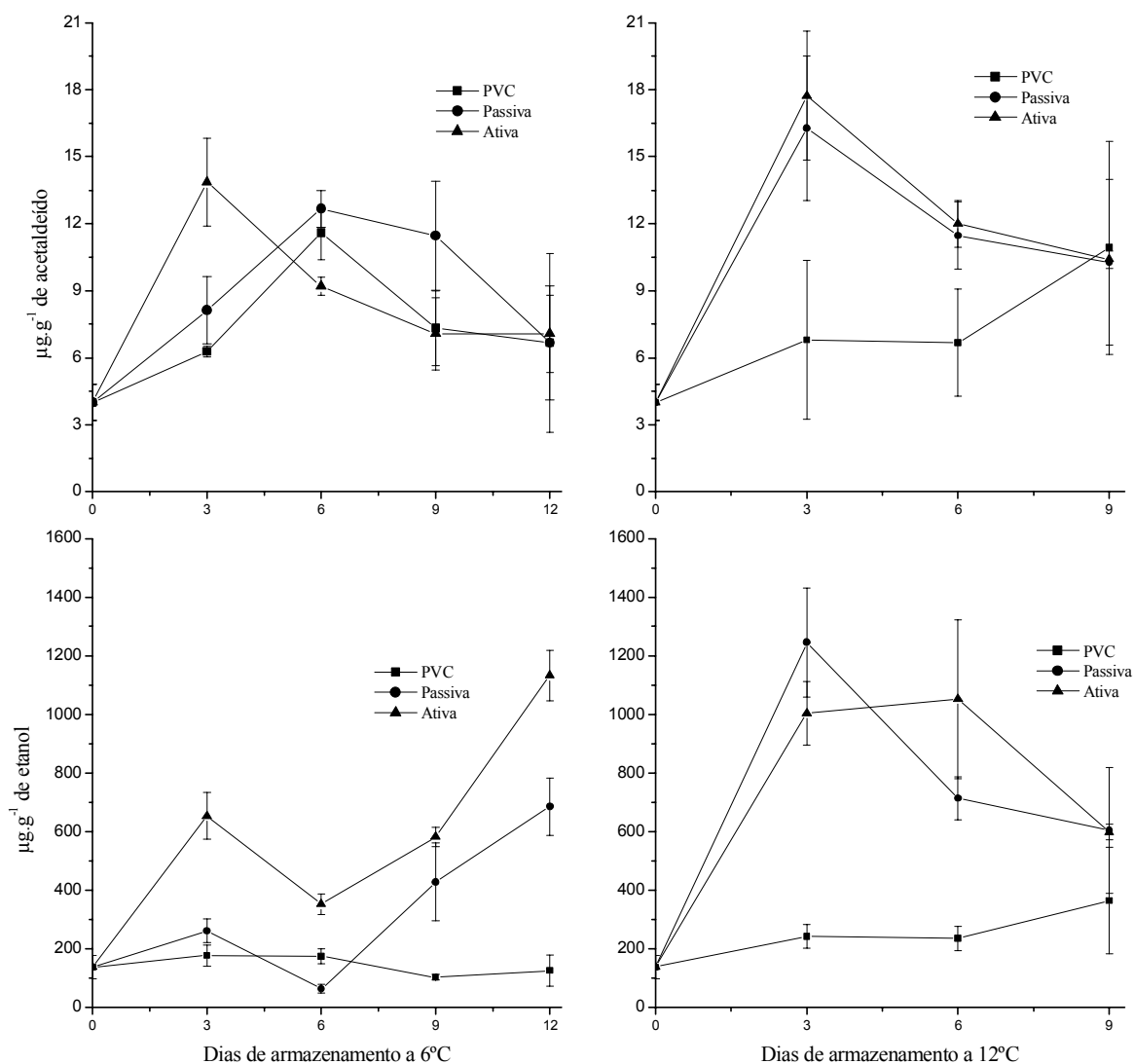


Figura 11- Teores de acetaldeído e etanol de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2)

As laranjas acondicionadas em filme de polipropileno armazenadas a 6°C sob atmosfera passiva e ativa apresentaram aumento nos teores de etanol o longo do tempo, sendo que os maiores valores deste gás foram detectados nas laranjas sob atmosfera modificada ativa, as quais ficaram sob atmosfera com menores níveis de oxigênio. Os teores de acetaldeído também

apresentaram aumento, atingindo pico de produção no terceiro dia para as laranjas sob atmosfera ativa e no sexto dia para as laranjas dos demais tratamentos.

As laranjas armazenadas a 12°C apresentaram pico na produção de etanol e acetaldeído no terceiro dia de armazenamento, seguido de decréscimo. Até o sexto dia de armazenamento as laranjas sob atmosfera passiva e ativa apresentaram níveis de acetaldeído e etanol significativamente superiores às laranjas acondicionadas em PVC.

O decréscimo nos níveis de acetaldeído observado a 6° e 12°C e de etanol observado a 12°C, provavelmente seja decorrente de sua difusão para o espaço livre da embalagem ou de sua conversão em outros compostos, conforme sugerido por Ke et al. (1995). Outro fator que pode ter contribuído para as concentrações de voláteis atingirem um máximo e posteriormente decrescerem é a alta concentração de CO₂, pois de acordo com Gunes, Watkins e Hotchkiss (2001), altas concentrações de CO₂ apresentam efeito inibitório na produção destes voláteis.

A concentração de acetaldeído foi muito menor em relação a concentração de etanol, sendo que a concentração de acetaldeído das laranjas dos diversos tratamentos foi no máximo 19,75%, da concentração de etanol.

Os níveis de etanol e acetaldeído foram maiores a 12°C, provavelmente devido às menores tensões de oxigênio a que os frutos foram expostos nesta temperatura e à maior atividade da piruvato descarboxilase e da álcool desidrogenase, enzimas chaves responsáveis pela respiração anaeróbica e pela produção de acetaldeído e etanol. Acúmulo de acetaldeído e etanol também foi reportado em laranjas minimamente processadas acondicionadas em filme de alta barreira, onde as tensões de oxigênio foram baixas (Pretel et al., 1998).

Neste trabalho, o acúmulo destes voláteis não alterou a qualidade sensorial das laranjas minimamente processadas, as quais apresentaram notas referentes ao sabor e aroma dentro do limite de aceitabilidade durante todo período de armazenamento (Figura 8 e 9). Ke e Kader (1990) reportam que laranjas 'Valência' intactas toleram concentrações de 0,25% de O₂ por até 20 dias, sem alteração no sabor.

Atividade da enzima peroxidase em laranjas minimamente processadas acondicionadas em diferentes tecnologias de embalagem

A atividade da peroxidase não foi influenciada pela tecnologia de embalagem e nem pelo tempo de armazenamento, mantendo-se baixa, ao redor de $0,03 \mu\text{moles de H}_2\text{O}_2 \text{ decomposto min}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$ durante o armazenamento (Figura 12). Souza (2005) também verificou estabilidade da atividade da peroxidase durante o armazenamento de mangas ‘Keitt’ minimamente processadas. Os valores de atividade enzimática encontrados por este autor foram cerca de $0,0018 \mu\text{moles de H}_2\text{O}_2$.

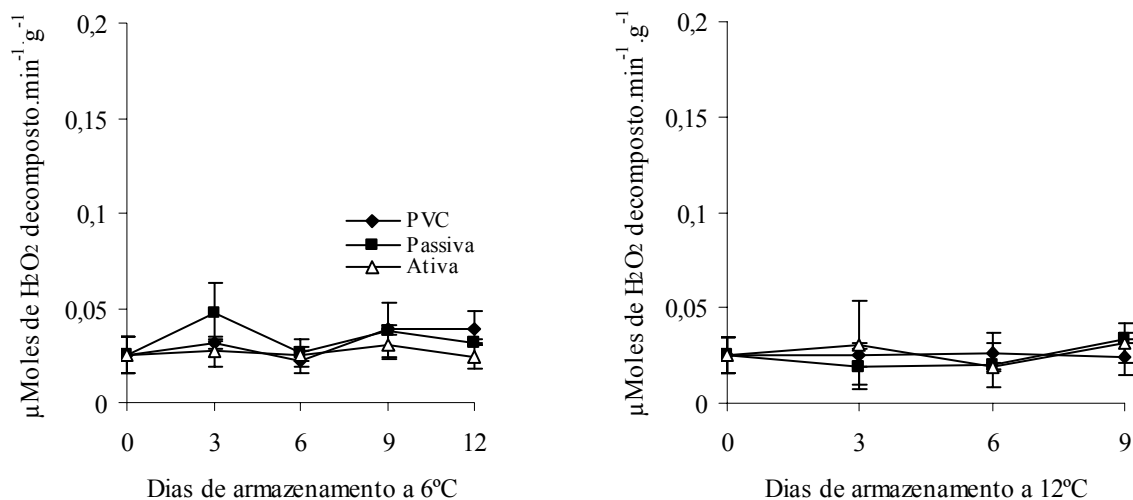


Figura 12 - Atividade da peroxidase em laranjas minimamente processadas em função da tecnologia de embalagem. As barras representam o desvio padrão da média. PVC: laranjas acondicionadas em bandeja de poliestireno expandida revestida por filme de PVC; Passiva: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada passiva; Ativa: laranjas acondicionadas em filme de polipropileno 32 μm sob atmosfera modificada ativa (5% O_2 + 10% CO_2 + 85% N_2)

A peroxidase, enzima indicadora de senescência de vegetais é importante do ponto de vista nutricional, de coloração e de sabor. A atividade desta enzima pode levar à destruição da vitamina C e descoloração de carotenóides e antocianinas, além de catalisar a degradação de ácidos graxos insaturados, com consequente formação de compostos voláteis que conferem sabor oxidado (LAMIKANRA, 2002).

No entanto, pelos resultados obtidos neste trabalho, não houve correlação da atividade desta enzima com a perda de qualidade do produto.

5.3 Considerações Finais

A embalagem de PVC foi tão eficiente quanto a embalagem de polipropileno sob atmosfera modificada passiva ou ativa, dentro do período avaliado, permitindo a conservação das laranjas por até 9 dias a 12°C e até 12 dias a 6°C.

O efeito da tecnologia de embalagem foi notado somente em relação à incidência de fungos a partir do 9º dia a 12°C e do 12º dia a 6°C. No entanto, os produtos minimamente processados apresentam alta rotatividade, sendo uma semana suficiente para sua comercialização.

A embalagem de PVC foi utilizada como controle apenas como uma proteção para evitar a perda de água e a contaminação microbiana durante o armazenamento. A embalagem de polipropileno sob atmosfera modificada passiva ou ativa não resultou em ganho significativo nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Isto se deve à alta capacidade de conservação da laranja evidenciando que esta fruta apresenta elevado potencial para ser utilizada como minimamente processada, dispensando o uso de tecnologia de embalagem de custo elevado.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução – RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. <http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144&word=limite%20microbiologico>. Acesso em 16 out.2006.

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

ALLAIN, C.C.; POON, L.S.; CHAN, C.S.G.; RICHMOND, W.; FU, P.C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, Baltimore, v.120, p.470-475, 1974.

ALLONG, R.; WICKHAM, L.D.; MOHAMMED, M. The effect of cultivar, fruit ripeness, storage temperature and duration on quality of fresh-cut mango. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.509, p.487-494, 2000.

BARMORE, C.R. Packing technology for fresh and minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, WestPort, n.10, p.207-217, 1987.

BEGOÑA DE ANCOS, B.; MUNOZ, M.; GOMEZ, R.; SANCHEZ-MORENO, C.; CANO, P. Nuevos sistemas emergentes de higienización en el procesado mínimo de alimentos vegetales. In: SIMPÓSIO IBEROAMERICANO DE VEGETALES FRESCOS CORTADOS, 1.; ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4, 2006, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: CYTED, 2006, p.1-14.

Bobbio, F.O.; Bobbio, P.A. **Introdução à química de alimentos**. 3.ed., Varela, São Paulo. 2001.143p.

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

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd ed. Davis: University of California, 1992. cap.32. p.277-281.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análise química de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p.

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

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

COHEN, E.; BEM-YEHOSHUA, S.; ROSENBERGER, I.; SHALON, Y.; SHAPIRO ARO, B. Quality of lemons sealed in high-density polyethylene film during long-term storage at different temperatures with intermittent warming. **Journal of Horticultural Science**, London, v.65, p.603-610, 1990.

DAVIS, P.L.; CHACE JÚNIOR, W.G. Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analysis of headspace. **HortScience**, Alexandria, v.4, n.2, p.117-119, 1969.

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

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.; PETTINELLI, M.L.C.V.; SILVA, M.A.A.P.; CHAVES, J.B.P.; BARBOSA, E.M.M. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas: SBCTA, 2000.127p.

GIL, M.I.; GORNY, J.R.; KADER, A.A. Responses of ‘Fuji’ apple slices to ascorbic acid treatments and low-oxygen atmospheres. **HortScience**, Alexandria, v.33, n.2, p.305-309, 1998.

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 10.ed. Piracicaba: Nobel, 1982. 430p.

- GORNY, R.J. A Summary of CA and MA requirements and recommendations for fresh-cut (minimally processed) fruits and vegetables. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.600, p.609-614, 2003.
- GUNES, G.; WATKINS, C.B.; HOTCHKISS, J.H. Physiological responses of fresh-cut apple slices under high CO₂ and low partial pressures. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.22, n.3, p.197-204, 2001.
- KADER, A.A. Biochemical and physiological basics for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetable. **Food Technology**, Chicago, v.40, n.5, p.99-104, 1986.
- KATO-NOGUCHI, H.; WATADA, A.E. Effects of low-oxygen atmosphere on ethanolic fermentation in fresh-cut carrots. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria,, v.122, n.1, p.107-111, 1997.
- KE, D.; KADER, A.A. Tolerance of 'Valencia' oranges to controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.5, p.779-783, 1990.
- KE, D.; YAHIA, E.; HESS, B.; ZHOU, L.; KADER, A.A. Regulation of fermentative metabolism in avocado fruit under oxygen and carbon dioxide stresses. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.120, n.3, p.481-490, 1995.
- KENNEDY, R.A.; RUMPHO, M.E.; FOX, T.C. Anaerobic metabolism in plants. **Plant Physiology**, Mineapolis, v.100, n.1, p.1-6, 1992.
- KLUGE, R.A.; VITTI, M.C.D.; BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P. Temperatura de armazenamento de Tangor 'murcote' minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.535-536, 2003.
- LAMIKANRA, O. Fresh-cut fruits and vegetables: Science, Technology, and market. Boca Raton: CRC Press.2002.449p.
- MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. Florida: CRC Press, 1991.354p.
- MOREIRA, R.C. **Processamento mínimo de tangor 'Murcott'**: caracterização fisiológica e recobrimentos comestíveis. 2004. 85 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- PAO, S.; PETRACEK, P.D. Shelf life extension of peeled oranges by citric acid treatment. **Food Microbiology**, London, v.14, p.485-491, 1997.
- PATTERSON, M.E.; NICHOLS, W.C. Metabolic response of 'Delicious' apples to carbon dioxide in anoxic and low-oxygen environments. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.5, p.866-868, 1988.

PORTELA, S.; NIE, X.; SUSLOW, T.; CANTWELL, M.; GORNY, J.R. Changes in sensory quality and fermentative volatile concentrations of minimally processed cantaloupe stored in controlled atmospheres. In: INTERNATIONAL CONTROLLED RESEARCH CONFERENCE, 7., 1997. Davis. **Proceedings...**Davis: University of California, 1997. p.123-129.

POZZAN, M.; TRIBONI, H.R. Colheita e qualidade do fruto. In: MATTOS JÚNIOR, D.de.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC; Fundag, 2005.cap.26, p.801-822.

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.

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.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; ALVES, R.M.V.; OLIVEIRA, L.M.de. GOMES, T.C. **Embalagens com atmosfera modificada**. 2. ed. Campinas: CETEA, ITAL, 1996. 114p.

SOUZA, B.S.de. **Processamento mínimo de manga**: ponto de colheita, embalagem, 1-MCP, aditivos e atmosfera modificada. 2005.154p. Tese (Doutorado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.

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

VILAS BOAS, E.V.B.; PINHEIRO, A.C.M.; PRADO, M.E.T.; MATTOS, L.M.; SANTOS, J.C.B.; LIMA, L.C.O. Efeito do descascamento sobre a qualidade de tangerinas 'Ponkan'. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2000, Viçosa. **Palestras...**Viçosa:CEE, 2000. p.23.

WATADA, A.E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.15, n.3, p.201-205, 1999.

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

WRIGHT, K.P.; KADER, A.A. Effect of slicing and controlled-atmosphere storage on the ascorbate content and quality of strawberries and persimmons. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.10, n.1, p.39-48, 1997.

ANEXOS

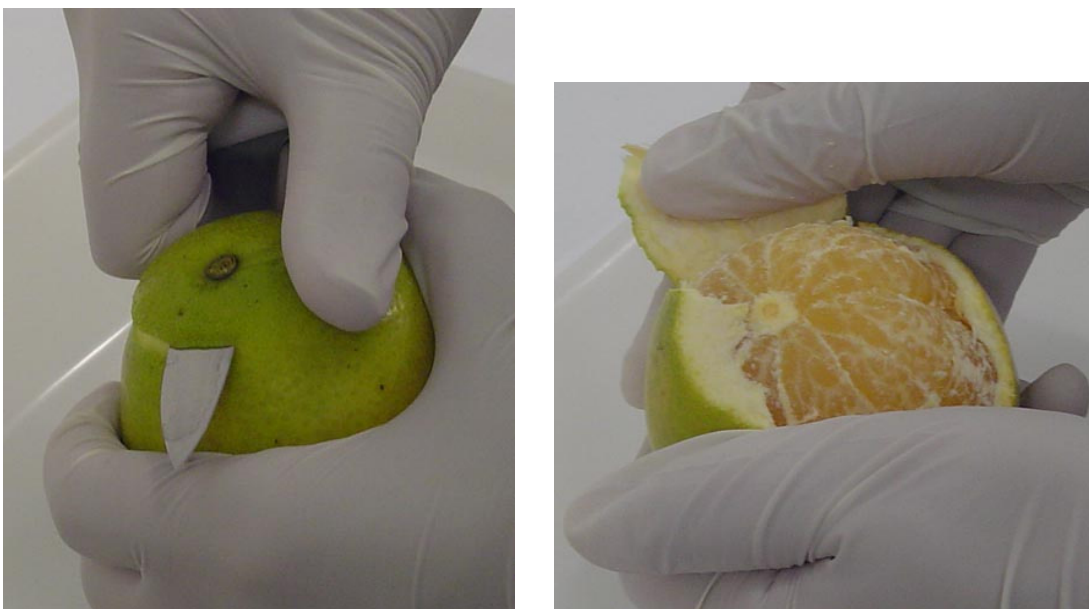


Figura 1- Detalhe da etapa de descascamento; (A): abertura da região peduncular do fruto; (B): retirada do flavedo mais o albedo



Figura 2 – Laranja ‘Pêra’ minimamente processadas acondicionadas em embalagem de poliestireno revestida por filme de PVC (A) e saco de polipropileno (B)

MODELO DE FICHA PARA TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: Data:

1. Você está recebendo uma amostra codificada de LARANJA MINIMAMENTE PROCESSADA. Aspire a amostra codificada de LARANJA MINIMAMENTE PROCESSADA e indique o quanto você gostou ou desgostou do AROMA da amostra.

- gostei muitíssimo
- gostei muito
- gostei
- nem gostei / nem desgostei
- desgostei
- desgostei muito
- desgostei muitíssimo

2. Comente o que você mais gostou e menos gostou no AROMA da amostra

+Gostou: _____

-Gostou: _____

3. Agora por favor, PROVE a amostra codificada de LARANJA MINIMAMENTE PROCESSADA e indique o quanto você gostou ou desgostou do SABOR da amostra.

- gostei muitíssimo
- gostei muito
- gostei
- nem gostei / nem desgostei
- desgostei
- desgostei muito
- desgostei muitíssimo

4. Comente o que você mais gostou e menos gostou no SABOR da amostra

+Gostou: _____

-Gostou: _____

5. Agora por favor, dirija-se na cabine ao lado e avalie a APARÊNCIA da LARANJA MINIMAMENTE PROCESSADA e na escala abaixo, indique o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA da amostra.

- gostei muitíssimo
- gostei muito
- gostei
- nem gostei / nem desgostei
- desgostei
- desgostei muito
- desgostei muitíssimo

6. Comente o que você mais gostou e menos gostou no APARÊNCIA da amostra

+Gostou: _____

-Gostou: _____

MODELO DA FICHA PARA TESTE DE INTENÇÃO DE COMPRA

Com base na sua opinião sobre o produto LARANJA MINIMAMENTE PROCESSADA, indique na escala abaixo sua atitude se você encontrasse este produto à venda. **Se eu encontrasse este produto à venda eu:**

- () Certamente eu compraria
- () Provavelmente eu compraria
- () Talvez eu compraria
- () Provavelmente eu não compraria
- () Certamente eu não compraria

MODELO DE FICHA PARA TESTE DE COMPARAÇÃO PAREADA (PREFERÊNCIA)

Observe os dois tipos de embalagem (A) e (B) contendo laranjas descascadas e faça um círculo na embalagem de sua preferência.

A

B

Comentários: _____

Tabela 1 - Atividade respiratória de laranja 'Pêra' minimamente processada em função do nível de processamento, horas após o processamento

Tratamentos	Horas após o processamento										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Segmentos	28,58a	11,14a	9,33a	8,87a	8,02 ^a	7,87a	7,32a	6,86a	7,12a	7,60a	7,66a
Albedo	8,96b	5,92b	5,15b	4,26b	3,97b	3,99b	3,71b	3,55b	3,87b	3,98b	3,97b
Sem albedo	10,92b	5,9b	5,36b	4,60b	4,51b	4,35b	3,89b	4,12b	3,92b	4,48b	4,54b
Flavado	3,89c	3,73c	4,28c	4,28b	4,34b	4,39b	4,12b	4,09b	4,45b	4,38b	4,28b
CV (%)	14,47	15,71	8,81	16,96	8,88	14,33	14,85	18,46	11,28	7,92	7,27

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 - Atividade respiratória de laranja 'Pêra' minimamente processada em função do nível de processamento, dias após o processamento

Tratamentos	Dias após o processamento						
	1	2	3	4	5	6	7
Segmentos	6,98a	6,98 ^a	6,84a	5,78a	6,36a	7,88a	7,67a
Albedo	4,42b	3,44b	3,35b	2,98b	3,23b	3,98b	4,00b
Sem albedo	4,57b	3,56b	3,91b	3,82b	4,00b	4,46b	4,28b
Flavado	4,53b	3,54b	3,18b	3,03b	3,39b	3,57b	3,30b
CV (%)	11,91	16,06	21,09	14,85	18,34	13,94	26,58

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3 - Atividade respiratória de laranja 'Pêra' minimamente processada em função da temperatura de armazenamento, horas após o processamento

Tratamentos	Horas após o processamento										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1°C	11,64c	6,09c	5,25c	4,77c	5,54c	4,21c	4,44c	4,91c	4,30c	3,57c	4,24c
11°C	15,77c	11,37c	8,87c	7,67c	7,95c	7,30c	8,37c	8,20c	6,89c	6,59c	7,18c
21°C	27,61b	23,73b	17,21b	16,39b	18,09b	15,37b	15,90b	14,24b	14,19b	12,47b	15,57b
31°C	48,34a	40,89a	33,17a	28,43a	26,30a	23,63a	24,53a	23,12a	22,43a	23,32a	23,91a
CV (%)	21,17	15,77	20,89	20,24	19,75	21,18	18,01	23,41	23,62	24,17	24,27

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Atividade respiratória de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em função da temperatura de armazenamento, dias após o processamento.

Tratamentos	Dias de armazenamento			
	1	2	3	4
1°C	3,82c	3,13c	3,76c	3,86c
11°C	6,02c	7,06c	7,86c	8,67c
21°C	13,65b	14,76b	15,85b	17,02b
31°C	21,28a	23,42a	23,36a	23,85a
CV (%)	26,62	29,79	25,28	24,85

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5 - Teor de sólidos solúveis de laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 6°C

Variáveis	Dias de armazenamento					CV(%)
	0	3	6	9	12	
Sólidos solúveis	10,68a	10,18ab	9,50b	10,23ab	9,82b	5,90

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 6 - Teor de sólidos solúveis de laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 12°C

Variáveis	Dias de armazenamento				CV(%)
	0	3	6	9	
Sólidos solúveis	10,68a	9,29b	9,91ab	9,56b	6,45

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 7 - Teor de etanol de laranja ‘Pêra’ minimamente processada armazenada a 6°C

Tratamentos	Dias de armazenamento					CV(%)
	0	3	6	9	12	
PVC	138,53Aa	177,47Ab	175,33Ab	102,67Ab	126,4Ac	25,07
PP-passiva	138,53Ca	261,87CBb	64,13Cc	428,4Ba	685,6Ab	24,77
PP-ativa	138,53Da	653,60Ba	351,87Ca	582,40Ba	1132,49Aa	10,38
CV(%)	29,37	15,43	12,76	21,18	12,54	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8 - Teor de etanol de laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 12°C

Tratamentos	Dias de armazenamento				CV(%)
	0	3	6	9	
PVC	138,53Aa	242,27Ab	235,07Ab	364,40Aa	39,86
PP-passiva	138,5Ca	1246,1Aa	713,9Ba	603,6Ba	21,91
PP-ativa	138,5Ca	1004,1Aa	1052Aa	598Ba	21,11
CV(%)	29,37	15,24	24,48	31,22	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 9 - Teor de acetaldeído de laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 6°C

Tratamentos	Dias de armazenamento					CV(%)
	0	3	6	9	12	
PVC	4Ba	6,27ABb	11,6Aa	7,33ABa	6,67ABa	28,54
PP-passiva	4Ca	8,13ABCb	12,67Aa	11,47Aba	6,67BCa	27,20
PP-ativa	4Ca	13,87Aa	9,20Bb	7,07BCa	7,07BCa	17,09
CV(%)	20	15,31	7,84	22,57	42,55	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 10 - Teor de acetaldeído de laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 12°C

Tratamentos	Dias de armazenamento				CV(%)
	0	3	6	9	
PVC	4Aa	6,8Ab	6,67Ab	10,93Aa	45,57
PP-passiva	4Ba	16,27Aa	11,47Aa	10,27Aba	24,76
PP-ativa	4Ca	17,73Aa	12Ba	10,4Ba	14,54
CV(%)	20	23,81	17,46	33,15	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 11 - Características sensoriais de laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 6°C

	Aparência	Aroma	Sabor
0	5,77 a	5,53a	5,87a
3	4,89 c	4,89b	4,96b
6	5,59 ab	4,49b	5,09b
9	5,13 bc	4,73b	5,16b
12	5,11 c	4,92b	5,33b
CV(%)	17,30	20,32	19,17

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 12 - Aparência de laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 12°C

Tratamentos	Dias de armazenamento a 12°C				CV(%)
	0	3	6	9	
PVC	5,77aA	5,73aA	5,33aAB	4,67aB	15,54
PP-passiva	5,77aA	5,20aA	4,00bB	5,33aA	18,03
PP-ativa	5,77aA	5,60aA	4,50abB	5,20aA	20,47
CV(%)	16,22	16,07	22,67	20,44	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 13 - Aroma e sabor de laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 12°C

	Aroma	Sabor
0	5,53a	5,87a
3	5,07a	5,16b
6	4,50b	5,16b
9	4,87b	4,89b
CV(%)	21,1	18,75

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.