

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

**Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’: tipo de corte, sanitização,
centrifugação e atmosfera modificada**

Marcia Yuriko Iuamoto

Dissertação apresentada para obtenção do
título de Mestre em Ciências. Área de
concentração: Fisiologia e Bioquímica de
Plantas

**Piracicaba
2009**

Marcia Yuriko Iuamoto
Engenheiro Agrônomo

Processamento mínimo de laranja 'Pêra': tipo de corte, sanitização, centrifugação e atmosfera modificada

Orientador:
Prof. Dr. **ANGELO PEDRO JACOMINO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências. Área de concentração: Fisiologia e Bioquímica de Plantas

**Piracicaba
2009**

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

Iuamoto, Marcia Yuriko

Processamento mínimo de laranja 'Pêra': tipo de corte, sanitização, centrifugação e atmosfera modificada / Marcia Yuriko Iuamoto. - - Piracicaba, 2009.
63 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.
Bibliografia.

1. Armazenagem em atmosfera modificada 2. Embalagens de alimentos 3. Fluxograma
4. Laranja 5. Processamento de Alimentos 6. Qualidade dos alimentos I. Título

CDD 664.80431
l11p

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo presente que me oferece todos os dias, oportunidades e desafios.

À Coordenação do PPG-Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À FAPESP pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Angelo Pedro Jacomino pela orientação e apoio dado durante muitos anos, pelas experiências proporcionadas e auxílio valioso!

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

À pesquisadora Maria Cecília de Arruda pelas sugestões, explicações e paciência para auxiliar a cada dúvida surgida desde a minha graduação. Uma companheira de verdade!

À empresa P.A.R. Frutas Boni pelo fornecimento de frutos para realização deste trabalho, e ao Sr. Boni, pela pronta atenção e disposição em prestar auxílio.

Às empresas Cryovac pelo fornecimento das embalagens.

À pesquisadora Claire I.G.L. Sarantópoulos pela análise dos filmes plásticos.

À Maria Solizéte por sua ajuda e apoio durante todo o curso de mestrado. Sem ela, não seria possível!

À amiga Patrícia Maria Pinto pelo auxílio na revisão da redação, por todos os momentos de conversas e desabafos, pelo companheirismo e pela amizade.

À bibliotecária Silvia Maria Zinsly pela revisão das referências bibliográficas.

Ao Marcos José Trevisan por estar sempre disposto a resolver os problemas do laboratório.

A todos os alunos de pós-graduação e estagiários (ex e atuais) do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas do LPV, em especial Argola (Rodrigo), Pet (Carolina) e Keila, e do

Laboratório de Bioquímica Pós-Colheita do LCB pela agradável convivência e pelos mais diversos tipos de ajuda.

Às colegas de mestrado, Pati, Grif (Vanessa) e Pulenta (Ana Elisa), pela amizade e momentos de conversas tão agradáveis!

Aos professores do Depto. Produção Vegetal.

À professora Beatriz Apezatto-da-Glória pela disposição em oferecer oportunidade de acompanhamento de disciplina de graduação, proporcionando uma nova e ótima experiência.

Aos funcionários, em especial Cido, Éder e Davi pela ajuda na realização das análises sensoriais.

Aos meus familiares, que vivem comigo esse momento, em especial à minha mãe, Neusa Tiyoko Iuamoto, e meu pai, Napoleão Toshio Iuamoto, por toda a dedicação, incentivo e apoio dado sempre, e pelas oportunidades oferecidas!

Às minhas irmãs, Cristina e Hilda pela convivência diária durante parte do curso. Ao meu cunhado Marcelo Takeda por trazer minha irmã para me visitar.

Ao meu namorado e amigo, Leandro, por toda paciência e compreensão nos momentos em que tudo parecia dar errado.

A todos os meus amigos e colegas que de alguma forma participam da minha vida.

A todos os colegas que conheci durante o curso de mestrado.

Aos participantes das análises sensoriais.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
2 DESENVOLVIMENTO	11
2.1 Revisão bibliográfica	11
2.1.1 Aspectos gerais da citricultura	11
2.1.2 Processamento mínimo	12
2.1.2.1 Influência do tipo de corte	13
2.1.2.2 Efeito da sanitização	14
2.1.2.3 Efeito da centrifugação	14
2.1.2.4 Aspectos microbiológicos	15
2.1.2.5 Atmosfera modificada	17
2.2 Material e métodos	18
2.2.1 Local	18
2.2.2 Matéria prima	18
2.2.3 Descrição das etapas do projeto	19
2.2.3.1 Etapa 1: Tipos de corte	19
2.2.3.2 Etapa 2: Métodos de sanitização e de eliminação de excesso de água	20
2.2.3.3 Etapa 3: Embalagens	22
2.2.3.3.1 Experimento 1	22
2.2.3.3.2 Experimento 2	23
2.2.4 Metodologia das análises	24
2.2.4.1 Análises físico-químicas	24
2.2.4.2 Análises microbiológicas	24
2.2.4.3 Análises sensoriais	26
2.2.4.3.1 Análise sensorial de aparência	26
2.2.4.3.2 Análise sensorial de sabor	27
2.2.4.4 Monitoramento da composição gasosa no interior das embalagens	27
2.2.4.5 Teores de acetaldeído e etanol	28
2.2.5 Delineamento experimental	28
2.2.6 Forma de análise dos resultados	28
2.3 Resultados e discussão	29
2.3.1 Etapa 1: Tipos de corte	29
2.3.1.1 Análises físico-químicas	29
2.3.1.2 Análise sensorial de aparência	32
2.3.2 Etapa 2: Métodos de sanitização e de eliminação de excesso de água	33
2.3.2.1 Análises físico-químicas	33
2.3.2.2 Análises microbiológicas	35
2.3.2.3 Análises sensoriais	38
2.3.3 Etapa 3: Embalagens	39
2.3.3.1 Experimento 1	39
2.3.3.1.1 Monitoramento da composição gasosa	39
2.3.3.2 Experimento 2	43
2.3.3.2.1 Análises físico-químicas	43
2.3.3.2.2 Análises microbiológicas	47

2.3.3.2.3 Análises sensoriais	49
2.3.3.2.4 Teores de acetaldeído e de etanol.....	50
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
REFERÊNCIAS	53
ANEXOS	61

RESUMO

Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’: tipo de corte, sanitização, centrifugação e atmosfera modificada

O processo de urbanização e modernização da sociedade exige mudanças nos hábitos alimentares. A demanda por produtos de maior valor agregado e com alta qualidade é crescente. Neste cenário, o mercado de frutas minimamente processadas tem grande potencial de crescimento. O processamento mínimo de laranjas se justifica devido à dificuldade do descascamento e ao odor deixado nas mãos neste procedimento. Estudos de descascamento de laranja ‘Pêra’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) pelo uso de tratamento hidrotérmico já foram realizados na ESALQ e mostraram grande potencial do uso desta técnica no processamento mínimo desta fruta. O objetivo deste trabalho foi determinar um fluxograma para o processamento mínimo da laranja ‘Pêra’ e a influência da atmosfera modificada passiva na qualidade do produto, visando obter um produto conveniente com alta qualidade microbiológica e sensorial. Primeiramente foi determinado o melhor tipo de corte. Os frutos foram processados, armazenados a 5°C por 12 dias, e avaliados quanto ao extravasamento de suco, qualidade físico-química e aparência a cada três dias. O corte em tiras foi o que apresentou melhor aceitação na análise de aparência. Após a determinação do tipo de corte, foi estudada a influência da sanitização e da centrifugação na qualidade do produto. A sanitização mostrou-se necessária para obter um produto com alta qualidade microbiológica. A centrifugação por 5 a 10 segundos foi eficiente para reduzir a quantidade de água no fundo das bandejas, sem prejudicar a aparência do produto final. Na última etapa foram estudadas tecnologias de embalagem e a influência da temperatura na qualidade físico-química, microbiológica, sensorial e nas concentrações de acetaldeído e de etanol da laranja ‘Pêra’ minimamente processada. A tecnologia de embalagem apresentou pouca influência sob a qualidade da laranja minimamente processada. A laranja ‘Pêra’ é viável para o processamento mínimo, desde que seja mantida a cadeia de frio.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*; Minimamente processado; Fluxograma; Sanitização; Atmosfera modificada; Embalagem; Qualidade

ABSTRACT

Minimal processing of 'Pêra' orange: cut type, sanitation, centrifugation and modified atmosphere

The process of urbanization and modernization of society requires changes in food habits. Demand for products of higher added value and high quality is increasing. In this scene, the market for fresh cut fruit has great growth potential. The minimal processing of oranges is justified on the difficulty of peeling and the smell left in the hands in this procedure. Studies of orange 'Pêra' (*Citrus sinensis* L. Osbeck) peeling by using hydrothermal treatment were made in ESALQ and showed great potential use of this technique in minimal processing of fruit. The objective was to determine a flowchart for the minimal processing of 'Pêra' orange and the influence of passive modified atmosphere in the product quality in order to obtain a product with high sensory and microbiological quality. Firstly the best type of cutting was determined. The fruits were processed, stored at 5° C for 12 days and assessed for leakage of juice, physical-chemical quality and appearance every three days. The cut in strips was the best acceptance in the analysis of appearance. After determining the type of cut, the influence of sanitation and centrifugation in quality of the product was studied. The sanitation was shown to be necessary to obtain a product with high microbiological quality. Centrifugation for 5 to 10 seconds was effective in reducing the amount of water in the bottom of the trays, without harming the appearance of the final product. Finally packaging technologies were studied and the influence of temperature on the physical-chemical quality, microbiological, sensory and concentrations of acetaldehyde and ethanol in fresh cut 'Pêra' orange. The technology of packaging had little influence on the quality of minimally processed orange. The 'Pêra' orange is usable for the minimal processing, provided it is maintained the cold chain.

Keywords: *Citrus sinensis*; Fresh cut; Sanitation; Modified Atmosphere; Packaging; Quality

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém liderança mundial na produção de frutas cítricas (FNP, 2007), onde laranja e tangerina estão entre os citros de maior importância. A citricultura no país ocupa uma área aproximada de 800 mil hectares, tendo o Estado de São Paulo cerca de 600 mil hectares (FNP, 2004). Além de ser responsável por 400 mil empregos, diretos e indiretos, apenas no Estado de São Paulo esse setor gera renda e receita superiores a 2 bilhões de dólares por ano (FNP, 2000). Significativos valores, em divisas, são também oriundos das exportações de frutas frescas que, entre os anos de 1996 e 2000, foi responsável por cerca de 20 milhões de dólares, resultante da exportação de, aproximadamente, 100 mil toneladas de frutas cítricas (NEVES et al., 2001).

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).

De acordo com United States Department of Agriculture (USDA), a produção mundial de laranja no período 2005-2006 situou-se próximo aos 47 milhões de toneladas. É a segunda fruta mais produzida e consumida no mundo, mas somente metade desse montante é consumida na forma de fruta fresca. No Brasil, apenas 2% do total produzido é comercializado como fruta fresca e, ainda assim, quase sempre consumido como suco.

O processamento mínimo de frutas e hortaliças está ganhando destaque por oferecer produtos frescos e convenientes. O cotidiano acelerado das pessoas e o número cada vez maior de pessoas que vivem sozinhas ou que constituem famílias pequenas são fatores importantes na valorização dos alimentos minimamente processados pela qualidade que apresentam e conveniência no consumo.

As frutas cítricas utilizadas como produtos frescos apresentam o descascamento e o corte como fatores limitantes devido à inconveniência dessas operações, em função do odor dos óleos essenciais e da perda de suco. O descascamento pode ser feito manualmente, mecanicamente ou com a utilização de enzimas pectinolíticas, que atuam na estrutura do albedo, facilitando a retirada da casca (PRETEL et al., 1997). O tratamento térmico principalmente com água quente é um método alternativo utilizado para controlar fungos e infestações de insetos em frutos

(COUEY, 1989) e que facilita o descascamento da laranja sem afetar a sua qualidade (ARRUDA et al., 2008).

Embora as tecnologias sejam desenvolvidas para aumentar a vida útil de produtos perecíveis, o processamento mínimo é uma técnica que provoca injúrias nos frutos e diminui o seu tempo de conservação. Por outro lado, as frutas cítricas apresentam comportamento respiratório não-climatérico e baixo metabolismo, fatores que favorecem o seu processamento sem grandes conseqüências fisiológicas (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005). A melhor maneira de evitar as alterações causadas por injúrias mecânicas é o controle rígido da temperatura. A atividade respiratória e a velocidade de deterioração diminuem sob armazenamento refrigerado (MORETTI, 2001).

A sanitização 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 microrganismos patogênicos, já que várias bactérias patogênicas sobrevivem e até mesmo se reproduzem sob refrigeração (HURST, 1995).

A centrifugação é uma das etapas mais importantes durante o processamento mínimo porque retira o excesso de água proveniente das etapas de sanitização e enxágue e os exsudados celulares resultantes do corte, que são um excelente meio para o crescimento de fungos e de bactérias (SILVA et al., 2000).

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).

O objetivo deste trabalho foi determinar o fluxograma para o processamento mínimo de laranjas ‘Pêra’, verificando tipo de corte, método de sanitização, tempo de centrifugação e efeito da atmosfera modificada na manutenção da qualidade do produto.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão bibliográfica

2.1.1 Aspectos gerais da citricultura

O fruto típico do citros é o hesperídeo, com casca rica em óleos essenciais. A casca é formada pelo albedo e pelo flavedo. O albedo é a parte mais espessa do mesocarpo, de cor branca e o flavedo é a parte mais externa, que apresenta glândulas de óleo. Internamente o fruto é dividido em diversos segmentos chamados comumente de gomos. Os segmentos revestidos por finas paredes membranosas contêm as vesículas de suco e as sementes. O suco das vesículas contém açúcares, ácidos orgânicos, sais minerais, enzimas e carotenóides (KOLLER, 1994).

Dentre as frutas cítricas, a laranja é muito consumida como suco nas residências e restaurantes. Para ser consumida na forma de fruta é necessário que seja descascada e algumas vezes picada o que a torna pouco conveniente ao consumidor. Uma alternativa para aumentar o consumo de laranjas como fruta “in natura”, é o processamento mínimo, o qual possibilita a obtenção de produtos frescos e convenientes. Esta tecnologia já é realidade para as hortaliças, mas em relação às frutas ainda faltam conhecimentos a respeito do comportamento fisiológico desses produtos quando preparados, e de tecnologias adequadas de preparo e conservação (CANTWELL, 1992).

A laranja ‘Pêra’ é a variedade mais produzida no Estado de São Paulo e a mais importante produzida no Brasil. Os frutos da laranjeira Pêra têm forma ovalada, com 3 a 4 sementes e peso médio de 145 g; a casca é de cor alaranjada, de espessura fina a média, quase lisa e com vesículas de óleo em nível. Tem polpa de cor laranja e textura firme. O destino dos frutos é para consumo ao natural, nos mercados interno e externo, ou para suco concentrado (FIGUEIREDO, 1991). A laranja ‘Pêra’ é produzida praticamente o ano todo, sendo que a safra principal é de julho a outubro (MATTOS JUNIOR et al., 2005).

Arruda et al. (2008) verificaram que a imersão de laranjas ‘Pêra’ em água a 50°C por 8 minutos, diminui o tempo de descascamento em 3,2 vezes e não altera a fisiologia da fruta, nem a qualidade físico-química e nem o sabor. Além disso, os frutos submetidos ao tratamento térmico apresentam melhor aparência, pois o fruto fica com menor resquício de albedo (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

2.1.2 Processamento mínimo

Os produtos hortícolas minimamente processados foram introduzidos no Brasil na década de 1990. Como possuem características de frutas e hortaliças “in natura” e por serem de rápido preparo ou consumo, têm conquistado a preferência do consumidor. A demanda por produtos minimamente processados tem promovido um aumento na qualidade e variedade dos mesmos.

O processamento mínimo de frutas e hortaliças é a operação que elimina as partes não comestíveis, como cascas, talos e sementes, seguida do preparo em tamanhos menores, prontos para o consumo ou preparo imediato, sem a perda da condição de produto fresco e com qualidade e garantia de sanidade (SARZI; DURIGAN; ROSSI JÚNIOR, 2002; WATADA; QI, 1999). O processamento mínimo inclui operações de seleção, lavagem, corte, sanitização, centrifugação, embalagem, armazenamento e comercialização. Os alimentos minimamente processados devem apresentar, além de sua conveniência e frescor, também qualidade microbiológica e sensorial (WILEY, 1994).

Os principais consumidores desses produtos são supermercados, hotéis, restaurantes, *fast foods*, além da população, principalmente as pessoas que desejam praticidade e que dispõem de pouco tempo para preparar seus alimentos. O consumo tem aumentado no cenário mundial. Nos EUA, a venda de frutas e hortaliças minimamente processadas no mercado de varejo e redes de *fast food* é estimada em US\$10-12 bilhões, anualmente (IFPA, 2006).

Frutas e hortaliças minimamente processadas mantêm seus tecidos vivos e não exibem a mesma resposta fisiológica que um tecido inteiro (WILEY, 1994), pois sofrem estresses devido às lesões ocorridas durante o preparo, o que acelera o metabolismo devido à destruição da compartimentação de enzimas e substrato, além de proporcionar o escurecimento da fruta (KLUGE et al., 2003). O estresse causado pelo processamento resulta em aumento da respiração e produção de etileno, aumentando a atividade de enzimas responsáveis pelo escurecimento, desenvolvendo sabores e odores desagradáveis e amaciamento dos tecidos (WILEY, 1994). A integridade celular é perdida, destruindo a compartimentalização de enzimas e substratos, tendo como consequência a formação de metabólitos secundários. A senescência pode ser acelerada e odores indesejáveis podem ser desenvolvidos, como resultados do aumento da respiração e da produção de etileno (BURNS, 1995).

Watada, Ko e Minott (1996), ao compararem a atividade respiratória de vários frutos intactos e submetidos ao processamento mínimo, sob diversas temperaturas, observaram que na

maioria das vezes a taxa respiratória era maior nos frutos minimamente processados e que quanto maior a temperatura, maior era a taxa respiratória. 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). Além disso, a maior porcentagem de respiração das laranjas ocorre na casca (BEN-YEHOSHUA; KOBILER; SHAPIRO, 1979; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Laranjas minimamente processadas, descascadas por tratamento hidrotérmico apresentam estabilização da atividade respiratória na terceira hora após o processamento, quando a atividade respiratória assume valores semelhantes ao do fruto intacto, mostrando que o estresse perdura por pouco tempo (ARRUDA, 2007).

Além disso, existem maneiras de minimizar ainda mais os efeitos da atividade respiratória como a utilização de filmes plásticos que modificam a atmosfera em torno dos frutos, e o armazenamento das frutas em baixas temperaturas (LIMA et al.,2005). Temperaturas baixas reduzem o metabolismo e a taxa de respiração de frutas e hortaliças, além de retardarem outros processos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos, causadores da deterioração (CHITARRA; CHITARRA, 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 respiração 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).

2.1.2.1 Influência do tipo de corte

A utilização de instrumentos bem afiados é importante para a obtenção de produtos de alta qualidade. Instrumentos sem corte causam maiores danos mecânicos aos produtos, reduzindo sua vida útil. A direção do corte também influencia a vida útil. A durabilidade de pimentão e cenoura cortados no sentido transversal (em rodela) é maior quando comparada com o corte longitudinal (tipo palito) (LUENGO; LANA, 1997).

2.1.2.2 Efeito da sanitização

A sanitização 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 microrganismos patogênicos, já que várias bactérias patogênicas sobrevivem e até mesmo se reproduzem em condições refrigeradas (HURST, 1995).

A operação de sanitização 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 sanitizante mais utilizado em alimentos (BRACKETT, 1992; DYCHDALA, 1991).

Moretti (2004) e Pineli (2004) recomendam, para hortaliças, enxágue após o corte para remoção do suco celular extravasado com o rompimento das membranas celulares no momento do corte, que é importante para a inibição de crescimento de microrganismos por retirar-lhes o meio de cultura. Em seguida é realizada a sanitização pela imersão do produto em solução clorada, com 100 a 150 mg de cloro ativo.L⁻¹, em temperatura de 0 a 5°C, por cerca de 10 minutos. O cloro pode oxidar-se com materiais orgânicos, e formar produtos indesejáveis como o clorofórmio e outros trihalometanos, suspeitos de ação carcinogênica. Em pH alcalino, o cloro reage com bases nitrogenadas e forma cloroaminas. Sua alta reatividade com matéria orgânica em presença de O₂ reduz o teor de cloro ativo na água. E por último é realizado um segundo enxágue da matéria-prima, com água tratada e limpa, com 10 mg de cloro ativo.L⁻¹ de água, preferencialmente entre 0 e 5°C, para minimização dos efeitos do corte sobre o metabolismo do tecido vegetal.

Por outro lado, Mattiuz, Durigan e Durigan (2006) recomendam, para frutas, sanitização realizada através de enxágue em solução clorada com 20 mg de cloro ativo.L⁻¹, logo após o corte. Essa etapa tem a função de eliminar o suco celular extravasado que poderá facilitar a ocorrência de reações químicas indesejáveis, como escurecimento, devido o contato da enzima com o substrato, bem como o crescimento microbiano.

2.1.2.3 Efeito da centrifugação

A centrifugação é muito utilizada no processamento mínimo de hortaliças para eliminação do excesso de água absorvida nas etapas de sanitização e enxágue. Porém não é uma técnica muito utilizada em frutas minimamente processadas por serem, geralmente, mais tenras que as hortaliças. Testes preliminares realizados na ESALQ mostraram a possibilidade de centrifugação

da laranja minimamente processada picada sem prejudicar sua qualidade. A centrifugação também pode minimizar a contaminação microbiológica devido à redução na quantidade de água livre presente no produto. Prado et. al. (2000) verificaram que abacaxis minimamente processados centrifugados apresentaram menor índice de líquido drenado do que os frutos controle.

2.1.2.4 Aspectos microbiológicos

Os microrganismos patogênicos e deteriorantes podem contaminar os vegetais 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 usados durante o processamento (BEUCHAT, 2002; BRACKETT, 1999).

O processamento mínimo favorece a contaminação de alimentos por microrganismos deterioradores e patogênicos, devido ao manuseio e ao aumento das injúrias nos tecidos (WILEY, 1994). Nguyen e Carlin (1994) afirmam que um grande número de microrganismos tem sido encontrado em produtos minimamente processados, incluindo leveduras, coliformes, coliformes a 45°C, microbiotas mesofílicas e pectinolíticas, bolores, etc. As barreiras para eliminação de microrganismos ou controle do crescimento microbiano são poucas, e incluem principalmente, a lavagem, o uso de sanitizantes, embalagens em atmosfera modificada e refrigeração (VANETTI, 2004).

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 apresenta 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).

Alguns patógenos como *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella* spp. e *Aeromonas hydrophyla* podem sobreviver e até se proliferar em baixas temperaturas.

Entretanto, as frutas minimamente processadas podem ser consideradas seguras, pois são ácidas o suficiente para prevenir o crescimento de alguns patógenos, sendo que sua microbiota predominante é constituída por fungos filamentosos e leveduras fracamente fermentativas (AHVENAINEN, 1996).

Segundo Hiraishi e Horie (1982), os coliformes a 45°C são bons indicadores de contaminação em alimentos. 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 sanitização 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 de 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 é aeróbia (BEUCHAT; COUSIN, 2001).

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).

A RDC nº 12 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA de 2 de janeiro de 2001 estabelece máximo de 5×10^2 NMP de coliformes a 45°C para frutas frescas, “in natura”, preparadas, sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto. A interpretação da contagem de psicrotóficos e bolores e leveduras é difícil, pois não existem limites máximos estabelecidos para os produtos minimamente processados. No entanto, contagens altas destes microrganismos ($> 10^5$ UFC.g⁻¹) indicam riscos de deterioração e/ou presença de patógenos. Nguyen e Carlin (1994), afirmam que um bom controle da temperatura de armazenamento, uso de atmosfera modificada e desinfecção química diminuem consideravelmente o desenvolvimento de microrganismos.

2.1.2.5 Atmosfera modificada

A embalagem é essencial na comercialização de produtos minimamente processados para 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 a respiração, o amadurecimento, a senescência, a perda de clorofila, a perda de umidade, o escurecimento enzimático e, conseqüentemente, os prejuízos na qualidade devido ao processamento (CANTWELL, 1992).

As embalagens têm muitos efeitos na conservação de frutas e hortaliças minimamente processadas. Elas são barreiras ao movimento de vapor d'água e podem ajudar na manutenção da umidade relativa alta e do turgor dos produtos (SOARES, 2004).

A manipulação da concentração de gases na atmosfera a qual está submetido o produto vegetal é uma das maneiras mais eficazes na redução de sua atividade respiratória e aumento de sua vida pós-colheita (RINALDI, 2005).

O controle da composição da atmosfera geralmente consta de redução do conteúdo de O₂ e/ou aumento no de CO₂, e exige cuidado complementar relativo ao manejo da temperatura e da umidade relativa (DURIGAN, 1999). Para a modificação da atmosfera geralmente utilizam-se filmes plásticos. O alimento é acondicionado em uma embalagem selada permeável a gases, a fim de reduzir as concentrações de O₂ e aumentar as concentrações de CO₂ (ZAGORY; KADER, 1988).

Os filmes à base de polietileno ou cloreto de polivinila (PVC) têm sido bastante utilizados devido sua praticidade, custo relativamente baixo e alta eficiência, principalmente se associado ao armazenamento refrigerado para aumentar a vida útil das frutas (SOUSA; PRAÇA; ALVES, 2002).

A especificação correta da embalagem para frutas e hortaliças exige otimização de parâmetros físicos, químicos, bioquímicos e ambientais, sendo, portanto um problema complexo, cuja solução necessita de testes experimentais (SARANTÓPOULOS et al., 1996). A magnitude das alterações nas concentrações de gases depende da natureza e espessura do material de embalagem, da taxa respiratória do produto, da relação entre a quantidade de produto e a área superficial do material de embalagem e da temperatura de armazenamento (SMITH; GEESON; STOW, 1987).

A atmosfera modificada pode ser ativa ou passiva. No caso da atmosfera modificada passiva, a atmosfera no interior da embalagem é modificada pela própria respiração do fruto. A

atmosfera modificada ativa é criada injetando-se uma mistura gasosa pré-determinada no espaço livre da embalagem (YAM; LEE, 1995; HOTCHKISS, 1995). A atmosfera modificada ativa apresenta a vantagem de permitir a rápida estabilização da atmosfera desejada (ZAGORY; KADER, 1988). O controle da atmosfera pode ser implantado a partir do momento em que se verifique possibilidade de extensão do período de conservação, sem o comprometimento da qualidade sensorial (FONSECA et al., 2003).

2.2 Material e métodos

2.2.1 Local

O projeto foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, em Piracicaba-SP.

2.2.2 Matéria prima

As frutas recém-colhidas foram submetidas a beneficiamento cuidadoso em casa de embalagem comercial, de forma a obter laranjas lavadas, selecionadas e sem danos mecânicos. No Laboratório de Pós-colheita de Produtos Hortícolas, os frutos foram novamente selecionados, higienizados e sanitizados em solução com 200 mg.L⁻¹ de cloro ativo por 20 minutos.

As laranjas foram submetidas à técnica de tratamento hidrotérmico, que consiste na imersão em água a 50°C por 8 minutos, seguido de descascamento manual, obtendo frutos sem albedo e sem flavedo (Figura 1).



Figura 1 - Descascamento manual de laranja ‘Pêra’ tratada hidrotérmicamente

2.2.3 Descrição das etapas do projeto

2.2.3.1 Etapa 1: Tipos de corte

Os frutos devidamente descascados foram submetidos a três tipos de corte: a) metades: a laranja foi submetida a dois cortes longitudinais, de tal forma que a parte contendo a columela foi descartada; b) tiras: a laranja foi submetida a quatro corte longitudinais de tal forma que permitiu separar a columela, a qual foi descartada. As duas partes maiores foram subdivididas e cada fruto deu origem a oito tiras com massa semelhante; c) cubos: subdivisão de cada tira em três partes, de tal forma que cada laranja deu origem a 24 cubos com massa semelhante (Figura 2).

As laranjas minimamente processadas foram armazenadas a 5°C durante 12 dias e analisadas a cada três dias quanto aos teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, extravasamento de suco e aparência. No dia da instalação do experimento, as análises de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico foram realizadas para caracterização do lote.

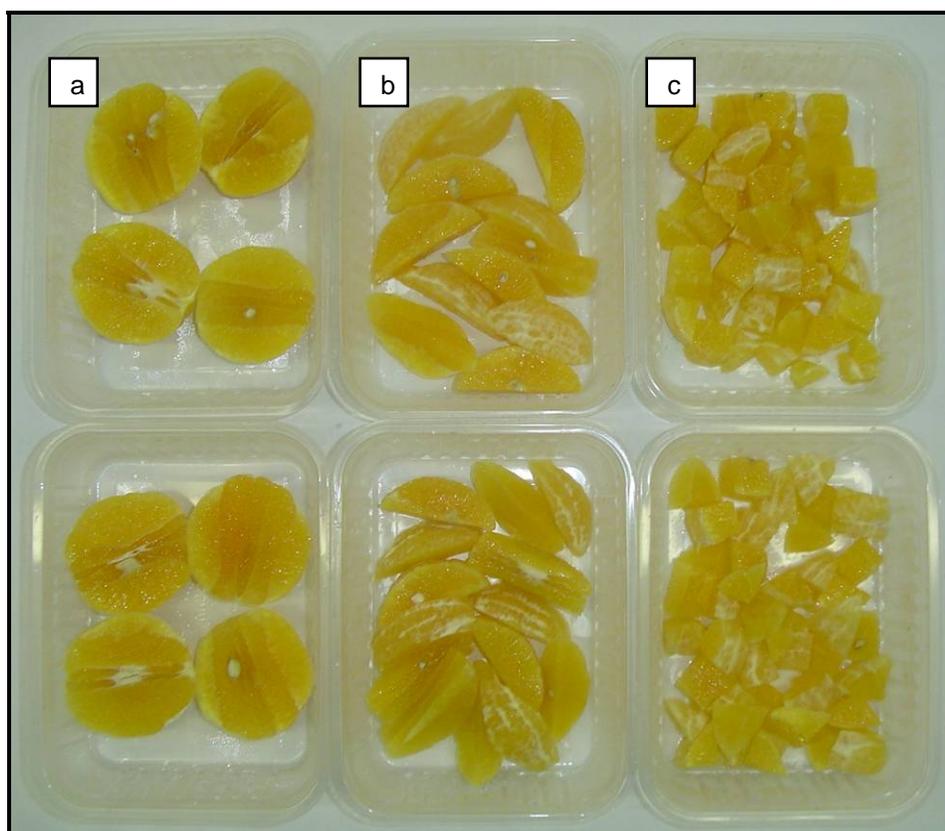


Figura 2 - Processamento mínimo de laranja 'Pêra' em diferentes tipos de corte: a) metades; b) tiras; c) cubos

2.2.3.2 Etapa 2: Métodos de sanitização e de eliminação de excesso de água

Os frutos devidamente descascados e cortados em tiras foram acondicionados em sacos de nylon e submetidos a métodos de sanitização e de eliminação de excesso de água.

Os métodos de sanitização foram:

- Sanitização após o corte em solução clorada a 5°C com 20 mg.L⁻¹ de cloro ativo por 10 minutos;
- Enxágue em água a 5°C após o corte para retirada do suco extravasado, sanitização em solução clorada a 5°C com 100 mg.L⁻¹ de cloro ativo por 10 minutos e um segundo enxágue em solução clorada a 5°C com 10 mg.L⁻¹ de cloro ativo.

Os métodos de eliminação de excesso de água foram (Figura 3):

- drenagem em escurridor doméstico por 1 minuto;
- centrífuga doméstica Arno, com velocidade de 2000 rpm, por 5 segundos;
- centrífuga doméstica Arno, com velocidade de 2000 rpm, por 10 segundos;

Frutos não sanitizados foram utilizados como controle.

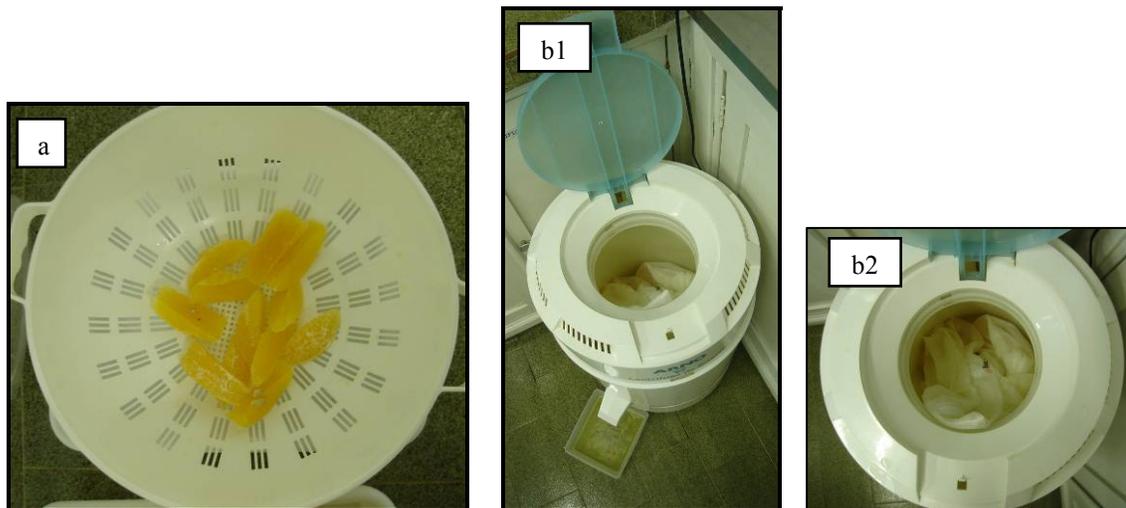


Figura 3 - Métodos de eliminação de excesso de água de laranjas 'Pêra' minimamente processada em tiras. a) escurridor doméstico; b1) centrífuga; b2) centrífuga: vista superior

As combinações entre os dois métodos de sanitização e os três métodos de eliminação de excesso de água resultaram nos modos de preparo (Figura 4).

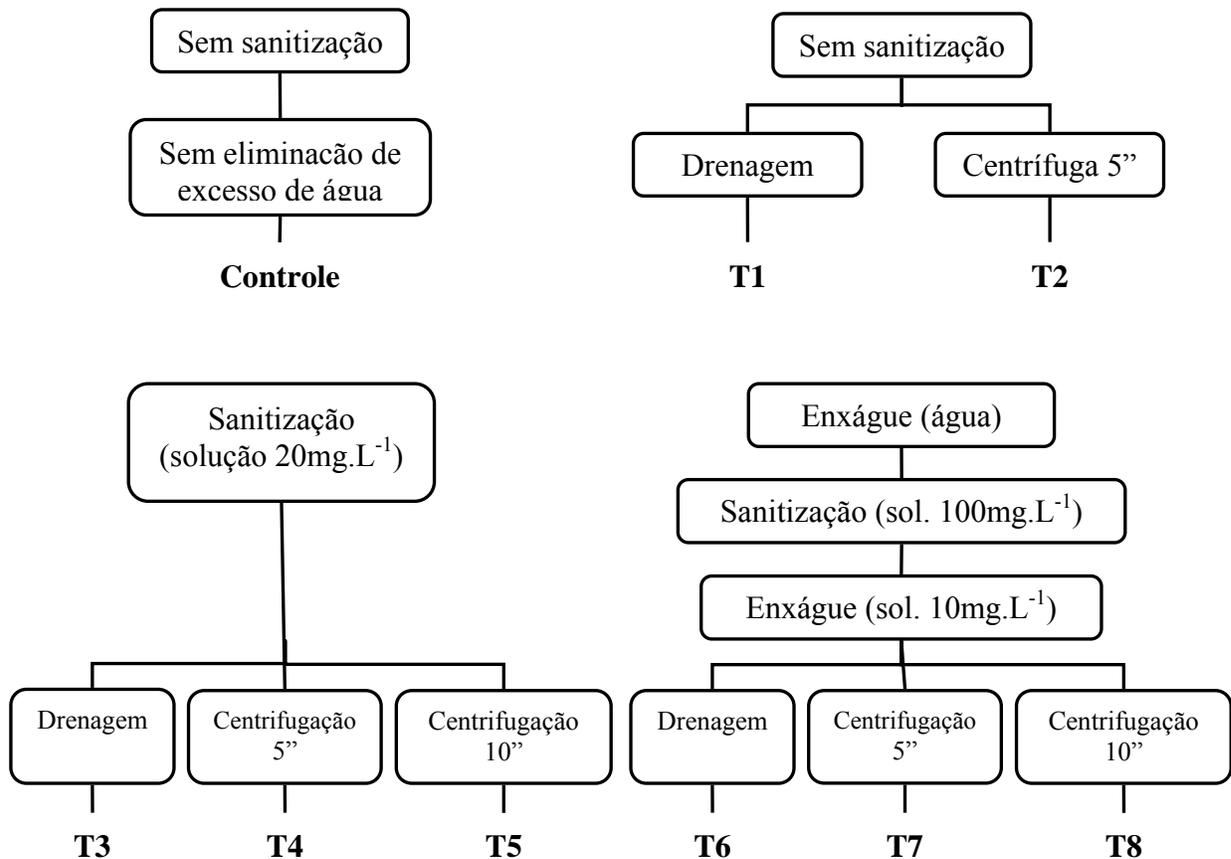


Figura 4 - Tratamentos aplicados em laranjas 'Pêra' minimamente processadas, originados das combinações de métodos de sanitização e de eliminação de excesso de água

Os métodos de sanitização foram baseados nas recomendações feitas por Mattiuz, Durigan e Durigan (2006) para frutas minimamente processadas, realizada em uma única etapa, e por Moretti (2004) para hortaliças minimamente processadas, realizada em três etapas.

Os métodos de eliminação de excesso de água foram previamente testados na ESALQ, quando foi verificada a viabilidade da utilização da centrífuga doméstica. O tempo de centrifugação foi testado para que não ocorressem danos mecânicos à laranja, e retirasse o excesso de água de maneira eficiente. O tempo de utilização do escorrer doméstico também foi testado de modo que a água parasse de escorrer de modo visível. No T2, a centrífuga foi utilizada somente por 5 segundos, pois visava eliminar o suco proveniente do corte, não existindo o excesso de água absorvido na sanitização.

As laranjas minimamente processadas foram acondicionadas em bandejas plásticas rígidas de politereftalato de etila (PET), com 200 g de produto em cada e armazenadas em câmara a 5°C durante 12 dias. As análises realizadas a cada 4 dias foram teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, extravasamento de suco, contagem total de bactérias lácticas,

contagem total de microrganismos acidúricos, e número mais provável de coliformes totais e a 45°C. As análises sensoriais de aparência e sabor foram realizadas no dia do processamento e no 4º dia após o processamento, com o objetivo de verificar os efeitos imediatos da sanitização e da eliminação de excesso de água. No dia da instalação do experimento, análises físico-químicas e microbiológicas foram realizadas para caracterização do lote.

2.2.3.3 Etapa 3: Embalagens

Os frutos minimamente processados foram avaliados quanto ao uso de diferentes tecnologias de embalagem e temperaturas de armazenamento. Para realização desta etapa foram conduzidos dois experimentos:

2.2.3.3.1 Experimento 1

Os frutos foram descascados, cortados em tiras e submetidos ao tratamento T4 de sanitização em solução com 20mg.L⁻¹ de cloro ativo por 10 minutos e eliminação de excesso de água por centrifugação durante 5''. Em seguida, foram acondicionados em embalagens plásticas a fim de verificar seu comportamento sob distintas atmosferas modificadas. Os filmes plásticos utilizados foram: BB-200 da Cryovac, polipropileno (PP) em 2 espessuras (25 µm e 36 µm), filme de polietileno de baixa densidade (PEBD 69 µm), filme de cloreto de polivinila (PVC 20 µm) e embalagem rígida tipo PET (Tabela 1). No caso dos filmes BB-200, PP e PEBD, a laranja minimamente processada foi acondicionada em bandejas rígidas e colocadas em sacos constituídos dos respectivos filmes (Figura 5). No caso do filme de PVC, a laranja minimamente processada foi acondicionada em bandejas rígidas e estas foram envolvidas pelo filme plástico. Para embalagens tipo PET, a laranja minimamente processada foi acondicionada em bandeja rígida com tampa. O uso destas embalagens tinha como objetivo obter modificações da atmosfera em intensidades variadas, ou seja, desde modificações discretas a modificações drásticas. Todos os tratamentos foram armazenados em câmaras a 5°C e a 15°C, durante 12 e 9 dias, respectivamente, e analisados a cada 3 dias quanto à composição gasosa no interior das embalagens.

Tabela 1 - Caracterização das embalagens

Materiais de embalagem	Espessura (μm)	Taxa de Permeabilidade O_2 ($\text{cm}^3/\text{m}^2/\text{dia}$)
BB-200 Filme multicamada da Cryovac	65	8,6
PP Filme de polipropileno	25	3897
	36	3079
PEBD Filme de polietileno de baixa densidade	69	2156
PVC Filme de policloreto de vinila	20	8212
PET Politereftalato de etila	-	12081

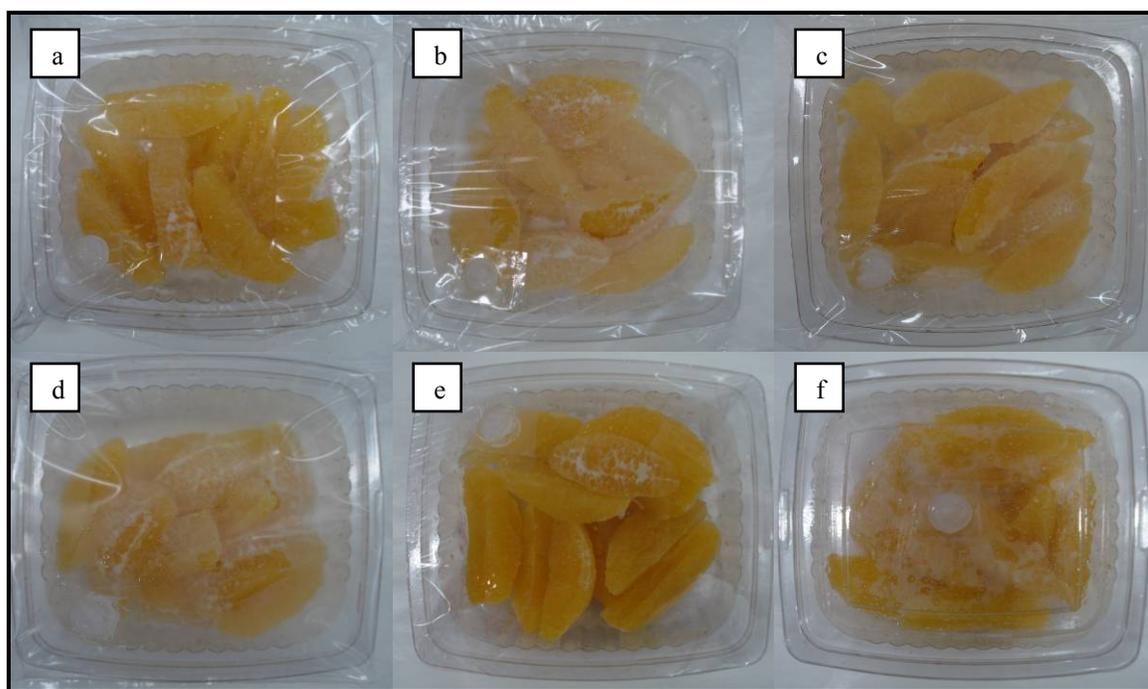


Figura 5 - Embalagens utilizadas no acondicionamento de laranja 'Pêra' minimamente processada: a) BB-200; b) PP 25 μm ; c) PP 36 μm ; d) PEBD 69 μm ; e) PVC 20 μm ; f) PET

2.2.3.3.2 Experimento 2

Os frutos foram submetidos aos mesmos procedimentos de preparo utilizado no experimento 1 e acondicionados em duas embalagens, selecionadas no experimento 1, a saber: BB-200 e PET. Em seguida, os tratamentos foram armazenados em câmaras a 5°C e a 15°C e analisados quanto à qualidade físico-química (teor de sólidos solúveis, acidez titulável, teor de ácido ascórbico e extravasamento de suco), qualidade sensorial (aparência da embalagem, aparência do produto, e sabor), qualidade microbiológica (contagem total de bactérias lácticas,

contagem total de microrganismos acidúricos, número mais provável de coliformes totais e a 45°C) e teores de acetaldeído e de etanol, a cada três dias.

2.2.4 Metodologia das análises

2.2.4.1 Análises físico-químicas

a) sólidos solúveis: uma amostra do suco homogeneizado foi colocada em refratômetro digital (Atago PR-101), com correção automática de temperatura para 20°C. Os resultados foram expressos em °Brix;

b) acidez titulável: 10 mL de suco homogeneizado foram colocados em 90 mL de água destilada. Foi efetuada titulação potenciométrica com hidróxido de sódio 0,1N até pH 8,10 (ponto de viragem da fenolftaleína). Os cálculos foram realizados segundo Carvalho et al. (1990), e os resultados expressos em g de ácido cítrico por 100g de polpa;

c) ácido ascórbico: foi determinado de acordo com metodologia de Carvalho et al. (1990), a qual se baseia na redução do indicador 2,6-diclorofenol indolfenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico. Foram tomados 10 mL de suco homogeneizado e colocados em erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico. A titulação foi efetuada com DCFI até atingir coloração rosada persistente por 15 segundos. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 mL de suco;

d) “ratio”: obtido por meio da razão entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável;

e) extravasamento de suco: determinado pela diferença entre a massa inicial da bandeja com os frutos minimamente processados e a massa da mesma bandeja após a drenagem do suco extravasado durante 30 segundos.

2.2.4.2 Análises microbiológicas

Foram pesados 50 g de laranja minimamente processada e colocados em liquidificador esterilizado, com 450 mL de água peptonada (0,1%) estéril, constituindo a diluição 10^{-1} . Pipetando-se 10 mL da diluição 10^{-1} em 90 mL de água peptonada esterilizada (0,1%), foi obtida a diluição 10^{-2} . A partir da diluição 10^{-2} foi obtida a diluição 10^{-3} , e assim sucessivamente, da mesma forma descrita.

a) Contagem de bactérias lácticas: para sua determinação utilizou-se o meio Agar Soro de Laranja (OSA) desenvolvido especificamente para o cultivo e enumeração de microrganismos associados com deterioração de produtos derivados de frutas cítricas (SILVA, JUNQUEIRA e SILVEIRA, 2001). O plaqueamento em profundidade foi realizado em duplicata com 1 mL da diluição por placa. Após a completa solidificação do meio, as placas foram invertidas e colocadas em jarros contendo sachês de microaerofilia. Foram incubadas a 30°C por 48-72 horas. Selecionou-se a diluição para contagem, placas contendo de 20 a 200 unidades formadoras de colônia. A contagem foi realizada com o auxílio do contador de colônias Phoenix modelo CP602. Em seguida foi feito o teste de catalase em cinco colônias para confirmar se tratava de bactérias lácticas, colocando-se uma gota de peróxido de hidrogênio (3%) e observando se ocorreu o borbulhamento imediato (teste positivo). O número de UFC em cada placa foi calculado levando-se em consideração o número de bactérias lácticas determinadas no teste de catalase. Os resultados foram expressos em UFC.g⁻¹.

b) Contagem total de microrganismos acidúricos: Foi utilizado como meio de cultura o Agar Batata Dextrose (BDA) acidificado com ácido tartárico (10%) para contagem total de bolores, leveduras e bactérias acidúricas. O plaqueamento em superfície, com espalhamento com alça de Drigalsky foi realizado em duplicata para cada diluição, sendo que para a diluição 10⁻¹, o plaqueamento foi realizado subdividido em 3 placas (0,3 mL, 0,3 mL e 0,4 mL), e para as demais diluições foi realizado com 0,1 mL por placa. As placas foram incubadas a 25°C por cinco dias. Selecionou-se a diluição para contagem, placas contendo de 20 a 200 unidades formadoras de colônia. A contagem foi realizada com o auxílio do contador de colônias Phoenix modelo CP602. Os resultados foram expressos em UFC.g⁻¹.

c) NMP de coliformes totais e a 45°C: foi realizada através da técnica dos Tubos Múltiplos. Para o teste presuntivo foram utilizadas séries de três tubos de ensaio os quais contém um tubo de Durham e Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), onde se pretende detectar a presença de microrganismos fermentadores de lactose. Em cada tubo da primeira série foi adicionado 1 mL da diluição 10⁻¹, e em cada tubo da segunda série foi adicionado 1 mL da diluição 10⁻², e em cada tubo da terceira série, 1 mL da diluição 10⁻³. Foram incubados a 35-37°C por 24-48 horas. Após esse período, alíquotas dos tubos positivos (com esvaziamento do tubo de Durham) foram transferidas para o teste confirmativo, para verificar a população real de coliformes totais. As alíquotas foram transferidas para tubos de Caldo Verde Brilhante Lactose Bile (CVBLB), e

incubados a 35°C por 24-48 horas. Para a contagem de coliformes a 45°C, uma alíquota dos tubos positivos foi transferida para tubos de caldo *E. coli* (EC), incubados em banho-maria à 45°C por 24 horas.

2.2.4.3 Análises sensoriais

2.2.4.3.1 Análise sensorial de aparência

Nas etapas 1 e 2, aplicou-se um teste de aceitabilidade com 30 provadores não treinados. Para tanto, utilizou-se uma escala hedônica de nove pontos, onde 1= desgostei muitíssimo, 2= desgostei muito, 3= desgostei moderadamente, 4= desgostei ligeiramente, 5= nem gostei / nem desgostei, 6= gostei ligeiramente, 7= gostei moderadamente, 8= gostei muito e 9= gostei muitíssimo. Dos valores relativos de aceitabilidade pode-se inferir a preferência, ou seja, as amostras com maiores notas são as mais preferidas (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Na etapa 1, foram avaliados os efeitos dos tipos de corte na aparência de laranja minimamente processada. Foram apresentadas três amostras, sendo cada uma de um tipo de corte (metades, tiras e cubos).

Na etapa 2, foram avaliados os efeitos dos métodos de eliminação de excesso de água na aparência de laranja minimamente processada em tiras. Foram apresentadas três amostras submetidas aos seguintes tratamentos: a) drenagem em escorredor doméstico por 1 minuto; b) centrifugação em centrífuga doméstica por 10 segundos; c) controle, sem eliminação de excesso de água.

Na etapa 3, experimento 2, a análise sensorial de aparência foi aplicada para avaliar a embalagem e também para avaliar a laranja minimamente processada. Foram realizados dois testes separados:

- a) Aparência da embalagem: foi aplicado o teste de preferência pareada com 30 provadores não treinados. Foram apresentadas duas amostras de laranjas minimamente processadas embaladas em dois tipos de embalagens e foi solicitado ao julgador para escolher qual a sua amostra preferida.
- b) Aparência do produto: Foi aplicado o 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 é diferente. No procedimento do teste pede-se para o julgador identificar a amostra diferente (FERREIRA et al., 2000). O

teste foi realizado apresentando-se amostras de laranjas minimamente processadas armazenadas em dois filmes plásticos, previamente escolhidos no experimento 1 da etapa 3. No momento da análise, os frutos foram apresentados em embalagens iguais para não haver a influência da aparência das embalagens nos resultados.

2.2.4.3.2 Análise sensorial de sabor

Foi realizada 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 é diferente. No procedimento do teste pede-se para o julgador identificar a amostra diferente (FERREIRA et al., 2000). Esta análise foi utilizada nas etapas 2 e 3.

Na etapa 2 foram realizados dois testes. No primeiro, o Controle (sem sanitização) foi comparado com laranjas tratadas com o método de sanitização que consistiu de uma única imersão em solução clorada com 20 mg.L⁻¹ de cloro ativo por dez minutos. No segundo teste, o Controle foi comparado com laranjas tratadas com o método de sanitização que consistiu de enxágue após o corte, sanitização por imersão em solução clorada com 100 mg.L⁻¹ de cloro ativo por dez minutos e um segundo enxágue em solução clorada com 10 mg.L⁻¹ de cloro ativo. O objetivo destes testes foi verificar se algum dos métodos de sanitização alterou o sabor dos frutos. A hipótese era de que a sanitização poderia deixar sabor de cloro nos frutos.

Na etapa 3, experimento 2, o teste foi realizado com laranjas minimamente processadas e armazenadas a 5°C em duas tecnologias de embalagem, previamente escolhidas no experimento 1 desta mesma etapa. A hipótese era de que tecnologias de embalagem que modificam drasticamente a composição da atmosfera poderiam promover alteração de sabor nos frutos.

2.2.4.4 Monitoramento da composição gasosa no interior das embalagens

Amostras de ar do espaço livre das embalagens foram retiradas com um analisador de gases (O₂ e CO₂) marca PBI Dansensor, modelo Check Mate, o qual retira aproximadamente 2 mL de gás por amostragem. As amostras foram retiradas através de septos de silicone fixados nas embalagens. Os resultados foram expressos em termos de porcentagem, em volume de gás.

2.2.4.5 Teores de acetaldeído e etanol

Foram determinados de acordo com a metodologia adaptada de Davis e Chace Junior (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 1 mL 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 µg.g⁻¹.

2.2.5 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial (tratamento X dias de análise). Cada tratamento foi composto de seis repetições para cada dia de análise, compostas de aproximadamente 200 g de laranja minimamente processada.

Para o teste de aceitabilidade, a ordem de apresentação das amostras foi balanceada e casualizada entre os julgadores com o seguinte delineamento: ABC, ACB, BAC, BCA, CAB, CBA.

Para o teste de preferência pareada, a ordem de apresentação das amostras foi balanceada (AB, BA) e casualizada entre os julgadores.

Para o teste triangular, a ordem de apresentação das amostras foi casualizada e balanceada de acordo com o seguinte delineamento: ABA, BAB, AAB, BBA, ABB, BAA.

2.2.6 Forma de análise dos resultados

Os resultados obtidos em cada experimento foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste de Tukey (5%).

Em relação à análise sensorial, no teste de aceitabilidade (aparência), os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F. No teste triangular (sabor e aparência do produto),

a análise dos resultados foi baseado no número de julgamentos totais de acordo com O'Mahony (1986) (Tabela 2). Para o teste de preferência pareada (aparência da embalagem), os resultados foram interpretados de acordo com Meilgaard; Civille e Carr (1991). (Tabela 3).

Tabela 2 - Número mínimo de julgamentos corretos para estabelecer diferença significativa para o teste triangular

Número de provadores	Teste	Nível de significância (5%)
30	Triangular	15

Fonte: O'Mahony (1986)

Tabela 3 - Número mínimo de julgamentos a favor de uma amostra para estabelecer diferença significativa para o teste de preferência pareada

Número de provadores	Teste	Nível de significância (5%)
30	Preferência pareada	21

Fonte: Meilgaard; Civille; Carr (1991)

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Etapa 1: Tipos de corte

2.3.1.1 Análises físico-químicas

Não houve efeito do tipo de corte, tempo e nem interação entre esses fatores para o teor de sólidos solúveis (Figura 6), dados coerentes com os encontrados por Sarzi e Durigan (2002), no qual o tipo de corte de abacaxi (“rodela” ou “metades”) não afetou o teor de sólidos solúveis. O teor de sólidos solúveis poderia ser afetado pelo tempo de armazenamento, à medida que os açúcares se acumulam nas frutas. Porém as frutas não-climatéricas são colhidas na maturidade horticultural, apresentando pequenas modificações no teor de açúcares, durante o armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Ocorreu redução nos teores de acidez titulável com o tempo de armazenamento ($P \leq 0,05$) para todos os tipos de corte (Figura 6). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a acidez titulável diminui durante a vida pós-colheita, devido à oxidação dos ácidos no ciclo de Krebs, como forma de geração de energia para manutenção dos processos vitais das frutas.

Não houve efeito dos tipos de corte na relação sólidos solúveis:acidez titulável, foi observado apenas um pequeno aumento no valor do ratio ao longo do período de armazenamento (Figura 6). O ratio aumentou com o período de armazenamento porque houve maior uso dos ácidos no processo respiratório, comparativamente aos sólidos solúveis.

A relação sólidos solúveis:acidez titulável é considerada um critério de avaliação do sabor dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005), além da presença de vários compostos aromáticos

ou amargos. Essa relação fornece o indicativo de sabor, pois ele é um balanceamento entre o sabor doce e ácido do produto. Segundo o Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura, o teor mínimo de sólidos solúveis para a laranja 'Pêra' é 10, e o valor de "ratio" mínimo é 9,5 (CEAGESP, 2008). Neste estudo, os frutos apresentaram "ratio" e teor de sólidos solúveis superiores ao mínimo estabelecido.

Todos os tipos de corte apresentaram redução do teor de ácido ascórbico a partir do terceiro dia de armazenamento refrigerado. O efeito de tipos de corte ($P \leq 0,05$) somente foi verificado no 12º dia de armazenamento, quando os cubos apresentaram menor teor de ácido ascórbico do que as metades (Figura 6). Sarzi e Durigan (2002) verificaram menor teor de ácido ascórbico em abacaxis cortados em "rodela" do que em abacaxis cortados em "metades". Isto mostra que quanto maior o estresse causado pelo preparo, maior a perda de ácido ascórbico. Chitarra (1999) atribui a maior perda de ácido ascórbico ao aumento da atividade enzimática provocada pelo corte, além da exposição dos tecidos ao oxigênio. As frutas são uma das mais ricas fontes de vitaminas e minerais, onde se destaca a vitamina C. Esta substância redutora é facilmente oxidada quando exposta ao calor, à luz e ao oxigênio, podendo também ser perdida durante o manuseio dos produtos. Entretanto é relativamente estável em meio ácido (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

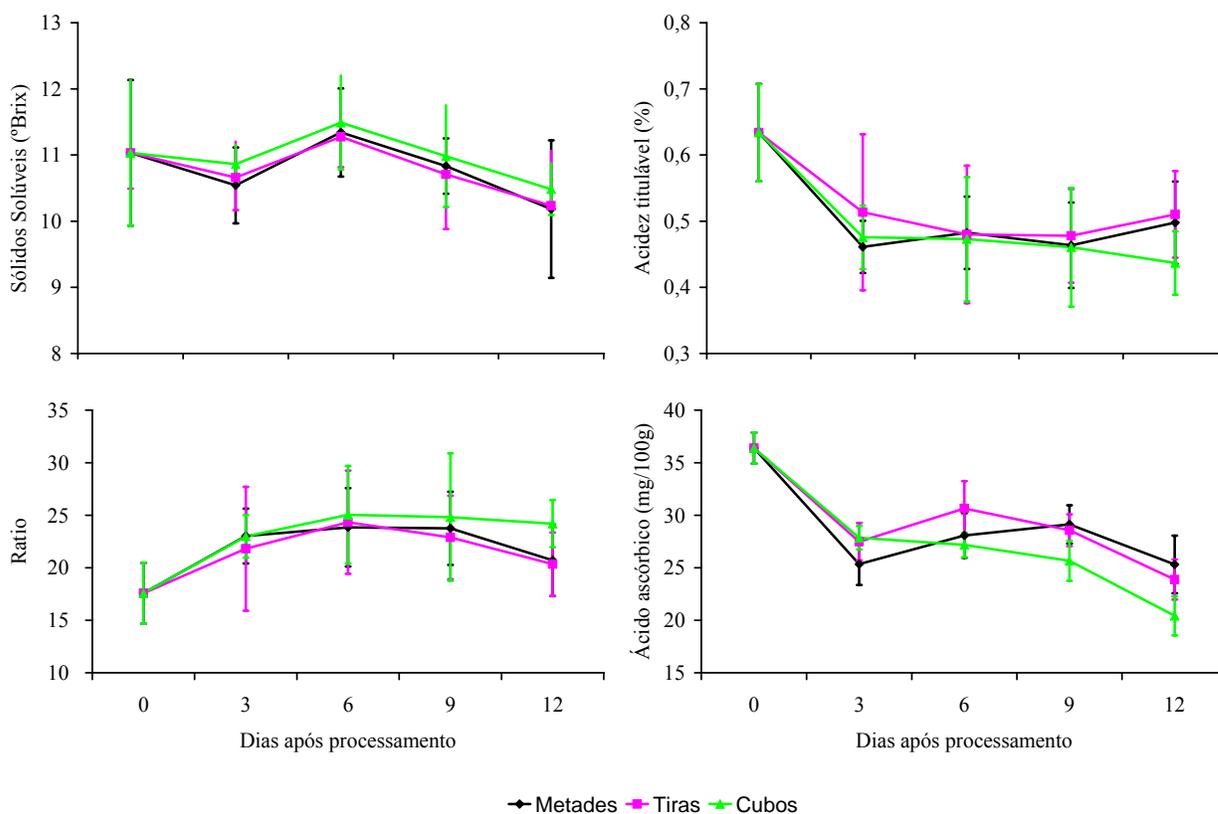


Figura 6 - Características físico-químicas de laranja 'Pêra' minimamente processada em tipos de corte, armazenada a 5°C. Barras verticais representam desvio padrão da média

Foi verificado efeito de tipo de corte ($P \leq 0,05$) no extravasamento de suco desde o terceiro dia após o processamento (Figura 7). A maior perda de suco nas laranjas minimamente processadas em cubos pode ser atribuída à injúria mais severa provocada pelo corte, que promove um maior rompimento das estruturas. A laranja minimamente processada em cubos apresentou cerca de 7 mL de suco extravasado no último dia de armazenamento, o que prejudicaria a aparência das embalagens durante a comercialização. Já a laranja minimamente processada em tiras apresentou cerca de 1 mL de suco extravasado, e a laranja minimamente processada em metades não apresentou suco extravasado. Sarzi, Durigan e Rossi Júnior (2002) também verificaram influência direta dos tipos de corte no extravasamento de suco de abacaxis minimamente processados. A perda de líquido pelos tecidos, devido à injúria sofrida no corte, é aumentada com o tempo de armazenamento (TATSUMI; WATADA; WERGIN, 1991).

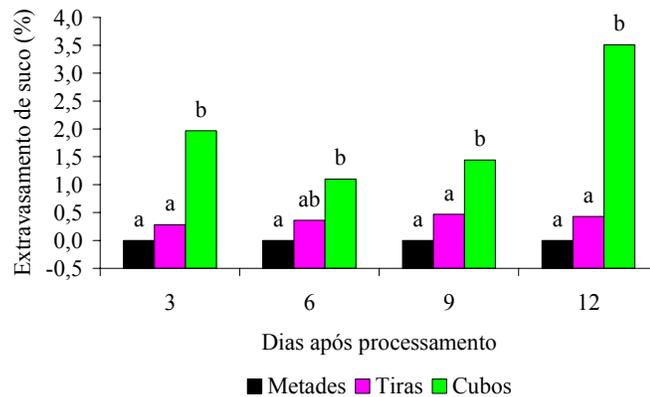


Figura 7 - Extravasamento de suco de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em três tipos de corte, armazenada a 5°C. Médias seguidas de mesma letra em cada dia de análise não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

2.3.1.2 Análise sensorial de aparência

Houve efeito de tipos de corte na aparência de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas a partir do nono dia de armazenamento refrigerado, sendo que com 12 dias, o corte em tiras se destacou com nota superior aos demais (Figura 8).

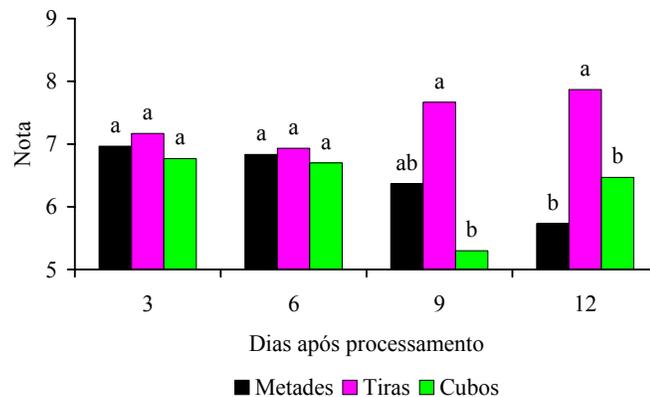


Figura 8 - Aparência de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em três tipos de corte, armazenada a 5°C. Nota: escala hedônica de nove pontos onde 1= desgostei muitíssimo e 9= gostei muitíssimo. Médias seguidas de mesma letra em cada dia de análise não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

Os principais comentários dos provadores para a melhor nota atribuída ao tratamento tiras, foi a conveniência do tipo de corte para o consumo imediato do produto. O tratamento metades foi considerado inconveniente, já que esta teria que ser cortada em pedaços menores para ser consumida. No tratamento em cubos, os pedaços foram considerados muito pequenos, além de ter a aparência prejudicada durante o armazenamento devido ao acúmulo de suco extravasado no fundo da bandeja.

2.3.2 Etapa 2: Métodos de sanitização e de eliminação de excesso de água

2.3.2.1 Análises físico-químicas

As laranjas minimamente processadas em tiras com diferentes modos de preparo apresentaram diferenças durante o período de armazenamento, evidenciando ligeira diminuição no teor de sólidos solúveis, exceto o controle ($P \leq 0,05$) (Figura 9).

Em relação ao teor de acidez titulável, todos os tratamentos apresentaram redução ao longo do armazenamento (Figura 9). Os teores de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminuem com a maturação e a senescência de frutos, em decorrência do processo respiratório ou da sua conversão em açúcares. Além disso, esses ácidos constituem excelentes reservas energéticas do fruto através da sua oxidação no Ciclo de Krebs (KAYS, 1991).

Em relação ao ratio, não houve efeito do modo de preparo, do tempo de armazenamento e nem da interação desses fatores (Figura 9), atingindo valores sempre acima do estabelecido pelo Programa Brasileiro para a Modernização da Horticultura (CEAGESP, 2008). A relação sólidos solúveis:acidez titulável é um importante parâmetro qualitativo, pois dá o indicativo de sabor do produto. Frutos poderão se tornar sobremaduros do ponto de vista do sabor, tanto pelo acúmulo de açúcares quanto pela diminuição da acidez.

Não foi verificado efeito do modo de preparo nos teores de ácido ascórbico de laranja 'Pêra' minimamente processada, entretanto, ocorreu diminuição com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos. Provavelmente, os sistemas protetores antioxidantes associados ao ácido ascórbico foram danificados pelas injúrias mecânicas durante o processamento, permitindo a depleção oxidativa irreversível do ácido ascórbico à ácido 2,3 dioxi L-gulônico (BURTON, 1982).

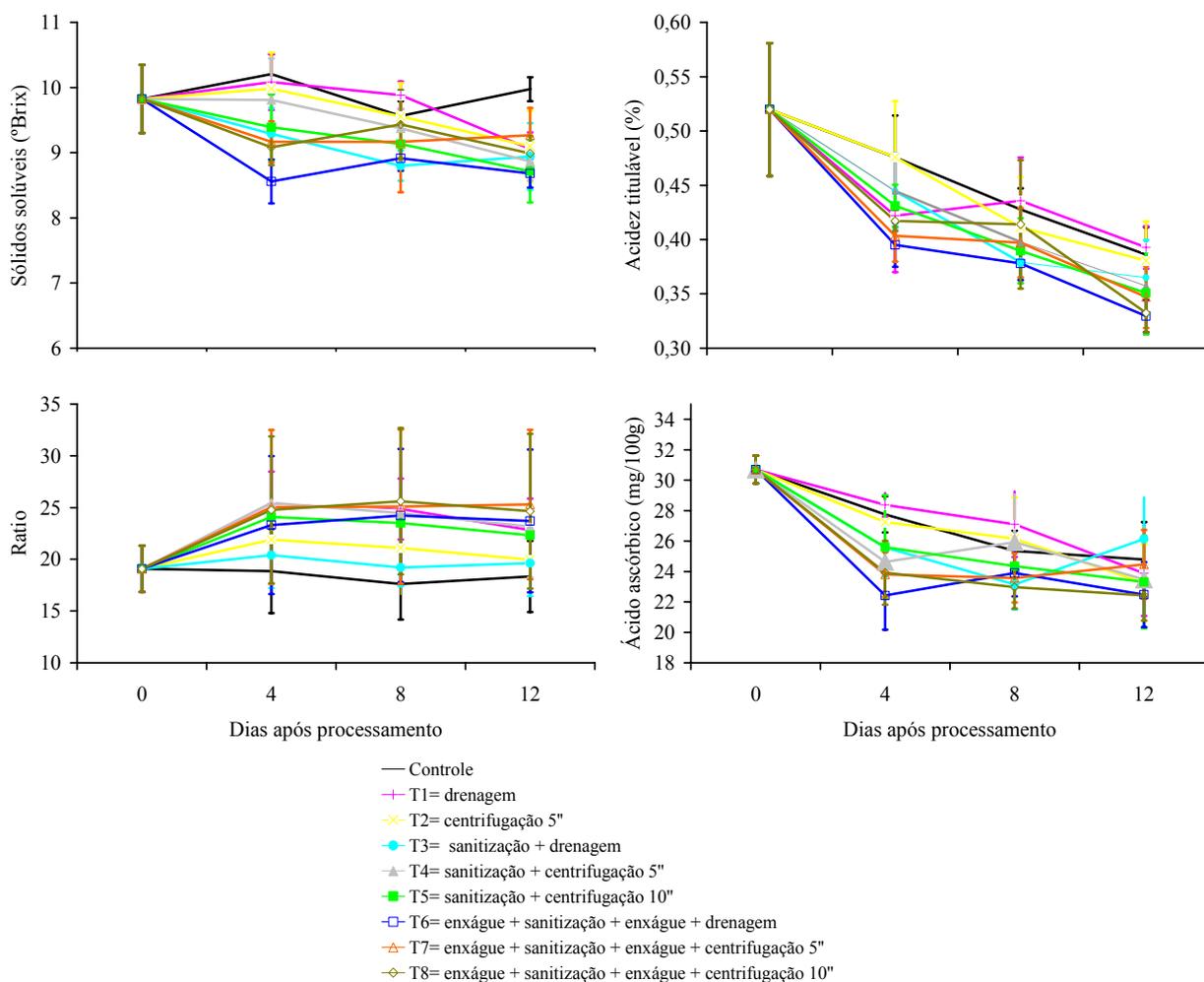


Figura 9 - Características físico-químicas de laranja 'Pêra' minimamente processada em tiras, armazenada a 5°C. Barras verticais representam desvio padrão da média

Os tratamentos que apresentaram menor extravasamento de suco foram aqueles nos quais se utilizou a centrífuga por 5 ou 10 segundos (T4, T5, T7 e T8), independente do método de sanitização. Os tratamentos em que foi realizada drenagem em escorredor doméstico (T1, T3 e T6) apresentaram extravasamento de suco tão ou mais alto do que o controle (Figura 10). A utilização do escorredor doméstico foi ineficiente na eliminação do excesso de água.

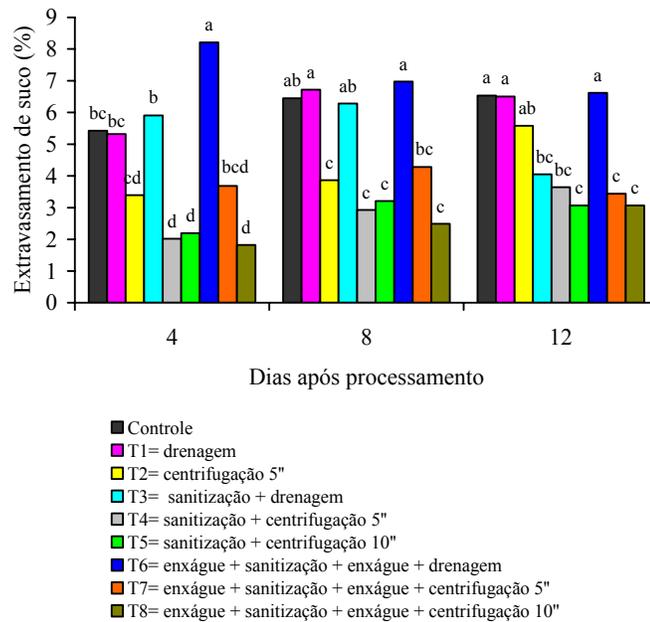


Figura 10 - Extravasamento de suco de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em tiras, armazenada a 5°C. Médias seguidas da mesma letra em cada dia de análise não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade

2.3.2.2 Análises microbiológicas

Os níveis de contaminação por bactérias lácticas aumentaram ao longo do armazenamento (Tabela 4). Os tratamentos T1 e T2, em que não houve sanitização e houve eliminação de suco extravasado, apresentaram contaminação acima do limite aceitável por muitos autores, os quais consideram que contagens altas ($>10^5$) de bactérias lácticas indicam risco de contaminação e/ou presença de patógenos. Possivelmente, esses tratamentos apresentaram contaminação maior do que o controle devido à maior manipulação do produto. Nessas condições, existe o risco do alimento estar estragado, perda real ou potencial das qualidades organolépticas e comprometimento da aparência do alimento (CARUSO; CAMARGO, 1984). Todos os tratamentos que receberam algum tipo de sanitização (T3, T4, T5, T6, T7 e T8) apresentaram contagem de bactérias lácticas abaixo do limite aceitável. Os dois tipos de sanitização mostraram-se eficientes no controle do crescimento de bactérias lácticas. Antonioli et al. (2005) também verificaram que a sanitização da polpa de abacaxis ‘Pérola’ minimamente processados foi eficiente no controle do crescimento de microrganismos aeróbios mesófilos.

De acordo com Pilon (2003), a lavagem de hortaliças com 50 mg.L^{-1} de cloro ativo na água reduz significativamente a contagem total de aeróbios mesófilos. Verificou-se a importância da sanitização para a garantia de sanidade de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas.

Tabela 4 - Contagem total de bactérias lácticas em laranja ‘Pêra’ minimamente processada em tiras, armazenada a 5°C

Tratamento	Dias após o processamento			
	0	4	8	12
Controle	$3,0 \times 10$	< 10	$6,0 \times 10^3$	$5,2 \times 10^3$
T1	$1,0 \times 10$	< 10	$7,4 \times 10^3$	$1,0 \times 10^5$
T2	$1,0 \times 10$	$1,0 \times 10$	$8,6 \times 10^2$	$2,0 \times 10^5$
T3	$2,0 \times 10$	< 10	$2,9 \times 10^2$	$2,6 \times 10^3$
T4	$1,5 \times 10$	$4,6 \times 10^4$	$2,5 \times 10^4$	$2,6 \times 10^3$
T5	$8,2 \times 10^2$	$1,9 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$
T6	$2,6 \times 10^2$	$1,8 \times 10^4$	$4,1 \times 10^4$	$1,2 \times 10^4$
T7	$9,0 \times 10$	$6,5 \times 10$	$3,2 \times 10^2$	$2,3 \times 10^3$
T8	$2,5 \times 10$	$4,5 \times 10$	$7,0 \times 10$	$6,6 \times 10^4$

Os resultados obtidos são expressos em UFC (unidades formadoras de colônia.g⁻¹ de produto)

Todos os tratamentos apresentaram resultados dentro do limite aceitável para contaminação por microrganismos acidúricos (Tabela 5). Verificou-se que os tratamentos em que ocorreram dois enxágues, um antes e outro após a sanitização, com a utilização de centrífuga (T6, T7, T8), apresentaram melhores resultados. Tal resultado pode ser devido à maior concentração de cloro ativo utilizado na sanitização por imersão durante 10 minutos. Carnellosi et al. (2005) observaram que a concentração de 100 mg.L⁻¹ de cloro ativo foi eficiente no controle de bolores e leveduras em quiabos minimamente processados. A ANVISA não impõe limites à contagem de bolores e leveduras em frutas e hortaliças.

Tabela 5 - Contagem total de microrganismos acidúricos em laranja ‘Pêra’ minimamente processada em tiras, armazenada a 5°C

Tratamento	Dias após o processamento			
	0	4	8	12
Controle	$1,5 \times 10$	$3,5 \times 10$	$1,3 \times 10^3$	$5,5 \times 10^2$
T1	$3,0 \times 10$	$3,5 \times 10$	$3,5 \times 10^2$	$9,5 \times 10^2$
T2	$1,5 \times 10$	$2,0 \times 10$	$4,0 \times 10^2$	$2,8 \times 10^3$
T3	$2,0 \times 10$	$3,5 \times 10$	$7,5 \times 10$	$2,1 \times 10^3$
T4	$4,0 \times 10$	$3,0 \times 10$	$1,1 \times 10^2$	$1,8 \times 10^3$
T5	$1,5 \times 10$	$3,0 \times 10$	$1,5 \times 10^2$	$1,9 \times 10^3$
T6	$1,0 \times 10$	$2,5 \times 10$	$1,0 \times 10$	$4,7 \times 10^3$
T7	$1,5 \times 10$	$1,0 \times 10$	30×10	$7,5 \times 10$
T8	$0,5 \times 10$	$2,5 \times 10$	$1,0 \times 10$	$2,5 \times 10^2$

Os resultados obtidos são expressos em UFC (unidades formadoras de colônia.g⁻¹ de produto)

Todos os tratamentos apresentaram baixa contagem de coliformes totais, chegando a no máximo 10^1 ciclo logarítmico NMP de coliformes totais/g de produto (Tabela 6). Nenhum tratamento apresentou coliformes a 45°C. Donadon et al. (2004), encontraram resultados semelhantes em laranjas ‘Pêra’ descascadas manualmente, mecanicamente ou enzimaticamente e armazenadas a 5°C por 21 dias.

A ANVISA estabelece que frutas frescas, “in natura”, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanitizadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto, podem apresentar no máximo $5,0 \times 10^2$ NMP de coliformes a 45°C.g⁻¹ de produto (ANVISA, 2001). De acordo com a 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.

Tabela 6 - Número mais provável (NMP) de coliformes totais em laranja ‘Pêra’ minimamente processada em tiras, armazenada a 5°C

Tratamento	Dias após o processamento			
	0	4	8	12
Controle	< 3,0	3,0	< 3,0	< 3,0
T1	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
T2	< 3,0	< 3,0	< 3,0	2,3 x 10
T3	< 3,0	< 3,0	3,6	< 3,0
T4	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0
T5	< 3,0	2,3 x 10	< 3,0	< 3,0
T6	< 3,0	3,6	< 3,0	< 3,0
T7	< 3,0	3,6	< 3,0	< 3,0
T8	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 3,0

Os resultados obtidos representam o NMP de coliformes totais.g⁻¹ de produto

O cloro interfere 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).

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, 2004).

2.3.2.3 Análises sensoriais

Não houve diferença na aparência de laranja minimamente processada submetida ou não aos processos de eliminação de excesso de água (Figura 11), o que mostra que esse processo não promove ressecamento, nem danos mecânicos à fruta minimamente processada. Uma das hipóteses era que o uso da centrifuga poderia ocasionar estes tipos de danos.

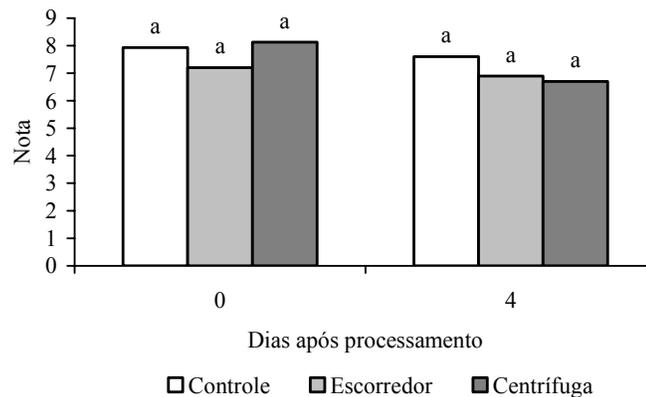


Figura 11 - Aparência de laranja 'Pêra' minimamente processada, com ou sem eliminação de excesso de água. Nota: escala hedônica de nove pontos onde 0= desgostei muitíssimo e 9= gostei muitíssimo. Médias seguidas da mesma letra em cada dia de análise não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade

A eliminação do excesso de água é importante quando algum método de sanitização é utilizado, pois a água absorvida pela fruta durante a sanitização é posteriormente drenada durante o armazenamento, ocasionando acúmulo no fundo das embalagens.

Em relação ao sabor, foi aplicado o teste triangular. Para o método de sanitização que consistiu de uma única imersão em solução clorada com 20 mg.L^{-1} de cloro ativo por dez minutos, o número de respostas corretas foi 9 e 13 entre 30 provadores não treinados, no 1º e no 3º dia após o processamento, respectivamente. Para o método de sanitização que consistiu de enxágue após o corte, sanitização por imersão em solução clorada com 100 mg.L^{-1} de cloro ativo por dez minutos e um segundo enxágue em solução clorada com 10 mg.L^{-1} de cloro ativo, o número de respostas corretas foi 13 e 8 entre 30 provadores não treinados, no 1º e no 3º dia após o processamento, respectivamente (Tabela 7). O número mínimo de julgamentos corretos para estabelecer diferença entre a laranja minimamente processada sem sanitização e com sanitização

é 15 de acordo com O'Mahony (1986). Verificou-se, portanto, que o processo de sanitização não alterou o sabor da laranja minimamente processada, o que poderia ocorrer devido ao cloro utilizado no processo de sanitização.

Tabela 7 - Número de acertos no teste triangular para métodos de sanitização de laranja 'Pêra' minimamente processada

Tratamento	Dias após processamento	
	0	4
Sanitização (20mg.L ⁻¹)	9	13
Enxágue + Sanitização (100mg.L ⁻¹) + Enxágue	13	8

Número mínimo de julgamentos corretos para estabelecer diferença significativa (5%) para o teste triangular: 15 (O'MAHONY, 1986)

2.3.3 Etapa 3: Embalagens

2.3.3.1 Experimento 1

2.3.3.1.1 Monitoramento da composição gasosa

A embalagem BB-200 promoveu modificação mais drástica da atmosfera, devido à baixa permeabilidade do filme, quando comparada às outras tecnologias de embalagem, com nível de O₂ próximo a 3% e de CO₂ próximo a 14%, após 12 dias de armazenamento a 5°C. De acordo com Cantwell (1992) atmosferas entre 3-8% de O₂ e 5-15% de CO₂ têm potencial para manter a qualidade dos produtos minimamente processados. Essa tecnologia de embalagem apresentou composição gasosa potencialmente boa ao armazenamento de produtos minimamente processados somente a partir do nono dia de armazenamento, resultado desfavorável já que o consumo desse tipo de produto ocorre antes de nove dias após o processamento.

A embalagem PP 36 µm atingiu nível de 12% de O₂ e de 3% de CO₂ ao final do armazenamento. A embalagem PEBD atingiu nível de O₂ de 9%, e de CO₂ de 2%. As embalagens PP 25 µm, PVC 20 µm e PET apresentaram comportamento similar entre si atingindo nível de O₂ próximo a 15% ao final do período de armazenamento. As embalagens PET e PP 25 µm mantiveram o nível de CO₂ próximo a 2%, enquanto a embalagem PVC 20 µm manteve aproximadamente 1% durante o armazenamento (Figura 12).

Quando se utilizam embalagens plásticas, as concentrações de O₂ e de CO₂ modificadas dentro da embalagem dependem das características do material utilizado, e do consumo de O₂ e liberação de CO₂ por parte do produto embalado.

Um bom material plástico deve propiciar concentração de O_2 suficientemente baixa para retardar a respiração, porém mais alta que a concentração crítica que inicia a respiração anaeróbia (KLUGE et al., 2002).

Quando as laranjas minimamente processadas, embaladas em diferentes filmes plásticos, foram armazenadas a $5^\circ C$, somente o filme BB-200 apresentou grande redução no teor de O_2 . De acordo com Cantwell (1992) teores baixos de O_2 podem ser favoráveis ao armazenamento de produtos minimamente processados.

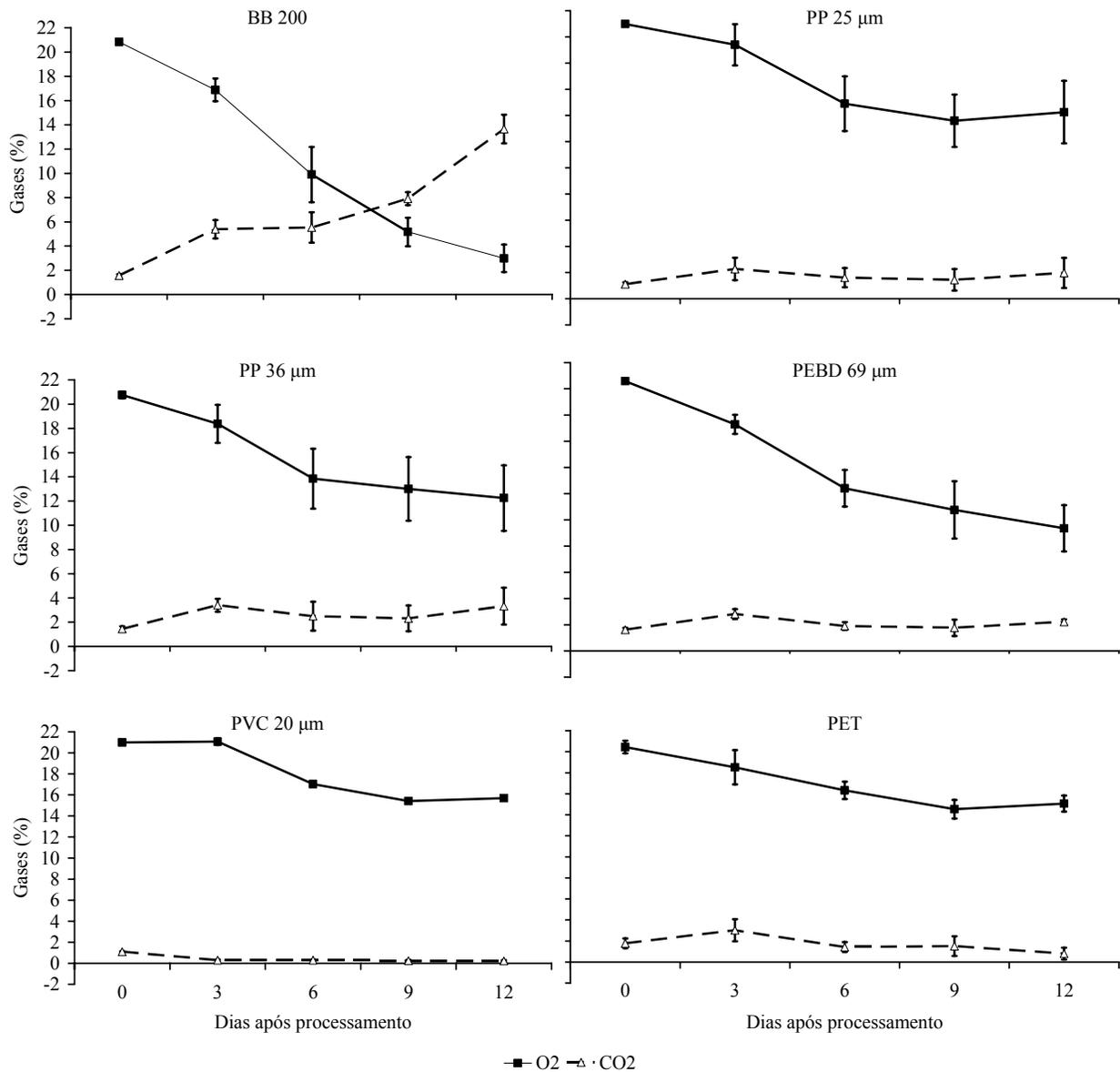


Figura 12 - Evolução da composição gasosa (O_2 e CO_2) no espaço livre de embalagens com laranja 'Pêra' minimamente processada, armazenada a $5^\circ C$. BB-200= filme multicamada da Cryovac; PP= polipropileno; PEBD= polietileno de baixa densidade; PVC= policloreto de vinila; PET= politereftalato de etila. Barras verticais representam desvio padrão da média

No armazenamento a 15°C, os filmes BB-200 e PEBD alcançaram nível de CO₂ próximo a 30 e 15%, respectivamente, e de O₂ próximo à anaerobiose. O filme PP 36 µm também atingiu baixo nível de O₂, próximo à anaerobiose, e 21% de CO₂. O filme de PVC 20 µm, atingiu nível de O₂ e CO₂ próximo a 6%. Os filmes PP 25 µm e PET atingiram nível de O₂ próximo a 6% e 8%, respectivamente e 12% de CO₂. Essas duas últimas embalagens apresentaram composição gasosa próxima à considerada ótima por Cantwell (1992) a partir do terceiro dia de armazenamento (Figura 13).

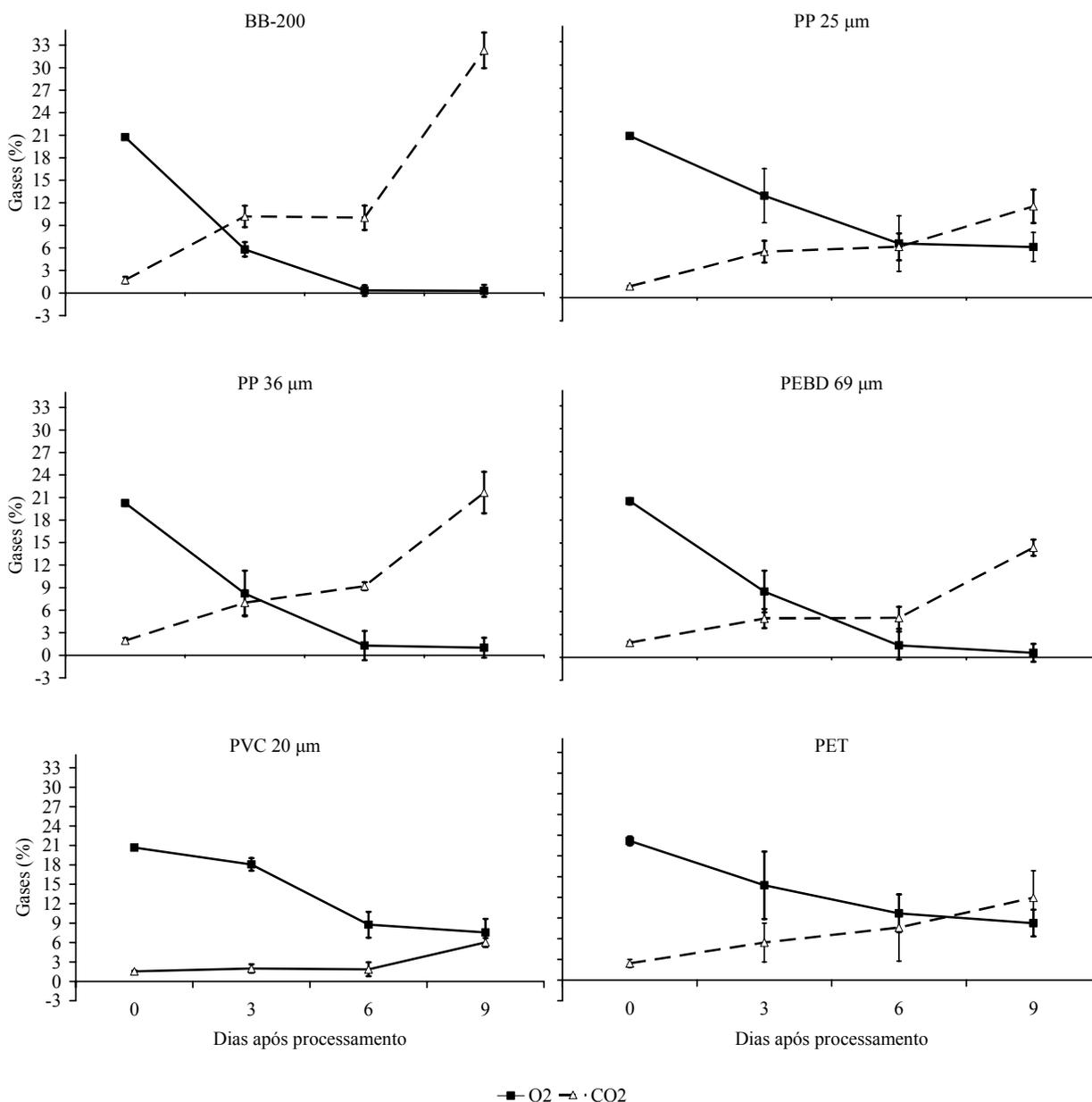


Figura 13 - Evolução da composição gasosa (O₂ e CO₂) no espaço livre de embalagens com laranja 'Pêra' minimamente processada armazenada a 15°C. BB-200= filme multicamada da Cryovac; PP= polipropileno; PEBD= polietileno de baixa densidade; PVC= policloreto de vinila; PET= politereftalato de etila. Barras verticais representam desvio padrão da média

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 da embalagem (SARANTÓPOULOS et al., 1996). A magnitude das alterações nas concentrações dos gases depende da natureza e da espessura do material de embalagem, da atividade respiratória do produto, da relação entre a

quantidade de produto e a área superficial do material de embalagem e da temperatura de armazenamento (SMITH; GEESON; STOW, 1987).

Em geral, a composição gasosa tem sido baseada na recomendação para frutos inteiros, porém os minimamente processados podem tolerar níveis mais extremos de O_2 e de CO_2 por não ter casca para restringir a difusão dos gases e a distância do centro do produto para o lado de fora é menor, facilitando a difusão dos gases (WATADA; QI, 1999), além do tempo de armazenamento de produtos minimamente processados ser menor do que de frutos inteiros.

Para o experimento 2, foram selecionadas duas embalagens: BB-200 e PET. O filme BB-200 foi o único que promoveu uma modificação mais intensa da atmosfera quando armazenado a $5^\circ C$ e a $15^\circ C$. Para Sarzi, Durigan e Rossi Júnior (2002) o aumento na quantidade de CO_2 e diminuição de O_2 permitem a redução no desenvolvimento microbiano. Ainda no armazenamento a $5^\circ C$, a embalagem PET apresentou comportamento similar às demais embalagens, exceto BB-200, sendo escolhida para representar o grupo de embalagens.

Já no armazenamento a $15^\circ C$, a embalagem PET apresentou uma modificação da atmosfera com concentração de O_2 e de CO_2 próximas à considerada adequada por Cantwell (1992). Além disso, a aparência dessa embalagem se destaca das demais por ser rígida, apresentar tampa e ter uma maior transparência.

2.3.3.2 Experimento 2

Para o experimento 2, foram selecionadas duas embalagens: BB-200 e PET, de acordo com os resultados obtidos no experimento 1. Além disso, foi considerado interessante o fato destas embalagens promoverem modificações da composição gasosa bastante distintas uma da outra, devido à diferença na taxa de permeabilidade.

O aumento do CO_2 e diminuição do O_2 permitem a diminuição do desenvolvimento microbiano, assim como o desenvolvimento de desordens fisiológicas e de deteriorações bioquímicas.

2.3.3.2.1 Análises físico-químicas

O teor de sólidos solúveis da laranja minimamente processada não foi influenciado pela tecnologia de embalagem, tempo de armazenamento, ou pela interação destes fatores, a $5^\circ C$ e nem a $15^\circ C$ (Figuras 14 e 15). Estes resultados estão de acordo com Donadon (2005) e Pretel et

al. (1998), os quais observaram estabilidade nos teores de sólidos solúveis em laranjas minimamente processadas. A estabilidade no teor de sólidos solúveis se justifica, pois a laranja não contém amido, dessa forma o conteúdo de açúcares não aumenta após a colheita.

Houve redução nos valores de acidez ($P \leq 0,05$) ao longo do armazenamento a 5°C (Figura 14). Rocha et al. (1995) observaram decréscimo de 36% na acidez titulável de laranjas minimamente processadas armazenadas a 5°C por oito dias. No 3° e no 6° dia de análise, foi verificada maior redução nos valores de acidez titulável de laranja minimamente processada armazenada a 15°C quando comparada à laranja minimamente processada armazenada a 5°C (Figura 15), possivelmente devido ao metabolismo mais intenso dos frutos armazenados em temperaturas mais elevadas. De acordo com Ferri (2000), o decréscimo na acidez pode ser explicado pelo consumo dos ácidos orgânicos no processo de respiração.

Ocorreu aumento ($P \leq 0,05$) na relação sólidos solúveis:acidez titulável (Figuras 14 e 15). Frutos com ratio acima de 9,5 são considerados adequados à comercialização (CEAGESP, 2008), dessa forma, todos os tratamentos apresentaram ratio acima do mínimo recomendável. No 3° e no 6° dia de análise, o valor do ratio foi maior para as laranjas minimamente processadas armazenadas a 15°C do que a 5°C devido à maior redução nos valores de acidez titulável.

O teor de ácido ascórbico não foi influenciado pela tecnologia de embalagem (Figuras 14 e 15). Com o tempo de armazenamento, o teor desta vitamina foi reduzido ($P \leq 0,05$) em todos os tratamentos. Moreira (2005) e Rocha et al. (1995) observaram redução no teor de ácido ascórbico em frutas cítricas minimamente processadas. 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, 1999).

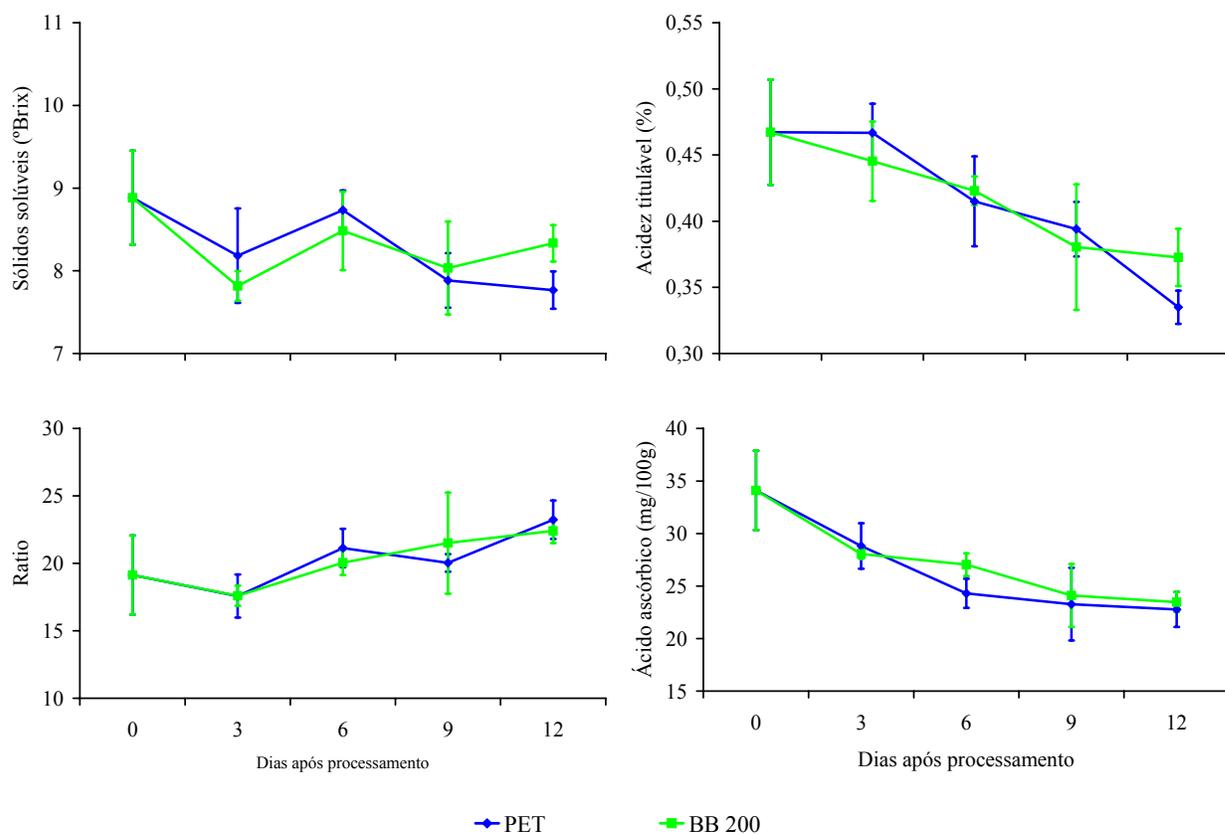


Figura 14 - Características físico-químicas de laranja 'Pêra' minimamente processada em tiras, embalada em filmes plásticos, armazenada a 5°C. Barras verticais representam desvio padrão da média

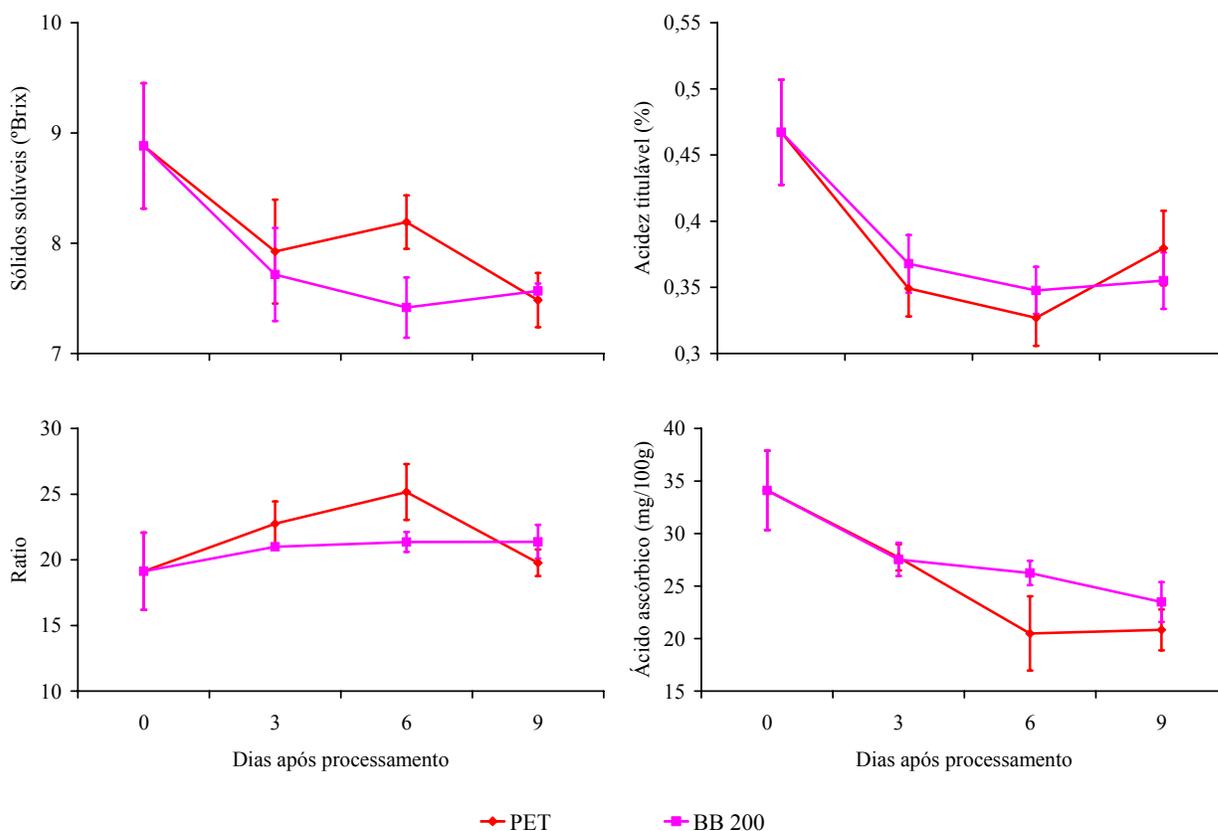


Figura 15 - Características físico-químicas de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em tiras, embalada em filmes plásticos, armazenada a 15°C. Barras verticais representam desvio padrão da média

A tecnologia de embalagem não influenciou no extravasamento de suco da laranja minimamente processada em tiras (Figura 16). O tipo de embalagem e a temperatura de armazenamento podem influenciar a taxa respiratória dos frutos, o seu metabolismo e a velocidade de senescência. O extravasamento de suco pode ser alterado pelo tipo de corte, onde quanto maior a injúria mecânica, maior o extravasamento de suco. A sanitização também pode causar maior extravasamento de suco, pois esse processo promove acúmulo de água nos frutos. A quantidade de suco extravasado pode ainda, ser influenciado pela eliminação do excesso de água, processo que retira tanto o excesso de suco extravasado no corte, quanto o excesso de água absorvido na sanitização.

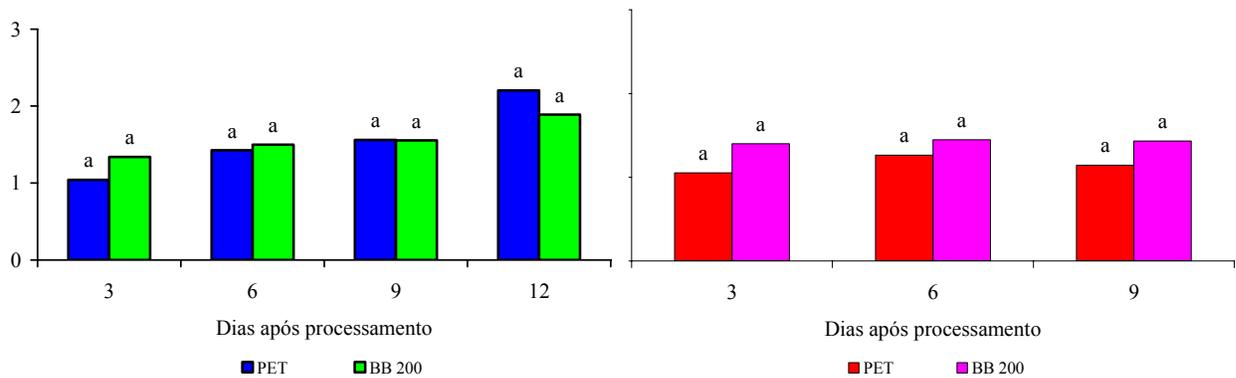


Figura 16 - Extravasamento de suco (%) de laranja 'Pêra' minimamente processada em tiras, armazenada em dois filmes plásticos e duas temperaturas. Médias seguidas da mesma letra, em cada dia de análise, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade

2.3.3.2.2 Análises microbiológicas

Em relação à contagem total de bactérias lácticas e microrganismos acidúricos, não há limites máximos estabelecidos pela legislação, porém é preconizado que alimentos contendo contagens na ordem de 10^5 UFC.g⁻¹ são impróprios para o consumo humano devido a perda do valor nutricional, alterações organolépticas, riscos de deterioração e/ou presença de patógenos.

Os tratamentos armazenados a 15°C apresentaram contagens elevadas de bactérias lácticas a partir do 6º dia após o processamento (Tabela 8). Os tratamentos armazenados a 5°C apresentaram contagens de bactérias lácticas bem mais baixas, o que mostrou a importância da utilização de baixas temperaturas na conservação do produto.

Tabela 8 - Contagem total de bactérias lácticas em laranja 'Pêra' minimamente processada em tiras

Tratamento	Dias após o processamento				
	0	3	6	9	12
PET 5°C	0	0	$1,0 \times 10$	$0,5 \times 10$	0
BB 200 5°C	0	$1,5 \times 10$	$2,0 \times 10$	0	0
PET 15°C	0	$1,9 \times 10^4$	$8,6 \times 10^6$	$1,5 \times 10^8$	-
BB 200 15°C	0	$3,0 \times 10^4$	$5,5 \times 10^6$	$2,5 \times 10^7$	-

Os resultados obtidos são expressos em UFC (unidades formadoras de colônia.g⁻¹ de produto)

Em relação à contagem de microrganismos acidúricos, as duas embalagens armazenadas a 15°C apresentaram contagens elevadas a partir do 6º dia de armazenamento (Tabela 9). As duas embalagens armazenadas a 5°C apresentaram contagens dentro do limite considerado aceitável até o final do armazenamento (Tabela 9).

CHONHENCHOB; CHANTARASOMBOON; SINGH (2007) encontraram bolores como fator limitante em abacaxi minimamente processado em diferentes tecnologias de embalagem, após 6 a 13 dias em armazenamento a 10°C.

Tabela 9 - Contagem total de microrganismos acidúricos em laranja 'Pêra' minimamente processada em tiras

Tratamento	Dias após o processamento				
	0	3	6	9	12
PET 5°C	3,5 x 10	1,5 x 10	6,5 x 10	2,5 x 10 ²	8,6 x 10 ²
BB 200 5°C	2,5 x 10	3,1 x 10 ²	7,2 x 10 ²	5,5 x 10	1,2 x 10 ²
PET 15°C	3,5 x 10	1,7 x 10 ³	2,8 x 10 ⁶	3,3 x 10 ⁷	-
BB 200 15°C	2,5 x 10	4,7 x 10 ⁴	8,9 x 10 ⁵	2,8 x 10 ⁶	-

Os resultados obtidos são expressos em UFC (unidades formadoras de colônia.g⁻¹ de produto)

Em relação a coliformes totais, somente a embalagem PET armazenada a 15°C apresentou contaminação elevada a partir do 3º dia de armazenamento (Tabela 10).

Tabela 10 - Número mais provável (NMP) de coliformes totais em laranja 'Pêra' minimamente processada em tiras

Tratamento	Dias após o processamento				
	0	3	6	9	12
PET 5°C	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,3	0,3
BB 200 5°C	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
PET 15°C	< 0,3	≥ 240	≥ 240	≥ 240	-
BB 200 15°C	< 0,3	2,8	< 0,3	< 0,3	-

Os resultados obtidos representam o NMP de coliformes totais.g⁻¹ de produto

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 x 10² NMP de coliformes a 45°C.g⁻¹ de produto. Todos os tratamentos apresentaram contaminação por coliformes a 45°C dentro do limite estabelecido (Tabela 11).

Tabela 11 - Número mais provável (NMP) de coliformes a 45°C em laranja 'Pêra' minimamente processada em tiras

Tratamento	Dias após o processamento				
	0	3	6	9	12
PET 5°C	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
BB 200 5°C	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,3
PET 15°C	< 0,3	2,8	< 0,3	< 0,3	-
BB 200 15°C	< 0,3	1,1	< 0,3	110	-

Os resultados obtidos representam o NMP de coliformes totais.g⁻¹ de produto

Montero-Calderón, Rojas-Graü e Martín-Belloso (2008) não verificaram eficácia na redução do desenvolvimento microbiano em abacaxis minimamente processados embalados em

diferentes filmes plásticos sob refrigeração por 11 dias. Santos et al. (2005) também não verificaram diferenças na contagem microbiana de abacaxis ‘Pérola’ minimamente processado sob atmosfera modificada passiva, ou ativa (2-5% de O₂ e 5-10% de CO₂) armazenado a 5°C por 10 dias.

Kluge et al., (2003) estudaram o efeito da temperatura de armazenamento na conservação de tangor ‘Murcorte’ minimamente processada e observaram que estas podem ser conservadas por 9 dias a 2°C e 3 dias quando armazenadas a 6°C ou 12°C.

Neste trabalho, o efeito da tecnologia de embalagem no desenvolvimento microbiano não ficou evidente, porém, a influência da temperatura foi marcante.

2.3.3.2.3 Análises sensoriais

As análises sensoriais foram realizadas somente com frutos armazenados a 5°C, já que os níveis de contaminação microbiológica para os frutos armazenados a 15°C foram altos, o que poderia trazer risco aos provadores.

No teste de preferência pareada, duas amostras de laranja minimamente processada embalada em dois tipos de embalagens foram apresentadas a 30 provadores não treinados que deveriam escolher a sua preferida. O número mínimo de respostas para estabelecer preferência a 5% de significância não foi atingido, dessa forma não foi estabelecida preferência dos consumidores por uma das tecnologias de embalagem selecionadas (Tabela 12). Os provadores que preferiam a embalagem PET justificaram pela maior transparência e maior praticidade da embalagem. Já aqueles que preferiam a embalagem BB-200, justificaram pela melhor vedação o que gerou a impressão de melhor condição de higiene.

Tabela 12 - Número de provadores que preferiram cada uma das amostras apresentadas no teste de preferência pareada de laranja minimamente processada armazenada em tecnologias de embalagem

Tratamento	Dias após processamento			
	3	6	9	12
PET	17	14	16	20
BB 200	13	16	14	10

Número mínimo de respostas a 5% de significância para estabelecer preferência: 21. (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991)

Os testes de sabor e de aparência do produto foram realizados 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 é diferente. No procedimento do teste pede-se para o julgador identificar a amostra diferente (FERREIRA et al., 2000).

Nos dois testes, o número de acertos não atingiu o mínimo necessário para estabelecer diferença entre os tratamentos, o que indica que os consumidores não conseguiram detectar o efeito da tecnologia da embalagem no sabor e na aparência dos frutos minimamente processados (Tabela 13). Ke e Kader (1990) reportam que laranjas ‘Valência’ intactas toleram concentrações de 0,25% de O₂ por até 20 dias, sem alteração no sabor.

Tabela 13 - Número de acertos no teste triangular para sabor e aparência de laranja minimamente processada em tiras, embalada em tecnologias de embalagem, BB-200 e PET, armazenada a 5°C

Variável	Dias após processamento			
	3	6	9	12
Sabor	11	12	10	10
Aparência	6	13	12	10

Número mínimo de acertos a 5% de significância: 15 (O'MAHONY, 1986)

2.3.3.2.4 Teores de acetaldeído e de etanol

O filme plástico BB-200 armazenado a 15°C apresentou comportamento similar à embalagem armazenada a 5°C, mas no 6º dia de armazenamento, ocorreu uma discreta elevação no teor de acetaldeído dentro da embalagem (Figura 17).

A embalagem PET armazenada a 15°C apresentou um pico de concentração de acetaldeído dentro da embalagem, com uma queda dessa concentração até o final do armazenamento, porém, ainda com teor acima dos demais tratamentos. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o acetaldeído é produzido pela modificação na composição de gases na embalagem ou armazenamento com desenvolvimento de anaerobiose. A produção de compostos voláteis pode aumentar em diversas situações devido a danos mecânicos, estresses ou desordens fisiológicas.

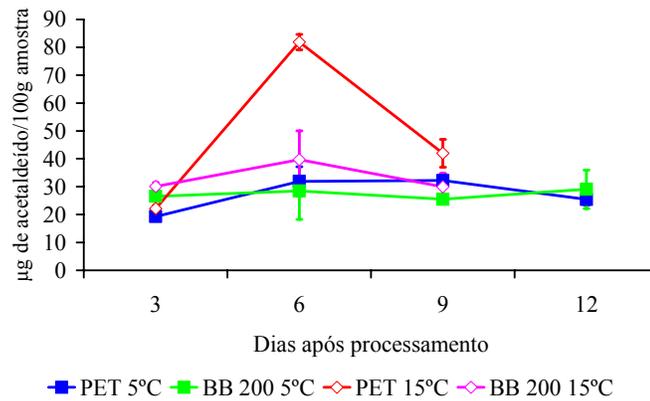


Figura 17 - Teores de acetaldeído de laranja ‘Pêra’ minimamente processada em tiras e embalada em filmes plásticos. Barras verticais representam desvio padrão da média

Houve efeito da temperatura nos teores de etanol, sendo que no 6º e no 9º dia de armazenamento, os tratamentos armazenados a 15°C apresentaram teores bem mais elevados quando comparados com os tratamentos armazenados a 5°C (Figura 18). Nesse caso, também, a embalagem PET armazenada a 15°C apresentou pico na concentração de etanol, com queda até o final do armazenamento, situação que não ocorre com a mesma embalagem armazenada a 5°C. Esse teor mais elevado de etanol nas embalagens armazenadas a 15°C, provavelmente seria uma resposta do tecido vegetal devido ao fato de que ataque de microrganismos patogênicos pode induzir a produção de etanol e outros compostos voláteis, os quais, em grande parte, apresentam atividade antimicrobiana (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

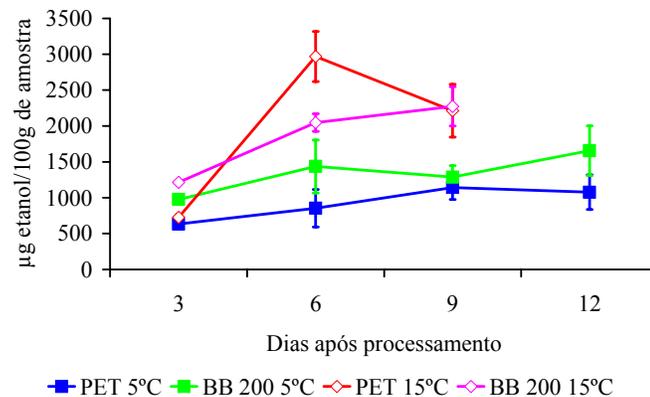


Figura 18 - Teores de etanol de laranja minimamente processada em tiras e embalada em filmes plásticos. Barras verticais representam desvio padrão da média.

Os teores de etanol e acetaldeído foram maiores a 15°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).

O decréscimo nos níveis de acetaldeído e etanol observado a 15°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.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na primeira etapa, o corte em tiras foi considerado melhor devido a pouca quantidade de suco extravasado, melhores notas de aparência em relação aos demais tratamentos e comentários favoráveis dos provadores. O corte em metades, embora tenha apresentado boa aparência, não foi considerado adequado para o consumo imediato, uma vez que seria necessário o uso de uma faca para cortar em pedaços menores, o que não condiz com o objetivo do consumidor de alimentos minimamente processados. O corte em cubos foi descartado devido à maior perda de ácido ascórbico, maior quantidade de suco extravasado, o que poderia contribuir para a aceleração do processo de deterioração, e menor nota de aparência na análise sensorial.

Na etapa 2, ficou comprovado que a sanitização após o corte pode ser utilizada sem prejuízo no sabor e na aceitação pelo consumidor. O método de sanitização que consistiu de uma única imersão em solução clorada com 20 g.L⁻¹ de cloro ativo por dez minutos mostrou-se viável do ponto de vista microbiológico, além de não influenciar negativamente no sabor dos frutos. Este método de sanitização é mais interessante para a indústria, já que o consumo de cloro é menor, reduzindo custos, e o processo é mais fácil, pois reduz o manuseio.

O processo de eliminação de excesso de água é necessário para reduzir a quantidade de água livre na embalagem. Analisando os resultados e a praticidade de cada método, a utilização de centrífuga variando de 5 a 10 segundos torna o processo mais ágil que a drenagem em escorredor. Os diferentes métodos de eliminação de excesso de água não ocasionaram ressecamento dos frutos, o que poderia prejudicar sua aparência.

Na etapa 3, a embalagem PET foi tão eficiente quanto a embalagem BB-200 na manutenção da qualidade do produto minimamente processado, permitindo o armazenamento por

até 12 dias a 5°C. Os frutos armazenados a 15°C apresentaram elevada contaminação microbiológica, inviabilizando sua comercialização.

A diferença entre as duas embalagens foi na concentração de etanol, sendo que a embalagem PET apresentou menor concentração durante o período avaliado, quando armazenada a 5°C.

A laranja apresenta potencial para ser comercializada minimamente processada cortada em tiras, porém deve ser observada a manutenção da cadeia do frio. Em gôndolas de supermercado, onde a temperatura é elevada, podendo chegar a 15°C, o crescimento microbiano é um fator limitante.

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 nº12, de 2 de janeiro de 2001. Disponível em <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=144&word=limite%20>> Acesso em 15.mar.2007.
- AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelf-life of minimally processed fruit and vegetables. **Trend in Food Science & Technology**, Guildford, v.7, n.6, p.179-187, 1996.
- 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.
- ANTONIOLLI, L.R.; BENEDETTI, B.C.; SOUZA FILHO, M. de S.M.; BORGES, M. de F. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a microbiota de abacaxi ‘Pêra’ minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.157-160, 2005.
- ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’**. 2007. 92p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- ARRUDA, M.C.de; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; RIBEIRO, R.V.; LOCHOSKI, M.A.MOREIRA, R.C. Hydrothermal treatment favors peeling of ‘Pêra’ sweet orange and does not alter quality. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.65, n.2, p.151-156, 2008.

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.

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.

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.

BRACKETT, R.E. Shelf stability and safety of fresh cut produce as influenced by sanitation. **Journal of Food Protection**, Des Moines, v.55, p.808-814, 1992.

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.

BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.30, n. 1, p.14-17, 1995.

BURTON, W.G. **Postharvest physiology of food crops**. London: Longman, 1982. 339p.

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

CARNELOSSI, M.A.G.; YAGUIU, P.; REINOSO, A.C.L.; ALMEIDA, G.R.O.; LIRA, M.L.; SILVA, F.G.; JALALI, V.R.R. Determinação das etapas do processamento mínimo de quiabo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.970-975, 2005.

CARUSO, J.G.B.; CAMARGO, R. Microbiologia de Alimentos. In: Camargo, R. (Ed.). **Tecnologia dos produtos agropecuários-alimentos**. São Paulo: Nobel, 1984. p.35-49.

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

CEAGESP. **Laranja**. <http://www.ceagesp.gov.br/produto/técnicas/classific/>. Acesso em 05.jan.2008.

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

CHITARRA, M.I.F. Alterações bioquímicas do tecido vegetal com o processamento mínimo. In: Seminário sobre hortaliças minimamente processadas, 1999. Piracicaba. **Palestra...** Piracicaba: ESALQ-USP, 1999. 9p. Apostila.

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

CHONHENCHOB, V.; CHANTARASOMBOON, Y; SINGH, S.P. Quality changes of treated fresh-cut tropical fruits in rigid modified atmosphere packaging containers. **Journal of Packaging Technology and Science**, London, v.20, p.27-37, 2007.

COUEY, H.M. Heat treatment for control of postharvest diseases and insect pests of fruits. **HortScience**. Alexandria, v.24, n.2, p.198-202, 1989.

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

DÍAS-CINCO, M.E.; ACEDO-FÉLIX, E.; GARCÍA-GALAZ, A. Principales microorganismos patógenos y deterioro. In: GONZÁLEZ-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.

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

DONADON, J.R.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S.; TEIXEIRA, G.H.A.; SANCHES, J. Efeito do tipo de descasque e da temperatura de armazenamento na qualidade de laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p.419-423, 2004.

DURIGAN, J.F. Uso da modificação da atmosfera no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.25, p.83-88, 1999.

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.

FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.V de; 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.

FERRI, V.C. **Controle da maturação e conservação de caquis (*Diospyrus kaki* L.) cultivar fuyu**. 2000. 73p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2000.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agriannual 2000**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2000. p.286-287: Laranja.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agriannual 2004**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2004. p.262-264: Laranja.

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

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agriannual 2007**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2007. p.277-297: Laranja.

FIGUEIREDO, J.O.de. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUÉZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A.(Ed.). **Citricultura brasileira**. 2.ed.Campinas: Fundação Cargill, 1991. v.1 p.228-264.

FONSECA, M.J.O.; CENCI, S.A.; LEAL, N.R.; BOTREL, N. Uso de atmosfera controlada para conservação pós-colheita do mamão 'Golden'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.537-539, 2003.

GUNES, G.; WATKINS, C.B.; HOTCHKISS, J.H. Physiological responses os fresh-cut apple slices under high CO₂ and low partial pressures. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.22, n.3, p.197-204, 2001.

HIRAIISHI, A.; HORIE, S. Species composition and growth temperature characteristics of coliforms in relation to their sources. **Journal of General Applied Microbiology**, v.28, p.139-154, 1982.

HOTCHKISS, J.H. Safety considerations in active packaging. In: ROONEY, M.L. **Active food packaging**. Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p.238-255.

HURST, W.C. Sanitation of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**. Alexandria, v.30, n.1, p.22-24, 1995.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. **Microorganisms in foods**. 2nd ed. Toronto: University of Toronto Press, 1978. v.1 434p.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Market Size**. <http://www.fresh-cuts.org/Default.aspx?tabid=103>. acesso em: 15 mar.2006

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C. Tecnología de processamento 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.

KAYS, J.S. Postharvest physiology of perishable plant products. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 453p.

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.

KOLLER, O.C. **Citricultura**: laranja, limão, tangerina. Porto Alegre: Editora Rigel, 1994. 446p.

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

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.

LIMA, A.S.; RAMOS, A.L.D.; MARCELLINI, P.S.; BATISTA, R.A.; FARAONI, A.S. Adição de agentes antiescurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.149-152, 2005.

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

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J.F.; DURIGAN, M.F.B. Processamento mínimo de goiaba. In: Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças, 4, 2006, São Pedro. **Palestras, Resumos, Fluxogramas e Oficinas...** São Pedro: Cytel, 2006. p.251-252.

MATTOS JÚNIOR, D. de; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: IAC; Fundag, 2005. 929p.

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

MONTERO-CALDERÓN, M.; ROJAS-GRAÜ, M.A., MARTÍN-BELLOSO, O. Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). **Postharvest Biology and Technology**, Wageningen, v.50, p.182-189, 2008.

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

MORETTI, C.L. Technology of fresh-cut products. In: BRAZILIAN CONGRESS OF AGRICULTURAL ENGINEERING, 3., 2001, Foz do Iguaçu. **Proceedings...** Foz do Iguaçu: SBEA, 2001. p.357-364.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo de mini cenouras. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3. 2004, Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa: CEE, 2004. p.91-95.

O'MAHONY, M. **Sensory Evaluation of Food. statistical methods and procedures.** Marcel Dekker, 1986. 487p.

NEVES, E.M.; DAYOUB, M.; DRAGONE, D.S.; NEVES, M.F. Citricultura brasileira: efeitos econômico-financeiros, 1996-2000. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.23, n.2, p.432-436, 2001.

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.

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

PINELI, L.L.O. Processamento mínimo de batata. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa: CEE, 2004. p.71-81

PRADO, M.E.T.; VILAS BOAS, E.V. de B.; SANTOS, J.C.B.; PINHEIRO, A.C.M.; MATTOS, L.M.; ARAÚJO, F.M.M.C.; CHITARRA, A.B.; OLIVEIRA, E.C.M. Influência de hipoclorito de sódio sobre a qualidade de abacaxis minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2. 2000, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2000. p.5.

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

PRETEL, M.T.; FERNANDEZ, P.S.; ROMOJARO, F.; MARTINEZ, A. The effect of modified atmosphere packing on 'ready-to-eat' oranges. **Lebensmittel-wissenschaft un Technologie**, London, v.31, n.4, p.322-328, 1998.

RINALDI, M.M. **Conservação de repolho minimamente processado em diferentes sistemas de embalagem.** 2005. 110p. Tese (Doutor em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

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.

SANTOS, J.C.B.; BARROS, E.V.deVILAS BOAS, V.; PRADO, M.E.T.; PINHEIRO, A.C.M. Evaluation of quality in fresh-cut 'Perola' pineapple stored under modified atmosphere. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, p.353-361, 2005.

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.

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

SARZI, B.; DURIGAN, J.F.; ROSSI JÚNIOR, O.D. Temperatura e tipo de preparo na conservação de produto minimamente processado de abacaxi-'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.376-380, 2002.

SILVA, E.O.; CARNELOSSI, M.A.G.; CAMPOS, R.S.; CARDOSO, R.A.L.; PUSCHMANN, R. Centrifugação de repolho minimamente processado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, Viçosa, 2000. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2000. p.47.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. 2 ed. São Paulo: Varela, 2001. 317p.

SMITH, S.; GEESON, J.; STOW, J. Production os modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p.772-776, 1987.

SOARES, N.F.F. Efeito da embalagem na conservação de produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3. Viçosa, 2004. **Palestras, Resumos e Oficinas...** Viçosa: UFV, 2004. p.53-56.

SOUSA, J.P.; PRAÇA, E.F.; ALVES, R.E. et al. Influência do armazenamento refrigerado em associação com atmosfera modificada por filmes plásticos na qualidade de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.665-668, 2002.

TATSUMI, Y.; WATADA, A.E.; WERGIN, W.P. Scanning electron microscopy of carrot stick surface to determine cause of white translucent appearance. **Journal of Food Science**, Chicago, v.56, p.1357-1362, 1991.

USDA. United States Department of Agriculture. Disponível em: <<http://www.usda.gov>>. Acesso em: 20 jan.2007.

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.

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

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

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

YAM, K.L.; LEE, D.S. Design of modified atmosphere packaging for fresh produce. In: ROONEY, M.L. **Active food packaging**. Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p.55-73.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Modified atmosphere packaging of fresh produce. **Food Technology**, Chicago v.42, n.9, p.70-77, 1988.

ANEXOS

MODELO DE FICHA PARA TESTE DE ACEITAÇÃO

Nome: Data:

1. Você está recebendo 3 amostras codificadas de laranja minimamente processada. Indique o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA das amostras.

- 9 - gostei muitíssimo
- 8 - gostei muito
- 7 - gostei moderadamente
- 6 - gostei ligeiramente
- 5 - nem gostei / nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 - desgostei moderadamente
- 2 - desgostei muito
- 1 - desgostei muitíssimo

Comentários: _____

MODELO DE FICHA PARA TESTE TRIANGULAR

Nome: Data:

Você está recebendo 3 amostras codificadas de laranja minimamente processada. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Por favor, avalie o/a sabor/aparência dos frutos das amostras da esquerda para a direita.

Circule a amostra DIFERENTE.

587 246 894

Comentários: _____

MODELO DE FICHA PARA TESTE DE PREFERÊNCIA PAREADA (PREFERÊNCIA)

Nome: Data:

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

A

B

Comentários: _____
