

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

Descascamento de frutas cítricas pelo uso do tratamento hidrotérmico

Ana Luiza Pinheiro

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

**Piracicaba
2008**

Ana Luiza Pinheiro
Bacharel em Ciências dos Alimentos

Descascamento de frutas cítricas pelo uso do tratamento hidrotérmico

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
2008**

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

Pinheiro, Ana Luiza

Descascamento de frutas cítricas pelo uso do tratamento hidrotérmico / Ana Luiza
Pinheiro. - - Piracicaba, 2008.
65 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2008.
Bibliografia.

1. Aquecimento 2. Descascamento 3. Frutas cítricas 4. Processamento de alimentos
5. Qualidade dos alimentos I. Título

CDD 664.80431

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

Ao meu pai PACIFICO PINHEIRO NETO (em memória)

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À Comissão do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas pela oportunidade da realização deste trabalho.

Ao Prof. Angelo Pedro Jacomino pela orientação, apoio, amizade e oportunidades durante todos estes anos de convivência.

À FAPESP pela concessão da bolsa e apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

À Maria Cecília de Arruda pela orientação e amizade! E por sempre me atender e esclarecer as mais diversas dúvidas. Valeu Cê!!!

À Ilana Urbano Bron pelos ensinamentos durante a graduação e pelo apoio e incentivo no início do mestrado. E ao Rafael Vasconcelos Ribeiro pela ajuda com as medições da temperatura dos frutos, e também pelas sugestões e apoio. Muito obrigada!

À Fabiana Fumi Sasaki (Baguiña) e ao Thales Sandoval Serqueira pelas sugestões, conselhos e amizade!

À Flavia Cristina Cavalini pelas sugestões e amizade!

Ao Prof. Ricardo Alfredo Kluge pelo apoio, pelos ensinamentos e por disponibilizar a infraestrutura de seu laboratório para a realização de experimentos.

Ao Prof. Ricardo Ferraz de Oliveira por disponibilizar a infra-estrutura do seu laboratório para a realização de análises, e também pelo apoio e ensinamentos.

Ao Sr. Pedro da Empresa Ouro do Brasil Comércio de Frutas Ltda. pelo fornecimento de frutos para a realização de experimentos.

Ao Sr. Pedro e a sua filha Pâmela (Lebre) da Empresa Alfa Citrus Comércio de Frutas Ltda. pelo fornecimento de frutos para a realização de experimentos.

Ao Sr. Boni da Empresa P.A.R. Frutas Boni pelo fornecimento de frutos para a realização de experimentos.

Ao Marcos José Trevisan pela pronta ajuda para resolver os problemas do laboratório e dos experimentos.

À Maria da Graças Ongarelli pelo auxílio sempre que necessário.

À Primavera pela ajuda mesmo quando não era mais estagiária do laboratório. Valeu Prima!

A todos os estagiários do laboratório que estavam sempre prontos a ajudar, em especial a (PLIM)² – Gabi, Dedo Duro – Juliana, Argola – Rodrigo, Y – Thiago, Papo – Leo, Campbel – Keila, Tio Rico – Antônio.

À Patrícia Maria Pinto pela ajuda (se não fosse você...) e pela amizade! Valeu Pati!!!

Às colegas de pós-graduação Márcia (Cindi) e Ana Elisa (Pulenta) pela amizade! Pulenta obrigada pelas correções no abstract!

À Andressa Araujo Picoli pelo “sucesso da nossa palestra” (lembra que desespero com esta palestra?), pelas conversas descontraídas no horto, e pela amizade.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, em especial ao Cido, Éder, Davi, Bete e Célia.

À secretária do PPG em Fisiologia e Bioquímica de Plantas Maria Solizéte por sua ajuda e apoio.

Às bibliotecárias Silvia Maria Zinsly e Beatriz Helena Giongo, da Divisão de Biblioteca e Documentação da ESALQ, pela revisão desta dissertação.

À minha mãe Leni pelo apoio e incentivo para a realização deste trabalho e à minha irmã Ana Paula pela amizade eterna.

Ao meu namorado Teodoro Leonardo Michelucci Contin pelo apoio e sugestões durante este trabalho. E principalmente pela amizade, amor e carinho.

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

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
1 INTRODUÇÃO	11
2 DESENVOLVIMENTO	12
2.1 Revisão bibliográfica	12
2.1.1 Panorama Geral da Citricultura.....	12
2.1.2 Processamento Mínimo.....	14
2.1.2.1 Fatores que determinam a qualidade e a vida útil dos produtos minimamente processados.....	15
2.1.2.1.1 Matéria-prima.....	15
2.1.2.1.2 Aspectos microbiológicos.....	15
2.1.2.1.3 Higienização.....	16
2.1.2.1.4 Aspectos fisiológicos.....	16
2.1.2.1.5 Embalagem.....	17
2.1.2.1.6 Temperatura.....	18
2.1.3 Formas de descascamento.....	18
2.1.4 Outros usos do Tratamento Térmico em frutas.....	19
2.2 Material e métodos	21
2.2.1 Matéria Prima.....	21
2.2.2 Tratamento Hidrotérmico.....	23
2.2.3 Metodologia das análises.....	25
2.2.3.1 Análises Fisiológicas.....	25
2.2.3.2 Monitoramento da temperatura interna do fruto.....	26
2.2.3.3 Análises Físico-químicas.....	26
2.2.3.4 Análises Microbiológicas.....	27
2.2.3.5 Análise Sensorial.....	30
2.2.3.6 Tempo de descascamento e rendimento em frutos comercializáveis.....	30
2.2.4 Forma de análise dos resultados.....	31
2.3 Resultados e Discussão	31
2.3.1 Análises Fisiológicas.....	31

	8
2.3.2 Monitoramento da Temperatura interna do fruto.....	36
2.3.3 Análises Físico-químicas.....	39
2.3.4 Análises Microbiológicas.....	48
2.3.5 Análise Sensorial.....	50
2.3.6 Tempo de descascamento e rendimento em frutos comercializáveis.....	55
3 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS.....	59

RESUMO

Descascamento de frutos cítricos pelo uso do tratamento hidrotérmico

O processamento de citros se justifica pela dificuldade de descascamento destes frutos. Estudos de descascamento de laranja 'Pêra' realizados na ESALQ-USP vêm mostrando o potencial do uso do tratamento hidrotérmico para facilitar o descascamento desta variedade. As laranjas são imersas em água a 50°C por 8 minutos, isto facilita o descascamento e não afeta a qualidade da fruta. Entretanto, é necessário estudar outros tempos de imersão para flexibilizar o uso desta técnica em escala industrial, bem como estendê-la a outras variedades. O objetivo deste trabalho foi adequar a tecnologia de descascamento de frutas cítricas pelo uso do tratamento hidrotérmico, bem como avaliar sua influência na qualidade fisiológica, físico-química, microbiológica e sensorial de laranjas 'Pêra', laranjas 'Valência' e tangores 'Murcott'. Também foram avaliados o tempo de descascamento, o rendimento em frutos comercializáveis e a temperatura interna dos frutos durante o tratamento. Os frutos foram lavados, sanitizados, resfriados a 5°C por 12 horas, submetidos ao tratamento hidrotérmico e descascados. O tratamento hidrotérmico consistiu em colocar os frutos em banho-maria a 50°C por 5 (somente para o tangor 'Murcott'), 10, 15, 20, 25 e 30 minutos. Posteriormente, os frutos foram descascados retirando-se a parte peduncular com a faca e, em seguida, o flavedo foi retirado, manualmente, junto com o albedo. Os frutos sem tratamento hidrotérmico (controle) foram descascados retirando-se primeiramente o flavedo, e depois o albedo cuidadosamente para causar o mínimo de injúria possível. Os frutos foram analisados durante seis dias de armazenamento a 5°C. Os experimentos foram conduzidos separadamente para cada fruta cítrica e de acordo com cada tipo de análise. Foram utilizados delineamentos inteiramente ao acaso e em blocos casualizados, adequados para cada variável analisada. O tratamento hidrotérmico provocou alterações na atividade respiratória dos frutos somente nas primeiras horas após o processamento. A temperatura interna dos frutos (medida a 2 cm de profundidade em relação ao epicarpo) após 30 minutos de tratamento atingiu aproximadamente 35°C, temperatura comumente observada em algumas etapas da cadeia de comercialização dos frutos. A coloração externa das laranjas sem tratamento apresentou maior valor de luminosidade (L) quando comparadas às frutas tratadas. Não houve alterações nas outras características físico-químicas e nas características microbiológicas dos frutos. O tratamento não alterou o sabor e melhorou a aparência em relação aos frutos sem tratamento devido à ausência de resquícios de albedo nos frutos. Além disso, o tratamento diminuiu em até 78% o tempo de descascamento dos frutos tratados para a laranja 'Pêra', em até 75% para a laranja 'Valência' e em até 57% para o tangor 'Murcott', quando comparados aos frutos sem tratamento, e aumentou o rendimento em frutos comercializáveis. O tratamento hidrotérmico realizado até 30 minutos a 50°C pode ser utilizado como técnica de descascamento para laranja 'Pêra', laranja 'Valência' e tangor 'Murcott'.

Palavras-chave: Laranja 'Pêra'; Laranja 'Valência'; Tangor 'Murcott'; Processamento mínimo; Aquecimento; Qualidade

ABSTRACT

Peeling of citric fruits by using Hydrothermal Treatment

The citrus fruit processing is justified for the difficulty of peeling of these fruits. Studies of peeling of 'Pera' sweet orange fruit accomplished at ESALQ-USP are showing the potential of the use of the hydrothermal treatment to facilitate the peeling of this variety. The oranges are immersed in hot water at 50°C for 8 minutes. This process to make easy the peeling and it doesn't affect the quality of the fruit. However, it is necessary to study other immersion times to make flexible the use of this technique in industrial scale, as well as to extend it for other varieties. The purpose of this work was to adapt the technology of peeling of citric fruits for the use of the hydrothermal treatment, as well as to evaluate the influence of the hydrothermal treatment in the physiological, physicochemical, microbiologic and sensorial qualities of 'Pera' sweet orange, 'Valencia' sweet orange and 'Murcott' tangor. The peeling time, the yield of marketable fruits and the internal fruit temperature were also evaluated during the treatment. Fruits were washed, sanitized, cooled at 5°C for 12 hours, submitted to hydrothermal treatment and peeled. The hydrothermal treatment consisted of putting fruits in water-bath at 50°C for 5 (only for 'Murcott' tangor), 10, 15, 20, 25 and 30 minutes. Then, fruits were peeled by first opening a gap on the peduncular region with a knife and then, the flavedo was removed, manually, with the albedo. Fruits with no hydrothermal treatment (control) were peeled by first removing the flavedo and then, the albedo was removed carefully to cause the less of injuries possible. The fruits were analyzed for six days of storage at 5°C. The experiments were carried out separately for each citric fruit and in agreement with each analysis type. The experimental designs used were completely randomized and in randomized blocks, appropriate for each analyzed variable. Hydrothermal treatment caused changes in respiratory activity just in first hours after treatment. Internal fruit temperature (evaluated at 2 cm depth in relation to the epicarp) after 30 minutes of treatment reached 35°C approximately, temperature commonly observed in some stages of the commercialization's chain of the fruits. The external coloration of the oranges without treatment presented larger value of brightness (L) when compared to the treated fruits. There were no changes in the others physicochemicals and microbiologics characteristics of the fruits. The treatment did not change the flavor and it improved the appearance in relation to the fruits without treatment due to the lower albedo residue in the fruits. Besides, the treatment decreased in up to 78% the peeling time of the treated fruits for the 'Pera' sweet orange, in up to 75% for the 'Valencia' sweet orange and in up to 57% for the 'Murcott' tangor, when compared to the fruits without treatment, and it increased the yield of marketable fruits. The hydrothermal treatment accomplished up to 30 minutes at 50°C can be used as peeling technique for 'Pera' sweet orange, 'Valencia' sweet orange and 'Murcott' tangor.

Keywords: 'Pera' sweet orange; 'Valencia' sweet orange; 'Murcott' tangor; Fresh-cut; Heat; Quality

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém a liderança mundial na produção de frutas cítricas (FNP, 2007), onde laranjas e tangerinas estão entre os citros de maior importância.

O consumo de laranjas é, na maioria das vezes, feito na forma de suco nas residências e restaurantes. Uma possível explicação para o baixo consumo de frutas cítricas na forma de fruta é a inconveniência do ato de descascar os frutos pelo consumidor, devido à aderência do albedo à membrana dos segmentos. Tal dificuldade também é encontrada em tangor ‘Murcott’, que apresenta casca fina e aderida ao fruto (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

As frutas inteiras, em geral, apresentam certas inconveniências, como tamanho (melancia), dificuldade de descascamento (abacaxi, frutas cítricas), odor e cor transferidos para as mãos (frutas cítricas, manga). O processamento mínimo elimina estes problemas e permite que consumidores avaliem a qualidade interna dos frutos e consumam em qualquer local e situação (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

O consumo de frutas minimamente processadas não é mais uma tendência futura, mas uma realidade visível nas gôndolas de supermercados, onde as áreas destinadas a estes itens estão cada vez maiores (PEREIRA, 2007).

Os fatores relacionados à qualidade dos produtos minimamente processados devem ser observados com muito cuidado devido a sua alta perecibilidade. A temperatura, a embalagem e os microorganismos são alguns dos principais fatores que afetam a qualidade destes produtos (WATADA; KO; MINOTT, 1996).

O processamento mínimo de frutas e hortaliças tem sido valorizado, pois oferece produtos convenientes e com qualidade. Na utilização das frutas cítricas como produtos frescos, o descascamento é o fator limitante. O descascamento pode ser feito manual, mecanicamente ou utilizando-se enzimas pectinolíticas, que atuam na estrutura do albedo, facilitando a retirada da casca (PRETEL et al., 1997). Apesar das opções oferecidas, ainda é necessário aperfeiçoar estas técnicas, ou desenvolver outras melhores para que o processamento de frutas cítricas seja viável e rentável em escala comercial.

O tratamento térmico, principalmente com água quente, é um método alternativo que tem sido usado há muitos anos para controlar fungos e infestações de insetos em frutos (COUEY, 1989), além de facilitar o descascamento de laranja e não afetar sua qualidade (ARRUDA et al. 2008).

Este trabalho teve como objetivo adequar a tecnologia de descascamento de frutas cítricas pelo uso do tratamento hidrotérmico, bem como avaliar sua influência na qualidade de laranja ‘Pêra’, laranja ‘Valência’ e tangor ‘Murcott’.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Panorama Geral da Citricultura

As frutas cítricas foram introduzidas no Brasil pela Bahia, através das primeiras expedições colonizadoras por volta de 1540. Por encontrar boas condições para vegetar e produzir, a cultura se expandiu por todo o país (MOREIRA; MOREIRA, 1980).

O Brasil é o maior produtor mundial de citros. A cultura encontra-se disseminada por todo o território nacional, com grande importância econômica e social para diversos estados, sendo o estado de São Paulo a maior região produtora do país (AMARO et al., 1991; FNP, 2007).

O fruto dos 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, carotenos e licopenos (KOLLER, 1994).

A laranja ‘Pêra’ é a variedade mais plantada no Estado de São Paulo e a mais importante produzida no Brasil, pois seus frutos apresentam boa qualidade para o mercado interno de fruta fresca e para a industrialização. Os frutos da laranjeira ‘Pêra’ têm forma ovalada, com três a quatro 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. A laranja ‘Pêra’ é produzida praticamente o ano todo, sendo que a safra principal é de julho a outubro (FIGUEIREDO, 1991; PIO et al., 2005).

A laranja ‘Valência’ tem a forma quase esférica, com cinco a seis sementes e peso médio de 150 g; a casca é de cor laranja forte, de espessura média e vesículas de óleo quase em nível. Ocupa lugar de destaque na preferência dos citricultores pela sua boa produtividade e tamanho de frutos. Esta variedade produz frutos adequados aos três tipos de comercialização disponíveis:

exportação de fruta fresca, mercado interno e suco concentrado congelado. Sua safra principal é de agosto a dezembro (FIGUEIREDO, 1991; PIO et al., 2005).

Dentre as frutas cítricas, a laranja é muito consumida como suco nas residências e restaurantes e pouco consumida como fruta fresca. Uma possível explicação para este fato é a dificuldade de descascamento, além da cor e odor transferidos para as mãos. Para ser consumida na forma de fruta é necessário que seja descascada e algumas vezes picada (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005). Pesquisa realizada em 2002 pelo Centro de Qualidade em Horticultura (CQH) mostra que 46% das pessoas compram laranja somente para fazer suco, 28% compram laranja para consumo como fruta fresca e para fazer suco, e somente 20,5% compram laranja exclusivamente para consumo como fruta fresca (GUTIERREZ; ALMEIDA, 2005).

As tangerinas constituem o segundo grupo de frutas cítricas pela importância econômica. Dentre as tangerinas destacam-se a ‘Ponkan’ e a ‘Murcott’, as demais, Mexerica-do-Rio e principalmente tangerina ‘Cravo’, apresentam níveis baixos de representatividade (PIO et al., 2005). A ‘Murcott’, na verdade, é um híbrido entre laranja doce (*Citrus sinensis*) e tangerina (*Citrus reticulada*), constituindo-se um tangor (FIGUEIREDO, 1991). Entretanto, do ponto de vista comercial e econômico é mais comumente contada entre as tangerinas.

O tangor ‘Murcott’ possui ótima aceitação no mercado para o consumo como fruta fresca, devido ao excelente sabor e tamanho, e à coloração alaranjada da polpa e da casca. Porém, não é bem aceito no mercado internacional porque possui grande número de sementes (DONADIO, 1999), e não é fácil de descascar, já que sua casca é fina e bastante aderida ao fruto. Por esta dificuldade de descascamento, possui grande potencial de ser comercializado sob a forma de produto minimamente processado (MOREIRA, 2004). A safra principal desta variedade ocorre de julho a outubro (PIO et al., 2005).

Devido ao alto valor nutricional das frutas cítricas, que possuem grande quantidade de vitaminas e fibras, é de grande interesse que sejam consumidas como fruta fresca em vez de serem consumidas na forma de suco.

O consumo de frutas frescas no Brasil tem caído sensivelmente nos últimos anos. Em 1987 o consumo de frutas frescas era de 48 kg hab⁻¹ ano⁻¹, e em 2003 o consumo era de 24,5 kg hab⁻¹ ano⁻¹, o que representa uma redução de 49%. A laranja apresentou a maior redução de consumo entre as frutas tropicais. Em 1987, eram adquiridos no Brasil 12,4 kg de laranja hab⁻¹ ano⁻¹, e em

2003 apenas 2,2 kg de laranja $\text{hab}^{-1} \text{ano}^{-1}$ eram adquiridos, o que representa uma queda de 82% (IBGE, 2007).

Uma alternativa para aumentar o consumo de laranjas e também de tangor ‘Murcott’ como fruta fresca 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 processados, e de tecnologias adequadas de preparo e conservação (CANTWELL, 1992).

2.1.2 Processamento Mínimo

Os produtos hortícolas minimamente processados foram introduzidos no Brasil na década de 1990 e têm se tornado uma área potencial de desenvolvimento e de possibilidade de agregação de valor aos produtos agrícolas. Como possuem características de frutas e hortaliças frescas, e por serem de rápido preparo ou consumo, têm conquistado a preferência da população, principalmente daqueles que desejam praticidade (OLIVEIRA; VALLE, 2000). Outros consumidores destes produtos podem ser hotéis, supermercados, restaurantes, *fast-foods* e hospitais.

É um produto com maior valor agregado quando comparado a frutas e hortaliças compradas *in natura*. Apresenta ainda vantagens para o consumidor como a conveniência e 100% de aproveitamento do produto adquirido. Além disso, favorece o produtor, pois aumenta sua rentabilidade, facilita o manejo do lixo e muitas vezes, o subproduto do processamento pode ser utilizado para produção de novos produtos (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

Existe ainda o potencial dos produtos minimamente processados para exportação, dada a redução de custos no transporte, já que se envia ao exterior somente a parte comestível adequadamente embalada, minimizando problemas com barreiras fitossanitárias. As frutas são uma promessa para este mercado, apesar do seu potencial comercial limitado, devido ao pouco conhecimento a respeito do comportamento fisiológico destes produtos e à falta de tecnologias adequadas à sua produção e conservação (DURIGAN, 2007).

O processamento mínimo é definido como qualquer alteração física, causada em frutas e hortaliças, que mantém o estado fresco desses produtos. Inclui operações de seleção, lavagem, corte, sanitização, centrifugação, embalagem, armazenamento e comercialização. Os alimentos

minimamente processados devem apresentar além de sua conveniência e frescor, qualidade microbiológica e sensorial (WILEY, 1994).

O processamento mínimo expõe os tecidos e libera suco celular propiciando a proliferação de microorganismos. Isto é mais evidente nas frutas, as quais são mais suculentas que as hortaliças. Daí a necessidade do emprego de tecnologia, higiene e manuseio adequados (WILEY, 1994).

2.1.2.1 Fatores que determinam a qualidade e a vida útil dos produtos minimamente processados

2.1.2.1.1 Matéria-prima

A qualidade da matéria-prima é um atributo fundamental na utilização de frutas e hortaliças para o processamento mínimo, uma vez que ela pode ser mantida, mas nunca melhorada pela aplicação desta tecnologia. Muitos fatores influenciam a qualidade da matéria-prima dos produtos minimamente processados, incluindo as condições de cultivo, práticas culturais e maturidade na colheita (CHITARRA, 2001).

A qualidade deve ser entendida como um conceito subjetivo que pode variar de acordo com o mercado consumidor e suas expectativas e exigências. Envolve atributos como aparência, sabor, aroma, textura, valor nutricional, segurança e conveniência do produto (VILAS BOAS, 2002). Para as frutas cítricas, a relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável (“ratio”) é uma característica essencial, porque auxilia na determinação do ponto ideal de colheita (BORGES; PIO, 2003). O “ratio” para laranjas pode variar entre 6 e 20, sendo ideal a faixa compreendida entre 11 e 16 (VIÉGAS, 1991).

Além disso, o estado da matéria-prima a ser processada e as características do produto selecionado têm um grande impacto na população de microorganismos, por isso a variedade, o manuseio pós-colheita e a seleção da matéria-prima são fatores fundamentais para a obtenção de produtos com boa qualidade.

2.1.2.1.2 Aspectos microbiológicos

O processamento mínimo favorece a contaminação de alimentos por microorganismos deterioradores e patogênicos, em razão do manuseio e do aumento das injúrias nos tecidos (WILEY, 1994). As frutas e hortaliças inteiras são protegidas da invasão microbiana pela casca,

que atua como barreira física à penetração e, portanto, retêm a qualidade por um período mais longo que os produtos cortados (CHITARRA, 2001).

Diversos microrganismos têm sido encontrados em produtos minimamente processados, incluindo bolores, leveduras, coliformes, bactérias lácticas, microbiotas mesofílicas e pectinolíticas, entre outros (NGUYEN-THE; CARLIN, 1994; CHITARRA, 2001). Os microrganismos encontrados em frutos são diferentes daqueles encontrados em hortaliças. Os fungos são os microrganismos predominantes em frutas, devido ao baixo pH que estas apresentam (WILEY, 1994), e também ao alto teor de água e nutrientes (ROSA; CARVALHO, 2000).

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, 1995b).

2.1.2.1.3 Higienização

O termo higienização corresponde à eliminação de agentes causadores de doenças, através de lavagem e sanitização. A lavagem é importante por reduzir a quantidade de princípio ativo necessária para a desinfecção (CHITARRA, 2001) e a sanitização é importante para diminuir a contaminação e garantir a segurança microbiológica dos produtos minimamente processados (BRACKETT, 1992; HURST, 1995a).

Os produtos utilizados para a limpeza são agentes removedores de resíduos, sabões líquidos, enquanto que os utilizados na sanitização são agentes com cloro ativo. A legislação brasileira não permite outros produtos desinfetantes a não ser os clorados, liberadores de cloro ativo, como o hipoclorito de sódio e o dicloroisocianurato (CHITARRA, 2001).

Para laranjas minimamente processadas, é recomendável que sejam sanitizadas logo após a operação de lavagem dos frutos, antes do processamento, para evitar a contaminação do hesperídeo (ARRUDA, 2007).

2.1.2.1.4 Aspectos fisiológicos

Frutas e hortaliças minimamente processadas apresentam metabolismo mais elevado que as inteiras, devido aos danos mecânicos causados pelas operações de corte e descascamento. A

injúria causada pelo corte promove aumento na produção de etileno e atividade respiratória, favorecendo assim, a rápida deterioração do vegetal (WILEY, 1994).

Uma alternativa para minimizar o dano mecânico e o desenvolvimento microbiológico é o uso de instrumentos afiados para o corte dos produtos. Isto, além de diminuir o dano, mantém a integridade celular em melhores condições e evita a perda excessiva de fluidos internos (ARTÉS; GÓMEZ; ARTÉS-FERNÁNDES, 2007).

O grande desafio no processamento mínimo de produtos vegetais é o controle das transformações bioquímicas decorrentes do estresse gerado pelo corte dos tecidos, uma vez que as transformações são rápidas, sendo particularmente perceptíveis nas células adjacentes aos tecidos danificados (CHITARRA, 2001).

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).

2.1.2.1.5 Embalagem

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 na 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 devidos ao processamento (CANTWELL, 1992; WILEY, 1994). Além disso, a embalagem é necessária para evitar danos mecânicos nos produtos durante o transporte e comercialização, evitar a contaminação microbiana e a perda de massa por transpiração.

Para laranjas minimamente processadas, a embalagem de polipropileno sob atmosfera modificada ativa ou passiva não resultou em ganho significativo nas características físico-químicas, microbiológicas e sensoriais, em função da alta capacidade de conservação da laranja evidenciando que esta fruta apresenta elevado potencial para ser processada. A embalagem de PVC foi tão eficiente quanto a embalagem de polipropileno, sendo desnecessário o uso de tecnologia de embalagem de custo elevado (ARRUDA, 2007).

2.1.2.1.6 Temperatura

O armazenamento do produto sob baixas temperaturas torna-se indispensável para manter a qualidade com aumento da vida útil, além disso, esta técnica minimiza 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. Assim, o aumento da atividade respiratória e da taxa de produção de etileno são minimizados (BRECHT, 1995; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas apresentaram vida útil de 12 dias a 5°C, sendo esta temperatura mais adequada ao armazenamento que as temperaturas de 10°C ou 21-23°C (DONADON et al., 2004b). Laranjas descascadas armazenadas a 4°C podem ser conservadas por 17 dias e se armazenadas a 21°C podem ser conservadas por apenas um dia (PAO; PETRACEK, 1997).

As baixas temperaturas devem estar em todas as fases, desde o processamento até a comercialização e o consumo, e constituem o fator mais importante para a manutenção da qualidade destes produtos.

No que diz respeito à exposição de frutas e hortaliças minimamente processadas em supermercados, verifica-se que existe uma diferença marcante no controle da temperatura em países desenvolvidos como Alemanha, Austrália, Nova Zelândia, EUA, França e Inglaterra e de países em desenvolvimento como o Brasil e a China. Enquanto nos países desenvolvidos o controle da temperatura nas gôndolas de supermercados é estrito, ou seja, varia muito pouco acima dos 5°C ou 6°C, nos países em desenvolvimento a temperatura chega a 20°C (NASCIMENTO et al., 2003) e, em casos extremos, esses produtos são comercializados em temperatura ambiente, como verificados em diversas feiras livres no Brasil (MORETTI, 2004).

2.1.3 Formas de descascamento

O descascamento completo de laranjas, ou seja, a retirada do flavedo e albedo, é dificultado devido à aderência do albedo à membrana dos segmentos. Tal dificuldade também é encontrada em tangor Murcott, que apresenta casca fina e bastante aderida ao fruto. As frutas cítricas podem ser descascadas manualmente, mecanicamente ou enzimaticamente (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005).

O descascamento manual é bastante simples e rápido para algumas tangerinas que apresentam a casca solta, porém para laranjas e tangor ‘Murcott’, o descascamento é dificultado e resulta em

grande número de frutos com injúrias, impróprios para a comercialização como produtos minimamente processados (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005; ARRUDA et al., 2008).

O descascamento mecânico é conhecido e utilizado em escala artesanal. Consiste em fixar a laranja em um pequeno equipamento que permite girar a fruta, enquanto uma lâmina retira o flavedo na forma de uma tira contínua (JACOMINO; ARRUDA; MOREIRA, 2005). Desta forma obtêm-se a laranja inteira com o albedo. Possivelmente, há como adaptar o equipamento para nível comercial.

Na utilização do descascamento enzimático, a enzima dissolve a pectina e a celulose do albedo e da região das membranas dos segmentos, facilitando o descascamento e a segmentação. No entanto, citros descascados enzimaticamente apresentam extensa perda de suco e amolecimento, apesar da aparente integridade das membranas dos segmentos e vesículas de suco (PAO; PETRACEK; BROWN, 1996). Tangores ‘Murcott’ descascados enzimaticamente apresentaram perda de suco com o tempo de armazenamento (DONADON et al., 2004a).

Arruda et al. (2008) estudaram o descascamento de laranja ‘Pêra’ pelo uso do tratamento hidrotérmico. As laranjas foram colocadas em água aquecida (50°C) por 8 minutos e, em seguida foi realizado o descascamento manual. Estes autores concluíram que o tratamento hidrotérmico reduziu o tempo de descascamento e não alterou a qualidade das laranjas.

Os mesmos autores verificaram que laranjas muito verdes e/ou com espessura da casca muito grossa têm o descascamento dificultado neste tempo de tratamento hidrotérmico. Além disso, é necessário flexibilizar o uso desta técnica para torná-la possível em escala industrial. Dessa forma, mais estudos são necessários para verificar se o aumento do tempo de tratamento altera a qualidade dos frutos, assim como avaliar esta tecnologia de descascamento em outras espécies e variedades de frutas cítricas, que possivelmente possuem características constitutivas distintas.

2.1.4 Outros usos do Tratamento Térmico em frutas

O tratamento térmico, seja pelo uso da água quente, vapor ou ar forçado, já é utilizado em frutas para o consumo *in natura* e, na maioria das vezes, não afeta a qualidade destes produtos.

Este tratamento é bastante utilizado como alternativa a outras técnicas de controle quarentenário pelo fato de possibilitar a desinfestação e o controle simultâneo de insetos e patógenos (PAULL, 1994).). Laranjas ‘Valência’ imersas em solução de dióxido de cloro por 3 minutos aliadas ao calor (aspersão em água a 60°C, por 20 segundos) parecem ter um efeito

residual maior que somente o desinfetante dióxido de cloro, e consegue reduzir os níveis de podridão pós-colheita por um período maior (SCHERRER-MONTERO et al., 2006). O tratamento de limas ácidas ‘Tahiti’, inoculadas com esporos de *Penicillium digitatum*, em água aquecida a 46°C durante 5, 10, 15, 20 e 25 minutos controlou com eficiência de 100% a infecção pelo patógeno nos frutos, ao passo que o fungicida imazalil mostrou a eficiência de 87% na erradicação da infecção instalada. Estes frutos mantiveram seus atributos de qualidade e características químicas e físico-químicas originais (RESENDE, 1995).

O uso do tratamento térmico permite uma melhor preservação de frutos, inibindo o processo de amadurecimento ou induzindo resistência às injúrias pelo frio (FALLIK, 2004). Tratamento hidrotérmico, ou seja, imersão em água a 53°C por 2 minutos, em tangores ‘Murcott’, associados ou não ao fungicida, pode incrementar a tolerância do fruto às baixas temperaturas e desta forma possibilitar o armazenamento por um período de tempo mais longo (FELÍCIO et al., 2006).

Outro efeito do tratamento térmico em frutas é na síntese de proteínas. A aplicação de tratamento térmico inibe a síntese de proteínas normais e induz a produção de proteínas de choque de calor (SALTVEIT, 2000). Frutos submetidos ao tratamento térmico apresentaram uma diminuição na porcentagem de amolecimento, que pode ser devida à inibição na síntese de enzimas hidrolíticas da parede celular, como a poligalacturonase e a α e β -galactosidase (LURIE, 1998). Tratamentos hidrotérmicos (imersão em água a 45° ou 55°C por 2 minutos) aplicados em maçãs minimamente processadas em cubos foram eficientes em reduzir o escurecimento enzimático, enquanto manteve a firmeza, a qualidade sensorial e os nutrientes como a vitamina C (ZUO; LEE; LEE, 2004). Da mesma forma, o tratamento hidrotérmico (40°C por 70 minutos), aplicado em pêssegos antes de serem minimamente processados, foi eficiente em manter a firmeza e evitar o escurecimento da superfície, além de preservar a qualidade nutricional destes frutos (STEINER et al., 2006). Abacaxis imersos em solução aquosa de cloreto de cálcio (2%) apresentaram menor índice de escurecimento interno dos frutos, pela redução da atividade da fenilalanina amônio liase, da peroxidase e da polifenoloxidase. Este efeito aumenta quando a imersão dos frutos na solução é realizada em água aquecida a 38° ou 40°C por 10 ou 20 minutos (GONÇALVES; CARVALHO; GONÇALVES, 2000).

2.2 Material e métodos

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.

2.2.1 Matéria Prima

Foram utilizados laranja ‘Pêra’, laranja ‘Valência’ e tangor ‘Murcott’ obtidos em pomar comercial da região de Engenheiro Coelho, no Estado de São Paulo.

As frutas recém colhidas foram submetidas a beneficiamento cuidadoso em casa de embalagem comercial, de forma a obter frutos lavados, selecionados e sem danos mecânicos. No laboratório de Pós-Colheita, as frutas foram novamente selecionadas, lavadas (Figura 1A), sanitizadas (Figura 1B) e resfriadas a 5°C durante 12 horas (Figura 1C), antes do processamento. Este resfriamento visa diminuir o metabolismo do fruto para minimizar as alterações causadas pelo tratamento hidrotérmico e pelo processamento.

A lavagem foi realizada em água corrente com bucha de espuma e detergente neutro. A sanitização foi feita através da imersão dos frutos em solução com desinfetante à base de hipoclorito de sódio (200 mg de cloro ativo L⁻¹), por 20 minutos.

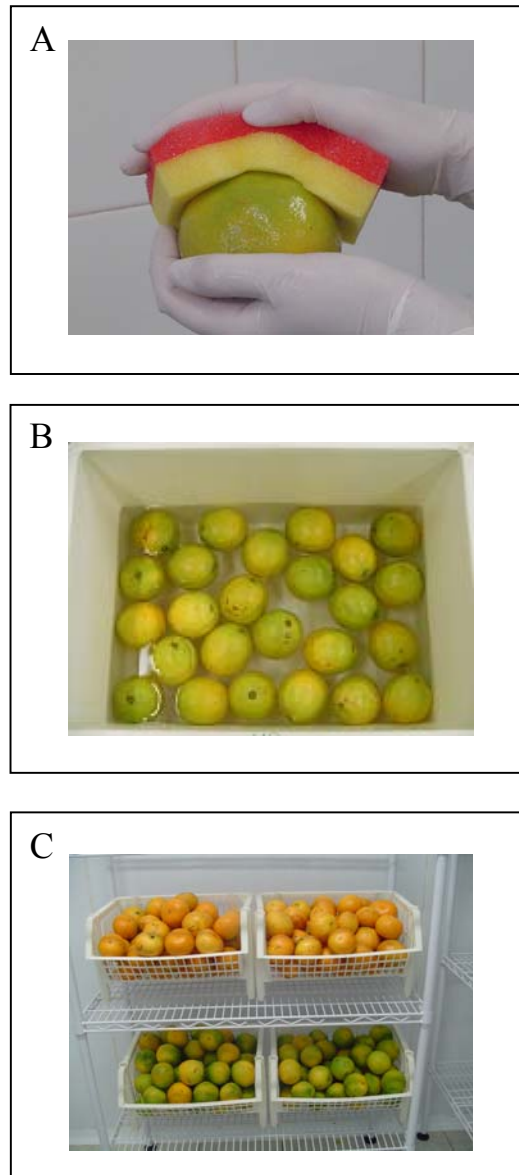


Figura 1 – Lavagem (A), sanitização (B) e resfriamento a 5°C por 12 horas (C) dos frutos

2.2.2 Tratamento Hidrotérmico

Os frutos foram submetidos ao tratamento hidrotérmico (Figura 2D) e descascados. O tratamento hidrotérmico consistiu em colocar os frutos em banho-maria a 50°C, por diferentes tempos: 0 (controle), 10, 15, 20, 25 e 30 minutos para a laranja ‘Pêra’ e laranja ‘Valência’ e 0 (controle), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos para o tangor ‘Murcott’.¹ Após, os frutos tratados foram descascados retirando-se primeiro a parte peduncular com uma faca. Em seguida, o flavedo foi retirado, manualmente, juntamente com o albedo (Figura 2E). Os frutos sem tratamento hidrotérmico foram descascados retirando-se primeiramente o flavedo, e depois o albedo foi retirado cuidadosamente para causar o mínimo de injúria possível.

Posteriormente, os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido, revestidas por filme de cloreto de polivinila (17µm de espessura) (Figura 2F) e armazenados em câmaras com temperatura controlada de 5°C (Figura 2G), com umidade entre 80 e 90%, durante seis dias. Cada variedade foi estudada separadamente em experimentos independentes.

¹ Pré-testes indicaram que 5 minutos são suficientes para facilitar o descascamento de tangor ‘Murcott’

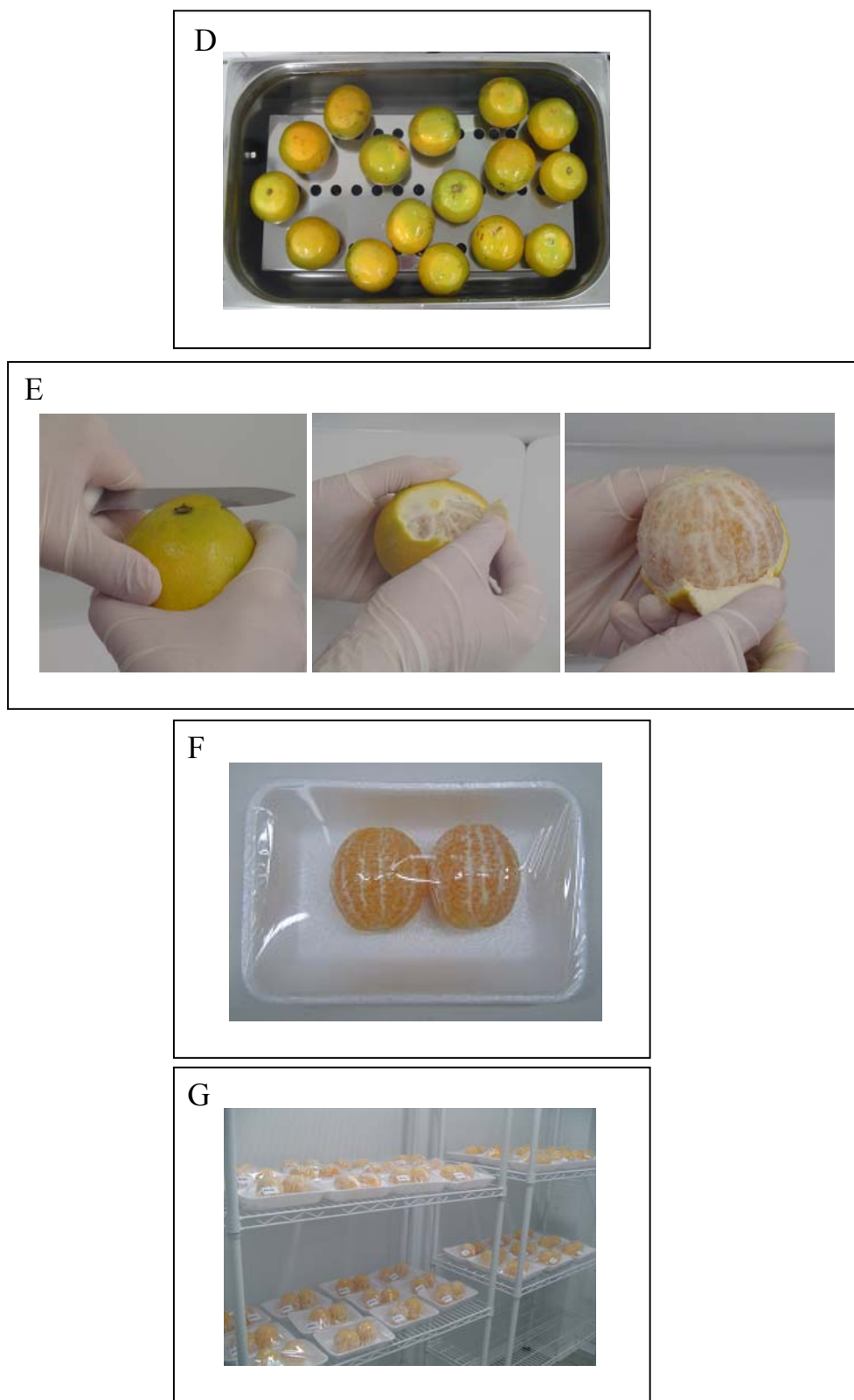


Figura 2 – Tratamento hidrotérmico (50°C) (D), descascamento manual (E), embalagem (F) e armazenamento a 5°C (G)

2.2.3 Metodologia das análises:

2.2.3.1 Análises Fisiológicas

Para a determinação da atividade respiratória e da produção de etileno foram utilizados frutos minimamente processados (descascados), submetidos ou não ao tratamento hidrotérmico, e inteiros com a casca. Desta forma, o experimento foi constituído pelos seguintes tratamentos:

- a) Para as variedades de laranja foram sete tratamentos: cinco com tratamento hidrotérmico, um sem tratamento, mais laranja inteira com a casca.
- b) Para o tangor 'Murcott' foram oito tratamentos: seis com tratamento hidrotérmico, um sem tratamento, mais fruto inteiro com a casca.

Os frutos minimamente processados foram acondicionados em recipientes herméticos de vidro com capacidade para 600 mL, com tampas de metal contendo septos de silicone. E os frutos inteiros foram acondicionados em recipientes herméticos de vidro com capacidade para 1700 mL, por se tratar de frutos maiores, já que a retirada da casca diminui o tamanho do fruto. Um fruto foi colocado em cada recipiente que permaneceu fechado durante 30 minutos para determinação da atividade respiratória e até três horas para a produção de etileno.

Foram coletadas amostras de 1 mL de ar do interior dos frascos para CO₂, e de 2 mL para etileno, através do septo de silicone, com seringa marca Hamilton, modelo Gastight, de 2,5 mL. As amostras foram injetadas em cromatógrafo a gás marca ThermoScientific, modelo Trace 2000GC, equipado com dois detectores de ionização de chama (FID) regulados para 250°C, dois injetores regulados para 100°C, duas colunas Porapack N (coluna CO₂ – 4 metros; coluna etileno – 1,8 metros) reguladas para 100°C e um metanador, somente para o CO₂, regulado para 350°C. O tempo de corrida tanto para CO₂ quanto para etileno era de aproximadamente um minuto.

A atividade respiratória foi calculada levando-se em consideração o volume do frasco, a massa de fruto e o tempo que os frascos permaneceram fechados (30 minutos). A concentração inicial de CO₂ dentro dos frascos foi medida assim que os frascos foram fechados, e o resultado foi descontado da concentração final para o cálculo da atividade respiratória sendo expressa em mL CO₂ kg⁻¹ h⁻¹.

O delineamento foi inteiramente casualizado com seis repetições de um fruto para cada tratamento e as determinações foram realizadas a cada duas horas nas primeiras dez horas e a cada 24 horas durante seis dias.

Os mesmos frutos foram utilizados durante todo o período de análise, e para evitar a perda de massa por transpiração durante o armazenamento, os frascos foram cobertos com filme de cloreto de polivinila (17 μ m de espessura).

2.2.3.2 Monitoramento da temperatura interna do fruto

O monitoramento da temperatura interna do fruto foi realizado durante o tratamento hidrotérmico para determinar a curva de aquecimento do fruto. Para a medição foram inseridos termopares tipo T (cobre-constantan) na região equatorial do fruto resfriado, a 2 cm de profundidade em relação ao epicarpo. Os termopares foram selados com cola quente para evitar a entrada de água dentro dos frutos.

Os frutos foram imersos em banho-maria a 50°C (tratamento hidrotérmico) por 30 minutos. Os dados de temperatura foram registrados por um sistema de aquisição de dados (micrologger modelo CR7, Campbell Scientific, Inc., Logan USA) que realiza as leituras de temperatura a cada um segundo. Foram utilizadas oito repetições de um fruto para cada variedade. A temperatura da água também foi monitorada com o uso de termopar. Os valores foram amostrados a cada dois minutos por um período de 30 minutos.

Os frutos foram caracterizados quanto à espessura da casca e teor de umidade:

Espessura da casca: Foi determinada com paquímetro. Os frutos foram cortados ao meio na região equatorial (maior diâmetro) e tomadas duas leituras em lados opostos dos frutos.

Teor de umidade: Os frutos foram pesados antes de serem submetidos ao tratamento hidrotérmico, esta massa foi considerada a massa fresca. Após o tratamento, os frutos foram colocados em estufa com circulação de ar, a 65°C para secagem até massa constante (massa seca). A porcentagem de suco foi calculada segundo a equação: $[(\text{massa fresca} - \text{massa seca}) / \text{massa fresca}] \times 100$.

2.2.3.3 Análises Físico-químicas

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições de dois frutos para cada tratamento. Os frutos foram armazenados por seis dias e avaliados no dia do processamento (logo após o descascamento) e no 6º dia quanto à:

Coloração externa e interna: Determinada com colorímetro Minolta, modelo CR-300. Para a coloração externa foram tomadas duas leituras por fruto em lados opostos na região de maior diâmetro. Foi considerada a média das duas leituras para cada fruto, e os resultados foram expressos em luminosidade (L). Para a coloração interna, o fruto foi cortado ao meio e uma leitura foi tomada em uma das metades do fruto. Os resultados foram expressos em cromaticidade (C).

Teor de sólidos solúveis: Os frutos foram processados em espremedor doméstico para a extração do suco. Em seguida, uma amostra deste suco foi colocada em refratômetro digital (Atago PR-101, Atago Co Ltda., Tokyo, Japan), sendo os resultados expressos em °Brix.

Acidez titulável: 10 g da polpa foram diluídas em 90 mL de água destilada. A titulação foi feita com hidróxido de sódio (0,1 N) até a solução atingir pH 8,1 (ponto de viragem da fenolftaleína). Os cálculos foram realizados segundo Carvalho et al. (1990), e os resultados expressos em g de ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa.

“Ratio”: calculado através da relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

Teor de ácido ascórbico: Foi determinado de acordo com a 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 e colocados em erlenmeyer contendo 50 mL de solução de ácido oxálico. A titulação foi efetuada com DCFI até atingir a coloração rosada persistente por 15 segundos. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 mL⁻¹ de suco.

2.2.3.4 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas realizadas foram: contagem total de microorganismos acidúricos, contagem de bactérias lácticas e número mais provável (NMP) de coliformes totais e, a 45°C.

As análises foram realizadas no dia do processamento (logo após o descascamento) e no 6º dia de armazenamento a 5°C. Foram utilizados dois frutos por tratamento para cada dia de análise, sendo 25 g de cada fruto, totalizando 50 g. Os frutos foram pesados assepticamente e

colocados em liquidificador esterilizado, com 450 mL de água peptonada (0,1%) estéril, constituindo a diluição 10^{-1} , após homogeneização. A partir da diluição 10^{-1} foi obtida a diluição 10^{-2} , pipetando-se 10 mL da solução 10^{-1} em 90 mL de água peptonada esterilizada (0,1%) e a partir desta, foi obtida a diluição 10^{-3} .

Contagem total de microrganismos acidúricos

O Agar Batata Dextrose acidificado (BDA acidificado) foi utilizado para contagem total de bolores, leveduras e bactérias acidúricas com plaqueamento em superfície.

Foram utilizados aproximadamente 20 mL de meio BDA acidificado com ácido tartárico (10%) para cada placa, que permaneceu em repouso até a completa solidificação do meio. Decorrido este tempo, a partir das diluições 10^{-1} e 10^{-2} , foi feito o plaqueamento, em duplicata, de 1 mL da diluição 10^{-1} , subdividida em 3 placas (0,3 mL, 0,3 mL, 0,4 mL), e 0,1 mL da diluição 10^{-2} , ambas por espalhamento com alça de Drigalsky. As placas foram incubadas a 25°C por cinco dias.

Decorrido o tempo de incubação, foram selecionadas as placas e feita a contagem das colônias, com o auxílio do contador de colônias Phoenix modelo CP 602. Os resultados foram expressos em UFC g⁻¹.

Contagem de Bactérias Lácticas

O grupo das bactérias lácticas inclui seis gêneros de bactérias acidúricas produtoras de ácido láctico, Gram positivas, catalase negativas e microaerófilas. São microorganismos relacionados com a produção de alimentos de alta e média acidez, da qual podem participar como coadjuvantes da fabricação ou como deteriorantes, respondendo por perdas significativas na indústria de sucos e polpas de frutas (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

Para sua determinação utilizou-se o meio Agar Soro de Laranja (OSA) desenvolvido especificamente para o cultivo e enumeração de microorganismos associados com deterioração de produtos derivados de frutas cítricas (SILVA; JUNQUEIRA; SILVEIRA, 2001).

A partir das diluições 10^{-1} e 10^{-2} das laranjas minimamente processadas foi plaqueado em profundidade 1 mL da diluição em duplicata, utilizando-se 20 mL de meio de cultura OSA. Após o plaqueamento, as placas permaneceram em repouso até a completa solidificação do meio, foram invertidas e colocadas em jarros contendo sachês geradores de microaerofilia. Foram então

incubadas em estufa termostaticada a 30°C por 48-72 horas.

Decorrido o tempo de incubação, foram selecionadas as placas e procedeu-se a contagem das mesmas, com auxílio do contador de colônias. Após a contagem, foi feito o teste de catalase em cinco colônias, para confirmar se tratava realmente de bactérias lácticas. Para a realização do teste colocou-se uma gota de peróxido de hidrogênio (3%) nas cinco colônias e foi observado se ocorreu borbulhamento imediato (teste positivo) ou não (teste negativo). Para facilitar a visualização foi utilizada uma lupa de aumento manual. 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.

NMP de coliformes totais e a 45°C

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

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

Para o teste presuntivo foram utilizadas séries de três tubos de ensaio, os quais continham um tubo de Durham e Caldo Lactose, um meio cuja fonte de carbono é a lactose, que é fermentada pelas bactérias do grupo coliforme, com produção de gás.

Em cada tubo da primeira série foi adicionado 1 mL da diluição 10⁻¹, e em cada grupo da segunda série foi adicionado 1 mL da diluição 10⁻², e em cada grupo da terceira série, 1 mL da diluição 10⁻³.

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

Caso houvesse tubos positivos do teste presuntivo, ou seja, esvaziamento do tubo de Durham, alíquotas destes tubos deveriam ser inoculadas em tubos de Caldo Verde Brilhante Lactose Bile (CVBLB), em concentração simples, e tubos de Caldo *Escherichia coli* (EC). Os tubos CVBLB deveriam ser incubados a 35-37°C por 24-48h para o teste confirmativo de

coliformes totais e os tubos EC em banho-maria a 45°C por 24h para o teste confirmativo de coliformes a 45°C.

2.2.3.5 Análise Sensorial

Foi realizada análise sensorial para os atributos aparência e sabor no primeiro e no sexto dia de armazenamento a 5°C. Os frutos tratados por 30 minutos foram comparados aos frutos que não sofreram tratamento hidrotérmico. De acordo com o resultado, seria feita a análise com os outros tratamentos até aquele que não apresentasse diferença significativa de sabor em relação ao controle.

A análise 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 diferente. No procedimento do teste pede-se para o julgador identificar a amostra diferente (FERREIRA et al., 2000). Uma equipe de 30 provadores não treinados foi solicitada a indicar a amostra diferente.

As porções oferecidas aos julgadores foram de aproximadamente 20 g. A ordem de apresentação das amostras foi casualizada e balanceada de acordo com o delineamento: ABA, BAB, AAB, BBA, ABB e BAA, sendo A: fruto submetido a 30 minutos de tratamento hidrotérmico e B: fruto descascado sem tratamento hidrotérmico (controle).

Para a aparência, foi aplicado um teste de preferência pareada para testar a escolha de uma amostra sobre a outra (FERREIRA et al., 2000). Ainda para a aparência foi aplicado um teste de aceitabilidade. Para tanto foi utilizado uma escala de notas, onde: 5-ótima; 4-boas; 3-regular; 2-ruim; 1-péssima. Foram apresentados aos julgadores aproximadamente 10 frutos tratados e 10 frutos não tratados para que os julgadores avaliassem a aparência dos frutos (Figura 9). Para ambos os testes foram utilizados 30 julgadores.

2.2.3.6 Tempo de descascamento e rendimento em frutos comercializáveis

Este experimento foi fragmentado visando abranger pelo menos dois lotes de cada variedade de laranja e de tangor ‘Murcott’, devido à variação de aderência do flavedo e albedo no fruto da mesma variedade. Existem lotes que apresentam maior ou menor dificuldade de descascamento.

Foram utilizadas cinco pessoas, sendo que cada uma descascou dez frutos de cada tratamento e de cada variedade totalizando aproximadamente 900 frutos. Foi calculada a média do tempo

gasto por fruto em cada tratamento e o rendimento em frutos comercializáveis. Frutos que apresentaram injúria maior ou igual 1 cm² ou mais de três injúrias menores que 1 cm² foram considerados impróprios para a comercialização.

O delineamento foi em blocos casualizados, sendo cada pessoa considerada um bloco. A seqüência dos tratamentos em cada bloco foi aleatorizada.

2.2.4 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%). O número de repetições variou de quatro a oito e cada repetição foi composta por um a dez frutos, dependendo da variável analisada. Em relação à análise sensorial, a análise estatística realizada para o teste de sabor (teste triangular) foi baseada no número de julgamentos corretos comparado ao número de julgamentos totais (O'MAHONY, 1986) (Tabela 1). Para o teste de preferência pareada, os resultados foram interpretados de acordo com Meilgard; Civille e Carr (1991) (Tabela 1). Para o teste de aceitabilidade, os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%).

Tabela 1 – Número mínimo de julgamentos corretos para estabelecer diferença significativa para o teste triangular e 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	Triangular (sabor)	15
	Preferência Pareada (aparência)	21

Fonte: Meilgard; Civille e Carr (1991); O'Mahony (1986).

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Análises Fisiológicas

A atividade respiratória dos frutos foi aumentada pelo tratamento hidrotérmico, sendo que quanto maior o tempo de tratamento, maior a elevação da atividade respiratória. Entretanto, este efeito restringiu-se apenas às primeiras horas após o tratamento. Nas laranjas 'Pêra' e 'Valência', a atividade respiratória dos frutos tratados igualou-se a dos frutos não tratados já na quarta e na sexta hora após o processamento, respectivamente ($P < 0,05$) (Figura 3A e C). Os tangores 'Murcott' tratados atingiram atividade respiratória estatisticamente igual a dos não tratados na

oitava hora após o descascamento ($P < 0,05$) (Figura 3E). Os tangores ‘Murcott’ possuem a casca mais fina quando comparados às laranjas, portanto, é provável que tenha ocorrido maior aquecimento na superfície do fruto, o que resulta em maior metabolismo e atraso na estabilização.

Resultados semelhantes foram publicados por Arruda et al. (2008) onde a atividade respiratória de laranjas ‘Pêra’ tratadas hidrotêrmicamente (50°C por oito minutos) foi maior que das laranjas sem tratamento somente na primeira hora após o processamento. A partir da segunda hora os valores igualaram-se.

Ao contrário, o tratamento hidrotêrmico a 50°C por 60 minutos, aplicado em melões antes de serem minimamente processados, reduziu a atividade respiratória dos frutos quando comparados àqueles sem o tratamento (LAMIKANRA et al., 2005).

Com um dia após o processamento, os frutos minimamente processados das três variedades já apresentavam atividade respiratória igual a dos frutos inteiros, com a casca ($P < 0,05$) (Figura 3B, D e F). O processamento de tangerinas ‘Poncã’ afetou a atividade respiratória destes frutos somente nas primeiras horas após o processamento, sendo que 24 horas depois atingiu valores próximos àqueles observados antes do processamento (PINHEIRO, A.L. et al., 2006).

O efeito do estresse do processamento não perdurou durante o armazenamento destes produtos, ao contrário de outros frutos que mantêm este estresse durante todo o período de armazenamento. Abacates minimamente processados apresentaram maior atividade respiratória que os frutos intactos durante os 4 dias de armazenamento a 0° , 5° ou 10°C (PINHEIRO A.C.M. et al., 2006).

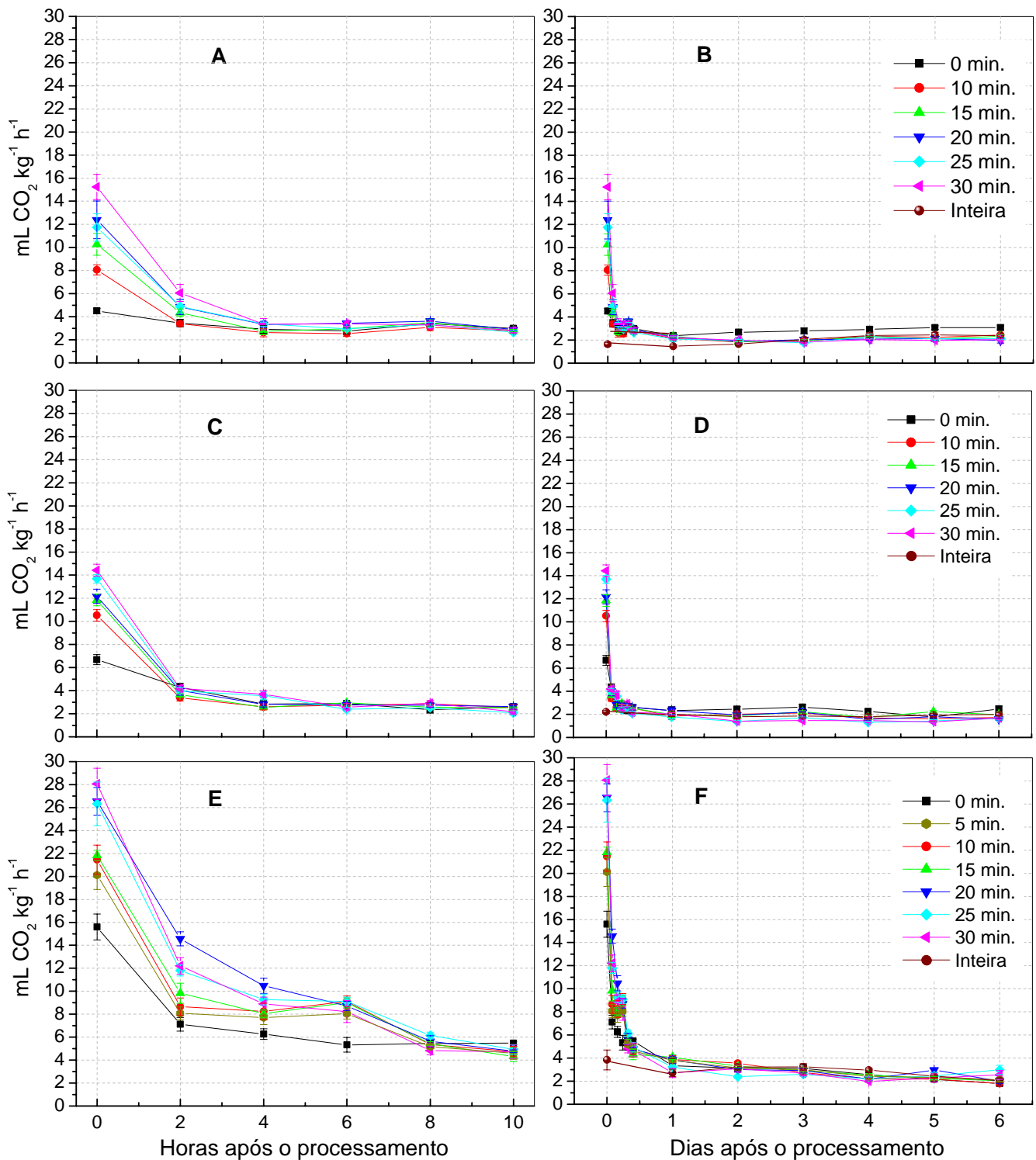


Figura 3 – Atividade respiratória de laranja ‘Pêra’ (A e B), laranja ‘Valência’ (C e D) e tangor ‘Murcott’ (E e F). Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=6). O tempo zero representa a medida realizada após o descascamento. 0 min. = controle

Produção de Etileno

A produção de etileno nas frutas cítricas é considerada baixa, menor que $0,1 \mu\text{LC}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (KADER, 1992), por serem frutos não-climatéricos. Por isso, pré-testes foram realizados a fim de verificar o tempo necessário de acondicionamento dos frutos nos frascos para a quantificação do etileno. Laranjas ‘Pêra’, laranjas ‘Valência’ e tangores ‘Murcott’ foram descascados e imediatamente colocados nos recipientes herméticos de vidro que continham bolas de vidro (Figura 4A) com a finalidade de diminuir o espaço livre dentro dos mesmos e concentrar os gases produzidos pelos frutos. Os recipientes ficaram fechados e a cada hora foram coletadas amostras de gás do interior de cada recipiente (Figura 4B). Porém, até a terceira hora não foi detectado etileno em nenhuma das amostras.



Figura 4 – Armazenamento dos frutos em frascos herméticos contendo bolas de vidro para diminuir o espaço livre dentro dos mesmos e concentrar os gases produzidos pelos frutos, para facilitar a quantificação da produção de etileno (A). Detalhe do septo de silicone na tampa pelo qual eram coletadas amostras de gases para quantificação da atividade respiratória (CO_2) e etileno (B)

Neste período foi realizado também o monitoramento da concentração de CO_2 no interior dos frascos utilizando-se um analisador de gases marca PBI-Dansensor, modelo Check Mate. Na terceira hora, a concentração de CO_2 , no interior dos recipientes variou de 2 a 3,5%. Estes níveis de CO_2 são considerados altos, podendo inclusive inibir a produção de etileno.

O modo de ação do CO_2 sobre a regulação de biossíntese do etileno ainda não está bem definido. Várias hipóteses têm sido formuladas e a maioria tem como ponto em comum o fato de que o CO_2 regula a biossíntese de etileno, pelo menos em parte, impedindo a sua ação, mediante a regulação da ACC sintase, considerada como uma enzima limitante da produção de etileno (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Moderadas concentrações de CO₂ já são suficientes para reduzir a atividade respiratória e inibir a produção do etileno. Atmosferas com altas concentrações de CO₂ inibem a atividade da ACC sintase enquanto que, a atividade da ACC oxidase é estimulada por baixas concentrações de CO₂ e inibida por altas concentrações de CO₂ e/ou baixas concentrações de O₂. Portanto, elevadas atmosferas de CO₂ inibem a produção do etileno (KADER; SALTVEIT, 2003).

Além disso, a conversão de ACC em etileno é susceptível a temperaturas maiores que 30°C (YU; ADAMS; YANG, 1980), pois enzimas como ACC sintase e oxidase podem ser inibidas pelo tratamento térmico (ZHOU et al., 2002). Porém, a inibição da formação de etileno é revertida quando a aplicação de calor é suspensa (CHAN JR., 1986). Por isso, os frutos ficaram armazenados a 5°C e no dia seguinte foi feita nova tentativa de medir a produção de etileno da mesma forma, ou seja, os frascos foram novamente fechados durante 3h. Porém, não foi detectado o fitohormônio.

Vale ressaltar que o nível mínimo de etileno que o equipamento detectava era de 0,05 ppm, com precisão.

Não foi detectado produção de etileno em laranjas 'Pêra', armazenadas a 6°C, com a casca, descascada com o albedo, descascada sem o albedo e em segmentos. Por outro lado, quando laranjas descascadas sem o albedo foram armazenadas a 21°C e 31°C, detectou-se etileno, porém de forma inconstante durante o armazenamento (ARRUDA, 2007).

A produção de etileno em limões inteiros foi de 40-45 nL kg⁻¹ h⁻¹, enquanto que em limões minimamente processados a produção de etileno foi de 150-210 nL kg⁻¹ h⁻¹ até o sétimo dia de armazenamento a 5°C (ARTÉS-HERNÁNDES; RIVERA-CABRERA; KADER, 2007).

2.3.2 Monitoramento da Temperatura interna do fruto

A temperatura interna aumentou significativamente ($P < 0,01$) para as três variedades e chegou, após 30 minutos de aquecimento, a aproximadamente 35°C , nas medidas realizadas a 2 cm de profundidade em relação ao epicarpo. As laranjas ‘Pêra’ e ‘Valência’ apresentavam temperatura interna de $7,5^{\circ}\text{C}$ antes de serem submetidas ao tratamento hidrotérmico, e o tangor ‘Murcott’ apresentava temperatura interna de $8,1^{\circ}\text{C}$. Os frutos estavam armazenados a 5°C , foram retirados da câmara e manuseados para colocação do termopar em seu interior e para selagem com cola quente. Esta variação entre a temperatura de armazenamento (5°C) e a temperatura interna inicial dos frutos se deve a este manuseio.

Para a laranja ‘Pêra’ houve um aumento de $27,5^{\circ}\text{C}$ após 30 minutos de tratamento (Figura 5A). Para a laranja ‘Valência’ houve aumento de $28,5^{\circ}\text{C}$ (Figura 5B) e para o tangor ‘Murcott’ $26,7^{\circ}\text{C}$ (Figura 5C). Para as três variedades houve maior aumento da temperatura nos primeiros minutos de tratamento, e ao longo do tempo este aumento ficou menos intenso. Toranja, laranja, mamão e manga imersos em água quente (48°C) também apresentaram maior aumento da temperatura interna (1,6 cm de profundidade) nos primeiros minutos de aquecimento. Ao longo do tempo este aumento ficou menos expressivo (SHELLIE; MANGAN, 2000).

A temperatura interna de pêssegos tratados com água quente teve um maior aumento nos primeiros minutos de tratamento. Já a temperatura interna de pêssegos tratados com ar quente teve maior aumento na primeira hora de tratamento. As medidas foram realizadas a 1,4 cm da superfície e logo abaixo da casca do fruto. Os frutos tratados com água quente tiveram a temperatura interna aumentada mais rapidamente do que aqueles tratados com ar quente, devido à alta taxa de transferência de calor da água aquecida em relação ao ar quente (ZHOU et al., 2002).

A temperatura da polpa ao final de 30 minutos de aquecimento (35°C) é semelhante à temperatura comumente observada em frutos no momento da colheita e em outras partes da cadeia de produção e comercialização dos frutos. Portanto, é de se esperar que essa temperatura não resulte em alteração da qualidade das frutas cítricas minimamente processadas. Além do mais, imediatamente após o descascamento, essas frutas são novamente refrigeradas.

O teor de umidade influencia todas as propriedades térmicas do fruto como o calor específico (SARRIA, 2003) que é a quantidade de calor que faz variar em 1°C a temperatura da massa de 1 g de substância. Devido ao alto calor específico da água, o elevado teor de umidade dos frutos

dificulta o aquecimento interno destes. O teor de umidade nos frutos estudados variou de 85,3% a 87,3% (Tabela 2).

Do mesmo modo, a casca dos frutos forma uma proteção térmica e dificulta a transferência de calor (ARRUDA et al., 2008). A espessura da casa dos frutos variou de 3,2 a 3,9 mm (Tabela 2).

Tabela 2 – Teor de umidade e espessura da casca das três variedades estudadas¹

	Teor de umidade	Espessura da casca (mm)
Laranja ‘Pêra’	86,6 ± 1,5	3,7 ± 0,7
Laranja ‘Valência’	87,3 ± 1,1	3,9 ± 0,7
Tangor ‘Mucott’	85,3 ± 1,9	3,2 ± 0,5

¹Os valores são referentes às médias das repetições mais ou menos o desvio padrão.

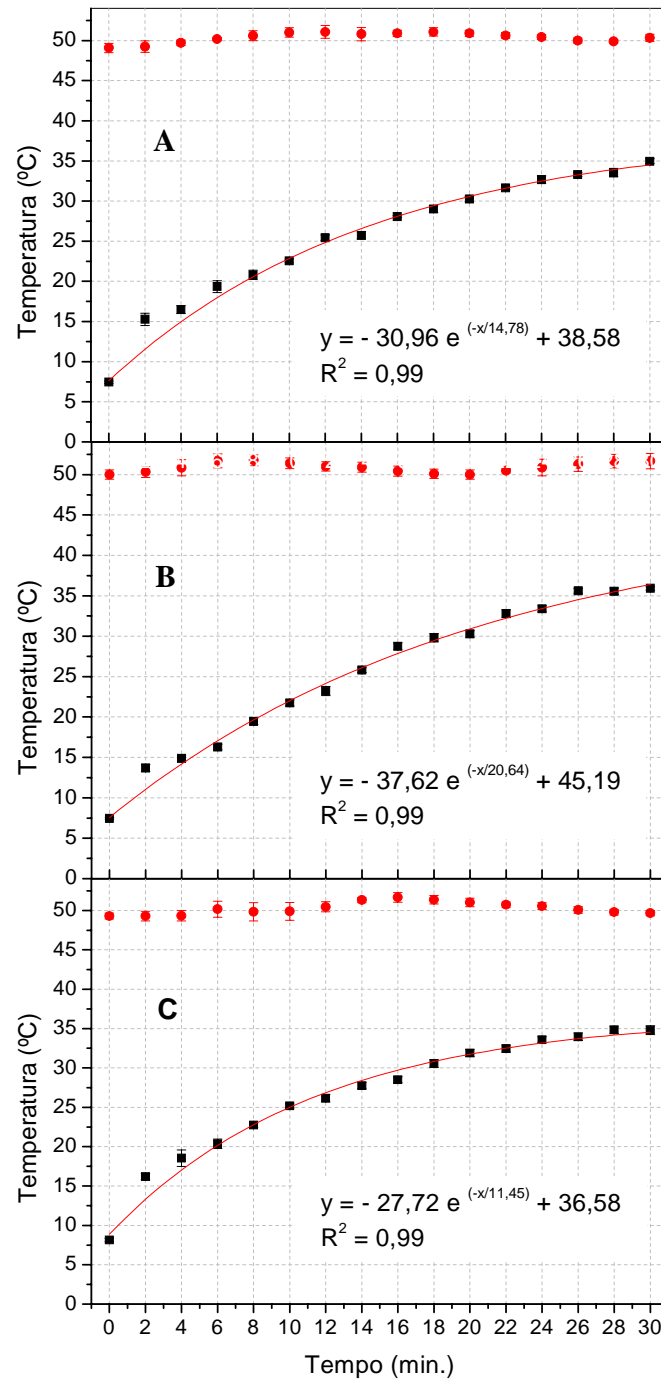


Figura 5 – Temperatura interna (2 cm de profundidade em relação ao epicarpo) dos frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico (50°) por 30 minutos. Laranja 'Pêra' (A), laranja 'Valência' (B) e tangor 'Murcott' (C). Os pontos vermelhos no gráfico representam a temperatura do banho-maria. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=8)

2.3.3 Análises Físico-químicas

A coloração externa foi medida pelo valor de luminosidade (L) que vai de zero (preto) a 100 (branco). Para as laranjas ‘Pêra’ e ‘Valência’, os frutos sem tratamento apresentaram maior valor de L que os frutos tratados ($P < 0,05$), indicando maior presença da cor branca nos frutos. Isso provavelmente seja devido à maior quantidade de albedo remanescente nos frutos sem tratamento (Figura 6).

No caso do tangor ‘Murcott’ não foi observado efeito do tratamento nesta variável ($P > 0,05$). Nesta variedade havia pouco resquício de albedo nos frutos descascados sem tratamento hidrotérmico, por isso estes frutos não diferiram estatisticamente dos frutos tratados.

Laranja ‘Pêra’ e laranja ‘Valência’ sem tratamento (0 minuto) apresentaram o valor de luminosidade (L) aumentado com o tempo de armazenamento ($P > 0,05$). Tangores ‘Murcott’ não tratados mantiveram o valor de L com o armazenamento.

Para as três variedades, o valor de L não foi alterado com o tempo de armazenamento para os frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico (Figura 6).

A cor interna (da polpa), medida pelo valor de cromaticidade (C) não foi influenciada pelos tratamentos hidrotérmicos, nem pelo tempo de armazenamento ($P > 0,05$) (Figura 7), para as três variedades estudadas.

ROCHA et al. (1995) também não encontraram alteração na coloração interna de laranjas minimamente processadas armazenadas a 4°C durante 13 dias de armazenamento.

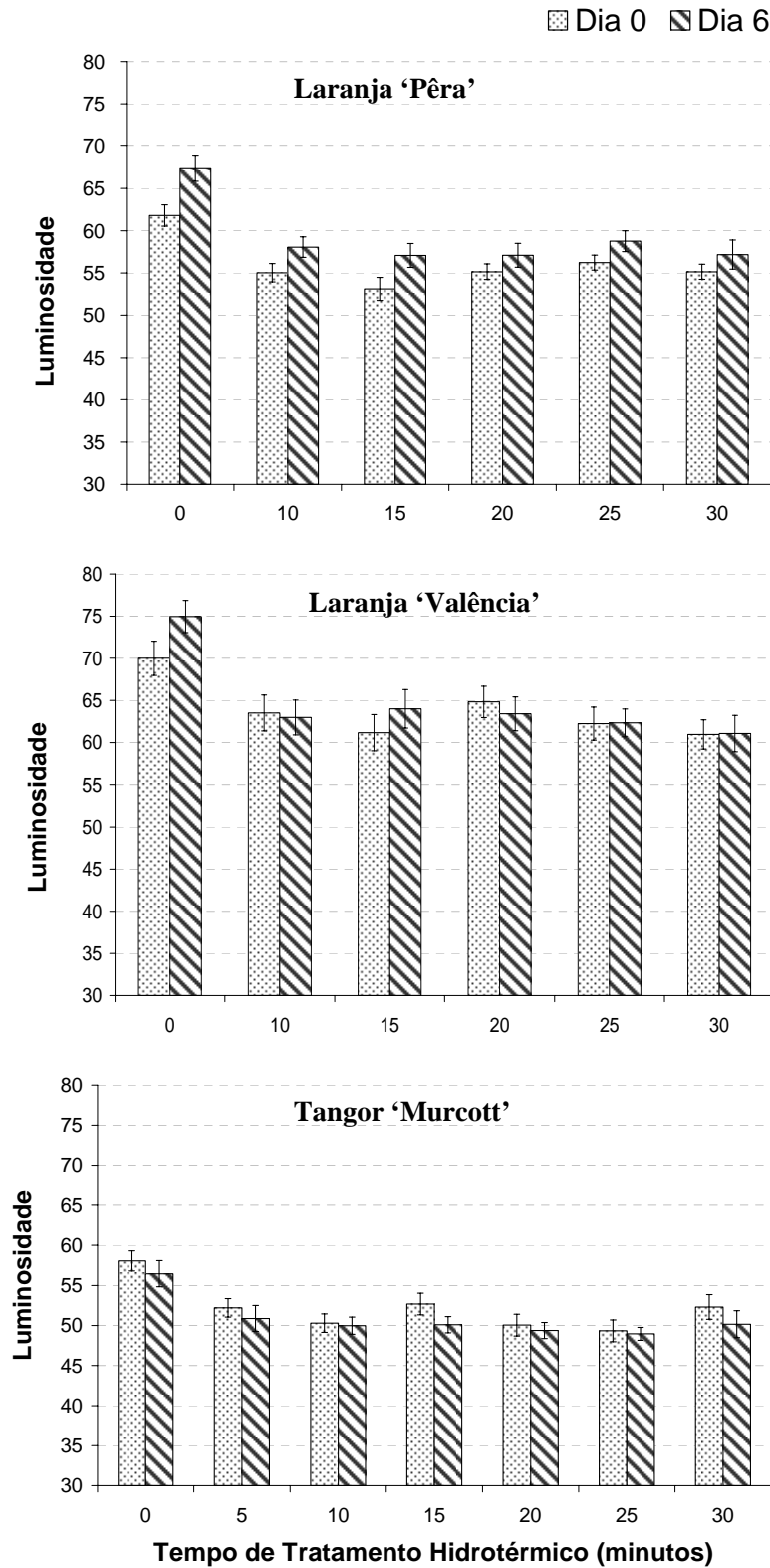


Figura 6 – Coloração externa dos frutos minimamente processados submetidos ou não ao tratamento hidrotérmico e armazenados a 5°C. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=4). O tempo zero (Dia 0) representa a medida realizada após o descascamento. 0 minuto = controle

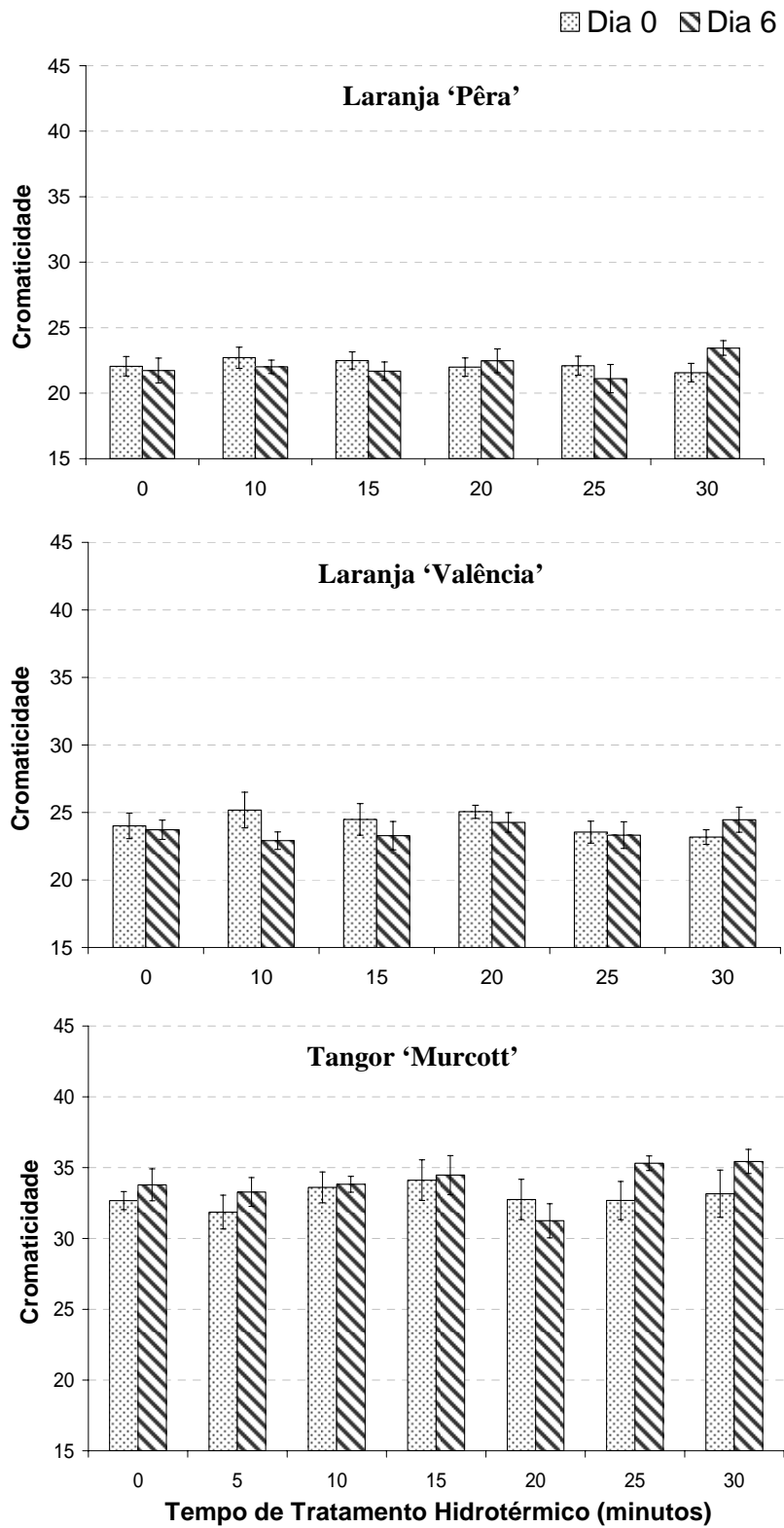


Figura 7 – Coloração interna dos frutos minimamente processados submetidos ou não ao tratamento hidrotérmico e armazenados a 5°C. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=4). O tempo zero (Dia 0) representa a medida realizada após o descascamento. 0 minuto = controle

O teor de sólidos solúveis não foi influenciado pelos tratamentos hidrotérmicos, nem pelo tempo de armazenamento nas três frutas estudadas ($P>0,05$) (Figura 8).

Laranjas ‘Shamouti’ e ‘Salustiana’ minimamente processadas e armazenadas a 4°C por 12 dias, não apresentaram mudança nos teores de sólidos solúveis neste período de armazenamento (DEL CARO et al., 2004). Assim como, tangores ‘Murcott’ minimamente processados, armazenados a 6°C durante nove dias, não apresentaram diferença nos teores de sólidos solúveis com o armazenamento (KLUGE et al., 2003).

Laranjas ‘Salustiana’ minimamente processadas inteiras (descascadas enzimaticamente), ou em gomos (descascadas manualmente), não apresentaram diferenças significativas de sólidos solúveis nos primeiros 11 dias de armazenamento a 4°C (PRETEL et al., 1998).

A acidez titulável não foi influenciada pelo tratamento hidrotérmico, nem pelo armazenamento, nas variedades estudadas ($P>0,05$) (Figura 9).

Laranjas ‘Shamouti’ minimamente processadas e armazenadas a 4°C por 12 dias, não tiveram o teor de acidez titulável alterados durante o período de armazenamento (DEL CARO et al., 2004).

Laranjas ‘Salustiana’ minimamente processadas inteiras (descascadas enzimaticamente), ou em gomos (descascadas manualmente), não apresentaram diferenças de acidez titulável nos primeiros 11 dias de armazenamento a 4°C (PRETEL et al., 1998).

A relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (“ratio”) não foi influenciada pelos tratamentos hidrotérmicos, nem pelo tempo de armazenamento ($P>0,05$) nas variedades estudadas (Figura 10).

Tangores ‘Murcott’ minimamente processados e armazenados a 6°C durante 9 dias, apresentaram relação sólidos solúveis e acidez titulável estável durante o armazenamento (KLUGE et al., 2003). Tangerinas ‘Clemenules’ minimamente processadas não apresentaram diferença na relação entre acidez titulável e sólidos solúveis após seis dias a 5°C, mais 2 dias de comercialização simulada a 10°C (TIBOLA et al., 2006).

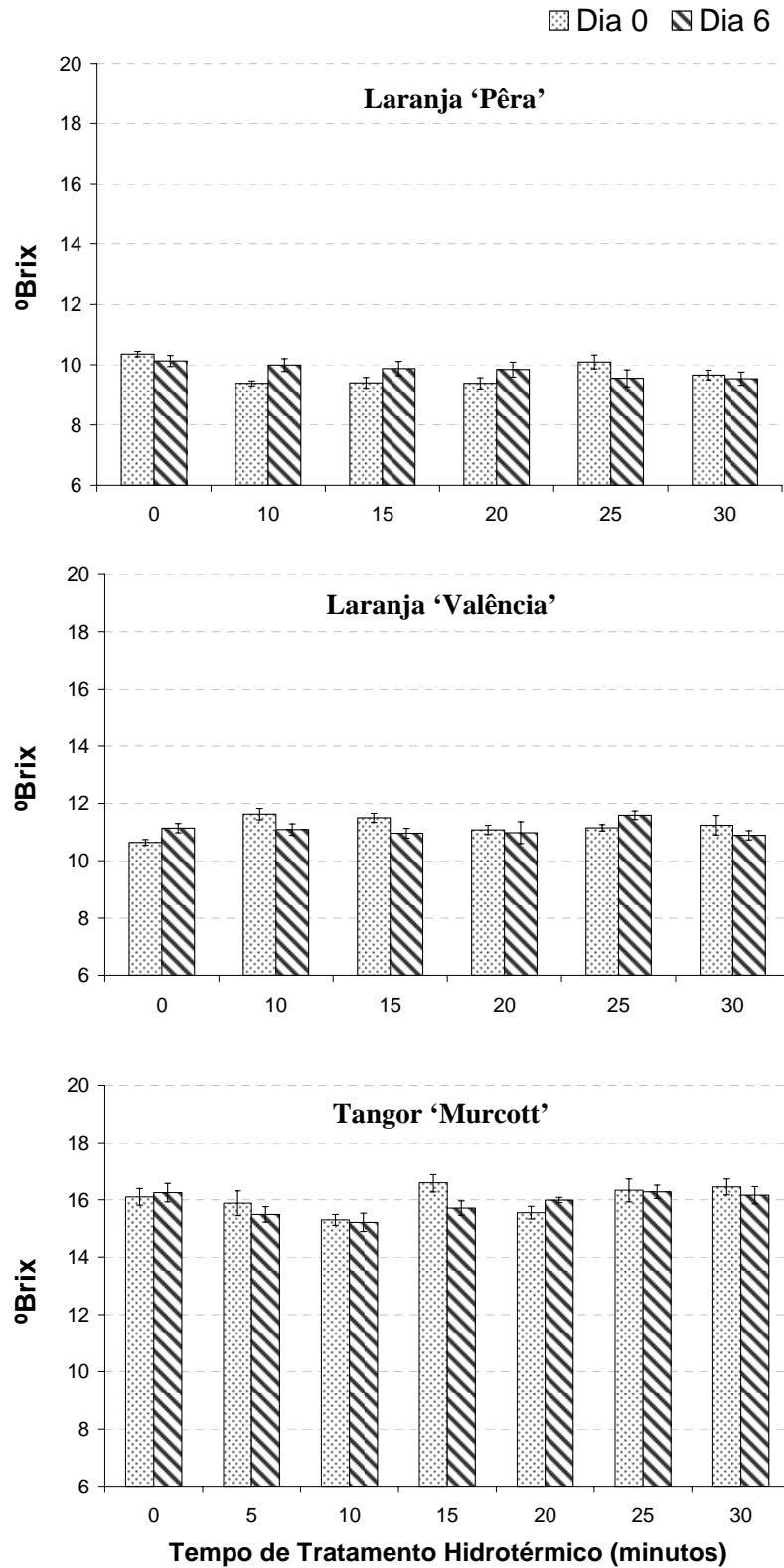


Figura 8 – Teor de sólidos solúveis dos frutos minimamente processados submetidos ou não ao tratamento hidrotérmico e armazenados a 5°C. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=4). O tempo zero (Dia 0) representa a medida realizada após o descascamento. 0 minuto = controle

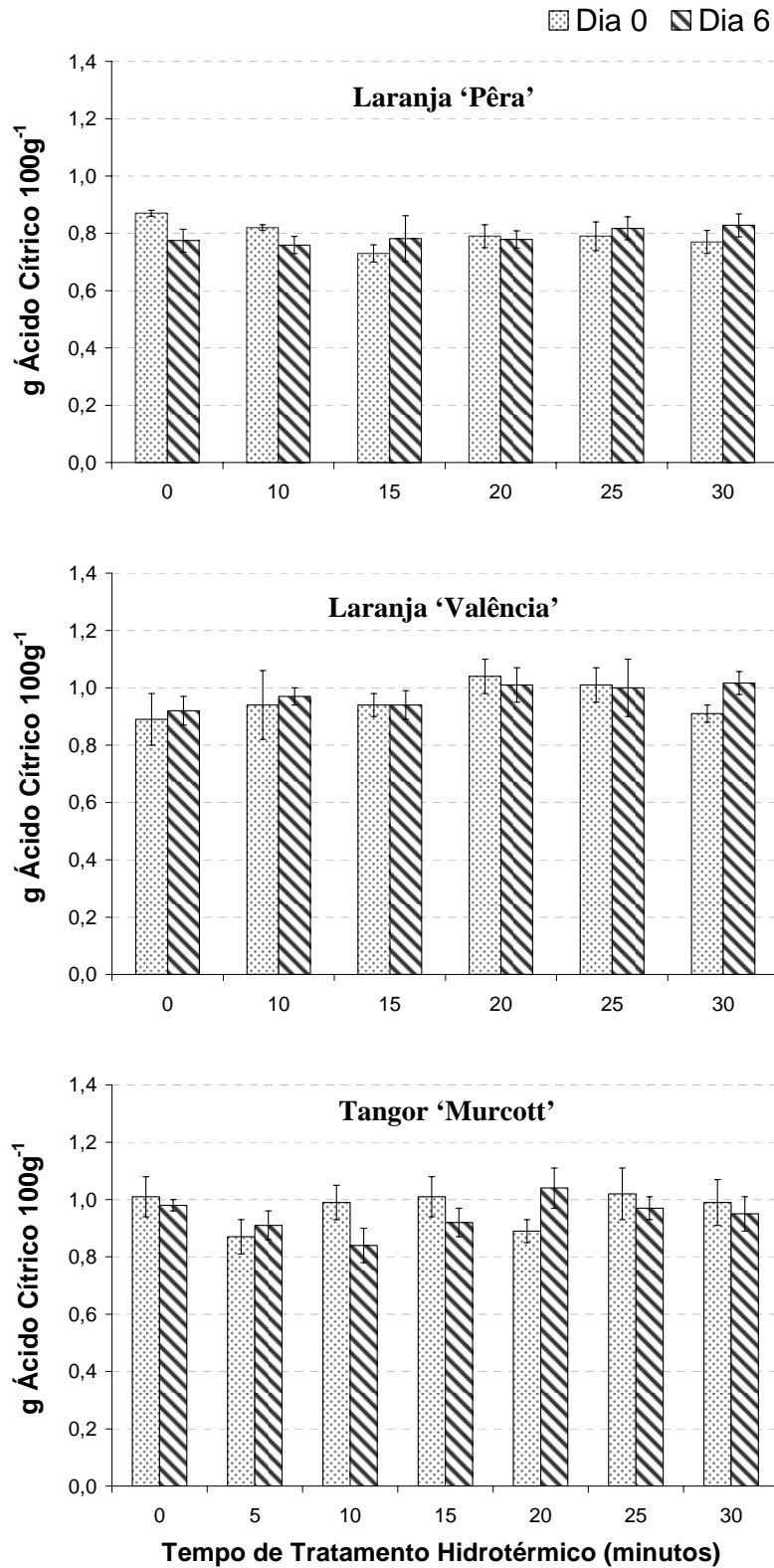


Figura 9 – Teor de acidez titulável dos frutos minimamente processados submetidos ou não ao tratamento hidrotérmico e armazenados a 5°C. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=4). O tempo zero (Dia 0) representa a medida realizada após o descascamento. 0 minuto = controle

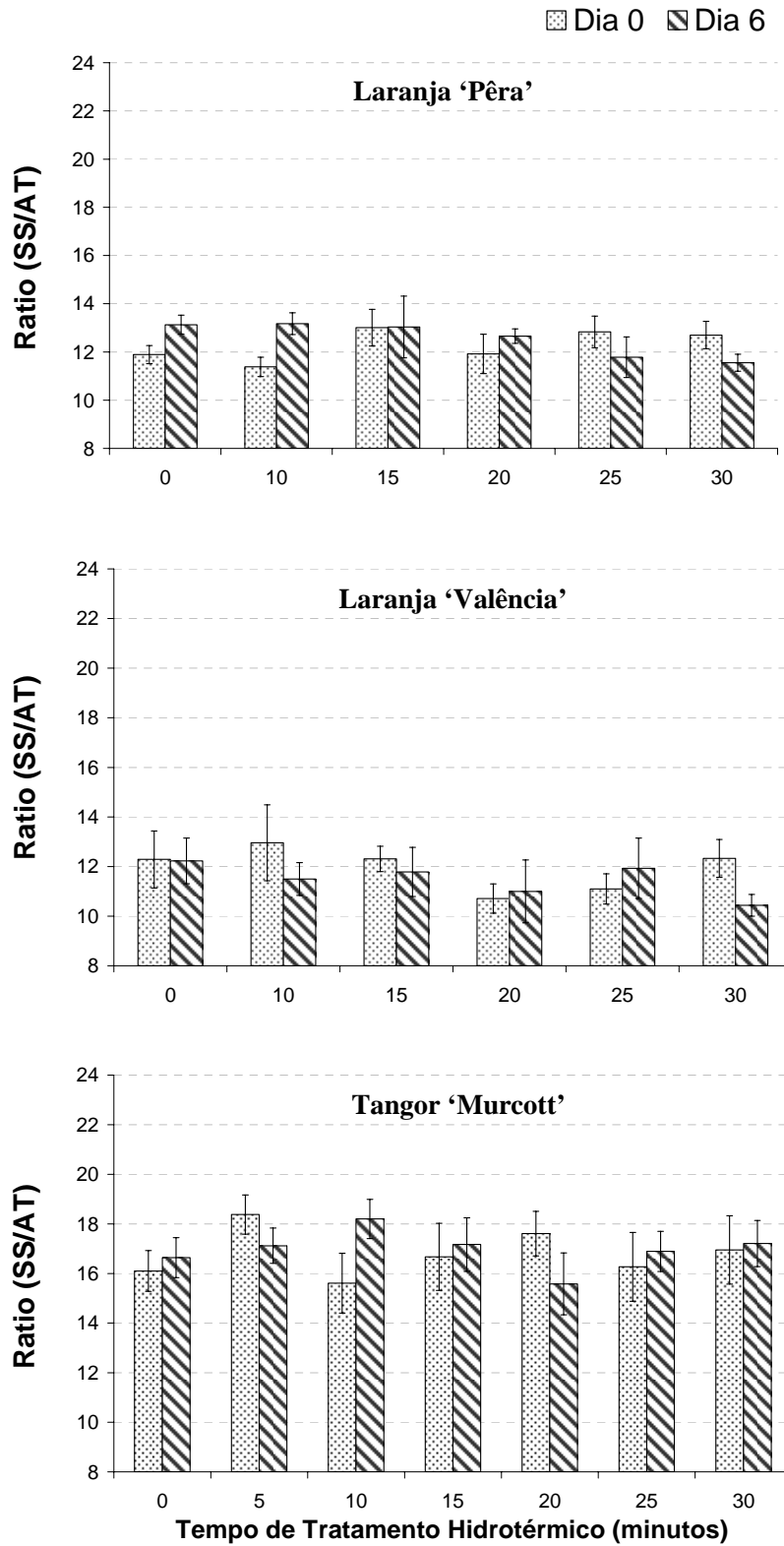


Figura 10 – Relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (“Ratio”) dos frutos minimamente processados submetidos ou não ao tratamento hidrotérmico e armazenados a 5°C. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=4). O tempo zero (Dia 0) representa a medida realizada após o descascamento. 0 minuto = controle

O teor de ácido ascórbico não foi influenciado pelo tratamento hidrotérmico, pois não apresentou diferenças entre os tratamentos, nem durante o período de armazenamento ($P>0,05$) (Figura 11).

Laranjas ‘Shamouti’ minimamente processadas e armazenadas a 4°C por 12 dias, mantiveram seu teor de vitamina C neste período de armazenamento. E laranjas ‘Salustiana’ e tangor ‘Minneola’, armazenados nesta mesma temperatura, mantiveram seu teor de vitamina C até o oitavo dia, com redução apenas no décimo segundo dia (DEL CARO et al., 2004).

Laranjas ‘Pêra’ minimamente processadas em gomos, recobertas com películas comestíveis e armazenadas a 5°C mantiveram constantes os teores de ácido ascórbico durante sete dias (LEME et al., 2007).

Pêssegos tratados por 10 minutos a 50°C antes de serem minimamente processados mantiveram o teor de ácido ascórbico constante durante seis dias a 5°C (KOUKOUNARAS, DIAMANTIDIS; SFAKIOTAKIS, 2007).

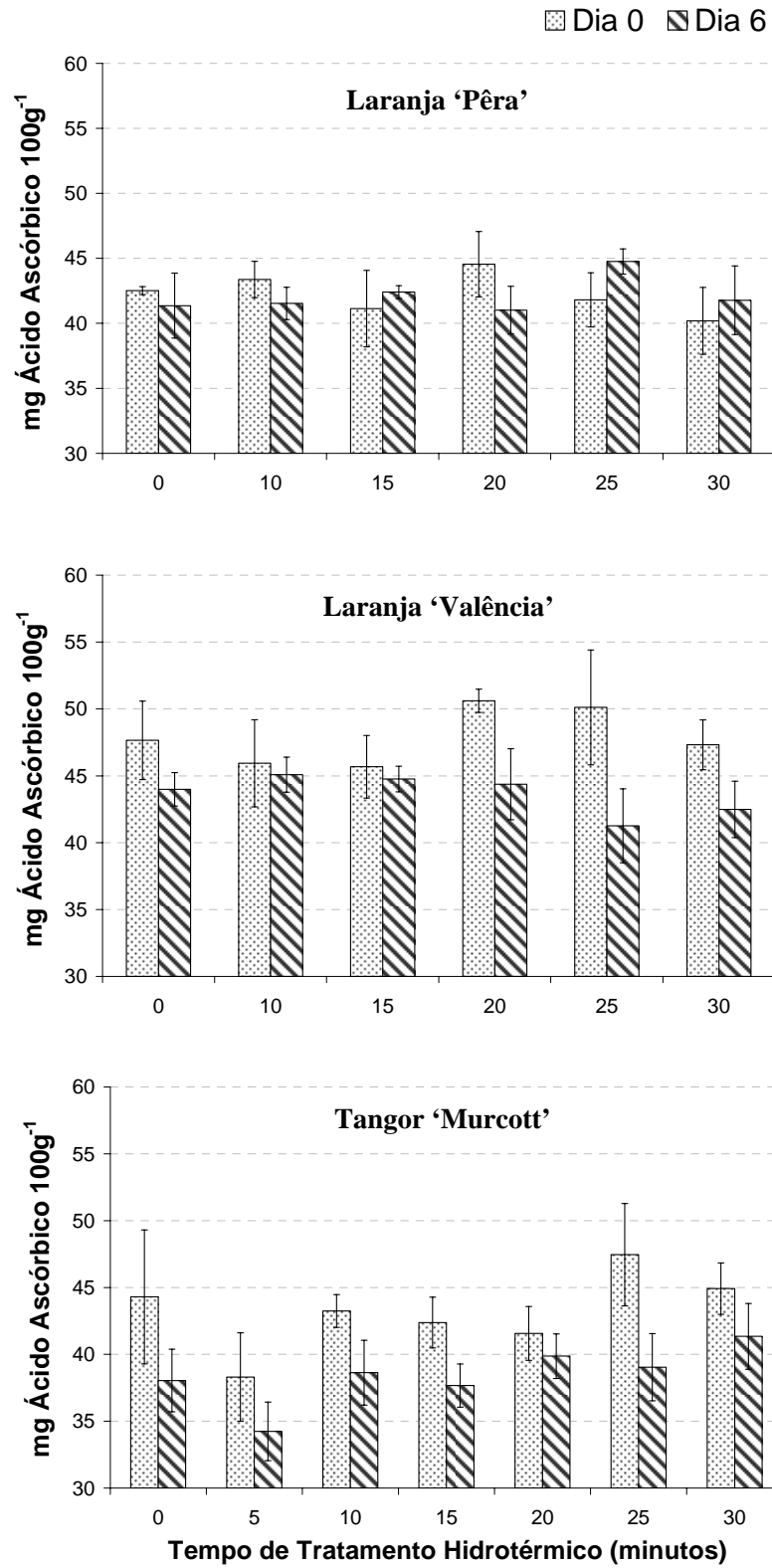


Figura 11 – Teor de ácido ascórbico dos frutos minimamente processados submetidos ou não ao tratamento hidrotérmico e armazenados a 5°C. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=4). O tempo zero (Dia 0) representa a medida realizada após o descascamento. 0 minuto = controle

2.3.4 Análises Microbiológicas

Os níveis de contaminação foram baixos tanto para os microrganismos acidúricos (bolores, leveduras e bactérias acidúricas), quanto para as bactérias lácticas, atingindo no máximo $5,8 \times 10^2$ UFC (unidades formadoras de colônias) g^{-1} (Tabelas 3 e 4).

Não existem na legislação padrões para bactérias no que diz respeito à quantidade máxima de microrganismos presentes em um alimento, porém vários autores consideram que produtos minimamente processados com quantidades elevadas ($>10^5$ UFC g^{-1}) são impróprios para o consumo (MORTON, 2001; CARUSO; CAMARGO, 1984).

Tabela 3 – Contagem total de microrganismos acidúricos nas frutas minimamente processadas, armazenadas a 5°C

Laranja ‘Pêra’		
Tempo de Tratamento hidrotérmico (minutos)	Dias de armazenamento	
	0	6
0	2,0 x 10 (est.)	2,8 x 10 ²
10	4,0 x 10	4,5 x 10
15	3,5 x 10	4,5 x 10
20	2,0 x 10 (est.)	3,5 x 10
25	1,0 x 10 (est.)	1,5 x 10 (est.)
30	1,0 x 10 (est.)	3,0 x 10
Laranja ‘Valência’		
Tempo de Tratamento hidrotérmico (minutos)	Dias de armazenamento	
	0	6
0	1,2 x 10 ²	7,5 x 10
10	1,0 x 10 ²	1,2 x 10 ²
15	1,2 x 10 ²	4,0 x 10
20	2,9 x 10 ²	7,0 x 10
25	2,3 x 10 ²	7,0 x 10
30	1,2 x 10 ²	5,0 x 10
Tangor ‘Murcott’		
Tempo de Tratamento hidrotérmico (minutos)	Dias de armazenamento	
	0	6
0	2,0 x 10 (est.)	5,0 x 10
5	1,0 x 10 (est.)	2,5 x 10
10	3,0 x 10	1,0 x 10 (est.)
15	1,0 x 10 (est.)	1,5 x 10 (est.)
20	1,0 x 10 (est.)	2,5 x 10
25	1,0 x 10 (est.)	1,5 x 10 (est.)
30	-	1,0 x 10 (est.)

Os resultados obtidos representam UFC (unidades formadoras de colônias) de microrganismos acidúricos g^{-1} de produto.

O tempo zero representa a medida realizada após o descascamento.

Est = número estimado

Tabela 4 – Contagem total de bactérias lácticas nas frutas minimamente processadas, armazenadas a 5°C

Laranja ‘Pêra’		
Tempo de Tratamento hidrotérmico (minutos)	Dias de armazenamento	
	0	6
0	$3,2 \times 10^2$	$1,0 \times 10$ (est.)
10	$2,1 \times 10^2$	-
15	$2,2 \times 10^2$	-
20	$1,2 \times 10^2$	$1,0 \times 10$ (est.)
25	$5,8 \times 10^2$	-
30	$4,7 \times 10^2$	-
Laranja ‘Valência’		
Tempo de Tratamento hidrotérmico (minutos)	Dias de armazenamento	
	0	6
0	$1,1 \times 10^2$	$6,5 \times 10$
10	$1,5 \times 10^2$	$1,2 \times 10^2$
15	$6,0 \times 10$	$1,3 \times 10^2$
20	$1,7 \times 10^2$	$9,0 \times 10$
25	$9,0 \times 10$	$2,1 \times 10^2$
30	$1,1 \times 10^2$	$1,4 \times 10^2$
Tangor ‘Murcott’		
Tempo de Tratamento hidrotérmico (minutos)	Dias de armazenamento	
	0	6
0	$2,9 \times 10^2$	-
5	-	-
10	$1,5 \times 10$ (est.)	$1,0 \times 10$ (est.)
15	$1,0 \times 10$ (est.)	-
20	-	-
25	-	$1,0 \times 10$ (est.)
30	-	-

Os resultados obtidos representam UFC (unidades formadoras de colônias) de bactérias lácticas g^{-1} de produto.

O tempo zero representa a medida realizada após o descascamento.

Est = número estimado

Goiabas descascadas, cortadas e acondicionadas em embalagens PET apresentaram, no 10º dia de armazenamento a 5°C, contagem de bactérias lácticas em torno de 10^2 UFC g^{-1} de produto e não apresentaram contaminação significativa por bolores e leveduras (PEREIRA et al., 2003).

Todas as amostras apresentaram ausência de coliformes totais e coliformes a 45°C. De acordo com os padrões microbiológicos para alimentos estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), frutas frescas (descascadas, selecionadas ou fracionadas) devem apresentar, no máximo, $5,0 \times 10^2$ coliformes a 45°C g^{-1} de produto (BRASIL, 2007).

Teixeira et al. (2001) também não encontraram coliformes em mamões minimamente processados e armazenados a 3°, 6° e 9°C durante sete dias.

2.3.5 Análise Sensorial

Para análise sensorial de sabor foi aplicado o teste triangular em que os provadores recebem duas amostras iguais e uma diferente. O provador deve apontar a amostra diferente. O número mínimo de provadores com respostas corretas para estabelecer diferença entre as amostras é igual a 15, ao nível de 5% de significância, para este caso em que 30 provadores são utilizados (O'MAHONY, 1986).

Para a laranja 'Pêra', o número de respostas corretas foi 13 e 10, no 1° e no 6° dia, respectivamente. Para a laranja 'Valência', o número de respostas corretas foi 10 nos dois dias de análise. E para o tangor 'Murcott', o número de respostas corretas foi de 9 e 12, no 1° e no 6° dia, respectivamente. Portanto, o tratamento hidrotérmico não interferiu no sabor das frutas. Vale ressaltar que as pessoas que acertaram a amostra diferente tiveram as mais variadas justificativas, mostrando que a diferença percebida por elas está relacionada às características dos próprios frutos e não ao tratamento aplicado (Tabela 5).

O sabor de laranjas 'Pêra' submetidas ao tratamento hidrotérmico (50°C por oito minutos), e descascadas, não foi alterado (ARRUDA et al, 2008).

Laranjas 'Pêra' obtidas pelo descasque enzimático apresentaram sabor desagradável já no primeiro dia de armazenamento (DONADON et al., 2004b).

Tabela 5 – Número de provadores que identificaram a amostra diferente e suas justificativas na análise sensorial de sabor, em que foi aplicado o teste triangular*

Laranja ‘Pêra’				
Dias após o processamento	1		6	
Amostra diferente	Sem tratamento	30 minutos	Sem tratamento	30 minutos
-----Justificativas-----				
Mais saborosa/doce	3	2	3	2
Menos saborosa/doce	2	1	2	1
Mais Ácida	1	-	1	-
Amarga	-	1	-	1
Difícil distinguir/Não tem diferença	2	1	-	-
Total	13**		10**	
Laranja ‘Valência’				
Dias após o processamento	1		6	
Amostra diferente	Sem tratamento	30 minutos	Sem tratamento	30 minutos
-----Justificativas-----				
Mais saborosa/doce	1	2	1	-
Menos saborosa/doce	-	1	2	1
Mais Ácida	2	4	2	-
Menos Ácida	-	-	-	4
Total	10**		10**	
Tangor ‘Murcott’				
Dias após o processamento	1		6	
Amostra diferente	Sem tratamento	30 minutos	Sem tratamento	30 minutos
-----Justificativas-----				
Mais saborosa/doce	4	1	-	3
Menos saborosa/doce	1	-	2	1
Sobremadura	1	-	5	1
As outras são amargas	-	2	-	-
Total	9**		12**	

* Provadores não treinados receberam três amostras codificadas em que duas eram iguais. Pediu-se ao provador para apontar a amostra diferente. As amostras foram constituídas por frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico (50°) por 30 minutos e frutos sem tratamento hidrotérmico (controle).

** Necessita-se de pelo menos 15 provadores com respostas corretas para estabelecer diferença entre os tratamentos, ao nível de 5% de significância, para este caso em que foram utilizados 30 provadores não treinados (O’Mahony, 1986).

Em relação à aparência, foram realizados dois testes: teste de preferência pareada e teste de aceitabilidade.

No teste de preferência pareada, os provadores receberam duas amostras codificadas (A e B) e apontaram a preferida (Figura 12). Os resultados deste teste mostraram que os provadores preferiram os frutos tratados hidrotêrmicamente aos frutos não tratados (Tabela 6).

Para a laranja ‘Pêra’, 93% dos provadores preferiram a amostra tratada hidrotêrmicamente a amostra sem tratamento, no primeiro dia de armazenamento a 5°C e no sexto dia, 90% dos provadores preferiram a amostra tratada.

Para a laranja ‘Valência’, 97% dos provadores preferiram a amostra tratada no primeiro dia de armazenamento a 5°C, e no sexto dia, 93% deles preferiram a amostra tratada.

Para o tangor ‘Murcott’, 70% e 77% dos provadores preferiram a amostra tratada à amostra não tratada no primeiro e sexto dias de armazenamento, respectivamente.

No teste de aceitabilidade, os frutos tratados hidrotêrmicamente (50°C por 30 minutos) apresentaram notas superiores para as três variedades estudadas ($P < 0,05$) (Figura 13). Enquanto estes apresentaram notas entre 4 e 5, o que significa entre os conceitos bom e ótimo, os frutos não tratados obtiveram notas entre 3 e 4, o que significa entre regular e bom (Figura 13).

A maioria dos provadores que preferiram a amostra tratada apresentou como justificativa o menor resquício de albedo nos frutos e o menor número de injúrias. Por isso as amostras tratadas receberam as maiores notas no teste de aceitabilidade.

A aparência de laranjas ‘Pêra’ descascadas pelo uso do tratamento hidrotêrmico durante oito minutos teve maior preferência pelos consumidores, uma vez que, este tempo de tratamento já permitiu a retirada total do albedo, enquanto as frutas sem este tratamento apresentaram resquícios de albedo. A razão da preferência dos provadores pelas laranjas tratadas hidrotêrmicamente foi que o menor resquício de albedo promove melhor aparência devido à coloração laranja intensa do hesperídeo. Isto torna o produto mais atrativo. No caso da laranja descascada sem o tratamento hidrotêrmico, a cor laranja é mascarada pelo maior resquício de albedo (ARRUDA et al., 2008).

Os números foram menos expressivos para o tangor ‘Murcott’ devido a maior facilidade de descascamento desta fruta sem tratamento em que a diferença da quantidade de albedo remanescente entre as amostras tratadas e não tratadas era sutil.

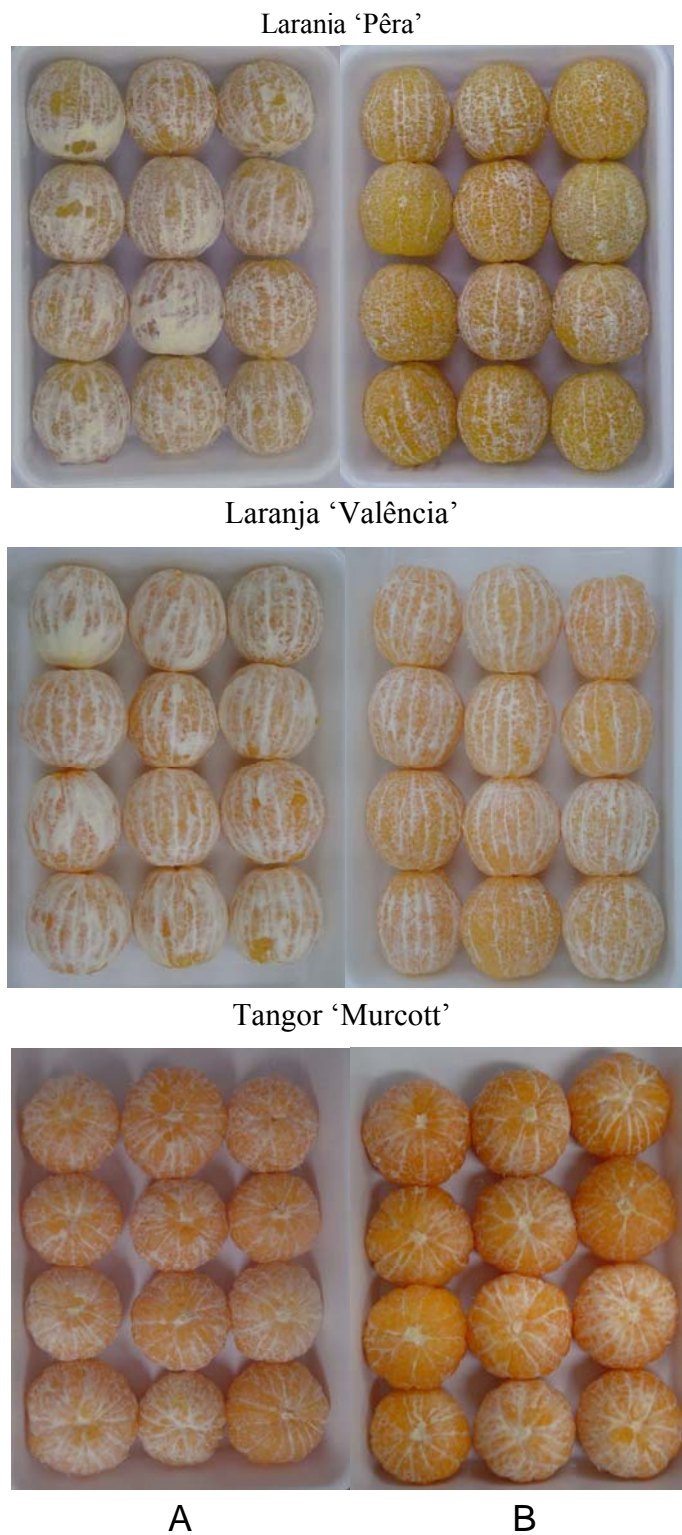


Figura 12 – Aparência dos frutos minimamente processados. Frutos com um dia de armazenamento a 5°C. Frutos sem tratamento hidrotérmico (A) e frutos tratados hidrotérmicamente (50°C por 30 minutos) (B)

Tabela 6 – Resultado do teste de preferência pareada em que os provadores recebem duas amostras e apontam aquela que preferem*

Variedade	Número de provadores que preferiram a amostra tratada hidrotêrmicamente (50°C por 30 minutos)**	
	1º dia	6º dia
Laranja ‘Pêra’	28	27
Laranja ‘Valência’	29	28
Tangor ‘Murcott’	21	23

* As amostras foram constituídas por frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico (50°C por 30 minutos) e frutos sem tratamento.

** São necessárias 21 respostas a favor de uma amostra para estabelecer diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de significância, para este caso em que foram utilizados 30 provadores não treinados (Meilgard, Civille e Carr, 1991).

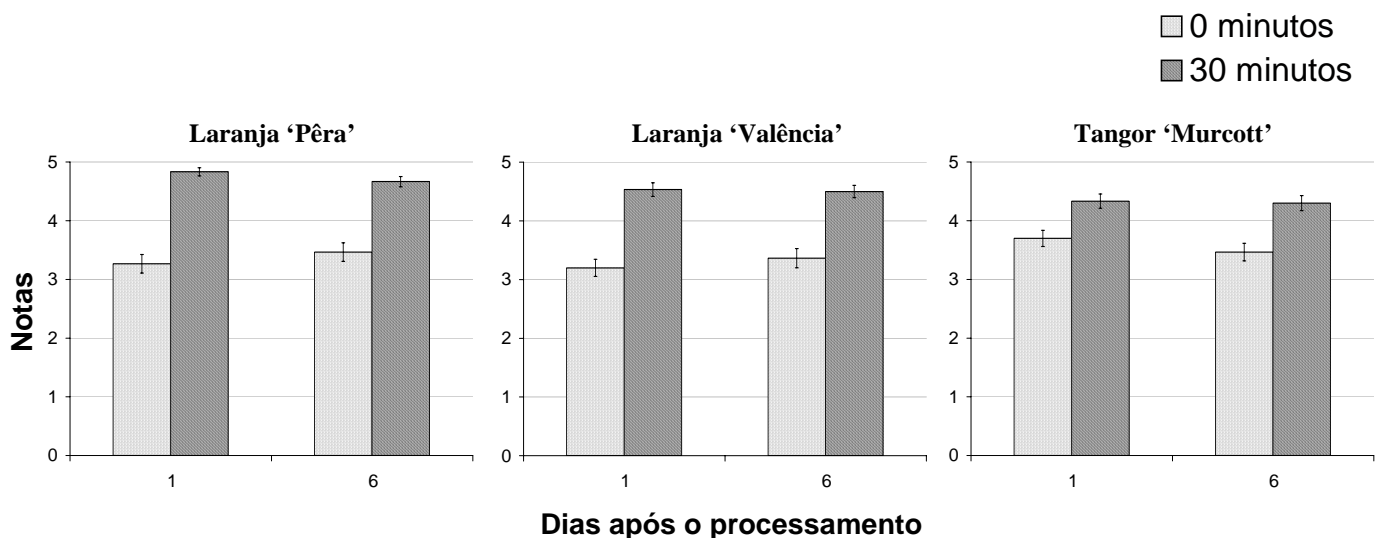


Figura 13 – Aparência dos frutos minimamente processados tratados hidrotêrmicamente (50°C por 30 minutos) ou não, e armazenados a 5°C. Notas: 1-péssimo, 2-ruim, 3-regular, 4-bom, 5-ótimo. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=30)

A aparência é um atributo de qualidade fundamental para a comercialização de frutos, já que é a primeira característica percebida pelos consumidores. Por isso a melhora na aparência destes produtos, pelo tratamento hidrotérmico, é importante para a sua comercialização.

Tangerinas ‘Poncan’ minimamente processadas apresentaram aparência e sabor adequados ao consumo até o sexto dia de armazenamento a 8°C (VILAS BOAS et al., 2000).

Vale ressaltar que o tratamento hidrotérmico não provocou extravasamento de suco durante o armazenamento. O descascamento enzimático de laranjas ‘Pêra’ implicou perda crescente com o tempo de armazenamento, e quanto mais elevada a temperatura de armazenamento, maior foi o extravasamento (DONADON et al., 2004b). O tipo de corte utilizado também pode interferir no extravasamento de suco. O utilizado neste trabalho, sem corte do fruto, mantém a membrana dos segmentos praticamente intacta protegendo os frutos contra a perda de suco. Mesmo os frutos sem o tratamento hidrotérmico que apresentavam maior número de injúrias (rompimento da membrana dos segmentos) provocadas pelo descascamento não facilitado, não apresentou extravasamento de suco durante o armazenamento. O extravasamento de suco durante o armazenamento aumenta proporcionalmente com a área cortada (PAO; WIDMER, PETRACEK, 1997).

2.3.6 Tempo de descascamento e rendimento em frutos comercializáveis

O tratamento hidrotérmico diminuiu significativamente o tempo de descascamento das três frutas estudadas ($P < 0,05$) e aumentou o rendimento em frutas comercializáveis ($P < 0,05$).

Em laranjas ‘Pêra’, foram necessários 6,34 minutos (6 min 20 s) para efetuar o descascamento nos frutos não tratados. Este valor corresponde ao tempo médio para o descascamento de uma laranja. Nos frutos com 10 minutos de tratamento hidrotérmico foram necessários 1,99 minuto (1 min 59 s) (o que corresponde a uma diminuição de 69% neste tempo) e nos frutos tratados por 30 minutos foi necessário apenas 1,37 minuto (1 min 22 s) (o que corresponde a uma diminuição de 78%) (Figura 14). Os frutos submetidos ao tratamento hidrotérmico não diferiram entre si ($P > 0,05$). O rendimento em laranjas comercializáveis foi maior para os frutos tratados ($P < 0,05$). Os frutos descascados sem o tratamento alcançaram rendimento de 60% e os tratados de 90-96%. Os frutos tratados não diferiram entre si no rendimento comercializável ($P > 0,05$) (Figura 14).

Em laranjas ‘Valência’, foram necessários 5,12 minutos (5 min 7 s) para efetuar o descascamento nos frutos não tratados. Nos frutos com 10 minutos de tratamento hidrotérmico foram necessários 1,82 minuto (1 min 49 s) (o que corresponde a uma diminuição de 65% neste tempo) e nos frutos tratados durante 30 minutos foi necessário apenas 1,3 minuto (1 min 18 s) (o

que corresponde a uma diminuição de 75%) (Figura 14). Os frutos tratados não diferiram entre si no tempo de descascamento ($P>0,05$). O rendimento dos frutos não tratados foi de 78%, e o dos tratados foi de 96-100%. Os frutos tratados também não diferiram entre si para esta variável ($P>0,05$).

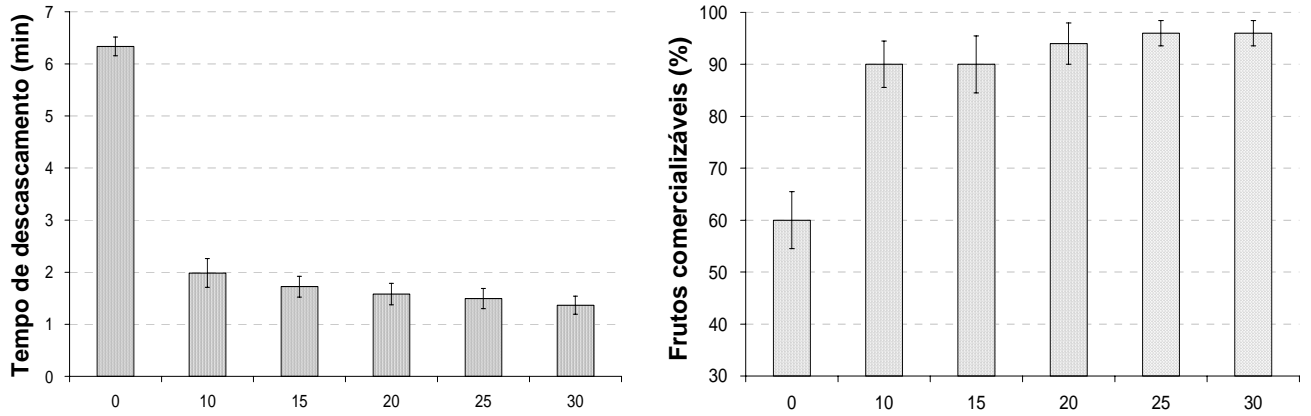
Laranjas ‘Valência’ sem tratamento são mais fáceis de descascar que as laranjas ‘Pêra’ ($P<0,05$), do mesmo modo, o rendimento é maior para a laranja ‘Valência’ ($P<0,05$). Entretanto, após o tratamento hidrotérmico, essas diferenças não são significativas.

Nos tangores ‘Murcott’ foi necessário 1,43 minuto (1 min 26 s) para efetuar o descascamento nos frutos não tratados. Nos frutos com 5 minutos de tratamento hidrotérmico foi necessário 0,85 minuto (51 s) (o que corresponde a uma diminuição de 41% neste tempo) e nos frutos tratados durante 30 minutos foi necessário apenas 0,62 minuto (37 s) (o que corresponde a uma diminuição de 57%) (Figura 11). Os frutos não tratados diferiram dos demais ($P<0,05$), e os frutos tratados durante 5 minutos diferiram daqueles tratados com 30 minutos ($P<0,05$). O rendimento dos frutos não tratados foi de 88% e o dos frutos tratados foi de 98-100%. Os frutos tratados não diferiram entre si em termos de frutos comercializáveis ($P>0,05$) (Figura 14).

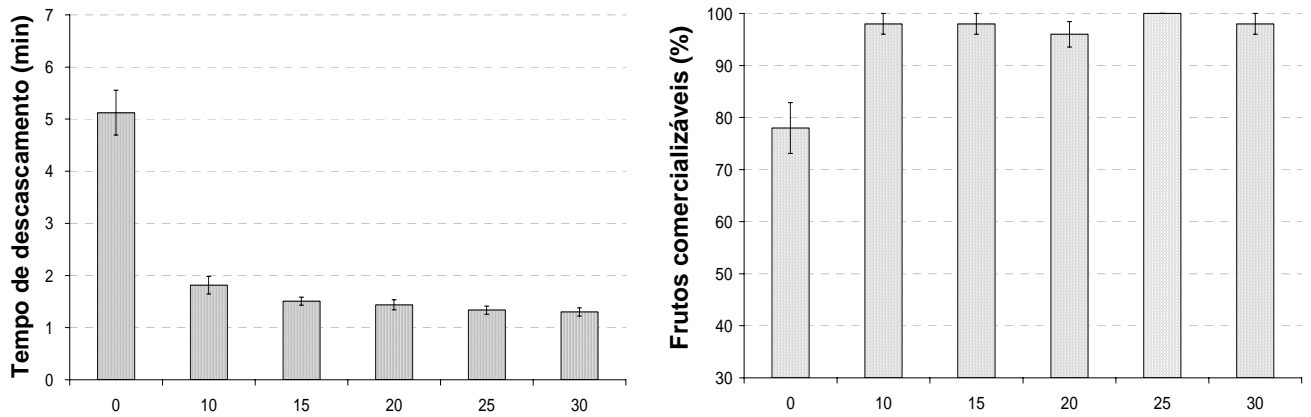
O tratamento hidrotérmico diminuiu o tempo de descascamento para as três variedades estudadas, porém foi menos expressivo para o tangor ‘Murcott’. Isto se deve ao fato do tangor ‘Murcott’ ser naturalmente mais fácil de descascar do que as laranjas, as quais possuem o albedo bastante aderido à membrana dos segmentos.

No trabalho de Arruda et al. (2008), o tempo de descascamento de laranjas ‘Pêra’ submetidas ao tratamento hidrotérmico por 8 minutos a 50°C foi 3,2 vezes menor que para as laranjas sem tratamento e o rendimento em laranjas comercializáveis foi de 95% para as laranjas tratadas hidrotermicamente contra 60% para as laranjas sem tratamento hidrotérmico.

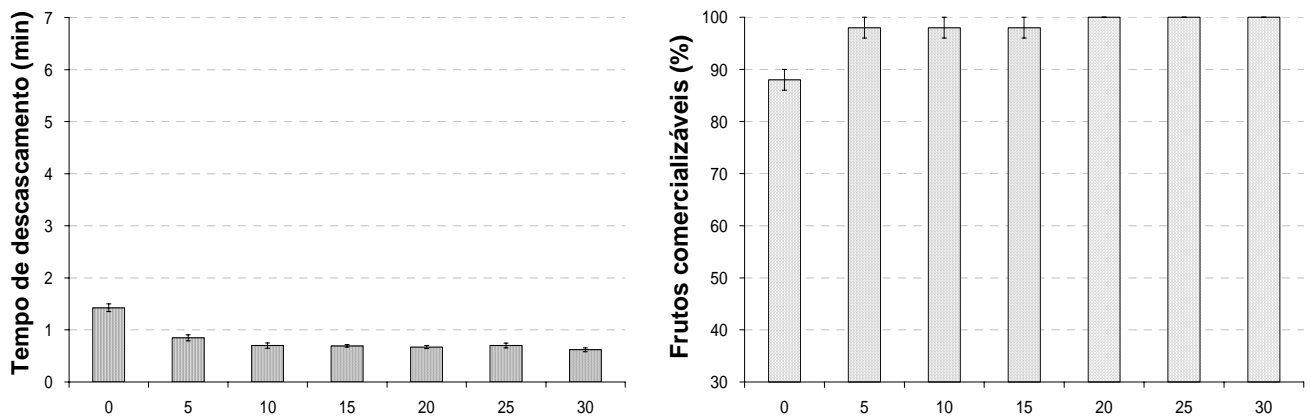
Laranja 'Pêra'



Laranja 'Valência'



Tangor 'Murcott'



Tempo de Tratamento Hidrotérmico (minutos)

Figura 14 – Tempo médio para o descascamento de um fruto e rendimento em frutos comercializáveis no processamento mínimo de frutas cítricas submetidas ou não ao tratamento hidrotérmico. Barras verticais indicam o erro padrão da média (n=5). 0 minuto = controle

3 CONCLUSÕES

O tratamento hidrotérmico realizado até 30 minutos a 50°C pode ser utilizado como técnica de descascamento para laranja ‘Pêra’, laranja ‘Valência’ e tangor ‘Murcott’.

Este tratamento facilita o descascamento e aumenta o rendimento em frutos comercializáveis, mesmo nos menores tempos de imersão. Além disso, melhora a aparência dos frutos. Frutos com o tratamento hidrotérmico foram preferidos por 70 a 97% dos julgadores, pois este tratamento permite a retirada total do albedo.

O tratamento hidrotérmico não altera as características físico-químicas e microbiológicas, nem o sabor das frutas.

As alterações na fisiologia são pouco persistentes. Por isso, as frutas cítricas têm grande potencial de serem minimamente processadas, já que apresentam baixo metabolismo e conservam-se bem.

REFERÊNCIAS

- AMARO, A.A.; ARAUJO, C.M.; PORTO, A.M.; DORNELLES, C.M.M.; SOBRINHO, A.P.C.; PASSOS, O.S. Panorama da Citricultura Brasileira. In: RODRIGUÉZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A.(Ed.). **Citricultura brasileira**. 2.ed.Campinas: Fundação Cargill, 1991.v.1, p.22.
- ARRUDA, M.C.de. **Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’**. Piracicaba, 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, RV.; LOCHOSKI, M.A; MOREIRA, R.C. Hydrothermal treatment favors peeling of ‘Pera’ sweet orange and does not alter quality. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.65, n.2, p.151-156, 2008.
- ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.A.; ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. Physical, Physiological and Microbial Deterioration of Minimally fresh Processed Fruits and Vegetables. **Food Science and Technology International**, Madrid, v.13, n.3, p.177-188, 2007.
- ARTÉS-HERNÁNDEZ, F.; RIVERA-CABRERA, F.; KADER, A.A. Quality retention and potential shelf-life of fresh-cut lemons as affected by cut type and temperature. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, n.43, p.245-254, 2007.
- BORGES, R.S.; PIO, R.M. Comparative study of the mandarin hybrid fruit characteristics: Nova, Murcott and Ortanique in Capao Bonito – SP, Brazil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.448-452, 2003.
- BRACKETT, R.E. Shelf stability and safety of fresh-cut produce as influenced by sanitation and disinfection. **Journal of Food Protection**, Ames, v.55, p. 808-814, 1992.
- BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Estabelece regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em <<http://anvisa.gov.br>>. Acesso em: 22 jan. 2007.
- BRECHT, J.K. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.30, n. 1, p.18-22, 1995.
- CANTWELL, M.. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**, 2nd ed. Davis: University of California, 1992. cap. 32 p. 277-281.
- 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. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121p.

- CHAN JR., H.T. Effects of heat treatments on the ethylene forming enzyme system in papayas. **Journal of Food Science**, Chicago, v.51, n.3, p.581-583, 1986.
- CHITARRA, M.I.F. Alimentos minimamente processados. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 93p.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-Colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- 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
- DEL CARO, A.; PIGA, A.; VACCA, V.; AGABBIO, M. Changes of flavonoids, vitamin C and antioxidant capacity in minimally processed citrus segments and juices during storage. **Food Chemistry**, London, v.84, p. 99-105, 2004.
- DONADIO, L.C. Exigências para exportação de Citros. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FRUTICULTURA PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTOS CÍTRICOS, 1., 1999, Botucatu. **Anais...**, Botucatu: FAPESP, 1999. p.33-46
- DONADON, J.R.; DURIGAN, J.F.; SOUZA, B.S.; SANCHES, J.; MIGUEL, A.C.A. Conservação de produto minimamente processado de tangerinas ‘Murcott’. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18, 2004, Florianópolis. **Anais...**Jaboticabal: SBF, 2004a. 1 CD ROM.
- 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, 2004b.
- DURIGAN, J.F. Desafios e potenciais dos produtos minimamente processados. **Visão Agrícola**, Piracicaba, v.7, p.88-91, 2007.
- FALLIK, E. Prestorage hot water treatments (immersion, rising and brushing). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.32, n.2, p. 125-134, 2004.
- FELÍCIO, A.H., JOMORI, M.L.L.; LIMA, G.P.P.; BERNUSSI, A.A.V., ALVES, R.M.; SASAKI, F.F.; KLUGE, R.A., JACOMINO, A.P. Condicionamento térmico e fungicida na conservação refrigerada de tangor ‘Murcott’. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.3, p.333-339, 2006.
- FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A.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.
- FIGUEIREDO, J.O.de. Variedades copa de valor comercial. In: RODRIGUÉZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A.(Ed.). **Citricultura brasileira**. 2nd ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991.v.1, p.228-264.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. **Agrianual 2007**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2007. 515 p.

GONÇALVES, N.B.; CARVALHO, V.D.; GONÇALVES, J.R.A. Efeito do cloreto de cálcio e do tratamento hidrotérmico na atividade enzimática e no teor de fenólicos do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.10, p 2075-2081, 2000.

GUTIERREZ, A.S.D.; ALMEIDA, G.V.B. Beneficiamento e comercialização de frutos *in natura*. In: MATTOS JUNIOR; D. DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005, p.824-837.

HURST, W.C. Disinfection methods: A comparison of chlorine dioxide, ozone and ultraviolet light alternatives. **Cutting Edge**, Alexandria, v.9, p.4-5, 1995a.

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

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) Pesquisa de Orçamentos Familiares (POF). Disponível em: www.ibge.gov.br Acesso em: 10 outubro 2007.

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.

KADER, A.A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2nd ed. Davis: University of California, Dir. Agric. Nat. Res., 1992. p.15-20. (Publication, 3311).

KADER, A.A.; SALTVEIT, M.E. Atmosphere Modification. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. 2nd ed. New York: Marcel Dekker, 2003, p.229-246.

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

KOLLER, O.C. **Citricultura**: laranja, limão e tangerina. Porto Alegre: Editora Rigel, 1994.446p.

KOUKOUNARAS, A.; DIAMANTIDIS, G.; SFAKIOTAKIS, E. The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, 2007 (No Prelo).

LAMIKANRA, O.; BETT-GARBER, K.L.; INGRAM, D.A.; WATSON, M.A. Use of Mild Heat Pre-treatment for Quality Retention of Fresh-cut Cantaloupe Melon. **Journal of Food Science**, Chicago, v.70, n.1, p.53-57, 2005.

- LEME, A.C.; GROppo, V.D.; ROMERO, A.C.; SPOTO, M.H.F.; JACOMINO, A.P. Influência do uso de películas comestíveis em laranja 'Pêra' minimamente processada. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.25, n.1, p.15-24, 2007.
- LURIE, S. Postharvest heat treatments. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.14, p.257-269, 1998.
- MEILGAARD, M. CIVILLE, G.V. CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 354p.
- MOREIRA, R.C. **Processamento Mínimo de tangor 'Murcott'**: Caracterização Fisiológica e Recobrimentos Comestíveis. Piracicaba, 2004. 84p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- MOREIRA, C.S.; MOREIRA, S. História da citricultura no Brasil. In: RODRIGUES, O.; VIÉGAS, F. (Ed.). **Citricultura brasileira**. Campinas: Fundação Cargil, 1980. v.1, p.1-21.
- MORETTI, C.L. Panorama do Processamento Mínimo de Hortaliças. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3, 2004, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2004. p. 1-8.
- MORTON, R.D. Aerobic plate count. IN: DOWNES, F.P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examinations of foods**. Washington: American Public Health Association, 2001. p.63-67.
- NASCIMENTO, E.F.; MORETTI, C.L.; ZUCHETTO, M.C.; MATTOS, L.M.; Avaliação da temperatura de comercialização de hortaliças minimamente processadas no mercado varejista do Distrito Federal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43, 2003, Recife. **Anais...** Recife: SOB, 2003. 1 CD-ROM.
- NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 34, n. 4, p. 371-401, 1994.
- OLIVEIRA, E.C.M.O.; VALLE, R.H.P. Aspectos Microbiológicos dos Produtos Hortícolas Minimamente Processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n. 78/79, p.50-54, 2000.
- O'MAHONY, M. Sensory Evaluation of Food. **Statistical methods and procedures**. New York: Marcel Dekker, 1986.487p.
- PAO, S.; PETRACEK, P.D. Shelf life extension of peeled oranges by citric acid treatment. **Food Microbiology**, Illinois, v.14, p.485-491, 1997.
- PAO, S. PETRACEK, P.D.; BROWN, G.E. Effect of infusion method on peel removal and storage quality of citrus. **HortTechnology**, Alexandria, v. 6, n.4, p. 409-413, 1996.

PAO, S.; WIDMER, W.; PETRACEK, P.D. Effects of Cutting on Juice Leakage, Microbiological Stability and Bitter Substances of Peeled Citrus. **Lebensmittel-wissenschaft und Technologie**, London, n. 30, p.670-675, 1997.

PAULL, R.E. Response of tropical horticultural commodities to insect disinfestations treatments. **HortScience**, Alexandria, v.29, n.9, p.988-993, 1994.

PEREIRA, B. Tendência Mundial. **Frutas e derivados**, Campinas, v.2, n.5, p.27-29, 2007.

PEREIRA, L.M.; RODRIGUES, A.C.C.; SARANTÓPULOS, C.I.G.L.; JUNQUEIRA, V.C.A.; CARDELLO, H.M.A.B.; HUBINGER, M.D. Vida-de-prateleira de goiabas minimamente processadas acondicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p.427-433, 2003.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; SILVA, L.C.; SOUZA, E.C.; CHITARRA, A.B. Taxa respiratória de abacates intactos e minimamente processados armazenados sob diferentes temperaturas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4, 2006, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: ESALQ-USP, 2006. p. 134.

PINHEIRO, A.L.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C.; LOCHOSKI, M.A.; JACOMINO, A.P. Processamento Mínimo de Tangerinas ‘Poncã: Atividade Respiratória e Atmosfera Modificada. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 4, 2006, São Pedro. **Resumos...** São Pedro: ESALQ-USP, 2006. p. 154.

PIO, R.M.; FIGUEIREDO, J.O.de; STUCHI, E.S.; CARDOSO, S.A.B. Variedades copas. In: MATTOS JUNIOR; D. DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JÚNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005, p.38-47.

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.; FERNADEZ, P.S.; ROMOJARO, F.; MARTINEZ, A. The effect of modified atmosphere packing on ‘ready-to-eat’ oranges. **Lebensmittel-wissenschaft und Technologie**, London, v. 31, n.4, p.322-328, 1998.

RESENDE, S.R. **Efeitos dos tratamentos térmico e químico no controle do “bolor verde” causado por *Penicillium digitatum* Sacc e na qualidade de limas ácidas ‘Tahiti’ (*Citrus latifolia* Tanaka).** 1995. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

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

ROSA, O.O.; CARVALHO, E.P. Características microbiológicas de frutos e hortaliças minimamente processados. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.34, n.2, p.84-92, 2000.

SALTVEIT, M.E. Wound induced changes in phenolic metabolism and tissue browning are altered by heat shock. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.21, n.1, p.61-69, 2000.

SARRIA, S.D. **Resfriamento rápido e armazenamento refrigerado do figo (*ficus carica* L.) 'Roxo de Valinhos' e seus efeitos na qualidade da fruta**. Campinas, 2003. 151p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

SCHERRER-MONTERO, C.R.; ANTES, R.B.; CORRENT, A.R.; BENDER, R.J. Métodos alternativos de controle de podridão pós-colheita em laranjas cv. Valência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 19., 2006, Cabo Frio. **Resumos...** Cabo Frio: SBF, 2006. p. 419.

SHELLIE, K.C.; MANGAN, R.L. Postharvest disinfestation heat treatments: response of fruit and fruit flat larvae to different heating media. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.21, p. 51-60, 2000.

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.

STEINER, A.; ABREU, M.; CORREIA, L.; BEIRÃO-DA-COSTA, S.; LEITÃO, E.; BEIRÃO-DA-COSTA, M.L.; EMPIS, J.; MOLDÃO-MARTINS, M. Metabolic response to combined mild heat pré-treatments and modified atmosphere packing on fresh-cut peach. **European Food Research Technology**, Berlin, v.222, p.217-222, 2006.

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

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

VIÉGAS F.C.P. A industrialização dos produtos cítricos. In: RODRIGUÉZ, O.; VIEGAS, F.; POMPEU JÚNIOR, J.; AMARO, A.A.(Ed.). **Citricultura brasileira**. 2.ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991.v.2, p.898-922.

VILAS BOAS, E.V.B. Qualidade de alimentos vegetais. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 68p.

VILAS BOAS, E.V.B.; PINHEIRO, A.C.M.; PRADO, M.E.T.; MATTOS, L.M.; SANTOS, J.C.B.; LIMA, L.C.O. Efeito do descascamento sobre a qualidade de tangerinas 'Ponkan'. In:

ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2, 2000, Viçosa. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2000. p. 23.

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

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

YU, Y.B.; ADAMS, D.O.; YANG, S.F. Inhibition of ethylene production by 2,4-dinitrophenol and high temperature. **Plant Physiology**, Mineapolis, n.66, p. 286-290, 1980.

ZHOU, T.; XU, S.; SUN, D.W.; WANG, Z. Effects of heat treatment on postharvest quality of peaches. **Journal of Food Engineering**, New York, v.54, p17-22, 2002.

ZUO, L. LEE, E.J.; LEE, J.H. Effect of hot water treatment on quality of fresh-cut apple cubes. **Food Science and Biotechnology**, Kyoto, v.13, n.6, p. 821-825, 2004.