

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

**Processamento mínimo de goiabas: estágio de maturação e controle
da senescência**

Patrícia Maria Pinto

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba

2008

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Patrícia Maria Pinto
Engenheiro Agrônomo

**Processamento mínimo de goiabas: estágio de maturação e controle da
senescência**

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

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Fitotecnia

Piracicaba

2008

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

Pinto, Patrícia Maria

Processamento mínimo de goiabas: estágio de maturação e controle da senescência /
Patrícia Maria Pinto. - - Piracicaba, 2008.
90 p. : il.

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

1. Armazenagem em atmosfera modificada 2. Goiaba 3. Maturação 4. Processamento de
alimentos 5. Senescência I. Título

CDD 634.421
P659p

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

Aos meus queridos avós,

*Décio José Pinto e Laís Bastos Passos Pinto;
Luíz Sacchetto e Catharina Meinberg Sachetto (em meu coração)*

Pelo amor, apoio e eterno exemplo de honestidade, sabedoria, bondade e carinho...
Amo-os aqui e em qualquer lugar!

Aos meus amados pais,

Roberto José Pinto e Célia Maria Sacchetto Pinto;

E queridas irmãs,

Leticia Maria Pinto e Paula Maria Pinto

Pelo que sou, minha formação e meu caráter... pela compreensão e apoio nas horas difíceis... pelo carinho, afeto, amizade e amor de ontem, hoje e sempre....
Amo-os eternamente!

Ao meu amado noivo.. minha alegria,

João Alberto Lelis Neto

Que ao meu lado compartilhou as alegrias e preocupações desta etapa com muito amor, carinho, apoio e companheirismo, tornando minha vida cada dia mais feliz e fazendo dessa conquista, **a nossa conquista!!!** Eu te amo muito!

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

À DEUS pela vida, saúde, proteção e luz em meu caminho durante esta trajetória, permitindo-me alcançar esta vitória.

Aos meus familiares e “quase irmãos”, Gustavo e Gabriel, pelo carinho, força e eterna e verdadeira amizade em todos os momentos.. Vocês moram em meu coração!

Aos familiares de meu noivo que me apoiaram em todos os momentos desta etapa, e hoje, com alegria, partilham comigo esta conquista! Maria Alice, Haysar e José Renato vocês são minha família do coração! Obrigada por fazerem parte da minha vida!

À ESALQ – USP pela oportunidade e estrutura possibilitando, assim, a realização deste trabalho.

À Coordenação do PPG em Fitotecnia pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

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

Ao Prof. Dr. Angelo Pedro Jacomino pela excelente orientação, apoio e amizade. Muito obrigada Prof. Angelo por todos os exemplos, ensinamentos, oportunidades e, principalmente, por acreditar em mim!

À empresa VAL Frutas, em especial ao Sr. Alberto Yukio Kamimura, pelo fornecimento de goiabas ‘Pedro Sato’ para realização deste trabalho.

À empresa Frutas Kumagai, em especial à Dona Regina Kumagai, pelo fornecimento de goiabas ‘Kumagai’ para realização deste trabalho.

À professora Beatriz Appezzato-da-Glória pela oportunidade da monitoria e pelo excelente exemplo de professora dedicada, responsável e muito didática!

À professora Juliana Audi Giannoni pela amizade e prontidão em ajudar mesmo distante! Obrigada pela por ter “plantado a sementinha”!

Ao professor Iran José Oliveira da Silva pela amizade e por ter acreditado no meu potencial para realização desta etapa de minha vida.

Ao professor Ricardo Alfredo Kluge e toda sua equipe de pós-graduandos e estagiários, pelo apoio e disponibilização de seu Laboratório.

À professora Claire I.G.L. Sarantópoulos pelas análises das embalagens utilizadas neste trabalho.

À secretária do PPG em Fitotecnia, Luciane Aparecida Lopes Toledo, pela amizade, eficiência e prontidão em ajudar. Lu, muito obrigada por tudo!

Ao técnico do Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas do Depto. Produção Vegetal (LPV), Marcos José Trevisan, pela amizade, paciência, prontidão e boa vontade em resolver os problemas do laboratório!

Aos funcionários e professores do LPV, em especial ao Cido, Chico, Éder, David, Fernando, Bete e Célia pelas ajudas, principalmente nas análises sensoriais e viagens!!!

Às minhas queridas amigas de pós-graduação Ana Luisa Pinheiro, Marcia Yuriko Iuamoto, Vanessa Cristina Caron, Camilla Zanotti Galon, Elaine Costa Cerqueira Pereira e Flavia Cristina Cavalini (desde o comecinho, na coorientação do estágio), por tornarem este período mais alegre e divertido! Obrigada pelas inúmeras ajudas, sugestões e muitos momentos de descontração.. além da valiosa e eterna amizade de cada uma que levo em meu coração! Adoro muito vocês!

À Ana Elisa de Godoy, minha querida amiga e companheira inseparável de disciplinas. Ana, as alegrias e tristezas que compartilhamos durante esta etapa serviram para fortalecer a nossa amizade. Obrigada por ser minha amiga e por estar ao meu lado em todos os momentos. Você faz parte desta conquista!

Aos doutorandos Thales Sandoval Cerqueira e Luis Carlos Cunha Jr. pelas sugestões e amizade!

A todos os estagiários (ex e atuais) do laboratório, em especial à Keila (Campbéu), minha companheira de viagens, Carol (Pet-xop), Gabi (Grilera), Jaque (Katarata), Meire (Royal), Rodrigo (Argola), Léo (Papo), Thiago (Y), Gabi (Plim), Fábio (Limoneno) e Olívia, pela agradável convivência, amizade e pelos mais diversos tipos de ajuda!

À Sarah Maria Athiê de Souza pela amizade, sugestões e ajuda mesmo à distância!!

À minha “amiga de salinha”, Lívia W. Marcolini, pela amizade, companhia e muuuitas conversas!

À Elisabete Maria Mellace pela amizade antes e durante esta etapa, partilhando comigo esta conquista! Bete, muito obrigada pela força!

À bibliotecária Eliana Maria Garcia pela revisão desta dissertação.

A todos os meus colegas e amigos, principalmente Cris, Jonas, Elidio, Daniel, Milene, Léo, Aninha e Marcela que me acompanharam nesta caminhada, mesmo de longe, sempre me dando forças, compreendendo minha ausência e os muitos ‘furos’! Obrigada!

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

MUITO OBRIGADA!

Vencemos etapas.

Etapas calculadas e esperadas com calma e tranqüilidade.

***Na vida devemos esperar sempre pelo melhor, porém devemos
estudar e entender as variáveis do pior.***

***Manter uma rede de relacionamento, onde se vive o lado da emoção, é muito
necessário e nos dá suporte para seguirmos em frente.***

***E quando chegarmos lá... devemos nos preparar para continuarmos em novos
caminhos.***

(Roberto José Pinto, meu pai)

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
1 INTRODUÇÃO	10
2 DESENVOLVIMENTO.....	12
2.1 Revisão Bibliográfica	12
2.1.1 Panorama Geral da Cultura da Goiabeira	12
2.1.2 Processamento Mínimo	14
2.1.2.1 Estádio de Maturação dos Frutos para o Processamento Mínimo	16
2.1.2.2 Controle da Senescência em Produtos Minimamente Processados	17
2.2 Material e Métodos	22
2.2.1 Primeiro Experimento: Estádios de Maturação de Goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ para o Processamento Mínimo.....	24
2.2.2 Segundo Experimento: Efeito do 1-MCP na Fisiologia e Qualidade de Goiabas Minimamente Processadas	26
2.2.3 Terceiro Experimento: Efeito da Atmosfera Modificada na Conservação de Goiabas Minimamente Processadas	27
2.2.4 Quarto Experimento: Goiabas Minimamente Processadas Tratadas com 1-MCP e Armazenadas sob Atmosfera Modificada	28
2.2.5 Metodologia das Análises.....	30
2.3 Resultados e Discussão	33
2.3.1 Primeiro Experimento: Estádios de Maturação de Goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ para o Processamento Mínimo.....	33
2.3.2 Segundo Experimento: Efeito do 1-MCP na Fisiologia e Qualidade de Goiabas Minimamente Processadas	40
2.3.3 Terceiro Experimento: Efeito da Atmosfera Modificada na Conservação de Goiabas Minimamente Processadas	53
2.3.4 Quarto Experimento: Goiabas Minimamente Processadas Tratadas com 1-MCP e Armazenadas sob Atmosfera Modificada	68
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	79
REFERÊNCIAS	80

RESUMO

Processamento mínimo de goiabas: estágio de maturação e controle da senescência

A goiaba é uma fruta saudável para consumo, oferece níveis elevados de licopeno, vitamina C e fibras e constitui-se numa boa opção ao processamento mínimo. Entretanto, o ponto de colheita e o controle da senescência são questões importantes para o sucesso do processamento. O objetivo do trabalho foi definir o melhor estágio de maturação para o processamento mínimo, em rodela, de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', bem como utilizar meios de controlar a senescência desses frutos, como o 1-Metilciclopropeno (1-MCP) e atmosfera modificada. Primeiramente, foi conduzida uma avaliação dos melhores estágios de maturação das goiabas para o processamento mínimo. Os frutos de ambas as variedades foram colhidos em 3 estágios de maturação definidos pela cor da casca em verde, verde-claro e verde-amarelado. Análises físico-químicas e sensoriais ocorreram no início do experimento e a cada 3 dias durante 9 dias. As goiabas do estágio verde obtiveram notas abaixo do limite de aceitabilidade quanto à aparência durante as avaliações. Porém, nas goiabas dos estágios de maturação mais avançados, foram observados intensa perda de firmeza e escurecimento da polpa na região placentária, características de senescência. No segundo experimento, goiabas dos estágios verde-claro e verde-amarelado foram submetidas, antes do processamento, ao tratamento com 1-MCP por 0, 3, 6 e 12 horas, para escolha do tempo ideal de exposição dos frutos ao produto. As análises físico-químicas seguiram de acordo com o experimento anterior. A determinação da atividade respiratória e da produção de etileno foram realizadas diariamente durante 9 dias. O pico respiratório e a elevação da concentração de etileno foram evidenciados no dia do processamento em ambas as variedades e em todos os tratamentos. Isto ocorre, provavelmente, devido às injúrias ocasionadas pelo processamento. Contudo os tratamentos em que as goiabas ficaram expostas ao 1-MCP por 12 horas reduziram a atividade respiratória e a produção de etileno das goiabas, mantendo a qualidade físico-química durante o armazenamento. No terceiro experimento foram estudados seis materiais de embalagem, os quais foram selecionados em função da manutenção de qualidade dos produtos minimamente processados. As análises físico-químicas ocorreram no início e ao final dos 9 dias de armazenamento. Nesse período, o monitoramento da composição gasosa foi realizado diariamente. As embalagens de polipropileno e polietileno de baixa densidade, sob atmosfera modificada passiva, foram eficientes, permitindo a conservação e manutenção da qualidade das goiabas. No último experimento foi avaliada a combinação dos melhores resultados obtidos anteriormente. O processamento mínimo das duas variedades ocorreu simultaneamente, com objetivo de se obter um *mix* de goiabas brancas e vermelhas, proporcionando, assim, um visual mais atrativo. Goiabas do estágio verde-amarelado, minimamente processadas, tratadas por 12 horas com 1-MCP e embaladas com filme de polipropileno de 52 μ m conseguiram manter sua qualidade, viabilizando, assim, a combinação das técnicas de controle da senescência.

Palavras-chave: *Psidium guajava*; Minimamente processado; Ponto de colheita; Fisiologia; Atmosfera modificada passiva; Qualidade pós-colheita

ABSTRACT

Minimal processing of guavas: ripening stage and senescence control

The guava is a healthy fruit, offer high levels of lycopene, vitamin C and fibers, being a good option to the minimal processing. However, the harvest point and senescence control are important for the processing success. The objective of this work was to define the best ripening stage for the minimal processing, in round slices, of 'Kumagai' and 'Pedro Sato' guavas, as well as means of controlling the senescence of these fruits, as the 1-methylcyclopropene (1-MCP) and modified atmosphere. Firstly, the evaluation of the best ripening stages was conducted. The fruits of both varieties were harvested at 3 ripening stages defined by the skin color in green, light-green and yellowish-green. In the beginning of the experiment, physical-chemical and sensorial analyses took place every 3 days during 9 days. The green ones obtained low acceptability grades as to their appearance during evaluations. However, the yellowish-green ones lost their firmness and gained a browning flesh. In the second experiment, the light-green and yellowish-green guavas were submitted, before the processing, to treatment with 1-MCP per 0, 3, 6 and 12 hours, in order to choose the best time of exposure of the fruit to the product. The physical-chemical analyses were equal to the previous experiment. The respiratory activity and ethylene production were achieved daily during 9 days. The respiratory peak and the increase of ethylene concentration were observed in the day of the processing in both varieties as well as in all treatments, probably due to injuries caused by the cuts. However, the treatment in which the guavas were exposed to 1-MCP for 12 hours had their respiratory activity and ethylene production reduced, thus keeping the physical-chemical qualities storage. In the third experiment, six packaging materials were studied, being selected according to the quality of the guavas. The physical-chemical analyses took place in the beginning and the end of the 9 days of storage. In this period the monitoring of gas composition was accomplished daily. The packagings of polypropylene and low density polyethylene films, under passive modified atmosphere, were efficient in keeping the quality of guavas. In the last experiment, the combination of the best results of the previous experiments was evaluated. The minimal processing of the two varieties was performed simultaneously, obtaining a mix of white and red guavas, thus achieving a more attractive look. Yellowish-green guavas treated with 1-MCP per 12 hours and packed with polypropylene film (52 μ m) the keeping the quality, thus enabling the combination of two techniques of senescence control.

Keywords: *Psidium guajava*; Minimally processed; Harvest point; Physiology; Passive modified atmosphere; Postharvest quality

1 INTRODUÇÃO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma das frutas mais consumidas no Brasil, pois, além de ser cultivada em grande parte do território nacional, é consumida de diversas formas, tanto “in natura” como na forma de doces, pastas, molhos, entre outros. Os Estados de São Paulo e Pernambuco destacam-se por serem os maiores produtores de goiabas do país (FNP, 2008).

Os frutos apresentam excelentes condições para exploração em escala comercial, pois atingem bons preços no mercado além de serem muito apreciados pelas suas características organolépticas e nutricionais, sendo boa fonte de vitamina C, açúcares, fibras, licopeno e minerais (MATTIUZ et al., 2003).

A goiaba é um fruto perecível, com curto período de conservação em temperatura ambiente, o que obriga a uma comercialização rápida para evitar perdas (JACOMINO, 1999). Uma opção para reduzir essas perdas e aumentar o aproveitamento da produção, bem como agregar valor ao fruto, são os produtos minimamente processados, definidos por Cantwell (2000) como frutas ou hortaliças modificadas fisicamente, mas que se mantêm frescos. Atualmente esses produtos vêm ganhando espaço no mercado brasileiro, devido às novas tendências e busca da população por uma alimentação mais saudável.

A goiaba minimamente processada pode atender cadeias de *fast-food*, lanchonetes e restaurantes, nos quais o espaço para a preparação das suas especialidades é cada vez menor e a procura por produtos naturais, saudáveis e com características nutricionais superiores é cada vez maior (MATTIUZ, 2004).

No entanto, para se obter um produto final de boa qualidade deve-se atentar a pontos importantes, principalmente no período pré-processamento, como o estágio de maturação dos frutos no momento da colheita. Quando os frutos são colhidos imaturos, além da qualidade pobre, são muito susceptíveis às desordens fisiológicas. Por outro lado, quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência (BLEINROTH, 1996). Os frutos minimamente processados sofrem modificações em suas estruturas, portanto a necessidade de enquadrá-los em um estágio de maturação ideal ao processamento mínimo é de extrema importância.

De modo geral, as etapas do processamento mínimo incluem atividades de seleção, classificação do produto, lavagem, sanitização, corte, fatiamento, descasque, embalagem, entre outras atividades que variam de acordo com o material processado. Frutas e hortaliças minimamente processadas apresentam metabolismo mais elevado que as inteiras, devido aos danos mecânicos causados pelas operações de corte e descascamento. A injúria causada pelo corte promove aumento na produção de etileno e na atividade respiratória, favorecendo assim, a rápida deterioração do vegetal (WILEY, 1994).

O uso de substâncias inibidoras da ação do etileno, como o 1-Metilciclopropeno (1-MCP), pode ser uma alternativa de conservação e manutenção da qualidade dos produtos minimamente processados, uma vez que agem como retardadores da senescência desses produtos.

Outra alternativa viável e com boa resposta à manutenção da qualidade dos minimamente processados é o uso de materiais poliméricos rígidos ou flexíveis limitando a perda de umidade e levando à modificação da atmosfera, o que retarda os processos fisiológicos e bioquímicos e a deterioração microbológica (CANTWELL, 1992; WILEY, 1994). Atmosferas com 2% a 8% de O_2 e de 5% a 15% de CO_2 têm potencial para manter a qualidade dos produtos minimamente processados (CANTWELL, 1992).

Este trabalho tem como objetivo definir o melhor estágio de maturação para o processamento mínimo, em rodela, de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', bem como utilizar meios de controlar a senescência desses frutos utilizando o 1-MCP (1-Metilciclopropeno) e atmosfera modificada.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 Panorama Geral da Cultura da Goiabeira

A goiaba (*Psidium guajava* L.) pertence à família Myrtaceae e é originária da América Tropical, sendo cultivada no Brasil desde o Rio Grande do Sul até o Maranhão.

Os Estados de São Paulo e Pernambuco destacam-se como os maiores produtores de goiaba do país, sendo detectada sua produção em São Paulo em 1.687 imóveis rurais, ocupando 6.323 hectares com 1,6 milhões de plantas (INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA - IEA, 2005). A goiaba ocupa lugar expressivo no contexto da fruticultura brasileira com produção anual de aproximadamente 350 mil toneladas, concentrada nos meses de fevereiro e março, porém a comercialização da fruta para consumo ocorre durante o ano todo (FNP, 2008).

No Estado de São Paulo, a produção destina-se tanto para consumo “in natura” quanto para industrialização, porém a maior parte é destinada à industrialização na forma de goiabadas, geléias, pastas, molhos, compotas, etc., entretanto, um crescimento significativo tem sido observado no mercado de frutas “in natura” (DURIGAN, 1997).

No mundo todo, existem mais de 400 cultivares de goiaba, apesar de apenas algumas poucas dezenas serem de fato plantadas em escala comercial (POMMER; MURAKAMI; WATLINGTON, 2006). As principais variedades de polpa vermelha são ‘Paluma’, ‘Pedro Sato’, ‘Sassaoka’ e ‘Rica’ e, entre as variedades de polpa branca, as de maior importância econômica são ‘Kumagai’ e ‘Ogawa’.

A goiaba ‘Pedro Sato’ é uma variedade selecionada por produtores a partir de pomares constituídos por plantas propagadas por sementes de ‘Ogawa Vermelha N° 1’. São plantas vigorosas com produções relativamente altas, frutos levemente ovais, boa aparência (150 a 280g), algumas vezes alcançando 400 g em ramos raleados, casca bem rugosa, polpa rosada, espessa e firme, sabor agradável e poucas sementes. Na

atualidade é a cultivar de mesa de casca rugosa mais plantada no Estado de São Paulo (POMMER; MURAKAMI; WATLINGTON, 2006).

A variedade de polpa branca mais cultivada é a Kumagai. Esta variedade foi obtida do cruzamento da goiabeira Australiana com a goiabeira IAC-4. Pode ser considerada uma planta de porte e vigor médios, com ramos longos, esparramados e de grande produtividade. Esta cultivar produz frutos grandes, com 180 a 300 gramas, oblongos, com casca lisa, de consistência firme e resistente. De coloração verde-amarelada quando maduros, apresentando polpa branca, de boa espessura, consistente, saborosa, levemente ácida, com a cavidade cheia e com poucas sementes (MANICA et al., 2000).

A qualidade da goiaba para o consumo “in natura” está relacionada com seus atributos físicos (aparência, tamanho, forma, coloração e firmeza) e composição química, responsáveis pelo sabor e aroma (GONGATTI NETO et al., 1996). É, provavelmente, uma das frutas mais saudáveis para consumo. Comparada com outras frutas normalmente ingeridas, a goiaba vermelha oferece níveis elevados de licopeno e a goiaba branca, de vitamina C e fibras. O licopeno é um pigmento carotenóide responsável pela coloração vermelha de tomates, melancias, mamões, pitangas e goiabas vermelhas e vem chamando a atenção por ser um potente antioxidante com capacidade seqüestrante de radicais livres, sendo essa função associada à redução do risco da ocorrência do câncer e certas doenças crônicas (SHAMI; MOREIRA, 2004; MORITZ; TRAMONTE, 2006). A vitamina C, por sua vez, ocorre naturalmente em alimentos sob duas formas: a forma reduzida (ácido ascórbico) e a forma oxidada (ácido dehidroascórbico) (LEONS; ZANINOVIC, 1993). É uma das principais vitaminas necessárias para o funcionamento adequado do organismo humano, participando de diversos processos metabólicos, dentre eles a formação do colágeno, processos de óxido-redução e fortalecimento de ossos e vasos sanguíneos (PADH, 1991).

Além desses componentes nutricionais os Estados Unidos (2006) afirmam que a goiaba destaca-se, pelas elevadas taxas de vitamina A, algumas vitaminas do complexo B, nutrientes minerais e fibras. Essas características são influenciadas pela variedade, estágio de maturação, condições climáticas do local de cultivo e práticas culturais.

No entanto, a goiaba é um fruto muito perecível, com curto período de conservação em temperatura ambiente, o que obriga a uma comercialização rápida para evitar perdas. Os principais aspectos de deterioração são o rápido amolecimento, a perda de coloração verde e do brilho e a incidência de podridões (JACOMINO, 1999).

Manejos inadequados na colheita e na pós-colheita aceleram os processos de senescência, afetando sensivelmente a qualidade dos frutos a serem oferecidos ao consumidor (AZZOLINI et al., 2004). Devido a isso, novas tecnologias de conservação pós-colheita de frutas e hortaliças associadas à novas tendências de comercialização desses produtos, tornam-se necessárias para que sejam minimizadas perdas dentro das cadeias produtivas.

2.1.2. Processamento Mínimo

O mercado brasileiro de frutas e hortaliças está passando atualmente por profundas alterações, provocadas pela estabilização da economia e por mudanças nos hábitos dos consumidores. Essas mudanças têm ocorrido nas últimas décadas devido à crescente busca da população por uma alimentação mais saudável, através do consumo de frutas e hortaliças frescas com qualidade (VANETTI, 2000). Essa nova tendência da população aliada ao uso de novas tecnologias na indústria de alimentos permitiu uma demanda crescente de alimentos mais convenientes e frescos, que sejam menos processados e prontos para o consumo: os produtos minimamente processados (MATTIUZ et al., 2003). O termo minimamente processado pode ser definido como produtos "frescos", que são comercializados limpos, convenientes e que podem ser preparados e consumidos em menos tempo (CANTWELL, 1992). De acordo com a Associação Internacional de Produtos Minimamente Processados (IFPA), produtos minimamente processados são frutas ou hortaliças modificadas fisicamente, mas que mantêm o seu estado fresco.

O consumo de produtos minimamente processados tem aumentado no cenário mundial. Os Estados Unidos são o maior consumidor de frutas minimamente processadas, com venda anual destes itens na faixa de US\$ 8 milhões a US\$ 10 milhões (IFPA, 2007).

O processamento mínimo de frutas e hortaliças no Brasil é ainda recente, mas apresenta-se como um nicho de mercado em crescimento e consolidação para um perfil específico de consumidor. No Brasil, calcula-se que no ano de 1998, o setor tenha movimentado R\$450 milhões (MORETTI, 1999). Nos últimos 10 anos, a pesquisa com produtos minimamente processados cresceu notavelmente no Brasil. Existem, atualmente, cerca de 21 grupos de pesquisa ativos, com parceria nacionais e internacionais (PUSCHMANN et al., 2008).

As frutas e hortaliças minimamente processadas são produtos com maior valor agregado quando comparado às frutas e hortaliças compradas “in natura”. Apresentam, ainda, vantagens para o consumidor como conveniência e 100% de aproveitamento do produto adquirido (SATO, 2006). Possuem status de produtos frescos e representam uma resposta a indústria de alimentos à conjuntura sócio-econômica dos tempos atuais, com a participação feminina cada vez maior no mercado de trabalho, reduzindo o tempo gasto no preparo de refeições, onde a ênfase está em adquirir um produto fresco, seguro e equilibrado em sua composição nutricional. Junta-se a isso a extrema praticidade que ele representa para as cadeias de *fast-food*, restaurantes e instituições diversas, economizando espaço físico nas cozinhas e mão-de-obra no seu preparo (EMBRAPA, 2006).

Dentre as frutas utilizadas para este fim, estudos comprovam a viabilidade de goiabas para o processamento mínimo. Mattiuz et al. (2003) observaram, por meio da realização de análises físico-química, sensorial e microbiológica, que goiabas ‘Pedro Sato’ e ‘Paluma’ possuem potencial de exploração para este setor. Porém as goiabas da variedade ‘Pedro Sato’ são preferidas em comparação à variedade ‘Paluma’, uma vez que ‘Pedro Sato’ apresentou menor perda de textura, manutenção dos conteúdos de sólidos solúveis, acidez titulável e da relação sólidos solúveis e acidez titulável, além de ter sido considerada a variedade mais saborosa pelos provadores.

O processamento mínimo oferece produtos com qualidade, frescor e conveniência e no caso de frutas, permite a avaliação imediata de sua qualidade interna. Além destas vantagens, contribui para o aumento da rentabilidade dos produtores, fixação de mão de obra nas regiões produtoras e facilita o manejo do lixo. No entanto, o processamento gera um produto de maior valor final e de maior perecibilidade, que pode

ser um fator determinante na decisão de compra deste produto (JACOMINO et al., 2004).

O aumento da demanda por produtos minimamente processados traz consigo grandes desafios no que se refere ao desenvolvimento de tecnologias de armazenamento (VITTI, 2003) bem como de processamento.

2.1.2.1 Estádio de Maturação dos Frutos para o Processamento Mínimo

Para se obter um produto final de boa qualidade deve-se atentar a pontos importantes, principalmente no período pré-processamento, como o estágio de maturação dos frutos no momento da colheita.

O estágio de maturação de um fruto tem como base os índices de maturação, os quais compreendem medidas físicas ou químicas que sofrem mudanças perceptíveis ao longo da maturação da fruta. Os índices de maturação devem assegurar a obtenção de frutos de boa qualidade, no que se refere às características sensoriais, além de um comportamento adequado durante o armazenamento. As principais transformações bioquímicas que ocorrem durante a maturação se refletem nos atributos de qualidade dos produtos hortícolas (CHITARRA; CHITARRA, 2005). De acordo com Cavalini et al. (2006) os índices de maturação permitem expressar a fase do desenvolvimento do fruto, remetendo cada estágio a uma qualidade sensorial.

O ponto de colheita dos frutos determina o seu potencial de conservação pós-colheita e a qualidade quando oferecidos ao consumidor. Quando os frutos são colhidos imaturos, além de pouca qualidade, têm alto índice de perda de água e são muito suscetíveis às desordens fisiológicas. Por outro lado, quando colhidos muito maduros, entram rapidamente em senescência (BLEINROTH et al., 1996). Portanto, o estágio de desenvolvimento em que o fruto é colhido é o ponto inicial, dentro da cadeia de pós-colheita, para a manutenção da qualidade.

A cor da casca é o melhor índice para indicar o estágio de maturação de goiabas (AZZOLINI et al., 2004; CAVALINI et al., 2006; MERCADO-SILVA et al., 1998). Jain et al. (2003) observaram goiabas colhidas no estágio de transição de coloração da casca de verde-escura a verde-clara e observaram ótimas condições de manejo na pós-

colheita e manutenção das condições nutricionais do fruto. Azzolini et al. (2004), observaram em goiabas 'Pedro Sato' colhidas no estágio de maturação com coloração da casca verde-amarelada melhor qualidade sensorial, porém com uma vida de prateleira, em temperatura ambiente, de apenas dois dias, enquanto goiabas colhidas no estágio com coloração da casca verde-escura obteve vida de prateleira maior, porém com qualidade inferior.

Os frutos minimamente processados sofrem modificações em suas estruturas, logo, a necessidade de utilizá-los em estágio de maturação ideal ao processamento mínimo é fator de extrema importância para a qualidade do produto final, que é o resultado da interação deste fator com a cultivar (ALVES et al., 2000).

2.1.2.2 Controle da Senescência em Produtos Minimamente Processados

Dentre as operações envolvidas no processamento mínimo de frutas e hortaliças, visando obter um produto fresco e conveniente ao consumidor, estão incluídas seleção, lavagem, descascamento e corte (BURNS, 1995).

As frutas apresentam maior perecibilidade devido ao severo estresse físico a que são submetidas durante o processamento (DURIGAN, 2004). O corte das frutas leva a uma maior relação superfície/volume que a original, facilitando a perda de massa e a ocorrência de contaminações (CANTWELL, 1992), reduzindo assim, a durabilidade dos produtos.

De acordo com Brecht (1995), quanto maior a gravidade da injúria nos tecidos, maior é a velocidade de deterioração dos produtos minimamente processados, dessa forma, a direção do corte também influencia a vida útil do produto processado. A durabilidade de pimentão e cenoura cortados no sentido transversal (em rodela) é maior quando comparada com o corte longitudinal (tipo palito) (LUENGO; LANA, 1997). Athiê (2006) constatou que em goiabas 'Kumagai' e 'Paluma' o tipo de corte fatia proporcionou maior atividade respiratória e maior produção de etileno comparada com o tipo de corte rodela. Isso ocorre porque nas superfícies do corte, as células e as membranas celulares são destruídas ocorrendo alteração no metabolismo celular. Esta

alteração resulta redução drástica na vida pós-colheita do produto processado (VITTI et al., 2003).

Os cortes levam à mudanças fisiológicas que resultam em prejuízos à aparência e são, no momento, um dos principais problemas do processamento mínimo. As injúrias decorrentes do processamento desencadeiam uma série de eventos que incluem aumento da atividade respiratória, e da produção de etileno (KARAKURT; HUBER, 2003). A senescência é acelerada e odores indesejáveis podem ser desenvolvidos com a aceleração da respiração e da produção de etileno nos locais cortados (MATTIUZ et al., 2003).

A respiração consiste no processo vital após a colheita para frutas e hortaliças pré-processadas ou não. É na respiração que o vegetal recebe a energia necessária para a sua sobrevivência e é um dos principais fatores determinantes do potencial de longevidade das frutas na fase pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A atividade respiratória de produtos minimamente processados aumenta 1,2 a 7,0 vezes, dependendo do produto, tipo de corte e temperatura de armazenamento (AHVENAINEN, 1996).

O etileno (C_2H_4) é um fitohormônio que regula muitos aspectos fisiológicos do crescimento, desenvolvimento, maturação e senescência de plantas (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e que, mesmo em concentrações muito baixas pode provocar uma grande variedade de respostas fisiológicas nos tecidos. É um simples hidrocarboneto capaz de difundir-se para dentro e fora dos tecidos vegetais a partir de fontes endógenas e exógenas (SALTVEIT, 1999) e tem sido constantemente pesquisado sua biossíntese e ação (LELIÈVRE et al., 1998). A síntese do etileno pode ser induzida por fatores externos como elevação da temperatura e injúrias mecânicas, promovendo sua atuação em sítios específicos nas células, usualmente ativando ou inibindo enzimas do ciclo metabólico dos tecidos (YANG; HOFFMAN, 1985).

A fisiologia dos produtos hortícolas minimamente processados é essencialmente a fisiologia de tecidos vegetais que sofreram injúrias, e os produtos minimamente processados apresentam comportamento semelhante ao que ocorre em tecidos de plantas submetidas às condições de estresses (ARRUDA, 2007). Partindo desse princípio, a inibição ou redução da ligação do etileno aos seus receptores pode reduzir a

produção autocatalítica e a ação do mesmo e, com isso, retardar o amadurecimento e a senescência de frutos (BASSETTO, 2002). O controle desse processo é essencial para obtenção de produtos com qualidade.

1-Metilciclopropeno

Uma estratégia para o controle da produção de etileno e, portanto, do amadurecimento e da senescência das frutas, principalmente aquelas consideradas climatéricas, surgiu com a descoberta e comercialização de um inibidor da ação do etileno, o 1-metilciclopropeno (1-MCP) (WATKINS, 2006).

A ação do etileno pode ser bloqueada pela utilização de compostos, como o 1-MCP, que atuam irreversivelmente nos sítios receptores de etileno presentes nas membranas celulares, impedindo seu estímulo fisiológico (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O 1-MCP interage com sítios receptores de etileno, prevenindo, assim, respostas fisiológicas dos produtos hortícolas a este fitohormônio (SISLER; SEREK, 1997). A afinidade do 1-MCP com o receptor é aproximadamente 10 vezes maior que a do etileno (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). Provavelmente, essa preferência ao receptor é devido ao baixo km do 1-MCP em relação à molécula de etileno, demonstrando sua maior afinidade aos receptores deste fitohormônio (JIANG et al., 1999).

Embora o 1-MCP seja um gás, ele tem sido formulado como pó, com o nome comercial de SmartFresh®, o qual libera o 1-MCP quando misturado a uma solução básica ou água (BASSETTO, 2002). Esse regulador vegetal tem demonstrado ação de estender a vida útil de diversas frutas, hortaliças e flores, devido a sua capacidade de inibir a ação do etileno em vários tecidos de plantas (BLANKENSHIP; DOLE, 2003), porém a concentração de 1-MCP necessária para apresentar efeito no bloqueio da ação do etileno varia conforme a espécie, cultivar, estágio de maturação, interação concentração x tempo de exposição e produção de novos receptores de etileno (WATKINS et al., 2000).

Os efeitos benéficos do 1-MCP em frutos incluem a redução da atividade respiratória e da produção de etileno, manutenção da firmeza e da coloração da casca dos frutos e vida pós-colheita prolongada (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). O tratamento

com 1-MCP também tem sido usado na redução dos sintomas de injúria de frio e podridões em frutas tropicais durante o armazenamento refrigerado (SELVARAJAH et al., 2001). Bassetto et al. (2005) e Singh e Pal (2008) observaram efeitos positivos do tratamento com 1-MCP em goiabas 'Pedro Sato' e 'Allahabad Safeda', respectivamente, armazenadas a baixas temperaturas (10°C), demonstrando redução no amadurecimento dos frutos e ausência dos sintomas de injúria de frio.

O 1-MCP também tem demonstrado ser bastante efetivo na manutenção da qualidade e na vida útil de frutas minimamente processadas, como banana, kiwi, manga e caqui (VILAS BOAS; KADER, 2001). O tratamento com 1-MCP estendeu a vida útil de melões minimamente processados retardando os sintomas de senescência (ALVES et al., 2005; ERGUN et al., 2007). Hojo et al. (2008) também observaram que o 1-MCP não afetou a qualidade de goiabas 'Paluma' minimamente processadas, armazenadas a 3°C, durante 12 dias.

Modificação da Atmosfera

Outra técnica utilizada para estender a vida útil de produtos minimamente processados e ao mesmo tempo manter a qualidade nutritiva é o uso de embalagens apropriadas, que criam uma interação entre a embalagem e sua atmosfera interna, com o alimento (LABUZA; BREENE, 1989). Segundo Sarantópoulos et al. (1996), a embalagem deve funcionar como a membrana que foi retirada com o processamento, reduzindo a perda de água, o ataque de microrganismos e outras reações.

A conservação de hortaliças e frutas em condições de atmosfera modificada e controlada compreende o armazenamento realizado sob condições de composição da atmosfera diferente daquela presente na atmosfera do ar normal. O aumento dos níveis de CO₂ e a redução dos níveis de O₂ podem retardar o amadurecimento dos frutos, reduzir a atividade respiratória e produção de etileno e desacelerar diversas reações metabólicas associadas à senescência (LANA; FINGER, 2000).

Atmosfera modificada é caracterizada pela presença de uma barreira artificial à difusão de gases em torno da fruta, resultando numa redução do nível de O₂, aumento do nível de CO₂ e aumento do teor de vapor d'água. Estas alterações variam,

principalmente, com a natureza e espessura da barreira, taxa respiratória do fruto, relação entre massa do produto e área superficial da barreira e temperatura de armazenamento (CHRISTIE et al., 1995). A atmosfera modificada pode ser criada passivamente, através da respiração do produto ou ativamente, através da injeção de gases no momento do empacotamento. A atmosfera é mantida pela utilização de um material de embalagem que possua taxas específicas de transmissão de O_2 e de CO_2 , de modo a propiciar concentrações específicas destes gases para um dado produto em uma determinada temperatura (AHVENAINEN, 1996).

O objetivo de ambos os processos é alcançar uma composição gasosa com efeito antimicrobiano que irá manter a qualidade do produto por mais tempo. Atmosferas de 5-15% de CO_2 e 3-8% O_2 têm demonstrado ser bastante efetivas e com potencial para manter a qualidade dos produtos minimamente processados, porém, para cada vegetal existe uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade (CANTWELL, 1992). Diversos autores têm mostrado efeito benéfico da atmosfera modificada em inúmeros frutos minimamente processados, como, kiwi em rodela, manga e melão em cubos, maçã, pêra, entre outros (BEGOÑA et al., 2006). Frutas e hortaliças minimamente processadas são quase em sua totalidade expostas a níveis diferenciados de O_2 e CO_2 , com isso é possível obter boas respostas à manutenção da qualidade dos vegetais, os quais geralmente reduzem a concentração de O_2 e elevam a de CO_2 , resultando em aumento da vida útil do produto (MORETTI, 2007).

Embora as embalagens sob atmosfera modificada para frutas e hortaliças minimamente processadas possam aumentar a vida útil destes produtos, elas não conseguem superar os efeitos negativos causados pelo aumento da temperatura. Portanto, a utilização de temperaturas baixas torna-se essencial (ARRUDA et al., 2003). O uso de embalagens capaz de modificar a atmosfera interior associado à refrigeração é prática indispensável à conservação dos produtos (NANTES; LEONELLI, 2000), pois as baixas temperaturas reduzem o crescimento microbiano, diminuem o metabolismo do vegetal e as reações oxidativas decorrentes do processamento, aumentando a vida útil do produto (MATTIUZ, 2004). As baixas temperaturas, quando associadas com atmosfera modificada durante o armazenamento, reduzem a ascensão respiratória e a

síntese de etileno em diversas hortaliças (SINGH et al., 1972; BARTH et al., 1996) e frutos (NICOLI et al., 1994; O'CONNOR-SHAW et al., 1994; ATHIÊ, 2006).

Mattiuz et al. (2003) sugerem embalagens de tereftalato de polietileno (PET) transparentes, com tampa, e capacidade entre 500 e 750mL para goiabas minimamente processadas. De acordo com Athiê (2006) goiabas minimamente processadas e embaladas com filme de polipropileno e poliolefínico, selados e mantidos à 5°C durante nove dias, proporcionam manutenção da firmeza da região placentária e do mesocarpo e apresentam-se mais eficientes na manutenção da coloração da casca e da região placentária. Nesse mesmo estudo, em embalagens seladas de filme de polipropileno, armazenadas a 5°C, as concentrações de O₂ e CO₂ atingiram níveis de 4% e 10,3%, respectivamente, estando dentro da faixa proposta por Cantwell (1992) para a preservação de frutas e hortaliças minimamente processadas. O emprego de atmosfera modificada, em embalagens seladas, diminui significativamente o crescimento microbiano, quando comparado a embalagens comerciais convencionais não-seladas (KING JÚNIOR et al., 1991).

A utilização de embalagens que proporcionam atmosfera modificada tem sido muito estudada e as pesquisas estão sendo direcionadas para o conhecimento da eficácia e benefício desses produtos associados a outras tecnologias, como o uso de reguladores vegetais, tal como o 1-MCP. Watkins (2006) afirma que o 1-MCP combinado com a tecnologia de modificação da atmosfera é muito mais eficaz que quando utilizado sozinho. Beaudry (2001) estudou a interação do uso de 1-MCP em maçãs associado à utilização embalagens modificadas e constatou índices de manutenção da firmeza, acidez titulável mais elevada e proteção contra algumas desordens fisiológicas. Saftner et al. (2007) também observou manutenção da qualidade de melancias minimamente processadas tratadas com 1-MCP associadas à atmosfera modificada e armazenamento refrigerado.

2.2 Material e Métodos

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita de Produtos Hortícolas do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura

“Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo (LPV / ESALQ / USP), em Piracicaba-SP, e dividido em quatro experimentos.

Goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ provenientes de pomares comerciais dos municípios paulistas de Campinas (47°02' W e 22°52' S, 685m) e Vista Alegre do Alto (48°21' W e 21°10' S, 700m), respectivamente, foram selecionadas quanto à ausência de danos mecânicos e estágio de maturação variando de acordo com cada experimento. Foram utilizados frutos de tamanho médio, com aproximadamente 250g. As goiabas foram imediatamente transportadas para o laboratório onde foram processadas e armazenadas.

Antes do processamento de cada etapa os frutos foram lavados com detergente a fim de retirar as impurezas mais grosseiras, sendo em seguida imersos em solução de hipoclorito de sódio (200mg de cloro ativo L⁻¹) por 20 minutos.

Terminado este procedimento as goiabas permaneceram durante 12 horas em câmara fria a 5°C e em seguida foram processadas de acordo com cada experimento. O processamento foi realizado em câmara fria (12°C ± 2°C) sob condições higiênicas, ou seja, os operadores utilizaram botas, aventais, luvas, máscaras e toucas, como parte das condições mínimas de assepsia.

Para obtenção das rodela de goiabas, os frutos foram cortados transversalmente com espessura de aproximadamente 1,0cm, sendo eliminados aproximadamente 1,0cm das extremidades apical e peduncular dos frutos.



Figura 1 - Seleção dos frutos (A), sanitização em solução com hipoclorito de sódio (B), processamento das goiabas em rodela (C), acondicionamento das rodela em bandejas de poliestireno expandido (D), embalagem das bandejas (E) e armazenamento em câmara fria (F)

2.2.1 Primeiro Experimento: Estádios de Maturação de Goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ para o Processamento Mínimo

O objetivo deste experimento foi definir o melhor estágio de maturação para o processamento mínimo de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’.

As goiabas foram colhidas em três estádios de maturação definidos pela cor da casca em verde, verde-claro e verde-amarelado, de acordo com Cavalini et al. (2006) e Azzolini et al. (2004), sendo cada estágio de maturação um tratamento (Figura 2).

O processamento mínimo dos frutos foi realizado separadamente, ou seja, uma variedade por vez, de acordo com o item 2.2. Posteriormente, as goiabas foram armazenadas em câmara fria a 5°C durante nove dias, em bandejas de poliestireno expandido de 15cm de comprimento, 15cm de largura e 4cm de altura, revestidas por filme polivinilcloro (PVC) 12µm.

Os frutos foram analisados no início do experimento visando à caracterização do lote e a cada três dias durante o armazenamento quanto à coloração da casca e da polpa na região da placenta, firmeza da polpa nas regiões do mesocarpo e da placenta, teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico e análise sensorial de aparência.

O delineamento estatístico foi inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3 X 4, sendo 3 estádios de maturação e 4 períodos de armazenamento a 5°C, para cada variedade. Foram avaliadas 4 repetições de cada tratamento por dia de análise, sendo cada repetição composta por uma bandeja contendo aproximadamente 200g de goiaba minimamente processada. No caso da análise sensorial, o delineamento foi de blocos ao acaso, sendo cada provador considerado um bloco.

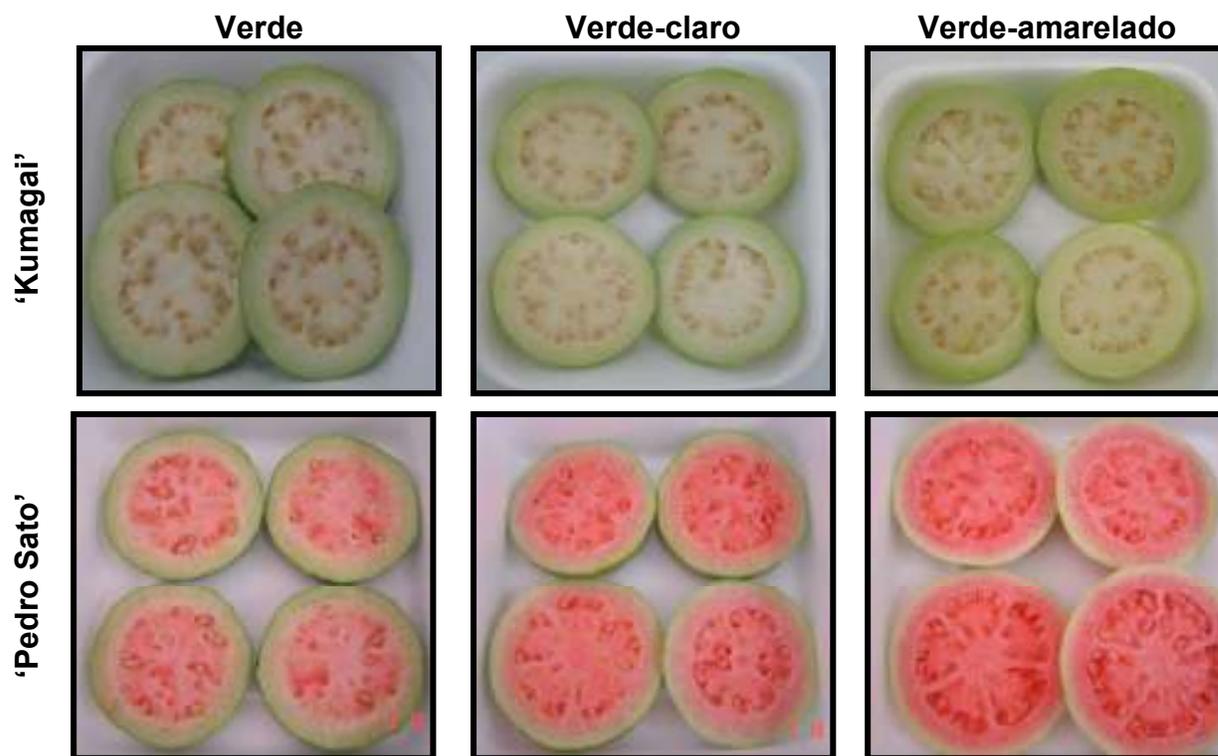


Figura 2 - Goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em três estádios de maturação

2.2.2 Segundo Experimento: Efeito do 1-MCP na Fisiologia e na Qualidade de Goiabas Minimamente Processadas

O objetivo deste experimento foi determinar o efeito do 1-MCP no controle da senescência de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas, colhidas nos estádios de maturação verde-claro e verde-amarelado, os quais foram selecionados no experimento anterior.

Antes de serem processadas, as goiabas foram submetidas ao tratamento com 1-MCP, na formulação pó molhável, contendo 0,14% de i.a., a uma concentração de 900nL L⁻¹. A aplicação constou na colocação dos frutos em caixas herméticas, com capacidade para 186L, e exposição ao produto durante 3, 6 e 12 horas à temperatura de 5°C. Para produzir a concentração desejada de 1-MCP no interior da câmara, uma quantidade pré-determinada de Smartfresh® (Rohm & Haas Company Philadelphia, EUA) foi colocada em frasco com tampa, sendo que 0,16g de Smartfresh® produzem 100nL L⁻¹ de 1-MCP em 1m³. Adicionou-se 3mL de água deionizada, com posterior agitação do frasco para completa dissociação do produto. Esse frasco foi aberto no interior da câmara, a qual foi fechada imediatamente para evitar perda do gás. Após respeitados os tempos de exposição, as goiabas foram minimamente processadas, conforme descrito no item 2.2.

As goiabas minimamente processadas destinadas às análises fisiológicas foram colocadas em frascos de vidro, com capacidade de 700mL, e armazenadas em B.O.D. a 5°C, durante nove 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 PVC (12µm de espessura). Essas goiabas foram analisadas quanto à atividade respiratória e produção de etileno, na mesma temperatura de armazenamento. Estas determinações foram realizadas imediatamente após o processamento e a cada 5 horas nas primeiras 10 horas, e em intervalos de 24 horas nos demais dias.

Goiabas minimamente processadas destinadas às análises físico-químicas, foram acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido, revestidas por filme PVC 12µm e armazenadas em câmara fria a 5°C, durante nove dias. Os frutos foram analisados no

início do experimento visando à caracterização do lote e a cada três dias durante o armazenamento quanto à coloração da casca e da polpa na região da placenta, firmeza da polpa nas regiões do mesocarpo e da placenta, teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 3, sendo 2 estádios de maturação e 3 tempos de exposição ao 1-MCP para cada variedade em estudo, em cada período de armazenamento. Cada tempo de exposição correspondeu a um tratamento com 4 repetições.

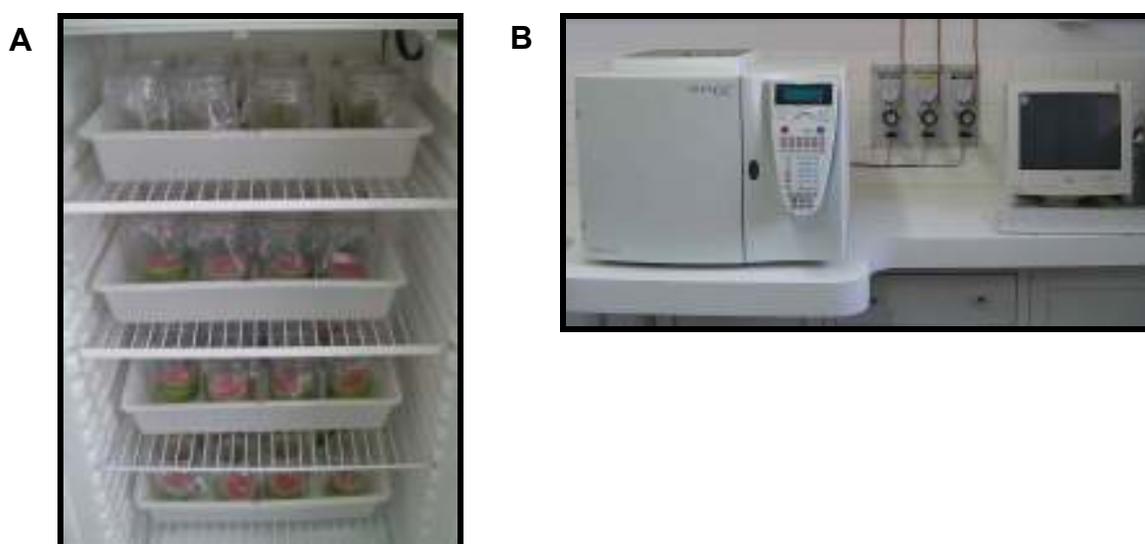


Figura 3 - Armazenamento dos frutos em B.O.D. (A) para a realização das análises fisiológicas em cromatógrafo a gás Thermo Finnigan Trace 2000GC (B)

2.2.3 Terceiro Experimento: Efeito da Atmosfera Modificada na Conservação de Goiabas Minimamente Processadas

No terceiro experimento foram estudadas diferentes embalagens plásticas visando a melhor modificação da atmosfera e o melhor desempenho de manutenção da qualidade das goiabas minimamente processadas.

Os frutos foram colhidos nos estádios de maturação verde-claro e verde-amarelado. O processamento mínimo das goiabas seguiu a mesma metodologia realizada nos experimentos anteriores.

Após o processamento mínimo, as goiabas foram acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido e submetidas a seis condições de atmosfera modificada passiva, as quais foram produzidas pelos seguintes filmes: polivinilcloreto (PVC) 12 μ m; polipropileno (PP) 25 e 52 μ m; polietileno de baixa densidade (PEBD) 30 e 69 μ m; poliolefínico da Cryovac® (PD-900) 58 μ m.

As embalagens com filme PVC foram seladas em um seladora marca Everest, modelo XIII. As demais embalagens foram seladas em seladora com injeção de gás, marca Selovac, modelo 220B.

Todos os tratamentos foram armazenados em câmara refrigerada a 5°C durante nove dias e analisados quanto à coloração da casca e da polpa na região da placenta, firmeza da polpa nas regiões do mesocarpo e da placenta, teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico, no início e ao final do experimento. Foi realizado também, o monitoramento da composição gasosa do interior das embalagens, durante os nove dias de armazenamento.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 6, sendo 2 estádios de maturação e 6 tipos de embalagens, para cada variedade, em cada período de armazenamento. Foram utilizadas 4 repetições de uma embalagem para cada tratamento.

Dessa forma, foram selecionadas três embalagens com os melhores resultados em relação à manutenção da qualidade das goiabas minimamente processadas.

2.2.4 Quarto Experimento: Goiabas Minimamente Processadas Tratadas com 1-MCP e Armazenadas sob Atmosfera Modificada

Neste experimento foram combinados os tratamentos que produziram os melhores resultados nos experimentos anteriores, bem como a realização do processamento mínimo simultâneo das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' para a elaboração de um *mix* de ambas as variedades. De acordo com Athiê (2006), o tratamento com *mix* de goiabas minimamente processadas obteve melhores resultados em relação à aceitabilidade devido ao visual agradável promovido pela combinação de cores.

Para a realização deste experimento foram selecionadas goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' no estágio de maturação verde-amarelado, os quais foram submetidos ao tratamento com 1-MCP por 12 horas, uma vez que este tempo de exposição apresentou os melhores resultados no segundo experimento. Após esse procedimento, ocorreu o processamento mínimo dos frutos, compondo um *mix* de goiabas com as duas variedades.

As goiabas minimamente processadas foram acondicionadas em quatro materiais de embalagens, selecionados no terceiro experimento, e armazenados a 5°C durante nove dias. Os filmes selecionados foram PP 25 e 52µm e PEBD 69µm. O filme PVC 12µm foi utilizado como controle.

As avaliações foram realizadas a cada três dias quanto à coloração da casca e da polpa na região da placenta, firmeza da polpa nas regiões do mesocarpo e da placenta, teores de sólidos solúveis, acidez titulável e ácido ascórbico e análise sensorial de aparência, além do monitoramento da composição gasosa.

O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 X 4 (4 materiais de embalagem e 4 períodos de armazenamento). Foram utilizadas 4 repetições de uma embalagem para cada tratamento. Para a análise sensorial, o delineamento foi de blocos ao acaso, sendo cada provador considerado.



Figura 4 - Processamento simultâneo das duas variedades de goiabas (A). Disposição das rodela na bandeja de poliestireno expandido (B)

2.2.5 Metodologia das Análises

Análises Físico-químicas

Coloração da casca e coloração da polpa na região da placenta: Foi determinada com colorímetro Minolta, modelo CR-300, com a seguinte configuração: sistema de cor L C h, iluminante D65 e observador padrão 2°, sendo realizadas 4 leituras por repetição, em rodela distintas, para cada uma das variedades. Os resultados foram expressos em Ângulo de cor (h°) para a coloração da casca e em Luminosidade (L^*) para a coloração da polpa.

Firmeza da polpa nas regiões do mesocarpo e da placenta: Foi determinada com penetrômetro digital, marca Tr – Turoni, Forli – Italy (Sammar – 53200), utilizando ponteira 6mm, tomando-se 4 leituras por repetição nas regiões do mesocarpo e da placenta da polpa, em rodela distintas, para cada uma das variedades. Os resultados foram expressos em Newton (N).

Teor de sólidos solúveis: Após trituração de cada amostra em centrífuga doméstica, uma gota do suco foi colocada em refratômetro digital Atago modelo Paleta 101, com 2 leituras por repetição. Os resultados expressos em °Brix.

Acidez titulável: Foi determinada de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990), onde 10g de polpa foram homogeneizadas em 90 mL de água destilada. A solução foi titulada com NaOH 0,1N até pH 8,10. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.

Teor de ácido ascórbico: Foi determinado por titulometria, de acordo com metodologia descrita por Carvalho et al. (1990), onde 5g da polpa foram diluídas em 25mL de ácido oxálico 1%. A titulação foi feita com solução de 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI) e os resultados expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa.

Análises Fisiológicas

Determinação da atividade respiratória e da produção de etileno: Para a determinação da atividade respiratória e da produção de etileno foram colocadas 4 rodela de goiaba minimamente processada (da mesma variedade) em frascos herméticos com capacidade de 600mL, previamente expostos às condições de temperatura e umidade do experimento. Os frascos foram fechados periodicamente e ao final de 30 minutos foram coletadas amostras de 1mL de gás do interior dos mesmos, através do septo de silicone presente na tampa de cada frasco, com auxílio de uma seringa de vidro marca Hamilton, modelo Gastight, com capacidade de 2,5mL. Essas amostras foram injetadas em cromatógrafo a gás marca Thermo Finnigan, modelo Trace 2000GC, equipado com dois detectores de ionização de chama (FID) regulados para 250°C, dois injetores regulados para 100°C, duas colunas Porapak N (coluna CO₂ – 4m; coluna C₂H₄ – 1,8m) reguladas para 100°C e um metanador regulado para 350°C. O tempo de corrida para CO₂ foi de 2 minutos e para etileno de aproximadamente 1 minuto.

A atividade respiratória e a produção de etileno foram calculadas com base nos resultados obtidos das determinações cromatográficas, massa de goiaba contida no interior do frasco, volume do frasco e tempo que os frascos permaneceram fechados (30 minutos). A concentração inicial de CO₂ dentro dos frascos foi medida assim que os mesmos foram fechados, e o resultado foi descontado da concentração final para o cálculo da atividade respiratória sendo expressa em mL kg⁻¹ h⁻¹. Os resultados referentes a produção de etileno (C₂H₄) foram expressos em µL kg⁻¹ h⁻¹.

Determinação da composição gasosa das embalagens: A determinação da composição gasosa do espaço livre da embalagem objetivou monitorar a evolução do teor dos gases (O₂ e CO₂) no interior de cada embalagem.

Para o monitoramento da composição gasosa foi fixado um septo de silicone em cada embalagem, através do qual foram coletadas amostras de gás do interior das mesmas. Foi utilizado um analisador de gases marca PBI-Dansensor, modelo Check Mate 9900, o qual retira aproximadamente 2 mL de gás por amostragem. Foram realizadas leituras diárias e os resultados foram expressos em %O₂ e %CO₂.

Análise Sensorial

A avaliação sensorial de aparência foi realizada aplicando-se um teste de aceitabilidade com 30 provadores não treinados, utilizando uma escala de notas, onde: 5=ótimo; 4=bom; 3=regular; 2=ruim e 1=péssimo. As bandejas de goiabas minimamente processadas pertencentes a cada tratamento foram identificadas com códigos aleatórios e apresentadas aos provadores.

Análise Sensorial – Processamento Mínimo de Goiaba		
Nome: _____		Data: _____
Por favor, avalie a aparência de cada uma das amostras codificadas usando a escala de notas abaixo.		
5= ótimo, 4= bom, 3= regular, 2= ruim, 1= péssimo		
Amostra	Nota	Comentários
2908	_____	_____
0409	_____	_____
1806	_____	_____

Figura 5 - Modelo de ficha para análise sensorial de aparência das goiabas minimamente processadas

Análise Estatística

Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de comparação de médias (Tukey) a 5% de probabilidade.

2.3 Resultados e Discussão

2.3.1 Primeiro Experimento: Estádios de Maturação de Goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' para o Processamento Mínimo

O ângulo de cor (h°) expressou significativamente as diferenças de coloração da casca entre os três estádios de maturação no momento da colheita, para ambas as variedades ($P < 0,05$) (Figura 6). Nas goiabas 'Kumagai' colhidas no estágio verde, o ângulo de cor foi de $117,83^\circ h$, enquanto que para os frutos colhidos nos estádios verde-claro e verde-amarelado, os valores foram de 116 e $112,06^\circ h$, respectivamente. Nas goiabas 'Pedro Sato' os valores de ângulo de cor no momento da colheita foram de $117,98^\circ h$ para os frutos do estágio verde, $115,78^\circ h$ para os frutos do estágio verde-claro e $109,05^\circ h$ para os frutos do estágio verde-amarelado, confirmando a cor mais amarela da casca com o avanço da maturação. Os principais processos envolvidos na perda da coloração verde dos frutos durante o amadurecimento são as degradações da clorofila e síntese dos carotenóides (CROSS, 1987). Não houve mudança na coloração da casca durante o armazenamento, independentemente das variedades ($P \geq 0,05$). Os valores do ângulo de cor ao final do armazenamento foram praticamente iguais àqueles obtidos no dia do processamento, ou seja, houve manutenção da coloração da casca. Isso ocorreu, provavelmente, devido ao armazenamento refrigerado. Abeles et al. (1992) observaram que, ao reduzir a temperatura durante o armazenamento, a degradação da clorofila da casca de mamões diminuiu, como consequência da redução da produção de etileno e da ação combinada de clorofilases e sistemas oxidativos.

A coloração da polpa das goiabas minimamente processadas foi expressa em valores de luminosidade (L) com o objetivo de detectar escurecimento nesta região, o que deprecia a qualidade e compromete a aceitação do produto pelo consumidor. Durante o armazenamento ocorreu escurecimento da polpa nos três estádios de maturação ($P < 0,05$) para goiabas 'Pedro Sato', o que pode ser evidenciado pela redução dos valores de L. Já para as goiabas 'Kumagai' não foi observado escurecimento da polpa ao longo do armazenamento ($P \geq 0,05$) (Figura 6). É comum ocorrerem reações oxidativas, as quais causam escurecimento dos tecidos em frutas e

hortaliças minimamente processadas (WILEY, 1994). A injúria causada pelo processamento mínimo provoca rompimento das células com conseqüente extravasamento do líquido celular o qual sofre oxidação dos compostos fenólicos, promovendo o aparecimento de coloração marrom (RADI et al., 1997). No entanto, ocorre aumento na produção de etileno desencadeando um aumento na produção de licopeno (KLUGE et al., 2002), pigmento responsável pela coloração vermelha da polpa das goiabas vermelhas, além de ser um potente antioxidante natural capaz de reduzir a ocorrência de certas doenças degenerativas nos seres humanos (STAHL; SIES, 1996).

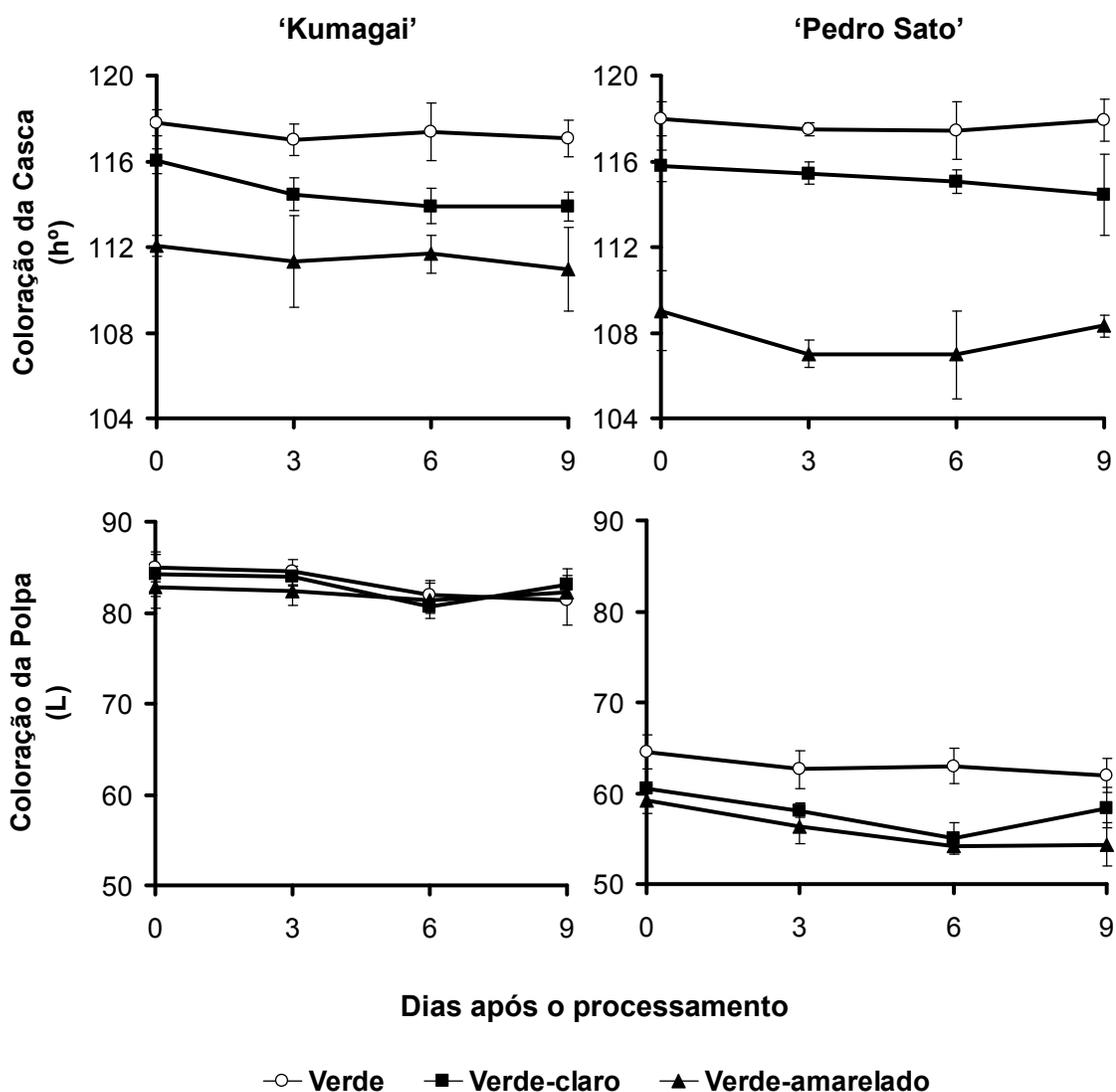


Figura 6 - Coloração da casca (h°) e da polpa (L) de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em três estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

Depois da alteração da cor, o amaciamento do fruto representa a mudança mais importante que ocorre no seu processo de maturação (AWAD, 1993). Os maiores valores de firmeza da polpa, no momento da colheita, foram obtidos no estágio verde e os menores valores no verde-amarelado para ambas as variedades, sendo que para goiabas 'Pedro Sato' a diferença de firmeza entre os estádios de maturação foi maior que nas goiabas 'Kumagai' ($P < 0,05$) (Figura 7). Para as goiabas 'Kumagai' houve pouca variação de firmeza da polpa durante o armazenamento ($P \geq 0,05$). A firmeza da polpa na região do mesocarpo manteve-se estável, porém, houve redução da firmeza na região da placenta, na qual, goiabas do estágio verde-amarelado atingiram valores de 2,57N ao final do armazenamento. Para as goiabas 'Pedro Sato' houve redução significativa ($P < 0,05$) a partir do terceiro dia nos frutos colhidos em estádios mais maduros. Após 9 dias de armazenamento, as goiabas do estágio verde-amarelado alcançaram valores de firmeza da polpa na região da placenta próximos a 1N. Nas goiabas desta variedade, colhidas no estágio verde, houve pouca perda de firmeza na região da placenta e nenhuma no mesocarpo.

Redução na firmeza da polpa durante o armazenamento também foi observada por Paull e Chen (1997) ao avaliarem mamões minimamente processados, colhidos em diferentes estádios de maturação. Megale (2002) também observou redução significativa na firmeza da polpa de mangas 'Palmer' minimamente processadas, colhidas em três estádios de maturação, sendo que a redução da firmeza é relacionada com o amadurecimento dos frutos. A perda progressiva de textura durante o amadurecimento dos frutos tem sido atribuída à redução na espessura das paredes celulares pela decomposição de protopectinas, celulosas, hemicelulosas e amido (FISHER; BENNETT, 1991). A goiaba é rica em pectina, e tem seu teor influenciado por fatores como variedade, estágio de maturação, época de desenvolvimento dos frutos e fatores climáticos (ADULSEN; KADAM, 1995) Possivelmente, o processo de corte nas goiabas minimamente processadas favorece a transformação das pectinas insolúveis em protopectinas solúveis pela ação de enzimas pectinolíticas culminando na redução da firmeza dos frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

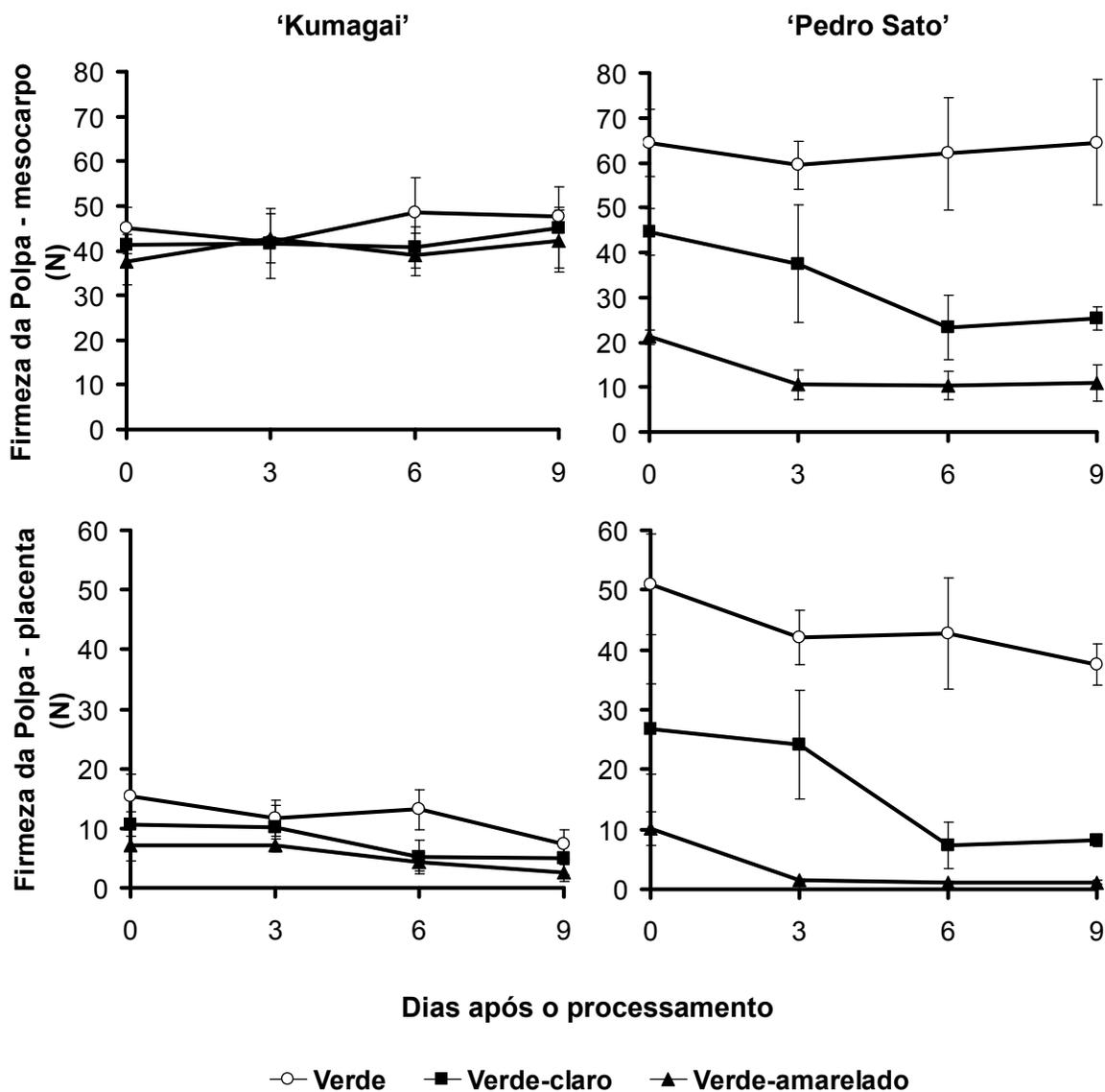


Figura 7 - Firmeza da polpa (N) nas regiões do mesocarpo e da placenta em goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em três estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

Os teores de sólidos solúveis foram maiores para os frutos colhidos no estágio verde-amarelado nas duas variedades ($P < 0,05$) no momento da colheita e mantiveram-se maiores durante o armazenamento (Tabela 1). Os teores de sólidos solúveis obtidos nos frutos deste estágio foram de 6,91° Brix na caracterização do lote de goiabas 'Kumagai' chegando aos 8,18° Brix no nono dia de armazenamento. Para as goiabas 'Pedro Sato', no momento da caracterização, o teor de sólidos solúveis observado foi de 8,71° Brix, sendo que ao final do armazenamento, os frutos alcançaram 9,71° Brix.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) o teor de açúcares atinge o valor máximo no final do amadurecimento, conferindo excelência de qualidade ao produto. Mattiuz et al. (2003) observaram manutenção do conteúdo de sólidos solúveis durante o armazenamento de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. Lamikanra et al. (2000) e Moretti et al. (2000) também não observaram alterações no teor de sólidos solúveis em melões Cantaloupe e em pimentões minimamente processados, respectivamente.

A acidez titulável foi maior no estágio verde para ambas as variedades, no momento da colheita ($P < 0,05$) (Tabela 1). Na variedade 'Kumagai' houve manutenção nos valores de acidez durante o armazenamento ($P \geq 0,05$). Porém, em 'Pedro Sato' houve redução significativa no percentual de ácido cítrico das goiabas durante o armazenamento ($P < 0,05$). De maneira geral, os ácidos orgânicos representam um dos principais substratos para os processos respiratórios durante o amadurecimento e tendem a diminuir significativamente durante esta fase (TUCKER, 1993). Jacomino et al. (2002) observaram pequeno aumento no teor de acidez titulável em goiabas 'Kumagai' durante o armazenamento refrigerado. Lima e Durigan (2000) e Mattiuz (2002) verificou leve aumento no teor de acidez titulável em goiabas 'Pedro Sato' minimamente processadas durante o armazenamento refrigerado.

O teor de ácido ascórbico foi menor no estágio verde para ambas as variedades, no momento da colheita ($P < 0,05$) (Tabela 1). Em goiabas 'Kumagai' o teor de ácido ascórbico foi de $98,77 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para o estágio verde-amarelado e $79,93 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para o estágio verde. Houve acréscimo nos valores de ácido ascórbico nos frutos mais maduros ao final do armazenamento, porém, o mesmo comportamento não foi observado para os frutos do estágio verde. Para a variedade Pedro Sato houve decréscimo ($P < 0,05$) nos teores de ácido ascórbico durante o armazenamento. Na caracterização do lote, os valores de ácido ascórbico eram de $69,87 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para o estágio verde-amarelado e $57,13 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para o estágio verde. Contudo, no nono dia de armazenamento o estágio mais maduro apresentou valores de $67,82 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ e o estágio verde, $54 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$. Cavalini et al. (2006) e Azzolini et al. (2004) concluíram que o teor de ácido ascórbico em goiabas oscila de acordo com o estágio de maturação em que os frutos são colhidos. É possível inferir que a variedade Kumagai apresenta valores superiores à variedade Pedro Sato no que diz respeito ao teor de ácido

ascórbico. Segundo Mercado-Silva et al. (1998), o aumento no teor de ácido ascórbico de goiabas em estágio de maturação mais avançado está associado ao aumento da síntese de metabólitos intermediários, os quais são precursores do ácido ascórbico, como a galactose e manose.

Tabela 1 - Características químicas de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em três estádios de maturação e armazenadas a 5°C durante 9 dias

Tratamentos	Sólidos solúveis (°Brix)		Acidez titulável (% de ácido cítrico)		Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹)	
	Caracterização	9 dias*	Caracterização	9 dias*	Caracterização	9 dias*
KUMAGAI						
Verde	6,38 Bb	7,49 Ab	0,63 Aa	0,55 Aa	79,93 Ab	74,88 Ab
Verde-claro	6,64 Bab	7,65 Aab	0,54 Aab	0,51 Aab	85,21 Aa	93,65 Aa
Verde-amarelado	6,91 Ba	8,18 Aa	0,53 Ab	0,47 Ab	98,77 Aa	101,37 Aa
PEDRO SATO						
Verde	7,71 Bb	8,53 Ab	0,56 Aa	0,58 Aa	57,13 Ab	54,0 Bb
Verde-claro	7,73 Bb	8,46 Ab	0,51 Ab	0,49 Bb	66,69 Aa	59,50 Ba
Verde-amarelado	8,71 Ba	9,71 Aa	0,41 Ac	0,41 Bc	69,87 Aa	67,82 Ba

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas distintas na coluna, em relação a cada variedade, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P=0,05)

* 9 dias após o processamento mínimo das goiabas

As maiores notas de aparência foram atribuídas aos frutos colhidos em estádios de maturação mais avançados (Figura 8). No entanto, após o processamento, houve declínio das notas, possivelmente em função do escurecimento da região placentária, ressecamento do mesocarpo e aparente perda do frescor inicial, os quais, de acordo com Kader (2002), são fatores relevantes para aceitação ou rejeição de um produto. O ressecamento observado na região do mesocarpo das goiabas é semelhante ao dano que ocorre em cenouras minimamente processadas, denominado *white blush*, que torna o produto com aparência envelhecida e pouco atraente (BARRY-RYAN et al., 2000). Segundo Cantwell e Suslow (2002), as operações envolvidas na preparação de frutas e hortaliças minimamente processadas, geralmente, reduzem a vida de prateleira das mesmas, pois levam à mudanças fisiológicas resultando em prejuízos à aparência.

Para a variedade Kumagai, foi observada pequena diferença entre as notas de aparência, provavelmente, associadas às menores diferenças visuais entre os estádios de maturação, fato comprovado quando se observa os valores correspondentes à coloração da polpa dessa variedade (Figura 6). Para esta variedade houve diferença ($P < 0,05$) apenas entre o estágio verde e os demais, sendo que este estágio foi o que recebeu as menores notas de aparência. As diferenças entre os estádios foram mais evidentes na variedade Pedro Sato, uma vez que as goiabas do estágio verde obtiveram notas abaixo do limite de aceitabilidade em todas as avaliações, provavelmente devido ao fato das goiabas deste estágio possuírem o mesocarpo com coloração esbranquiçada enquanto que as do estágio verde-amarelado apresentam o mesocarpo com coloração vermelha, tornando-as mais atrativas. No entanto, as goiabas deste estágio não demonstraram aptidão ao processamento mínimo devido à elevada perda de firmeza e escurecimento da polpa na região da placenta. É provável que, com a associação de técnicas de controle da senescência, como o uso de 1-MCP e atmosfera modificada, goiabas colhidas neste estágio tornem-se aptas ao processamento haja visto a eficácia desse produto na manutenção da firmeza dos produtos minimamente processados (VILAS BOAS; KADER, 2001).

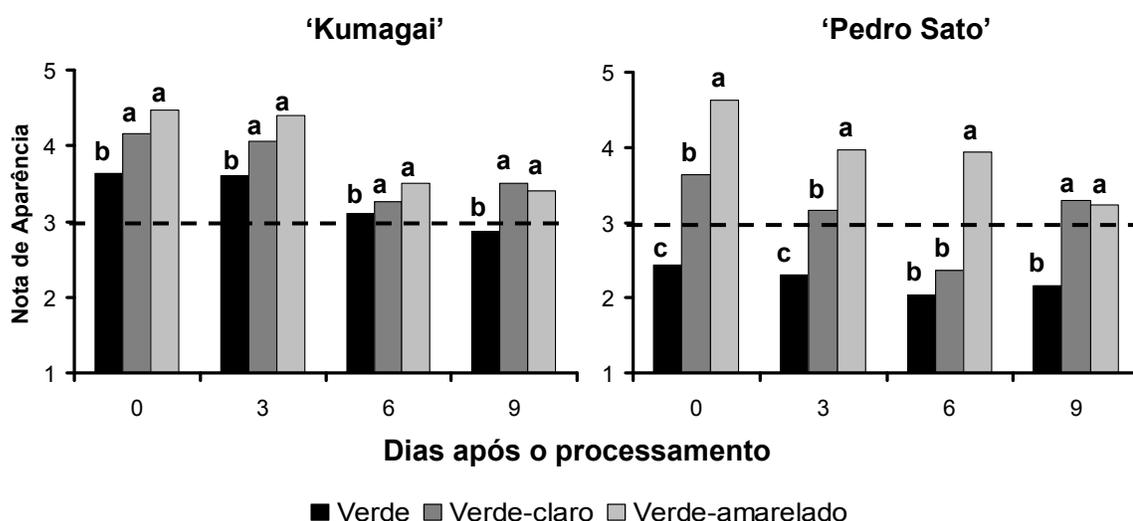


Figura 8 - Aparência de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas, colhidas em três estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. Notas: 5=ótimo, 4=bom, 3=regular (limite de aceitabilidade), 2=ruim, 1=péssimo

2.3.2 Segundo Experimento: Efeito do 1-MCP na Fisiologia e na Qualidade de Goiabas Minimamente Processadas

Os estádios de maturação verde-claro e verde-amarelado foram selecionados com base na etapa anterior como os mais indicados ao processamento mínimo de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'. O estágio mais maduro obteve as maiores notas de aparência, para ambas as variedades, demonstrando maior potencial atrativo ao consumidor. No entanto, os frutos colhidos neste estágio sofreram elevada perda de firmeza na polpa, característica comum no decorrer do amadurecimento de frutos. Esse estágio de maturação foi selecionado para esta etapa visando avaliar a interação entre goiabas com maior potencial atrativo e a ação do 1-MCP no controle da senescência.

Análises Fisiológicas

As goiabas de ambas as variedades exibiram maior atividade respiratória no primeiro dia, provavelmente, devido à injúria causada pelo processamento mínimo ($P < 0,05$) (Figura 9). Segundo Cantwell (1992) o aumento na respiração e na produção de etileno pelos tecidos ocorre logo após o corte, promovendo reações químicas e bioquímicas responsáveis pelas modificações na coloração, sabor, textura, qualidade nutricional e frescor dos produtos processados.

As máximas produções de CO_2 em goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' corresponderam aos tratamentos em que não houve exposição dos frutos ao 1-MCP, com valores próximos a $20 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para os frutos de ambos os estádios (Figura 9). Este mesmo tratamento obteve as maiores médias ao final do período de armazenamento, sendo que no nono dia após o processamento, a produção foi próxima aos $3 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para 'Kumagai' e $7 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para 'Pedro Sato' ($P < 0,05$). A atividade respiratória das goiabas minimamente processadas tratadas com 1-MCP em diferentes tempos de exposição não diferiram entre si ($P \geq 0,05$) e apresentaram leve queda até o final do armazenamento.

Souza (2005) observou redução na atividade respiratória de mangas minimamente processadas e tratadas com 1-MCP. Watada et al. (1996), ao compararem

a atividade respiratória de vários frutos intactos e submetidos ao processamento mínimo, sob diversas temperaturas, observaram que na maioria das vezes a atividade respiratória era maior nos frutos minimamente processados. De acordo com Wiley (1994) frutas e hortaliças minimamente processadas mantêm seus tecidos vivos e não exibem a mesma resposta fisiológica que um tecido inteiro. Isso é comprovado quando se comparam os valores obtidos no presente trabalho com os de Singh e Pal (2008) que em goiabas inteiras observaram valores de produção de CO_2 próximos a $1 \text{ mL kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$, muito menores que os observados em goiabas minimamente processadas.

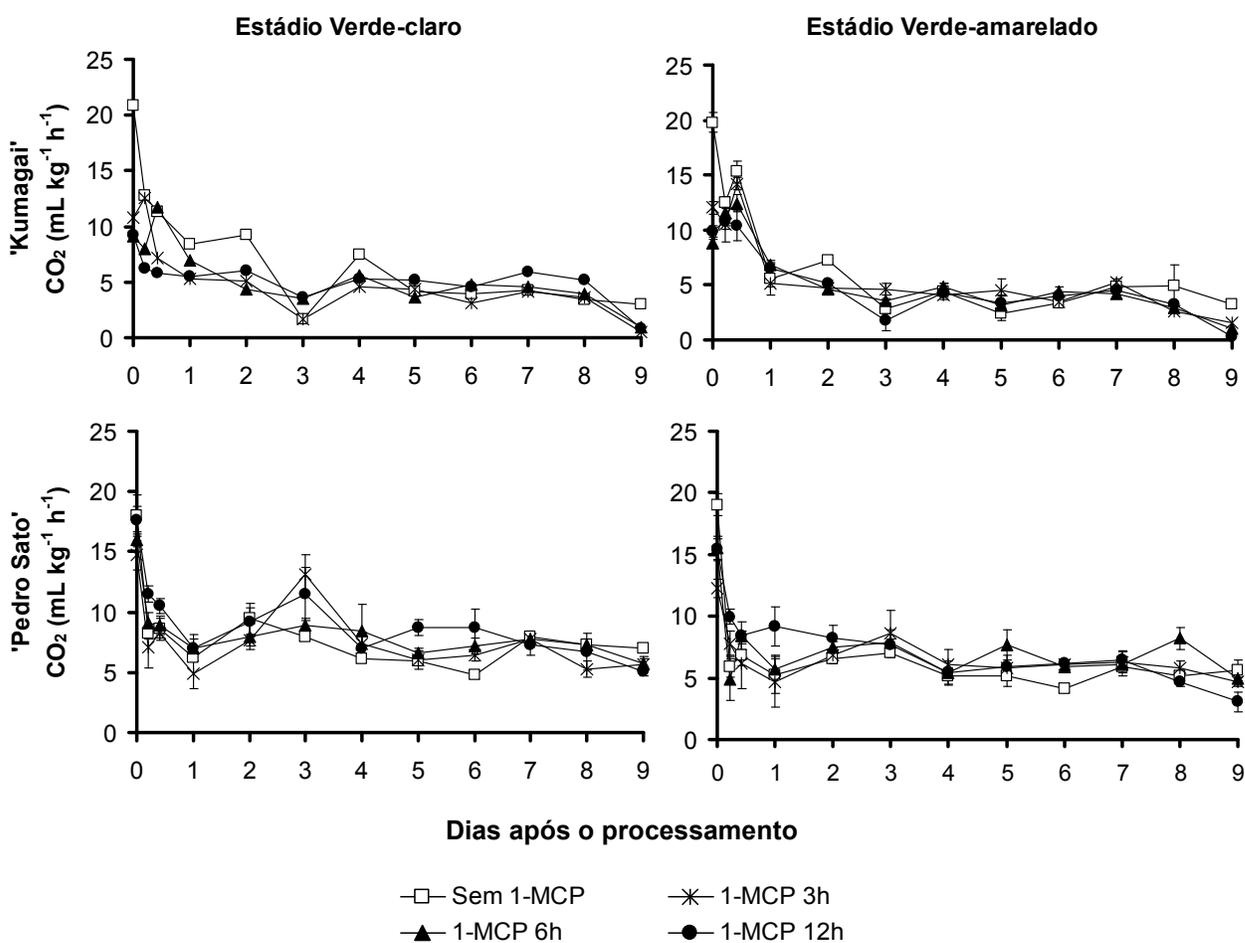


Figura 9 - Atividade respiratória de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C . As barras verticais representam o erro da média ($n=4$)

O corte dos tecidos realizado no preparo dos produtos minimamente processados estimula mudanças fisiológicas indesejáveis. A integridade celular é perdida, destruindo

a compartimentalização de enzimas e substratos, tendo como conseqüência a formação de metabólitos secundários. A senescência pode ser acelerada e odores indesejáveis podem ser desenvolvidos, como resultados do aumento da respiração e da produção de etileno (BURNS, 1995).

Em ambas as variedades, os frutos responderam ao processamento mínimo com maior produção de etileno nas primeiras 24 horas após o processamento ($P < 0,05$) (Figura 10). Nas goiabas 'Kumagai' todos os tratamentos obtiveram os maiores valores no primeiro dia com posterior queda. Foi observado comportamento semelhante entre os frutos tratados com 1-MCP em ambos os estádios de maturação. Para os frutos expostos ao 1-MCP por 3 horas, a produção de etileno nos dois estádios alcançou valor médio de $0,6 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. Nos tratamentos 6 e 12 horas observaram-se valores de 0,35 e $0,15 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, respectivamente, para ambos os estádios.

O comportamento fisiológico das goiabas 'Pedro Sato' foi semelhante ao de 'Kumagai' (Figura 10). As maiores produções de etileno ocorreram nos frutos sem 1-MCP, porém em todos os tratamentos foi observada redução durante o armazenamento. Para os frutos expostos ao 1-MCP por 3 horas, os dois estádios alcançaram valor médio de $0,6 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$. Nos tratamentos com 6 e 12 horas observaram-se valores de 0,35 e $0,15 \mu\text{L kg}^{-1} \text{h}^{-1}$, respectivamente, para os estádios verde-claro e verde-amarelado. Singh e Paul (2008) também observaram maior produção de etileno em goiabas inteiras no tratamento que não houve exposição dos frutos ao 1-MCP e os menores valores foram atribuídos ao tratamento em que as goiabas ficaram expostas ao produto por mais tempo e uma maior concentração.

Após o aumento da atividade fisiológica dos produtos minimamente processados observou-se redução seguida de estabilização até o nono dia. Essa redução, geralmente ocorre algumas horas após o processamento, sendo variável de acordo com o tipo de produto e o nível de processamento (MOREIRA, 2005). Sasaki (2004) também observou essa estabilização em abóboras minimamente processadas armazenadas a 10°C . Sarzi et al. (2001) trabalharam com mamões minimamente processados e verificaram que na primeira hora após o corte os produtos apresentaram aumento na atividade fisiológica, que reduziu na hora seguinte e, posteriormente, estabilizou. Em tomates minimamente processados, Hong e Gross (1998) também observaram maiores

valores da atividade respiratória no momento do corte, seguida de diminuição significativa no segundo dia.

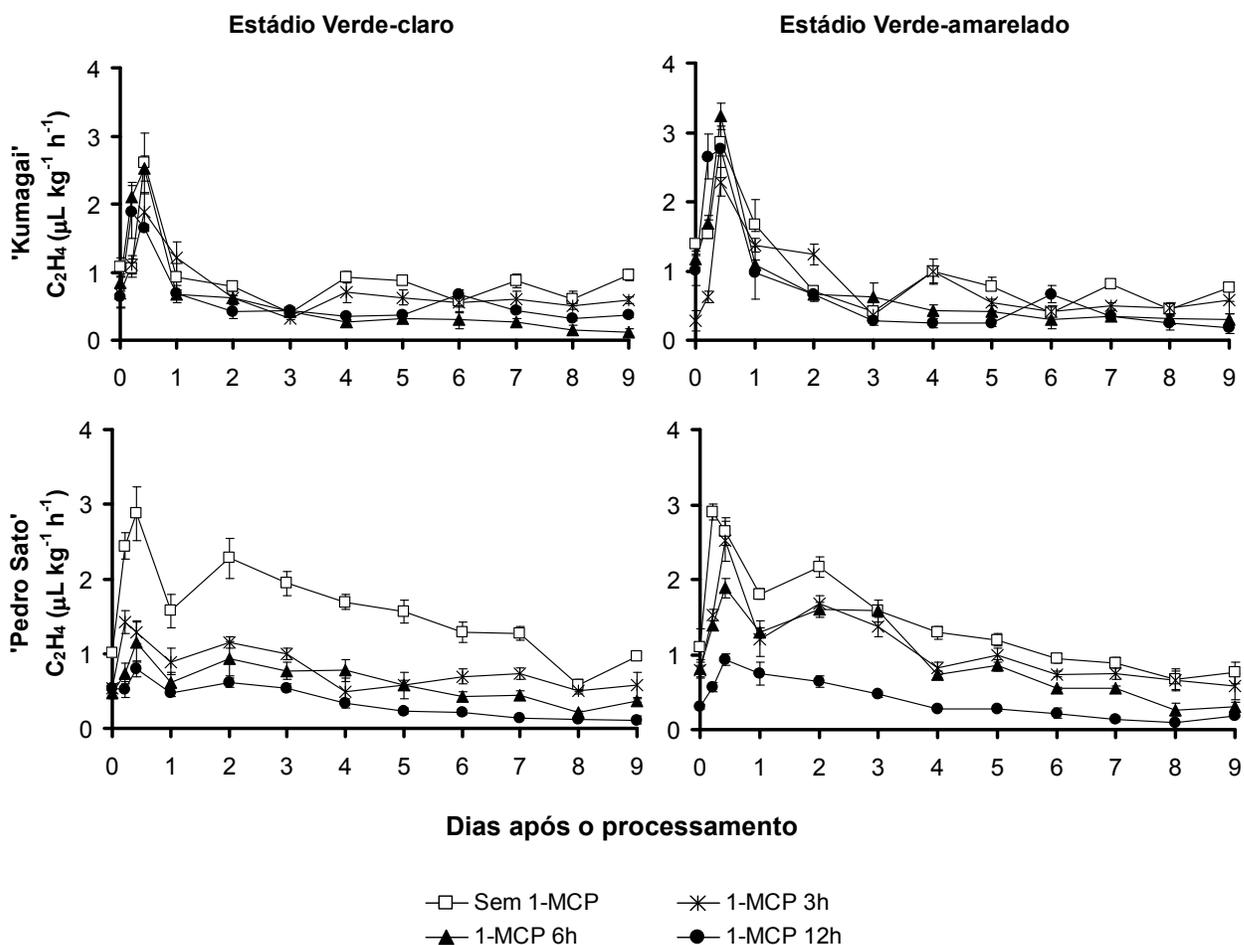


Figura 10 - Produção de etileno em goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. As barras verticais representam o erro da média (n=4)

Análises Físico-químicas

O ângulo de cor (h°) expressa de maneira significativa as diferenças na coloração da casca, permitindo uma visualização precisa da mudança de cor. De acordo com Chitarra (1994) os parâmetros que definem a coloração podem ser indicativos da perda de qualidade, pois à medida que um produto muda suas características originais, seja escurecendo, seja adquirindo outra tonalidade, há o comprometimento da sua aparência e, por conseguinte, da sua aceitabilidade pelo consumidor.

Nas goiabas 'Kumagai' minimamente processadas nos dois estádios de maturação houve manutenção da coloração da casca dos frutos tratados com 1-MCP, independentemente do tempo de exposição do produto (Figura 11). Nos frutos sem 1-MCP, colhidos no estágio verde-claro, foi observada redução nos valores de ângulo de cor de 115,8°h para 113,4°h ($P < 0,05$), ao final do armazenamento, indicando amarelecimento da casca. Já na variedade Pedro Sato, houve manutenção da coloração da casca dos frutos colhidos no estágio verde-claro em todos os tratamentos ($P \geq 0,05$). No entanto, para os frutos sem 1-MCP, colhidos no estágio verde-amarelado, a coloração da casca, ao final do armazenamento, diferiu significativamente da coloração da casca dos frutos tratados com este regulador ($P < 0,05$). Ao final do armazenamento, o ângulo de cor foi de 112°h no momento da colheita, passando a 109°h após 9 dias de armazenamento, confirmando o amarelecimento da casca. Os principais processos envolvidos na perda da coloração verde dos frutos durante o amadurecimento são a degradação da clorofila e a síntese de carotenóides (CROSS, 1987), que, por sua vez, possuem como um dos principais precursores o etileno (KLUGE, 2002).

O 1-metilciclopropeno tem se destacado como uma ferramenta no estudo do amadurecimento de frutos, pois, além de restringir a ação do etileno pode reduzir sua produção e retardar o amadurecimento de muitos frutos climatéricos (BLAKENSHIP; DOLE, 2003). Dessa forma, a manutenção da coloração da casca dos frutos tratados com 1-MCP provavelmente se deve à ação deste regulador. De acordo com Bassetto et al. (2005) o 1-MCP reduziu a perda da cor verde de goiabas 'Pedro Sato' inteiras. Os autores observaram que quanto maior a concentração e o tempo de exposição dos frutos ao 1-MCP, maior sua eficácia na manutenção da coloração da casca. No tratamento onde goiabas inteiras foram tratadas por 12 horas com 1-MCP a uma concentração de 900 nL L^{-1} houve retenção da perda da cor verde durante todo o período de armazenamento.

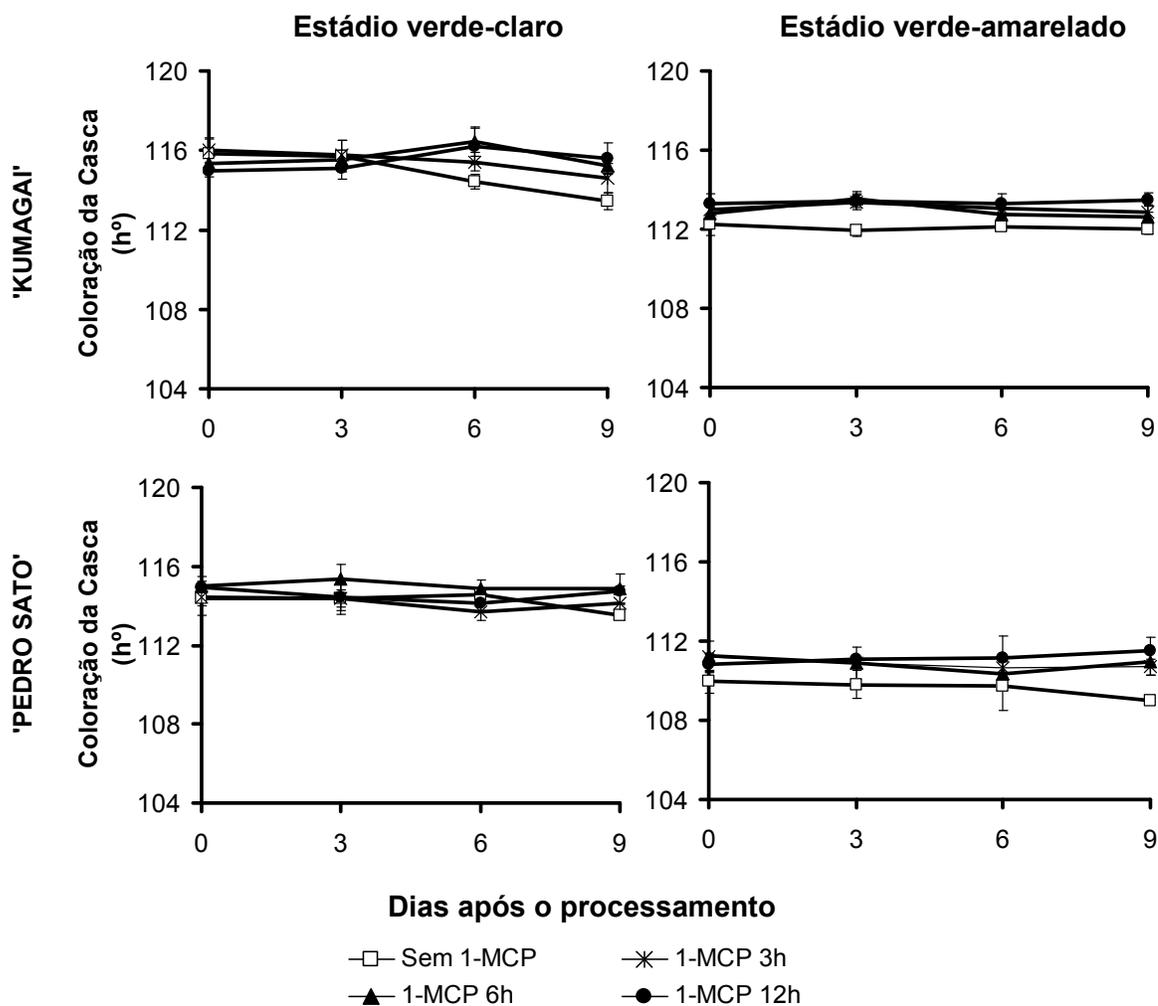


Figura 11 - Coloração da casca (h°) de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

A variável L indica luminosidade, diferenciando cores claras de escuras. As mudanças de coloração são resultantes não só da degradação da clorofila, como também, da síntese de pigmentos, principalmente carotenóides (TUCKER, 1993) e de reações oxidativas. De modo geral, observou-se discreto escurecimento na coloração da polpa das goiabas minimamente processadas de ambas as variedades. Provavelmente, essa discreta mudança na coloração da polpa deve-se ao armazenamento refrigerado a baixas temperaturas (5°C), o que reduziu a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, responsáveis pelo escurecimento do tecido vegetal. Com o corte ocorre o rompimento das células e liberação de enzimas que catalisam a reação entre oxigênio e polifenóis provocando escurecimento (GORNY et al., 2002). Nas goiabas

'Kumagai', esse escurecimento foi mais evidenciado nos frutos sem 1-MCP, para ambos os estádios de maturação ($P < 0,05$) (Figura 12). Nas goiabas 'Pedro Sato' foi observado o mesmo comportamento. Nos frutos sem 1-MCP houve escurecimento da polpa, resultado do aumento do desenvolvimento da cor vermelha devido à biossíntese de licopeno, a qual aumenta no decorrer da maturação (ADSULE; KADAM, 1995) e é fortemente dependente do etileno (OLLER et al., 1991). O etileno é o ativador da enzima fitoeno sintase, a qual desencadeia a produção de fitoeno, um dos precursores do licopeno (KLUGE et al., 2002). Saftner et al. (2007) também observaram leve escurecimento da coloração da polpa de melancias minimamente processadas armazenadas sob refrigeração e que não foram tratadas com 1-MCP.

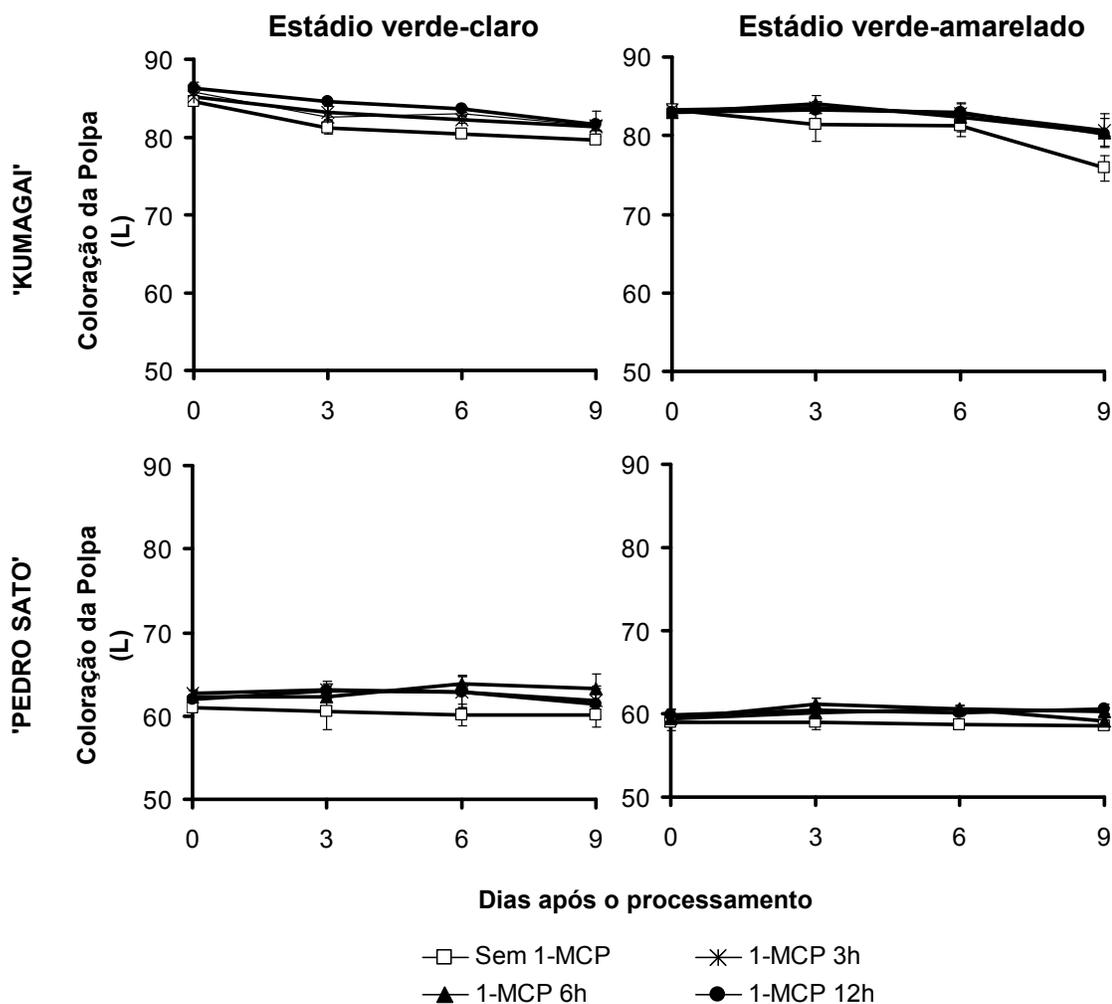


Figura 12 - Coloração da polpa (L) de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

A perda de firmeza dos frutos é uma das transformações mais evidentes que ocorre durante a maturação e amadurecimento. Além da importância do ponto de vista econômico, já que afeta a qualidade do fruto, a firmeza tem efeito na resistência ao transporte, na conservação e no ataque de microrganismos (AWAD, 1993). A diminuição da firmeza da polpa durante o amadurecimento é função, principalmente, da perda da integridade da parede celular. A degradação das moléculas polímeras constituintes da parede celular, como celulose, hemicelulose e pectina, gera alterações na parede celular levando ao amolecimento da polpa (TUCKER, 1993).

Nas goiabas 'Kumagai' do estágio verde-claro não foram observadas diferenças entre os tratamentos em relação à firmeza da polpa na região do mesocarpo ao longo do armazenamento ($P \geq 0,05$) (Figura 13). Já no estágio verde-amarelado, o tratamento onde os frutos ficaram expostos ao 1-MCP por 12 horas apresentou manutenção da firmeza durante todo este período ($P < 0,05$), sendo que os frutos que não foram expostos ao 1-MCP alcançaram os menores valores. Na caracterização das goiabas deste tratamento, os valores de firmeza foram de 39N, no entanto, aos 9 dias de armazenamento, esse valores ficaram próximos a 20N.

Para a variedade Pedro Sato houve redução significativa da firmeza da polpa na região do mesocarpo no terceiro dia de armazenamento em todos os tratamentos de ambos os estádios de maturação ($P < 0,05$). No entanto, a firmeza da polpa nesta região dos frutos sem 1-MCP foi significativamente menor que a firmeza encontrada nos frutos tratados com este regulador, em ambos os estádios de maturação ($P < 0,05$), confirmando a eficácia do 1-MCP em manter a firmeza das goiabas minimamente processadas. Na caracterização do lote de goiabas desta variedade, colhidas no estágio verde-amarelado, a firmeza da polpa nesta região foi de 71N, enquanto que, após 9 dias de armazenamento, esses valores reduziram para 42,2N.

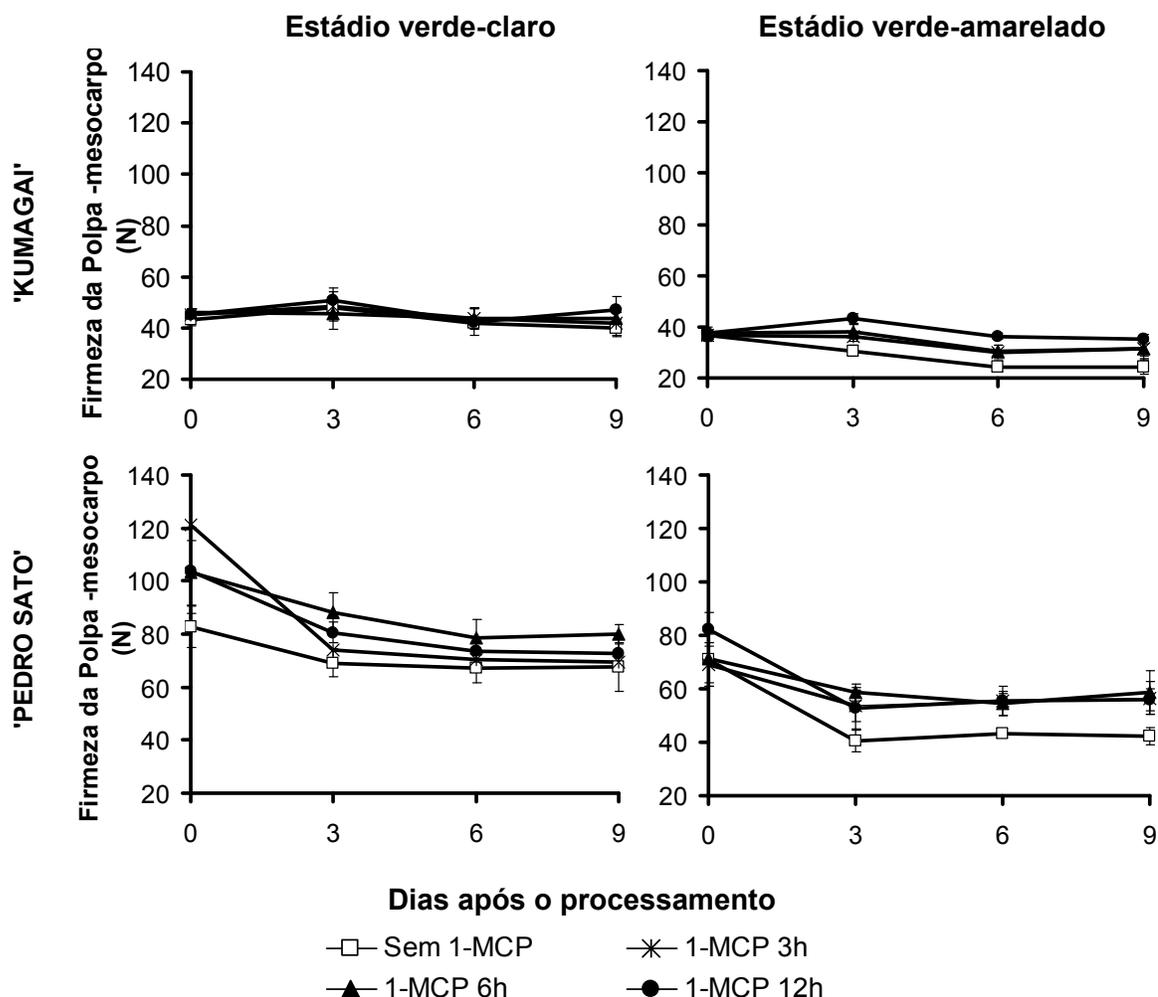


Figura 13 - Firmeza da polpa na região do mesocarpo (N) de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

De modo geral, houve redução da firmeza da polpa na região da placenta das goiabas 'Kumagai' durante o armazenamento, sendo mais acentuada nos frutos sem 1-MCP (Figura 14). Essa redução mostrou-se significativa apenas no final do armazenamento ($P < 0,05$). Na caracterização do lote, os valores da firmeza na região da placenta das goiabas 'Kumagai' minimamente processadas estavam em torno de 17N para o estágio verde-claro e 11N para o verde-amarelado. No entanto, no nono dia de armazenamento, esses valores chegaram a 4 e 1,5N, respectivamente. Para as goiabas 'Pedro Sato', os menores valores de firmeza da polpa nesta região foram atribuídos aos frutos do estágio verde-amarelado sem 1-MCP (Figura 14). A firmeza dos frutos colhidos no estágio verde-claro e tratados com 1-MCP em diferentes tempos de exposição foi

mantida durante o armazenamento ($P \geq 0,05$). Já para os frutos do estágio verde-amarelado, a manutenção da firmeza da polpa na região da placenta ocorreu apenas nas goiabas que ficaram expostas durante 12 horas ao 1-MCP, sendo significativamente diferente dos demais tratamentos ($P < 0,05$).

Hojo et al. (2008) não observou diferença entre goiabas 'Paluma' minimamente processadas tratadas com 1-MCP por 6 horas e goiabas não-tratadas. De acordo com os autores, a não eficácia do tratamento pode ser atribuída aos fatores como a concentração do 1-MCP necessária para saturar os receptores e competir com o etileno; o tempo de aplicação do tratamento para que o 1-MCP aja nos tecidos vegetais; e o estágio de maturação do produto (BLANKENSHIP; DOLE, 2003). A retenção da firmeza em resposta ao 1-MCP indica que o amolecimento do tecido vegetal depende da ação do etileno no processo de amadurecimento. Ergun et al. (2007) também observaram eficácia do 1-MCP em melões minimamente processados, onde a firmeza permaneceu estável durante o armazenamento refrigerado, da mesma forma que Hurr et al. (2005) em tomates, Jiang e Joyce (2002) em maçãs, Ergun e Huber (2004) e Jacomino et al. (2002) em mamões e Villas-Boas e Kader (2001) em bananas, kiwis e mangas. A redução da firmeza durante o armazenamento dos frutos sem 1-MCP, provavelmente, é resultante do mecanismo de hidrólise da parede celular e da lamela média, pois as enzimas responsáveis pela hidrólise da parede celular geralmente são dependentes de etileno, justificando a acentuada perda de firmeza depois do climatérico (REDGWELL; FISCHER, 2002).

A perda de firmeza da polpa no estágio mais maduro, observada no primeiro experimento deste trabalho, foi um dos principais fatores que levaram à utilização de técnicas de controle da senescência de goiabas minimamente processadas. Dessa forma, o 1-MCP ajudou na manutenção da firmeza das goiabas colhidas mais maduras, as quais são mais atraentes ao consumidor, uma vez que a redução da firmeza da polpa mostrou-se discreta ao longo do armazenamento, confirmando a eficácia do tratamento no processamento mínimo de frutas.

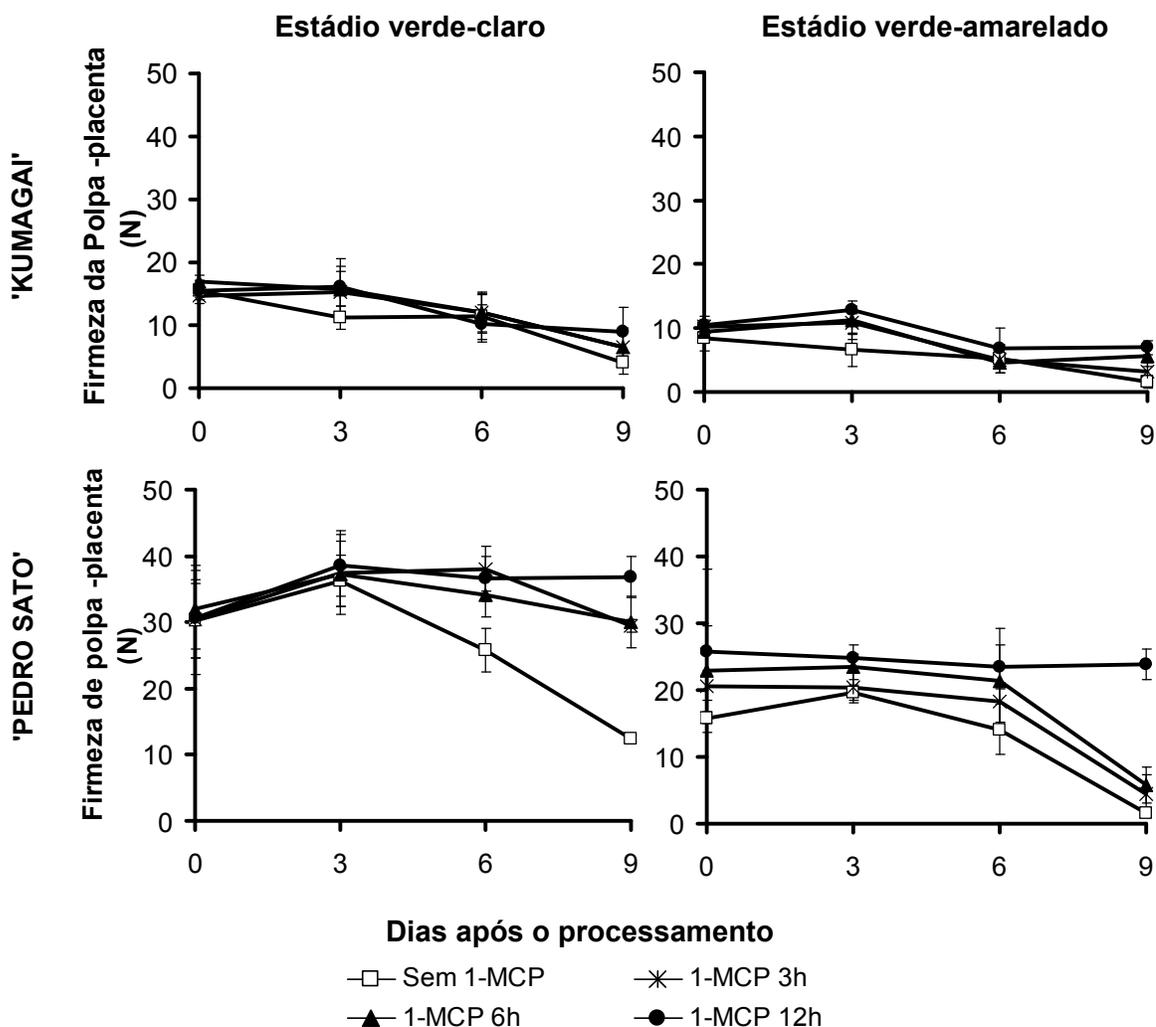


Figura 14 - Firmeza da polpa na região da placenta (N) de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, durante o armazenamento refrigerado a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

De modo geral, os tratamentos apresentaram manutenção no teor de sólidos solúveis. Nas goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' não foram observadas alterações ao longo do armazenamento ($P \geq 0,05$), independentemente dos tratamentos com diferentes tempos de exposição dos frutos ao 1-MCP e estádios de maturação (Tabela 2). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Jacomino (1999), para goiabas 'Kumagai' inteiras. Singh e Pal (2008) também não observaram aumento nos teores de sólidos solúveis em goiabas inteiras tratadas com 1-MCP. O comportamento estável das goiabas ao longo do armazenamento em relação aos teores de sólidos solúveis está de acordo com o observado por Mattiuz et al. (2003) e Hojo et al. (2008), em goiabas

'Paluma' minimamente processadas com e sem tratamento com 1-MCP. Diversos autores têm relatado que o 1-MCP não afeta o teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento dos produtos hortícolas (HOJO et al., 2008). Segundo Rhodes (1980), os frutos que não contêm açúcares de reserva, não apresentam mudanças significativas nos teores de sólidos solúveis totais durante o amadurecimento. Isto pode explicar porque esta variável não apresentou diferenças significativas entre os estádios de maturação, visto que a goiaba não apresenta níveis elevados de açúcares de reserva.

De modo geral, houve manutenção nos valores de acidez titulável das goiabas 'Kumagai' durante o armazenamento (Tabela 2), independentemente dos tempos de exposição das goiabas ao 1-MCP e dos estádios de maturação ($P \geq 0,05$). Para a variedade Pedro Sato, durante todo o período de armazenamento, a acidez titulável foi maior no estágio verde-claro que no estágio verde-amarelado e não houve diferença significativa entre os tratamentos com diferentes tempos de exposição dos frutos ao 1-MCP (Tabela 2). Os ácidos orgânicos representam um dos principais substratos para os processos respiratórios durante o amadurecimento e de forma geral tendem a diminuir significativamente durante esta fase (TUCKER, 1993). Dessa forma, os frutos em estágio de maturação mais avançado tendem a ter o percentual de ácido cítrico menor.

O teor de ácido ascórbico em goiabas 'Kumagai' não apresentou diferenças ($P \geq 0,05$) entre os tratamentos com diferentes tempos de exposição dos frutos ao 1-MCP, em ambos os estádios (Tabela 2). Além de não ter ocorrido alterações nos teores de ácido ascórbico ao longo do armazenamento ($P \geq 0,05$). Contudo, para 'Pedro Sato' foi observado aumento significativo nos valores de ácido ascórbico durante o armazenamento. Esse aumento do teor de vitamina C em goiabas, durante o armazenamento, também foi observado por Mattiuz (2002). Segundo Mercado-Silva et al. (1998) o aumento do teor de vitamina C pode ser resultado da produção de precursores do ácido ascórbico na respiração.

Em geral, houve diferença entre os tratamentos sem 1-MCP e o tratamento em que os frutos ficaram expostos por 12 horas ao produto, inferindo que o tratamento com 1-MCP interferiu no teor de ácido ascórbico das goiabas minimamente processadas apenas quando o tempo de exposição é maior.

Tabela 2 - Características químicas de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, tratadas e não tratadas com 1-MCP e armazenadas a 5°C durante 9 dias

Tratamentos	<i>Sólidos solúveis (°Brix)</i>		<i>Acidez titulável (% de ácido cítrico)</i>		<i>Ácido ascórbico (mg 100g⁻¹)</i>	
	Caracterização	9 dias*	Caracterização	9 dias*	Caracterização	9 dias*
KUMAGAI						
Verde-claro						
Sem 1-MCP	8,64 Aa	8,72 Aa	0,62 Aa	0,62 Aa	104,99 Aa	103,05 Aa
1-MCP por 3h	8,31 Aab	8,40 Aab	0,63 Aa	0,61 Aa	103,12 Aab	108,91 Aab
1-MCP por 6h	7,88 Aab	8,75 Aab	0,65 Aa	0,61 Aa	110,18 Aab	113,29 Aab
1-MCP por 12h	8,20 Aab	8,50 Aab	0,63 Aa	0,61 Aa	106,25 Aab	112,05 Aab
Verde-amarelado						
Sem 1-MCP	8,38 Aab	8,36 Aab	0,59 Aa	0,54 Bb	96,74 Ba	103,02 Aa
1-MCP por 3h	8,59 Aab	8,51 Aab	0,58 Aa	0,60 Aa	106,96 Aab	110,65 Aab
1-MCP por 6h	8,86 Aab	8,24 Aab	0,60 Aa	0,60 Aa	102,53 Aab	106,68 Aab
1-MCP por 12h	8,45 Ab	8,58 Aab	0,60 Aa	0,63 Aa	112,46 Ab	117,26 Ab
PEDRO SATO						
Verde-claro						
Sem 1-MCP	9,24 Ab	9,47 Aa	0,64 Aa	0,60 Aa	76,86 Ba	101,44 Aa
1-MCP por 3h	9,78 Aa	10,04 Aa	0,64 Aa	0,60 Aa	84,20 Bab	110,79 Aa
1-MCP por 6h	9,83 Aa	10,20 Aa	0,65 Aa	0,63 Aa	79,83 Bab	104,45 Aa
1-MCP por 12h	9,40 Aab	9,80 Aa	0,64 Aa	0,63 Aa	93,44 Ba	104,21 Aa
Verde-amarelado						
Sem 1-MCP	10,58 Aa	10,81 Aa	0,59 Ab	0,56 Ab	73,67 Bab	96,64 Aa
1-MCP por 3h	9,65 Aa	10,19 Aa	0,62 Ab	0,58 Ab	87,00 Ba	103,31 Aa
1-MCP por 6h	10,29 Aa	10,44 Aa	0,60 Ab	0,56 Ab	85,70 Ba	102,21 Aa
1-MCP por 12h	10,13 Aa	10,41 Aa	0,60 Ab	0,55 Ab	89,85 Bab	110,76 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas distintas na coluna, em relação a cada variedade, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P=0,05)

* 9 dias após o processamento mínimo das goiabas

2.3.3 Terceiro Experimento: Efeito da Atmosfera Modificada na Conservação de Goiabas Minimamente Processadas

Os estádios de maturação verde-claro e verde-amarelado foram selecionados, com base no primeiro experimento, como os mais indicados ao processamento mínimo de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato'.

Diversos autores têm mostrado efeito benéfico da atmosfera modificada em inúmeros frutos minimamente processados, como, kiwi em rodela, manga e melão em cubos, maçã e pêra, entre outros (BEGOÑA et al., 2006) como forma de controle da senescência. A utilização de atmosfera modificada é uma prática efetiva na extensão da vida de prateleira de diversas frutas e hortaliças minimamente processadas. Atmosferas com 2 a 8% de O₂ e 5 a 15% de CO₂ têm potencial para aumentar a vida útil e viabilizar a comercialização destes produtos. Porém, para cada vegetal existe uma atmosfera específica que maximiza sua durabilidade (CANTWELL, 1992).

Composição Gasosa

A modificação da composição gasosa do interior das embalagens com goiaba minimamente processada variou de acordo com a embalagem e o estágio de maturação.

Tabela 3 - Taxas de permeabilidade (TP) aos gases das embalagens utilizadas¹

Embalagem	Espessura (μm)	TPO_2 (cm^3 (CNT) /m^2/dia)	$TPCO_2$ (cm^3 (CNT) /m^2/dia)
PVC	12	9.032	-
PEBD	30	7.416	23.819
PEBD	69	2.156	11.985
PP	25	3.897	-
PP	52	1.961	6.821
PD-900	58	3.433	22.360

¹Determinada a 25°C, a seco e a 1atm de pressão parcial de gás

A área efetiva de permeação das embalagens de polipropileno, polietileno de baixa densidade e PD-900 foram de aproximadamente 300cm². Para a embalagem de poliestireno expandido revestida por PVC a área efetiva de permeação foi de 225cm².

A modificação da composição gasosa nas embalagens de goiabas 'Kumagai' colhidas no estádio verde-claro foi muito lenta, alcançando os níveis propostos por Cantwell (1992) somente no final do armazenamento. Na embalagem revestida com filme PVC não houve modificação da atmosfera, a qual manteve-se praticamente igual à do ambiente, o que era de se esperar dada a alta taxa de permeabilidade deste filme ao O₂ e ao CO₂ (Tabela 3). As embalagens que alcançaram as composições gasosas preconizadas para a conservação de vegetais foram as constituídas pelos filmes plásticos PEBD (69µm), PP (25µm) e PP (52µm) onde as concentrações de O₂, ao final do armazenamento, foram de 2,6; 4,6 e 4,8% e as concentrações de CO₂ foram de 5,7; 6,1 e 7,1%, respectivamente (Figura 15). O mesmo comportamento foi observado para as goiabas desta variedade colhidas no estádio verde-amarelado (Figura 16). O filme PVC não possibilitou a modificação da composição gasosa no interior da embalagem. Já as embalagens constituídas pelos filmes PEBD (69µm), PP (25µm) e PP (52µm) modificaram a atmosfera do interior das embalagens, alcançando ao final do armazenamento, 3,2; 4,9 e 2,6% de O₂ e 5,7; 7,0 e 8,6% de CO₂, respectivamente.

Embora as embalagens constituídas pelos filmes PEBD (69µm) e PP (25 e 52µm) tenham permitido a modificação da atmosfera, alcançando concentrações de O₂ e de CO₂ dentro da faixa proposta por Cantwell (1992) para preservação de frutas e hortaliças minimamente processadas, a estabilização dos gases ocorreu somente após o 6º dia, ou seja, no final do período de armazenamento. Ao comparar as composições gasosas obtidas nas embalagens com goiabas 'Kumagai' minimamente processadas nos dois estádios de maturação notam-se diferenças para os filmes PEBD (69µm) e PP (25 e 52µm) (P<0,05), sendo que a modificação da atmosfera nas embalagens das goiabas do estádio verde-amarelado foi maior.

Comportamento similar foi verificado nas embalagens de goiabas 'Pedro Sato' (Figuras 17 e 18). A composição gasosa do interior das embalagens revestidas por filme PVC foi similar à observada para a variedade Kumagai, não sofrendo nenhuma modificação. Já as embalagens constituídas pelos filmes PEBD (69µm), PP (25µm) e PP

(52 μ m) das goiabas do estádio verde-amarelado as concentrações de O₂, ao final do armazenamento, foram de 7,5; 6,0 e 5,4% de O₂ e as concentrações de CO₂ foram de 5,0; 6,1 e 6,7%, respectivamente. As embalagens revestidas pelos filmes plásticos, compostas por goiabas minimamente processadas colhidas no estádio verde-amarelado, alcançaram as composições gasosas preconizadas para a conservação de vegetais mais rapidamente, quando comparadas com as embalagens que continham goiabas do estádio verde-claro.

Em geral, a modificação da composição gasosa do interior das embalagens revestidas por filme PVC foi praticamente nula, ficando aquém daquela recomendada por Cantwell (1992), para preservação de frutas e hortaliças minimamente processadas. Dessa forma, pode-se destacar que as embalagens PEBD (69 μ m), PP (25 μ m) e PP (52 μ m), alcançaram o estabelecimento de composições gasosas adequadas, seguidas ou não de estabilização. Como consequência, a velocidade dos processos que desencadeiam a senescência foi reduzida, proporcionando a extensão da vida útil do produto. De acordo com Smith et al. (1987) a eficácia das alterações das composições gasosas no espaço livre das embalagens depende da natureza dos filmes, atividade respiratória do produto, da temperatura e da relação entre massa do produto e área superficial da barreira. Portanto pode-se inferir que as baixas temperaturas de armazenamento contribuíram para essa lentidão no estabelecimento da atmosfera de equilíbrio. Montero-Calderón et al. (2008) também observaram lentidão na modificação da atmosfera interna das embalagens contendo abacaxis minimamente processados armazenados a 5°C. Os autores relataram que a pequena alteração da composição gasosa nas embalagens foi em função da baixa atividade respiratória do abacaxi durante o armazenamento refrigerado e das características dos filmes plásticos utilizados.

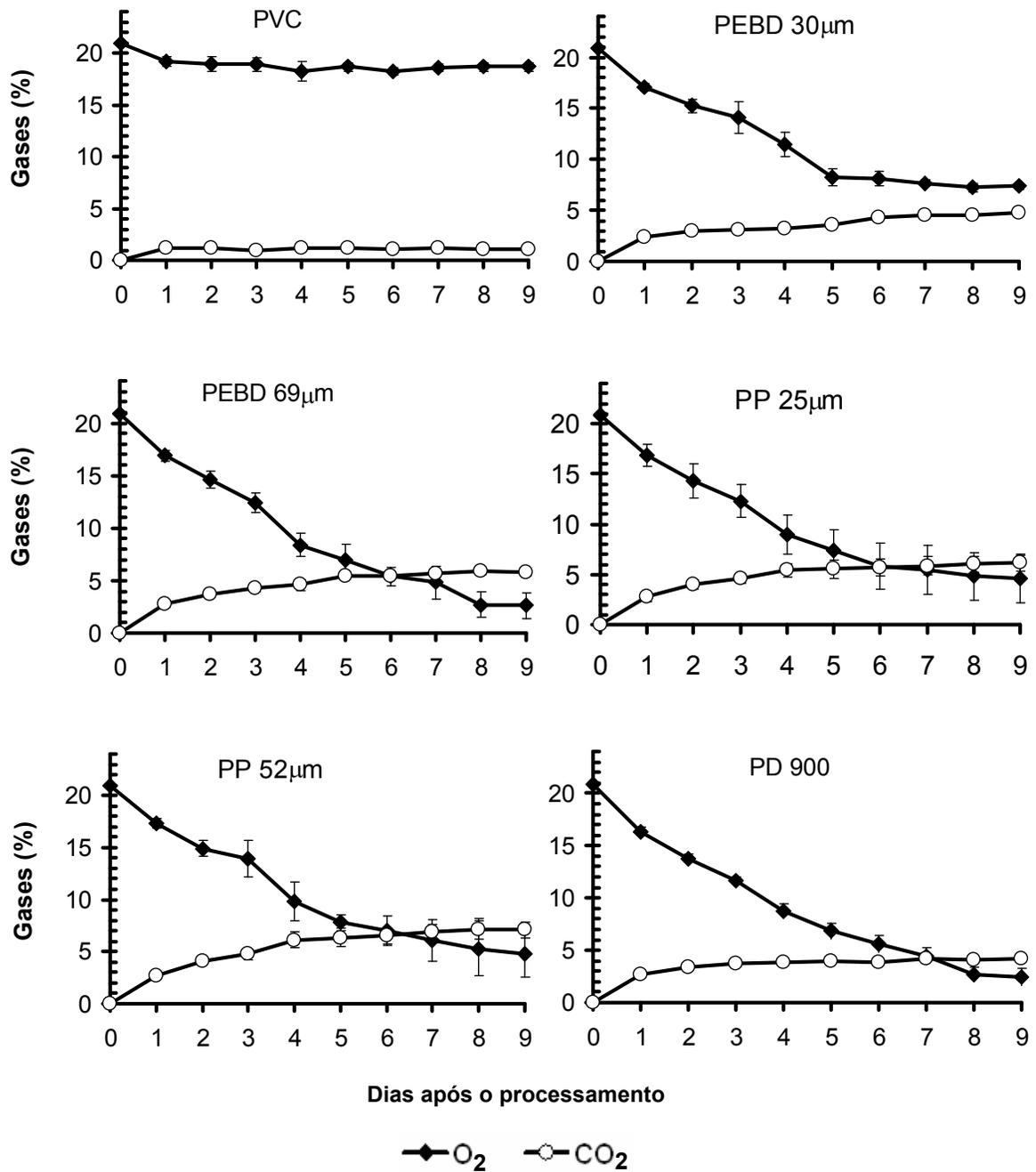


Figura 15 - Composição gasosa do interior de embalagens contendo goiabas 'Kumagai' minimamente processadas colhidas no estágio de maturação verde-claro e armazenadas a 5° C. As barras representam o desvio padrão da média

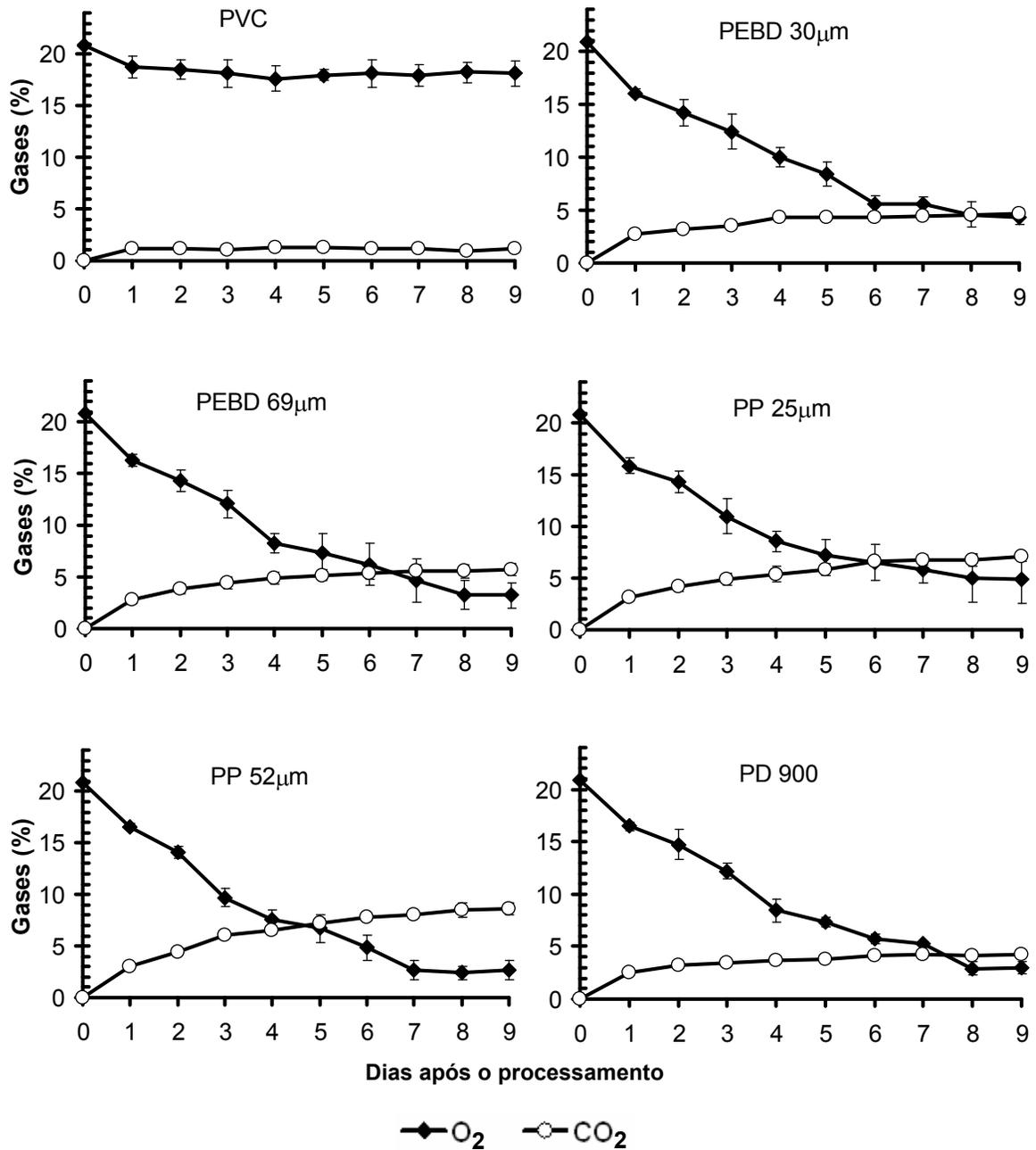


Figura 16 - Composição gasosa do interior de embalagens contendo goiabas 'Kumagai' minimamente processadas colhidas no estágio de maturação verde-amarelado e armazenadas a 5° C. As barras representam o desvio padrão da média

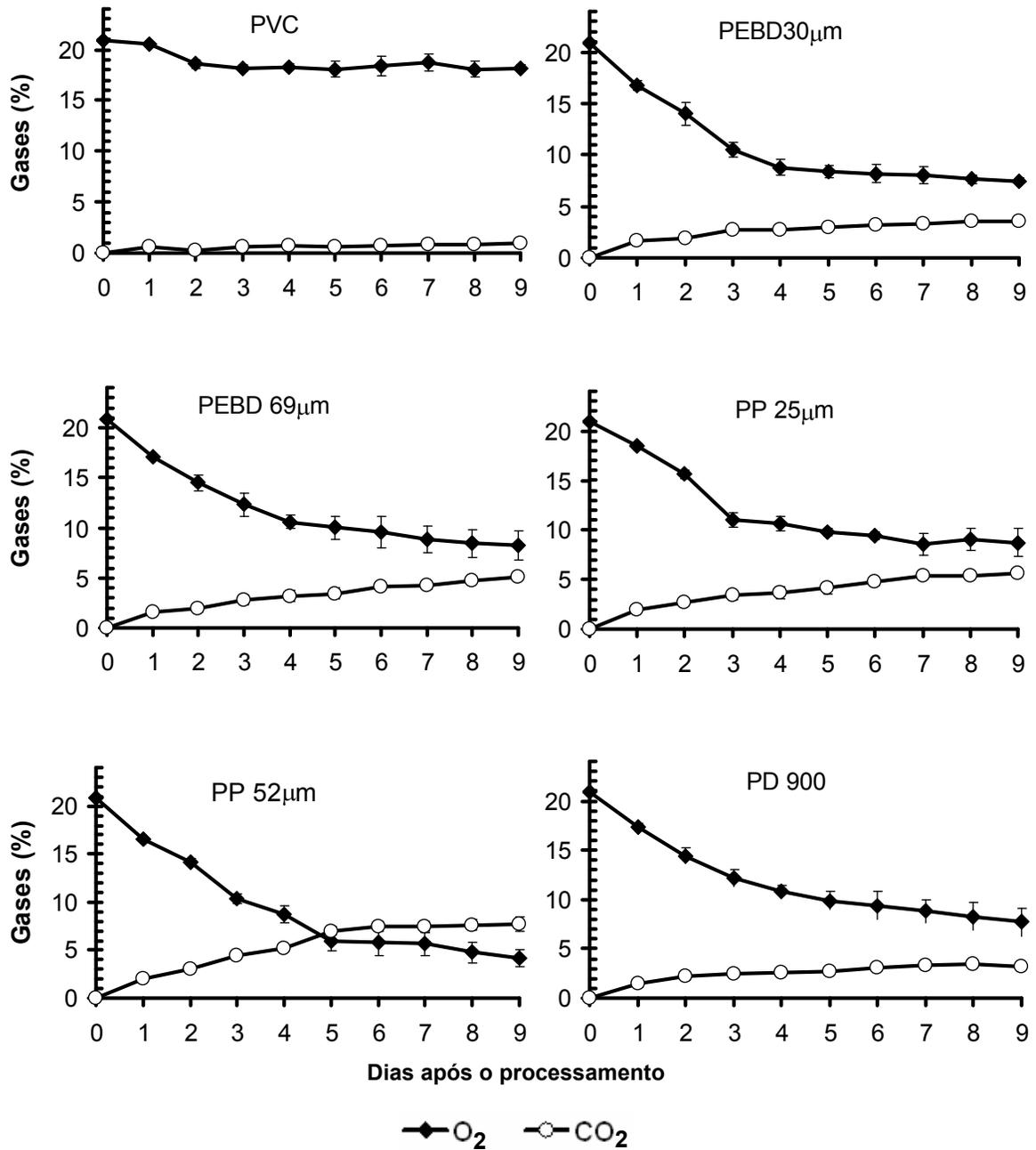


Figura 17 - Composição gasosa do interior de embalagens contendo goiabas 'Pedro Sato' minimamente processadas colhidas no estágio de maturação verde-claro e armazenadas a 5° C. As barras representam o desvio padrão da média

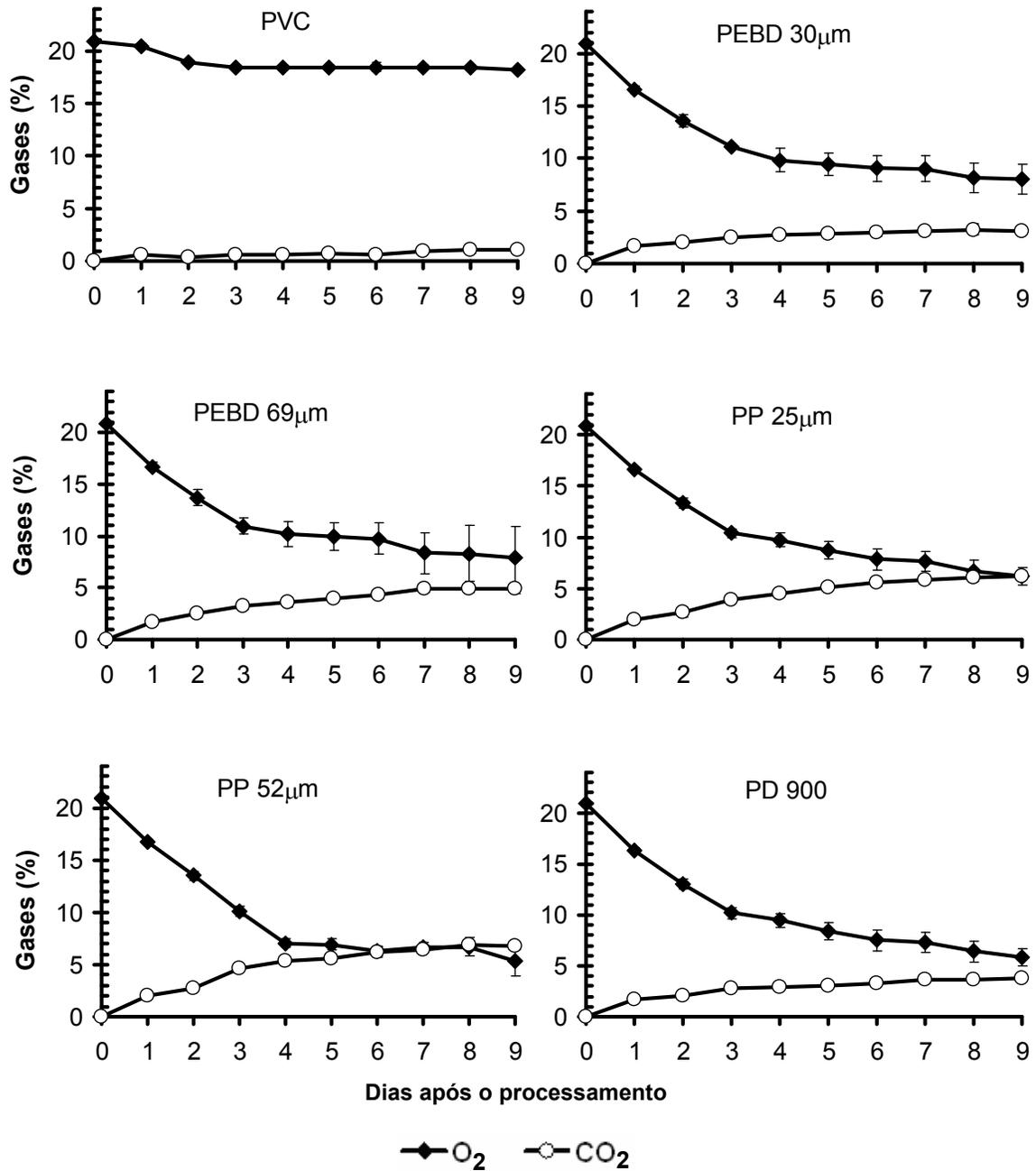


Figura 18 - Composição gasosa do interior de embalagens contendo goiabas 'Pedro Sato' minimamente processadas colhidas no estágio de maturação verde-amarelado e armazenadas a 5° C. As barras representam o desvio padrão da média

Análises Físico-químicas

A modificação da composição gasosa do interior das embalagens causou modificações físico-químicas nas goiabas minimamente processadas, variando de acordo com a embalagem, variedade e estágio de maturação.

Na caracterização do lote, a coloração da casca (ângulo de cor) das goiabas 'Kumagai' foi de 115,58°h para aquelas colhidas no estágio verde-claro e de 112,99°h para as goiabas colhidas no estágio verde-amarelado (Tabela 4). De modo geral, a tecnologia de embalagem não influenciou ($P \geq 0,05$) na mudança da coloração da casca das goiabas 'Kumagai' durante o armazenamento. Porém, após 9 dias de armazenamento refrigerado, foi observada perda significativa ($P < 0,05$) da coloração da casca dos frutos acondicionados nas embalagens revestidas pelo filme PVC para ambos os estágios de maturação (Tabela 5).

Comportamento semelhante foi observado para a variedade Pedro Sato. No momento da caracterização, as goiabas desta variedade, colhidas no estágio verde-claro possuíam coloração da casca dos frutos de 114,08°h enquanto que para os frutos colhidos no estágio verde-amarelado, o ângulo de cor foi de 109,95°h (Tabela 4). De modo geral, houve manutenção da coloração da casca das goiabas 'Pedro Sato' durante o armazenamento. No entanto, foi observada perda significativa ($P < 0,05$) da coloração da casca dos frutos dos dois estágios acondicionados nas embalagens revestidas pelo filme PVC após 9 dias de armazenamento refrigerado (Tabela 5).

A mudança na coloração da casca de goiabas é afetada pelas condições de armazenamento, principalmente, atmosfera e temperatura. Reyes e Paull (1995), estudando o amadurecimento de goiabas, observaram mudança na coloração da casca de verde para amarelo-esverdeado em 11 dias de armazenamento a 15°C. No entanto, Singh e Pal (2008) observaram manutenção da coloração verde em goiabas por mais tempo quando os frutos foram armazenados a 8°C associados à tecnologia de atmosfera modificada. Pfaffenbach et al. (2003) não observaram efeitos das embalagens na evolução da cor da casca de mangas embaladas sob atmosfera modificada passiva durante o armazenamento sob refrigeração. A degradação da clorofila ocorre durante o amadurecimento e senescência dos frutos e é causada, principalmente, devido à ação

de enzimas oxidativas. A degradação pode ser retardada com a utilização de embalagens modificadoras de atmosfera as quais proporcionam o acúmulo de CO₂ no interior das mesmas (LANA; FINGER, 2000). Portanto, pode-se inferir que a razão da embalagem PVC possuir os menores valores de ângulo de cor é devido a alta taxa de permeabilidade deste filme ao O₂ e ao CO₂ (Tabela 3), o que não possibilita modificações nas composições gasosas das embalagens, ideais para a conservação de produtos minimamente processados.

Tabela 4 – Caracterização dos lotes de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ colhidas em dois estádios de maturação

<i>Estádio de maturação</i>	<i>Cor da casca (h°)</i>	<i>Cor da polpa (L*)</i>	<i>Firmeza da polpa</i>		<i>Sólidos Solúveis (°Brix)</i>	<i>Acidez Titulável (%ác.cítrico)</i>	<i>Ácido Ascórbico (mg 100g⁻¹)</i>
			<i>Mesocarpo (N)</i>	<i>Placenta (N)</i>			
KUMAGAI							
Verde-claro	115,58a	86,19a	40,00a	13,00a	8,61a	0,85ab	102,06b
Verde-amarelado	112,99b	83,37b	35,84a	8,23b	9,09a	0,83b	113,84a
PEDRO SATO							
Verde-claro	114,08a	62,18a	43,80a	17,90a	9,73b	0,98a	85,92b
Verde-amarelado	109,95b	60,99b	30,31b	15,40b	10,71a	0,78b	92,18a

Médias seguidas por letras distintas na coluna, em relação à cada variedade, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P=0,05)

O valor de luminosidade da polpa das goiabas ‘Kumagai’ recém-colhidas foi de 86,19 para os frutos do estágio verde-claro e de 83,37 para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 4). Após 9 dias de armazenamento refrigerado, houve redução dos valores de luminosidade, independente da embalagem utilizada e do estágio de maturação, evidenciando leve escurecimento da coloração da polpa das goiabas ‘Kumagai’. No entanto, esse escurecimento da polpa foi mais intenso nas goiabas acondicionadas nas embalagens revestidas pelo filme PVC (P<0,05) (Tabela 5).

Para as goiabas ‘Pedro Sato’ o escurecimento foi mais evidente. No momento da colheita, os valores de luminosidade na polpa foram de 62,18 e 60,99 para os estádios verde-claro e verde-amarelado, respectivamente (Tabela 4). Porém, aos 9 dias após o processamento, esses valores reduziram significativamente em todos os tratamentos (P<0,05) (Tabela 5).

É comum ocorrerem reações oxidativas e ação de algumas enzimas, como a polifenoloxidase e peroxidase, as quais causam escurecimento do tecido de frutas e hortaliças minimamente processadas (WILEY, 1994). Moretti et al. (2001) e Pinelli et al. (2005) verificaram escurecimento crescente durante o armazenamento de batatas minimamente processadas acondicionadas sob atmosfera modificada. Montero-Calderón et al. (2008) observaram escurecimento e translucidez na polpa de abacaxis minimamente processados acondicionados em embalagens plásticas. Dessa forma, pode-se inferir que a tecnologia de embalagens não interfere na coloração da polpa de diversos produtos minimamente processados.

Em relação à firmeza da polpa na região do mesocarpo, foi observado manutenção dos valores nas goiabas 'Kumagai' para ambos os estádios de maturação, durante o armazenamento (Tabela 5). Os valores obtidos no momento da colheita (Tabela 4) não diferiram daqueles aos 9 dias de armazenamento ($P \geq 0,05$), com exceção do tratamento com o filme PVC (Tabela 5). As goiabas minimamente processadas nos dois estádios e acondicionadas nas embalagens revestidas por este filme, apresentaram elevada redução da firmeza da polpa nesta região.

Para as goiabas 'Pedro Sato', no momento da caracterização, a firmeza da polpa na região do mesocarpo das goiabas 'Kumagai' foi de 43,80N para aquelas colhidas no estágio verde-claro e 30,31N para as goiabas colhidas no estágio verde-amarelado (Tabela 4). No tratamento com o filme PVC, os valores de firmeza da polpa nesta região, ao final do armazenamento, diminuíram para 40,71N nas goiabas do estágio verde-claro e para 19,65N nas goiabas do estágio verde-amarelado. Para os demais tratamentos houve aumento significativo na firmeza da polpa na região do mesocarpo ($P < 0,05$) (Tabela 5). Esse aumento é devido, provavelmente, à perda de água durante o armazenamento, onde os frutos apresentavam superfície áspera e ressecada. O aumento na velocidade da perda de água é um problema importante em frutas e hortaliças minimamente processadas. O corte expõe os tecidos internos hidratados e aumenta drasticamente a taxa de evaporação de água. O corte e o descasque podem provocar, ainda, a ativação de mecanismos de defesa culminando na deposição de lignina e suberina nas paredes das células danificadas (BURTON, 1982).

No entanto, na região da placenta da polpa, houve redução significativa dos valores de firmeza para ambas as variedades e ambos os estádios de maturação ($P < 0,05$) (Tabela 5). Na caracterização do lote das goiabas 'Kumagai' os valores de firmeza da polpa nesta região foram de 13,38N para os frutos colhidos no estágio verde-claro e 8,67N para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 4). Ao final do armazenamento, os maiores valores encontrados para firmeza da polpa na região da placenta foram aqueles referentes ao tratamento com filme PP 52 μ m, com 4,92N para os frutos colhidos no estágio verde-claro e 6,07N para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 5). Na caracterização do lote das goiabas 'Pedro Sato' os valores de firmeza da polpa na região da placenta foram de 17,95N para os frutos do estágio verde-claro e 15,40N para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 4). Ao final do armazenamento, os maiores valores encontrados para firmeza da polpa na região da placenta foram aqueles referentes ao tratamento com filme PP 10 μ m, com 14,26N para os frutos do estágio verde-claro e 7,86N para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 5).

Singh e Pal (2008) relataram que nenhuma das combinações de composição gasosa reduziu a perda de firmeza durante o armazenamento de goiabas inteiras. Varoquaux e Wiley (1997) observaram que o aumento nas concentrações de CO₂ pode inibir a perda de firmeza de alguns frutos, porém, não alterou o amolecimento de rodela de kiwis minimamente processados em rodela. A perda de firmeza é uma característica geral do processo de amadurecimento em diversos frutos, incluindo a goiaba (BASHIR; ABU-GOUKH, 2003). As operações comuns realizadas no processamento mínimo dos produtos hortícolas geram uma maior perda de firmeza com maior ação de enzimas degradadoras de parede celular. No armazenamento sob atmosfera modificada, as concentrações reduzidas de O₂ e elevadas de CO₂ no interior da embalagem reduzem a atividade respiratória e a produção de etileno, tornando mais lentas as mudanças associadas ao amadurecimento e retardando a senescência (MUJICA PAZ et al., 1997).

Tabela 5 - Características físicas de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas, em dois estádios de maturação, acondicionadas em diversos materiais de embalagem e armazenadas a 5°C durante 9 dias

Tratamentos	Cor da casca (h°)	Cor da polpa (L*)	Firmeza da polpa	
			Mesocarpo (N)	Placenta (N)
KUMAGAI				
Verde-claro				
PVC	113,83b	80,52b	25,68b	2,52b
PEBD 30µm	115,25a	84,28a	40,85a	4,23a
PEBD 69µm	114,83a	82,84a	32,47ab	3,98a
PP 25µm	115,10a	81,17ab	34,83a	4,04a
PP 52µm	115,68a	84,29a	38,15a	4,92a
PD 900	114,90a	83,69a	38,43a	4,19a
Verde-amarelado				
PVC	110,05b	81,17ab	29,35b	2,25b
PEBD 30µm	112,12b	84,28a	37,32a	5,08a
PEBD 69µm	112,07b	82,84a	38,66a	4,02a
PP 25µm	110,78b	83,52a	36,88a	4,46a
PP 52µm	111,42b	82,29a	33,28ab	6,07a
PD 900	112,30b	83,69a	32,28ab	2,79b
PEDRO SATO				
Verde-claro				
PVC	110,85b	59,12a	40,71b	4,62b
PEBD 30µm	113,02a	60,67a	66,33a	7,10ab
PEBD 69µm	112,42a	61,33a	57,26a	11,16a
PP 25µm	114,03a	60,79a	59,48a	12,40a
PP 52µm	112,85a	59,86a	62,11a	14,26a
PD 900	115,12a	61,31a	70,22a	7,51ab
Verde-amarelado				
PVC	104,20c	52,31bc	19,65c	1,93c
PEBD 30µm	107,65b	55,07b	31,63b	4,52b
PEBD 69µm	108,12b	53,64b	37,91b	3,88b
PP 25µm	107,60b	58,03b	47,59b	5,16b
PP 52µm	108,02b	58,81b	41,46b	7,86ab
PD 900	108,13b	55,20b	30,40b	3,09bc

Médias seguidas por letras distintas na coluna, em relação a cada variedade, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P=0,05)

A tecnologia de embalagem não influenciou ($P \geq 0,05$) o teor de sólidos solúveis das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas durante o armazenamento. Na caracterização do lote das goiabas 'Kumagai' os teores de sólidos solúveis foram de 8,61° Brix para os frutos colhidos no estágio verde-claro e 9,09° Brix para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 4), sendo que, após 9 dias de armazenamento refrigerado, as goiabas dos dois estádios apresentaram manutenção nesses teores, independentemente dos tratamentos testados ($P \geq 0,05$) (Tabela 6). Para goiabas 'Pedro Sato' foram observados teores de sólidos solúveis, no momento da caracterização, com valores de 9,73° Brix para os frutos do estágio verde-claro e 10,71° Brix para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 4) enquanto que, após 9 dias de armazenamento refrigerado, os teores de sólidos solúveis das goiabas dos dois estádios mantiveram-se sem alterações, independentemente dos tratamentos testados ($P \geq 0,05$) (Tabela 6). Singh e Pal (2008) também observaram manutenção nos teores de sólidos solúveis de goiabas sob atmosfera controlada. Da mesma forma que Arruda et al. (2003) em melões minimamente processados e Teixeira et al. (2007) em carambolas minimamente processadas, armazenados sob atmosfera modificada.

Não houve diferença significativa na acidez titulável das goiabas de ambas as variedades durante o armazenamento ($P \geq 0,05$). Goiabas 'Kumagai' minimamente processadas apresentaram acidez em torno de 0,85 e 0,83% de ácido cítrico para os estádios verde-claro e verde-amarelado, respectivamente, na caracterização do lote (Tabela 4). O teor de acidez titulável manteve-se sem diferenças significativas para ambos os estádios de maturação, não sendo influenciado pelos tratamentos com atmosfera modificada ($P \geq 0,05$) (Tabela 6). O mesmo comportamento foi observado para goiabas 'Pedro Sato', que na caracterização apresentaram valores de 0,98% de ácido cítrico para os frutos do estágio verde-claro e 0,78% de ácido cítrico para os frutos do estágio verde-amarelado. Após 9 dias de armazenamento refrigerado as goiabas dos dois estádios apresentaram manutenção nos teores de acidez titulável, independentemente dos tratamentos com as embalagens ($P \geq 0,05$) (Tabela 6). Mattiuz et al. (2003) também observaram manutenção da acidez titulável em goiabas 'Pedro Sato' minimamente processadas. Da mesma forma que Pineli et al. (2005) em batatas minimamente processadas acondicionadas em diferentes materiais de embalagens. O

teor de acidez titulável é reduzido durante o amadurecimento de goiabas, porém essa redução depende da variedade e da composição da atmosfera (SINGH; PAL, 2008).

Não houve diferença significativa nos teores de ácido ascórbico das goiabas de ambas as variedades, colhidas no estágio verde-amarelado, durante o armazenamento ($P \geq 0,05$). Porém, foi observada redução nesses teores nas goiabas, de ambas as variedades, colhidas no estágio verde-claro, durante o armazenamento ($P < 0,05$). Na caracterização das goiabas 'Kumagai' os teores de ácido ascórbico foram de $102,06 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para os frutos do estágio verde-claro e $113,84 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 4). Após 9 dias de armazenamento refrigerado, os teores de ácido ascórbico das goiabas do estágio verde-claro diminuíram significativamente, independentemente dos tratamentos com as embalagens ($P < 0,05$) (Tabela 6). O mesmo comportamento foi observado para goiabas 'Pedro Sato' que, na caracterização, os teores de ácido ascórbico foram de $85,92 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$, para os frutos do estágio verde-claro e $92,18 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ para os frutos do estágio verde-amarelado (Tabela 4) e, após 9 dias de armazenamento refrigerado, esses teores reduziram significativamente nas goiabas do estágio verde-claro (Tabela 6). Mattiuz et al. (2003) também verificaram diminuição no conteúdo de ácido ascórbico em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato' minimamente processadas. Da mesma forma que Jacomino et al. (2003) observaram essa redução nos teores de ácido ascórbico em goiabas 'Kumagai'. O teor de ácido ascórbico em goiabas, em geral, tende a aumentar no decorrer do amadurecimento (EL-BULUK et al., 1997; MERCADO-SILVA et al., 1998; JACOMINO, 1999). No entanto, as operações envolvidas no processamento mínimo aumentam a atividade enzimática dos vegetais, resultando em rápida perda do ácido ascórbico pelos produtos minimamente processados. Além de o ácido ascórbico poder ser oxidado por uma série de mecanismos bioquímicos responsáveis pela perda de sua atividade vitamínica, essa redução pode ser devido à fatores exógenos, como época de colheita e condições climáticas (MATTHEIS; FELLMAN, 1999).

Com base nos resultados obtidos pelo monitoramento da composição gasosa e avaliação da qualidade das goiabas foram escolhidas as embalagens que alcançaram os níveis propostos para a conservação de frutas minimamente processadas e que proporcionaram manutenção da qualidade das goiabas durante o armazenamento.

Tabela 6 - Características químicas de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas em dois estádios de maturação, acondicionadas em diversos materiais de embalagem e armazenadas a 5°C durante 9 dias

Tratamentos	Sólidos Solúveis (°Brix)	Acidez Titulável (%ác.cítrico)	Ácido Ascórbico (mg 100g⁻¹)
<i>KUMAGAI</i>			
Verde-claro			
Verde-claro	9,77a	0,87a	105,94ab
PVC	9,17a	0,82a	76,55b
PEBD 30µm	9,48a	0,81a	87,19b
PEBD 69µm	8,97a	0,78a	89,98b
PP 25µm	9,12a	0,82a	76,98b
PP 52µm	9,35a	0,85a	87,46b
PD 900			
Verde-amarelado			
	9,52a	0,79a	104,92a
PVC	9,27a	0,82a	110,01a
PEBD 30µm	9,73a	0,80a	106,55a
PEBD 69µm	9,85a	0,77a	109,93a
PP 25µm	9,12a	0,80a	105,21a
PP 52µm	9,15a	0,80a	117,46a
PD 900			
<i>PEDRO SATO</i>			
Verde-claro			
	9,83b	0,94a	49,81c
PVC	9,65b	0,88ab	58,36b
PEBD 30µm	9,55b	0,93a	58,90b
PEBD 69µm	8,98c	0,93a	48,98c
PP 25µm	10,05ab	0,87ab	45,63c
PP 52µm	9,53b	0,87ab	47,67c
PD 900			
Verde-amarelado			
	11,20a	0,85ab	80,00a
PVC	10,32ab	0,78b	70,37a
PEBD 30µm	10,67a	0,75b	79,96a
PEBD 69µm	9,80b	0,75b	86,74a
PP 25µm	9,70b	0,78b	89,21a
PP 52µm	10,72a	0,83ab	77,79a

Médias seguidas por letras distintas na coluna, em relação a cada variedade, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P=0,05)

2.3.4 Quarto Experimento: Goiabas Minimamente Processadas Tratadas com 1-MCP e Armazenadas sob Atmosfera Modificada

Neste experimento foram combinados os tratamentos que promoveram os melhores resultados nos experimentos anteriores. O processamento mínimo das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' ocorreu simultaneamente para a elaboração de um *mix* das duas variedades, proporcionando um visual agradável promovido pela combinação de cores.

O estádio verde-amarelado apresentou os melhores resultados nos experimentos anteriores, tendo em vista as maiores notas de aparência no primeiro experimento, para ambas as variedades, demonstrando maior potencial atrativo ao consumidor. No segundo experimento, os frutos deste estádio, ao serem expostos ao 1-MCP durante 12 horas, tornaram-se aptos ao processamento mínimo, com manutenção da firmeza da região placentária, principal problema encontrado na goiaba minimamente processada.

Ao associar o processamento mínimo à tecnologia de atmosfera modificada, a qualidade dos frutos colhidos no estádio verde-amarelado foi mantida durante o período de armazenamento. Os filmes que proporcionaram a melhor modificação da atmosfera foram polietileno de baixa densidade (PEBD) de 69 μ m e polipropileno (PP) de ambas as espessuras (25 e 52 μ m), cuja modificação da atmosfera estava dentro da faixa ideal à conservação de produtos minimamente processados. A embalagem de cloreto de polivinila (PVC) foi utilizada neste experimento como controle, apenas como proteção para evitar a perda de água e a contaminação microbiana durante o armazenamento.

Composição Gasosa

De modo geral, as embalagens proporcionaram elevação dos níveis de CO₂ e redução do O₂ ao longo do armazenamento, seguidos ou não de estabilização dos níveis gasosos, com exceção do filme PVC (Figura 19). A modificação da composição gasosa do interior das embalagens PVC foi muito pequena, ficando fora daquela recomendada por Cantwell (1992), para preservação de frutas e hortaliças minimamente processadas. Nessa embalagem, as concentrações de O₂ e a de CO₂ mantiveram-se

praticamente iguais à do ambiente no final do período de armazenamento devido à alta taxa de permeabilidade deste filme a estes gases (Tabela 3). As concentrações de O₂ observadas ao final do período de armazenamento nas embalagens revestidas pelo filme PP 25µm foram de 7,6% e as concentrações de CO₂ foram de 5,5% (Figura 19). Contudo, a modificação na composição gasosa do interior das embalagens constituídas pelo PP 52µm foi mais intensa. As concentrações de O₂ observadas ao final do período de armazenamento foram de 3,3% e as concentrações de CO₂ foram de 8,4% (Figura 19). Isso se deve à baixa taxa de permeabilidade do filme PP, considerado um material de alta barreira (Tabela 3). Esse fato explica a modificação da composição gasosa no interior destas embalagens. Já, as embalagens PEBD alcançaram, a partir do 7º dia de armazenamento, uma atmosfera de equilíbrio com 6,7% de O₂ e 5,4% de CO₂.

Embora as embalagens PEBD e PP, de ambas as espessuras, tenham alcançado concentrações de O₂ e CO₂ dentro da faixa proposta por Cantwell (1992), a estabilização dos gases no interior das embalagens constituídas pelos filmes PEBD e PP 25µm ocorreu somente após o 7º dia, ou seja, no final do período de armazenamento. De acordo com Smith et al. (1987) a magnitude das alterações das concentrações de gases do espaço livre das embalagens depende da natureza e da espessura da barreira, da taxa respiratória do produto, da relação entre área superficial da barreira e da massa do produto e da temperatura e umidade. Portanto pode-se inferir que taxa respiratória do produto foi reduzida pela ação do 1-MCP e as baixas temperaturas de armazenamento causaram essa lentidão no estabelecimento da atmosfera de equilíbrio.

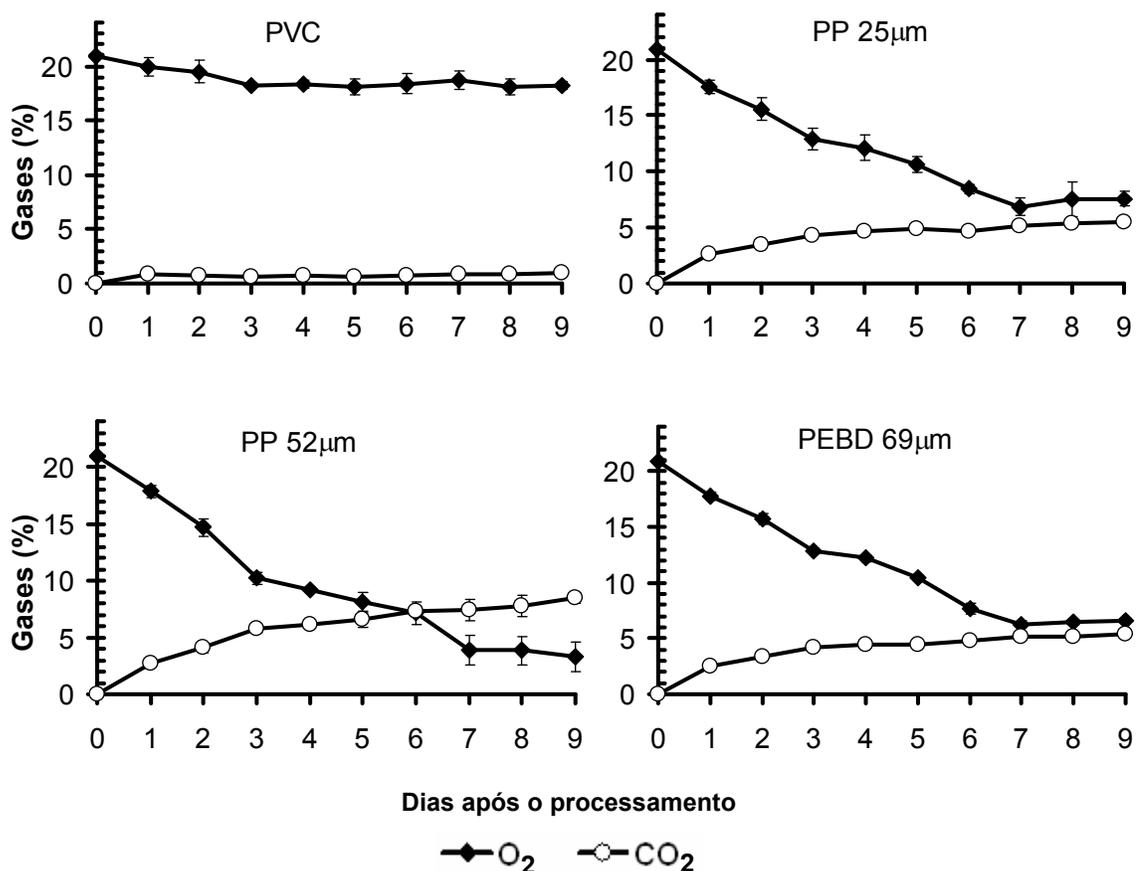


Figura 19 - Composição gasosa do interior de embalagens contendo *mix* de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas colhidas no estágio de maturação verde-amarelado e armazenadas a 5° C. As barras representam o desvio padrão da média

Análises Físico-químicas

A associação do 1-MCP à tecnologia de atmosfera modificada foi eficiente na manutenção da coloração da casca das goiabas minimamente processadas. Houve manutenção do ângulo de cor (°h), durante o período de armazenamento sem diferenças significativas ($P \geq 0,05$) entre as embalagens, de ambas as variedades (Figura 20). A coloração da casca das goiabas 'Kumagai', na caracterização dos lotes era de 113,80°h e das goiabas 'Pedro Sato' 108,50°h. Após 9 dias de armazenamento, esses valores mantiveram-se significativamente iguais em todos os tratamentos com embalagem, com exceção do tratamento com filme PVC. Após o sexto dia de armazenamento, houve redução ($P < 0,05$) do h° da casca das goiabas acondicionadas

nesta embalagem, indicando amarelecimento. Os parâmetros que definem a coloração podem ser indicativos da perda de qualidade, pois, à medida que um produto muda suas características originais, seja escurecendo, seja adquirindo outra tonalidade, há o comprometimento da sua aparência e, por conseguinte, da sua aceitabilidade pelo consumidor (CHITARRA, 1994). Jiang e Joyce (2000) relataram que a associação de atmosfera modificada e aplicação de 1-MCP não ajudaram na manutenção da coloração da casca de mangas, provavelmente, devido à baixa concentração de 1-MCP.

Verificou-se manutenção nos valores de luminosidade da coloração da polpa de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas durante o armazenamento. Na caracterização dos lotes, a coloração da polpa das goiabas 'Kumagai' apresentava valores de luminosidade de 80,40, sendo que após 9 dias esses valores mantiveram-se em todos os tratamentos com embalagens ($P \geq 0,05$). O mesmo comportamento foi observado nas goiabas 'Pedro Sato', que na caracterização apresentaram valores de 59,70 e, após 9 dias de armazenamento, verificou-se manutenção na coloração da polpa dos frutos acondicionados nas diferentes embalagens ($P \geq 0,05$). Em frutas e hortaliças minimamente processadas, existem vários tipos de reações oxidativas, as quais causam escurecimento do tecido (WILEY, 1994). No entanto, baixas temperaturas e diminuição da concentração de oxigênio reduzem a velocidade de reação de enzimas que catalisam oxidação, as quais acarretam o escurecimento da polpa dos frutos, mantendo, assim, a coloração natural (VAROQUAUX; WILEY, 1997).

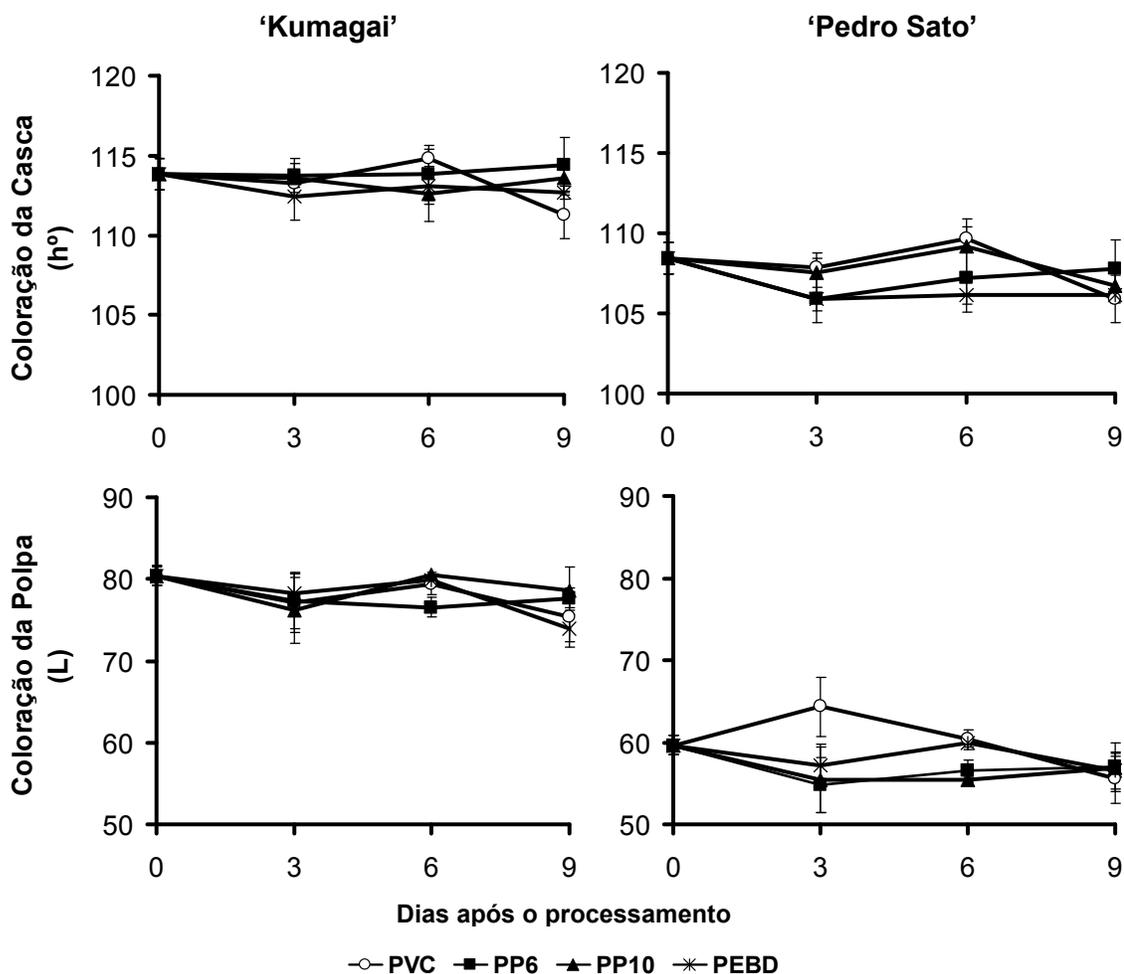


Figura 20 - Coloração da casca (h°) e da polpa (L) de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas no estágio verde-amarelado e armazenadas a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

Ocorreu redução nos valores de firmeza da polpa na região do mesocarpo para goiabas 'Kumagai', durante o armazenamento (Figura 21). Na caracterização do lote, a firmeza da polpa nesta região foi de 30,25N, sendo que esse valor diferiu significativamente daqueles obtidos aos 9 dias de armazenamento em todos os tratamentos com embalagens ($P < 0,05$). Ao final deste período, não houve diferença na firmeza da polpa desta região nas goiabas acondicionadas nas embalagens revestidas pelos filmes PEBD e PP, de ambas as espessuras, porém, o tratamento com filme PVC alcançou valores próximos a 4N, diferindo dos demais ($P < 0,05$). Para as goiabas 'Pedro Sato' houve manutenção nos valores de firmeza da polpa da região do mesocarpo, com exceção do tratamento com filme PVC. Na caracterização do lote, a firmeza da polpa

nesta região foi de 19N. Ao final do armazenamento, os tratamentos com os filmes PP (de ambas as espessuras) e PEBD apresentaram goiabas com firmeza do mesocarpo igual à obtida na caracterização ($P \geq 0,05$). No entanto, para os frutos do tratamento com o filme PVC, esses valores chegaram a 6,5N, diferindo dos valores iniciais ($P < 0,05$).

Esse mesmo comportamento foi observado para a firmeza da polpa na região da placenta das goiabas de ambas as variedades durante o armazenamento (Figura 21). Na caracterização, a firmeza da polpa desta região das goiabas 'Kumagai' foi de 11,65N e das goiabas 'Pedro Sato' foi de 13,20N. Esses valores não diferiram daqueles obtidos, ao final do armazenamento, dos frutos acondicionados nas embalagens PP (de ambas as espessuras) e PEBD ($P \geq 0,05$). Contudo, houve intensa perda de firmeza nas goiabas acondicionadas nas embalagens de PVC. Neste tratamento, a firmeza da polpa na região da placenta atingiu 5N nas goiabas 'Kumagai', valores próximos a 1N nas goiabas 'Pedro Sato'.

Considerando-se as embalagens, foi possível observar que os filmes PP, de ambas as espessuras, e PEBD se sobressaíram em relação à manutenção da firmeza das goiabas minimamente processadas de ambas as variedades, porém não houve diferença significativa entre essas embalagens ($P \geq 0,05$). A embalagem do tipo PVC apresentou o pior comportamento, diferindo-se das demais ($P < 0,05$), uma vez que nesta embalagem foram encontrados os menores valores de firmeza da polpa em ambas as regiões analisadas.

No decorrer do armazenamento foi observada redução na firmeza da polpa das goiabas de ambas as variedades, acondicionadas nas diferentes embalagens. No entanto, estes resultados mostram que a firmeza das goiabas minimamente processadas foi muito superior aos resultados obtidos nos experimentos anteriores, ao final do armazenamento. Dessa forma, pode-se inferir que a combinação das duas tecnologias torna-se eficiente à manutenção da firmeza de goiabas minimamente processadas.

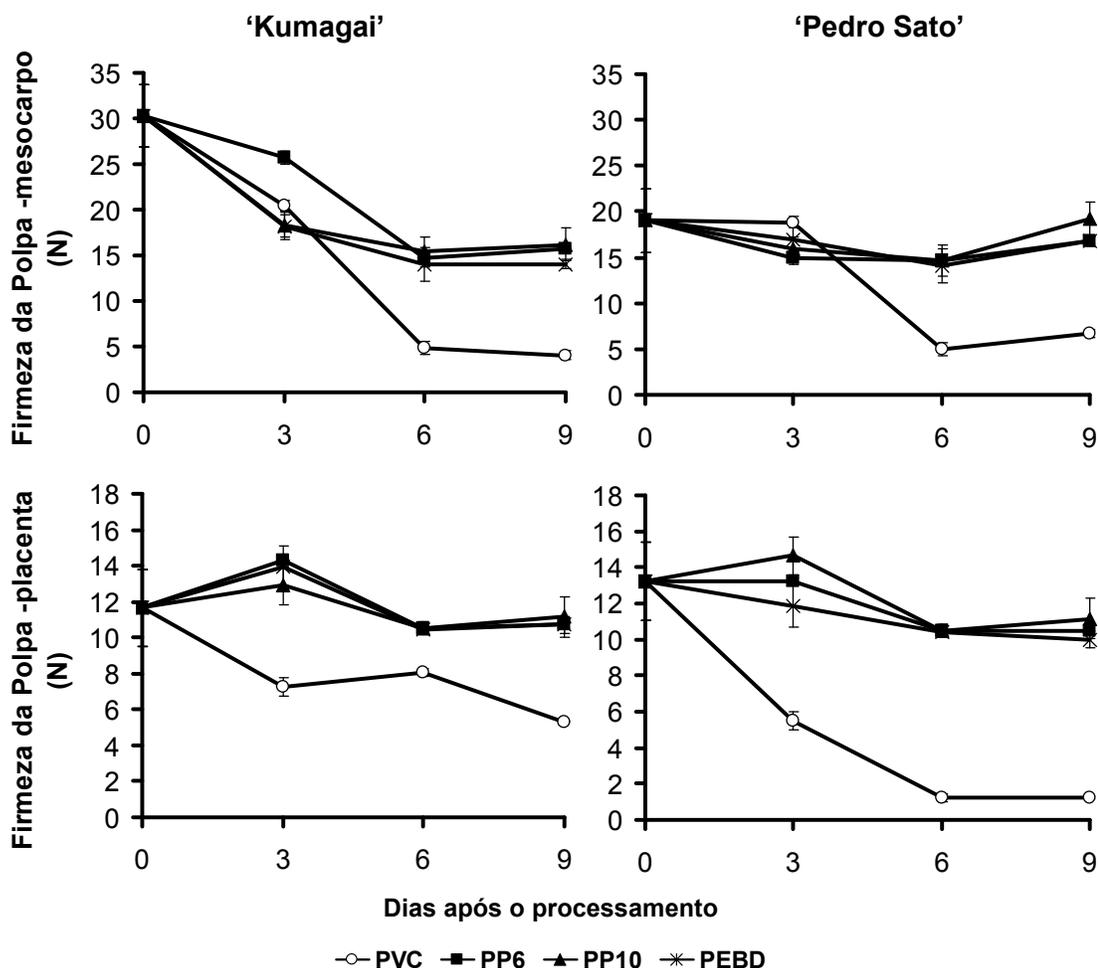


Figura 21 - Firmeza da polpa (N) das regiões do mesocarpo e da placenta de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas no estágio verde-amarelado e armazenadas a 5°C. As barras verticais representam o desvio padrão da média

Os teores de sólidos solúveis das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas não sofreram alterações com o armazenamento ($P \geq 0,05$), independentemente dos tratamentos com embalagens (Tabela 7). Aguayo et al. (2006) estudando a interação 1-MCP e atmosfera modificada em morangos minimamente processados também verificaram manutenção nos teores de sólidos solúveis ao longo do período de armazenamento, inferindo que este regulador vegetal não influencia o teor de sólidos solúveis em produtos minimamente processados. Não houve diferença ($P \geq 0,05$) entre as embalagens no nono dia de armazenamento, sendo que todas mantiveram o mesmo comportamento.

A acidez titulável das goiabas 'Kumagai' manteve-se estável, sem diferenças significativas, durante o armazenamento ($P \geq 0,05$) (Tabela 7). Os teores de acidez titulável variaram de 0,84% de ácido cítrico no dia do processamento à 0,77% de ácido cítrico no nono dia de armazenamento nos frutos acondicionados nas embalagens revestidas pelos filmes PP de ambas as espessuras. Todas as embalagens mantiveram o mesmo comportamento no nono dia de armazenamento, não havendo diferenças entre elas ($P \geq 0,05$). Já para a variedade Pedro Sato houve redução significativa ($P < 0,05$) nos valores de acidez titulável durante o armazenamento. Os teores de acidez dos frutos acondicionados nas embalagens revestidas pelo filme PP 52 μ m variaram de 0,79% de ácido cítrico no dia do processamento a 0,49% de ácido cítrico no nono dia de armazenamento. Aguayo et al. (2006) também verificaram redução nos teores de acidez titulável em morangos minimamente processados tratados com 1-MCP e armazenados sob atmosfera modificada. Da mesma maneira que Plotto et al. (2003) observaram essa redução em mangas 'Kent' e 'Tommy Atkins' minimamente processadas, tratadas com 1-MCP e armazenadas sob atmosfera modificada. A acidez titulável em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre como combinada com sais, ésteres, glicosídeos. O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com o amadurecimento das frutas, em decorrência de seu uso como substrato no processo respiratório ou de sua conversão em açúcares (CHITARRA; CHITARRA 2005).

O teor de ácido ascórbico em ambas as variedades e em todas as embalagens apresentou aumento significativo ($P < 0,05$) durante o armazenamento (Tabela 7). Para as goiabas 'Kumagai', os maiores valores foram atribuídos à embalagem com filme PEBD, já para 'Pedro Sato', a embalagem que proporcionou o maior incremento nos teores de ácido ascórbico foi o filme PVC. El-Buluk et al. (1997) observaram que o teor de ácido ascórbico aumentou lentamente durante os estádios iniciais de goiabas e significativamente durante o amadurecimento. Jacomino et al. (2003) também obtiveram aumento no teor de ácido ascórbico até o oitavo dia para goiabas armazenadas em diferentes temperaturas e acondicionadas em diferentes embalagens. Manica et al. (2000) relacionam o aumento inicial de ácido ascórbico à maior síntese de intermediários metabólicos precursores do ácido ascórbico. No entanto, Mattiuz et al.

(2003) observaram diminuição no conteúdo de ácido ascórbico em goiabas ‘Paluma’ e ‘Pedro Sato’ minimamente processadas. O ácido ascórbico e outros derivados são os principais antioxidantes usados em frutos, hortaliças e seus sucos, para prevenir escurecimento e outras reações oxidativas. Além de ser totalmente seguro para o consumo humano, pode aumentar o teor de vitamina C de certos frutos e hortaliças (WILEY, 1994).

Tabela 7 - Características químicas de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’ minimamente processadas, colhidas no estágio verde-amarelado, acondicionadas em diversos materiais de embalagem e armazenadas a 5°C durante 9 dias

Tratamentos	<i>Sólidos solúveis (°Brix)</i>		<i>Acidez titulável (% de ácido cítrico)</i>		<i>Ácido ascórbico (mg 100g⁻¹)</i>	
	Caracterização	9 dias*	Caracterização	9 dias*	Caracterização	9 dias*
KUMAGAI						
PVC	9,80 Aa	8,72 Aa	0,84 Aa	0,8 Aa	106,06 Ba	148,56 Ab
PEBD 69µm	9,80 Aa	8,83 Aa	0,84 Aa	0,78 Aa	106,06 Ba	156,58 Aa
PP 25µm	9,80 Aa	9,0 Aa	0,84 Aa	0,77 Aa	106,06 Ba	134,0 Ac
PP 52µm	9,80 Aa	9,03 Aa	0,84 Aa	0,77 Aa	106,06 Ba	130,0 Ac
PEDRO SATO						
PVC	9,31 Aa	8,93 Aa	0,79 Aa	0,51 Ba	75,30 Ba	128,14 Aa
PEBD 69µm	9,31 Aa	8,6 Aa	0,79 Aa	0,5 Ba	75,30 Ba	103,7 Ab
PP 25µm	9,31 Aa	8,6 Aa	0,79 Aa	0,5 Ba	75,30 Ba	94,09 Ab
PP 52µm	9,31 Aa	8,82 Aa	0,79 Aa	0,49 Ba	75,30 Ba	111,95 Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas na linha e minúsculas distintas na coluna, em relação a cada variedade, diferem entre si, pelo teste de Tukey (P=0,05)

* 9 dias após o processamento mínimo das goiabas

Observando o comportamento das embalagens em relação às características físico-químicas é possível concluir que houve interferência da embalagem, principalmente quando se considera o parâmetro firmeza da região do mesocarpo e da placenta. A embalagem PP 10 µm foi a que apresentou maior interferência, uma vez que proporcionou maior alteração da composição gasosa no interior das embalagens. Pode-se afirmar que, essa embalagem retardou o amadurecimento, pois houve manutenção da firmeza da região placentária e do mesocarpo. Jiang e Joyce (2000) afirmam que a

aplicação de 1-MCP em combinação com a utilização de atmosfera modificada é uma tecnologia viável para a conservação de frutas e hortaliças.

Análise Sensorial

Todos os tratamentos apresentaram notas acima do limite de aceitabilidade no dia do processamento, em função do frescor e da qualidade visual das goiabas minimamente processadas, uma vez que os efeitos do processamento ainda não haviam se manifestado com intensidade (Figura 22). As notas de aparência atribuídas às embalagens revestidas pelos filmes PVC e PP de ambas as espessuras não apresentaram diferenças significativas ($P \geq 0,05$). No entanto, a embalagem PEBD diferiu significativamente das demais, recebendo as menores notas ($P < 0,05$). Os tratamentos apresentaram declínio acentuado em relação às notas de aparência a partir do 3º dia de armazenamento em virtude da perda do frescor (Figura 23) e do embaçamento provocado pela condensação do vapor d'água nas embalagens, o que dificultou a visualização das rodela e prejudicou a aparência do produto. Segundo Tatsumi et al. (1991), produtos minimamente processados apresentam maior relação superfície/volume do que quando inteiros, facilitando ainda mais a perda de água de seus tecidos. A preservação do frescor é um fator de relevância, importante no momento da decisão de aquisição ou rejeição de um produto (KADER, 2002).

As goiabas mantidas nas embalagens PP 52 μ m e PVC apresentaram-se acima do limite de aceitabilidade durante todo o armazenamento. De acordo com Sarantópoulos et al. (2003) os filmes PVC apresentam taxa de permeabilidade ao vapor de água moderada o que permite sua utilização em embalagens para produtos minimamente processados. Essa afirmação contribui para esclarecer a preferência dos provadores pelas embalagens revestidas com filme PVC, uma vez que não há formação de gotículas oriundas da condensação do vapor d'água. Porém, apesar das embalagens revestidas por este filme terem recebido as maiores notas de aparência durante toda a avaliação deve-se levar em consideração que este filme não foi eficiente na modificação da atmosfera nem na manutenção da qualidade das goiabas minimamente processadas, principalmente no que se refere à firmeza, escurecimento e ressecamento da polpa dos

frutos (Figura 23). É necessário utilizar filmes com características especiais de permeabilidade ao vapor d'água, para evitar a desidratação ou acúmulo de água de condensação dentro da embalagem, com conseqüente crescimento microbiano. A manutenção de alta umidade relativa ao redor da fruta é uma característica desejável na utilização de embalagens plásticas, pois nesta situação o déficit de pressão de vapor é menor, o que diminui a transpiração e, conseqüentemente, a perda de água por parte da fruta (GORRIS; PEPPELENBOS, 1992).

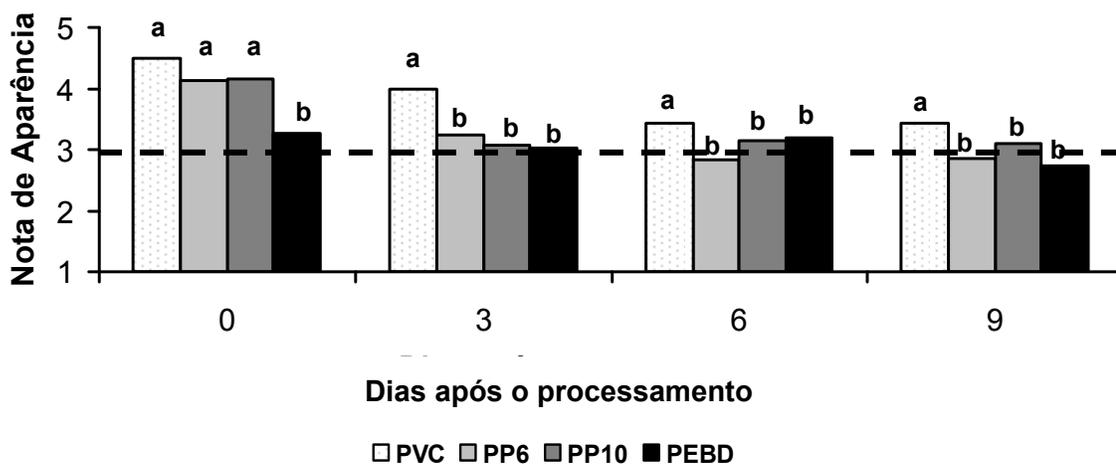


Figura 22 - Aparência de goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas, colhidas no estágio verde-amarelado, durante o armazenamento refrigerado a 5°C por 9 dias. Notas: 5=ótimo, 4=bom, 3=regular (limite de aceitabilidade), 2=ruim, 1=péssimo

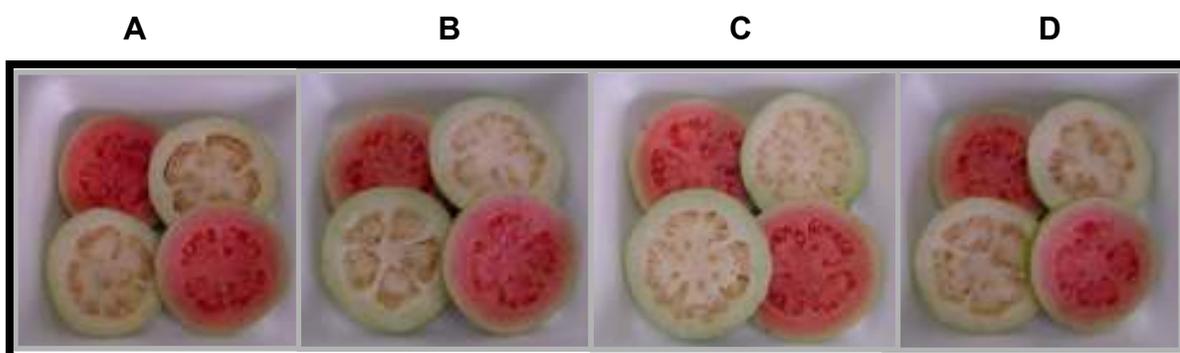


Figura 23 - Aspectos das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato' minimamente processadas, colhidas no estágio verde-amarelado, após 9 dias do processamento. Tratamentos: PVC 12µm (A); PP 25µm (B); PP 52µm (C) e PEBD 69µm (D)

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio de maturação dos frutos para o processamento mínimo é um fator de elevada importância. O estágio de maior aceitabilidade durante as análises sensoriais foi o mais maduro, remetendo ao avaliador um aspecto de melhor qualidade. No entanto, quanto mais avançado o estágio de maturação, menor a vida útil dos produtos minimamente processados.

O 1-MCP mostrou-se eficaz na manutenção da qualidade das goiabas minimamente processadas, reduzindo a atividade respiratória e a produção de etileno dos frutos, sendo que sua efetividade foi maior no tempo de exposição de 12 horas.

Em relação à tecnologia de embalagens, pode-se concluir que houve interferência dos filmes na qualidade das goiabas minimamente processadas, principalmente quando se considera o parâmetro firmeza. A embalagem de polipropileno de 52 μ m foi a que proporcionou os melhores resultados, uma vez que houve maior alteração da composição gasosa no interior das embalagens, favorecendo a manutenção da firmeza da região placentária e do mesocarpo.

A combinação de mais de um método de controle da senescência mostrou-se eficiente na conservação de goiabas minimamente processadas. O processamento mínimo das goiabas 'Kumagai' e 'Pedro Sato', colhidas no estágio verde-amarelado, tratadas com 1-MCP por 12 horas e embaladas com filme de polipropileno de 52 μ m, apresentou os melhores resultados, tornando viável a combinação destas técnicas de controle da senescência, as quais proporcionaram manutenção da qualidade das goiabas minimamente processadas.

REFERÊNCIAS

ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT, M.E. **Ethylene in plant biology**. San-Diego: Academic Press, 1992. 414 p.

ADSULE, R.N.; KADAM, S.S. Guava. In: SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. (Ed.). **Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and processing**. New York: Marcel Dekker, 1995. chap. 9, p. 419-433

AGUAYO, E.; JANSASITHORN, R.; KADER, A.A. Combined effects of 1-methylcyclopropene, calcium chloride dip, and/or atmospheric modification on quality changes in fresh-cut strawberries. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 40, p. 269-278, 2006.

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

ALVES, R.E.; VILAS BOAS, E.V.B.; BASTOS, M.S.R.; MACHADO, F.L.C.; SILVA, E. O. Uso de 1- metilciclopropeno (1-MCP) em la conservación de frutas minimamente procesadas. In: GONZÁLEZ- GUILAR, G.A.; GARDEA, A.A.; CUAMEANAVARRO, F. **Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados**. Guadalajara: Ciad, 2005. p. 415-423.

ALVES, R.E.; SOUZA FILHO, M.S.M. de; BASTOS, M.S.R.; FILGUEIRAS, H.A.C.; BORGES, M.F. Pesquisa em processamento mínimo de frutas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...Viçosa: Universidade Federal de Viçosa**, 2000. p. 75-88.

ARRUDA, M.C. de. **Processamento mínimo de laranja ‘Pêra’**. 2007. 92 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

ARRUDA, M.C. de; JACOMINO, A.P.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; MORETTI, C.L. Qualidade de melão minimamente processado armazenado em atmosfera modificada passiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 655-659, 2003.

ATHIÊ, S.M. **Processamento mínimo de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’: tipos de cortes, temperaturas de armazenamento e atmosfera modificada**, 2006. 75 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Agrônômica) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.

BARRY-RYAN, C.; PACUSSI, J.M.; O'BEIRNE, D. Quality of shredded carrots as affected by packaging film and storage temperature, **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 4, p. 726–730, 2000.

BARTH, M.M.; ZHUANG, H. Packaging design affects antioxidant vitamin retention and quality of broccoli florets during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, p. 141-150, 1996.

BASHIR, H.A.; ABU-GOUKH, A.A. Compositional changes during guava fruit ripening. **Food Chemistry**, Oxford, v. 80, p. 557–563, 2003.

BASSETTO, E. **Conservação de goiabas 'Pedro Sato' tratadas com 1-Metilciclopropeno**: concentrações e tempo de exposição. 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BASSETTO, E.; JACOMINO, A.P.; PINHEIRO, A.L.; KLUGE, R.A. Delay of ripening 'Pedro Sato' guava with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 35, p. 303-308, 2005.

BEAUDRY, R. Use of 1-MCP in apples. **Perishables Handling Quarterly**, Davis, n. 108, p. 12-15, 2001.

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

BLAKENSHIPE, S.M.; DOLE, D.E. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, p. 1-25, 2003.

BLEINROTH, E.W. Colheita e beneficiamento. In: GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G. **Goiaba para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1996. p. 12-26.

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

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

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

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. chap. 32, p. 277-281.

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

CANTWELL, M.I. SUSLOW, T.V. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 2002. p. 445-463.

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

CAVALINI, F.C., JACOMINO, A.P., LOCHOSKI, M.A., KLUGE, R.A., ORTEGA, E.M.M. Índices de maturidade para goiabeiras 'Kumagai' e 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.

CHITARRA, M.I.F. Colheita e pós-colheita de frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 8-18, 1994.

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

CHRISTIE, G.B.Y.; MACDIARMID, J.I.; SCHLIEPHAKE, K.; TOMKINS, R.B. Determination of film requirements and respiratory behaviour of fresh produce in modified atmosphere packaging. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 41-54, 1995.

CROSS, J. **Pigments in fruit**. London: Academic, 1987. 303 p.

DURIGAN, J.F. Colheita, conservação e embalagens. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA, 1995, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 149-158.

_____. Panorama do processamento mínimo de frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras, resumos e oficinas...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 9-12.

EL-BULUK, R.E.; BABIKER, E.F.E.; EL-TINAY, A.H. Changes in chemical composition of guava fruits during development and ripening. **Food Chemistry**, Oxford, v. 59, n. 3, p. 395-399, 1997.

EMBRAPA Agroindústria de Alimentos. **Tecnologia para o processamento mínimo de frutas e hortaliças**. 2006. Disponível em: <www.ctaa.embrapa.br/projetos/fhmp/php/principal.php>. Acesso em: 24 mar. 2007.

ERGUN, M.; HUBER, D.J. Suppression of ethylene perception extends shelf-life and quality of 'Sunrise Solo' papaya fruit at both pre-ripe and ripe stages of development. **Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v. 69, p. 184-192, 2004.

ERGUN, M.; JEONG, J.; HUBER, D.J.; CANTLIFFE, D.J. Physiology of fresh-cut 'Galia' (*Cucumis melo* var. *reticulatus*) from ripe fruit treated with 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, p. 286-292, 2007.

ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. **Nutrients values list 2006**. Disponível em: <www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search> . Acesso em: 28 fev. 2007.

FISCHER, R.L.; BENNETT, A.B. Role of cell wall hydrolases in fruit ripening. **Annual Review Physiology Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 42, p. 675-703, 1991.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Goiaba. In: _____. **Agrianual 2008**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo, 2008. p. 335-338.

GONGATTI NETO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.F.G. **Goiaba para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: EMBRAPA, 1996. 35 p.

GORNY, J.R.; HESS-PIERCE, B.; CIFUENTES, R.A.; KADER, A.A. Quality changes in fresh-cut pear slices as affected by controlled atmospheres and chemical preservatives. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, p. 271-278, 2002.

GORRIS, L.G.M.; PEPPELENBOS, H.W. Modified atmosphere and vacuum packaging to extend the shelf life of respiring food products. **Hort-Technology**, Stanford, v. 2, n. 3, p. 303-309, 1992.

HOJO, E.T.D.; REBOUÇAS, T.N.H.; SÃO JOSÉ, A.R.; HOJO, R.H.; BARRETO, A.P.P. Qualidade de goiabas 'Paluma' minimamente processadas tratadas com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 503-508, 2008.

HONG, J.H.; GROSS, K.C. Surface sterilization of whole tomato fruit with sodium hypochlorite influences subsequent postharvest behavior of fresh-cut slices. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.13, n. 1, p. 51-58, 1998.

HURR, B.M.; HUBER, D.J.; LEE, J.H.; Differential responses in color changes and softening of 'Florida 47' tomato fruit treated at green and advanced ripening stages with ethylene antagonist 1-methylcyclopropene. **Hort-Technology**, Stanford, v. 15, p. 617-622, 2005.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **A cultura da goiaba em São Paulo**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>>. Acesso em: 29 mar. 2007.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION. **Market size**. Disponível em: <<http://www.fresh-cuts.org/fcf.html>>. Acesso em: 01 maio 2007.

JACOMINO, A.P. **Conservação de goiabas 'Kumagai' em diferentes temperaturas e materiais de embalagem**. Piracicaba, 1999. 90p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C. de; MOREIRA, R.C.; KLUGE, R.A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: SYMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADOS DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EN IBEROAMÉRICA, 2004, San José. **Proyecto XI.22...** San José: Cyad, 2004. p. 79-86.

JACOMINO, A.P.; KLUGE, R.A.; BRACKMANN, A.; CASTRO, P.R.C. Amadurecimento e senescência de mamão com 1-metilciclopropeno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, p. 303-308, 2002.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R. M.; KLUGE R. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 401-405, dez. 2003.

JAIN, N.; DHAWAN, K.; MALHOTRA, S.; SINGH, R. Biochemistry of fruit ripening of guava (*Psidium guajava* L.): compositional and enzymatic changes. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 58, p. 309-315, 2003.

JIANG, Y.; JOYCE, D.C.; MACNISH, A.J. Extension of the shelf life of banana fruit by 1-methylcyclopropene in combination with polyethylene bags. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.16, p.187-193, 1999.

JIANG, Y.; JOYCE, D.C. 1-Methylcyclopropene treatment effects on intact and fresh-cut apple. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Ashford, v. 77, p. 19-21, 2002

KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 2002. 519 p.

KARAKURT, Y.; HUBER, D.J. Activities of several membrane and cell-wall hydrolyses, ethylene biosynthetic enzymes, and cell-wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papays (*Carica papaya*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 28, p. 219-229, 2003.

- KING JÚNIOR, A.D.; MAGNUSON, J.A.; TOROK, T.; GOODMAN, N. Microbial flora and storage quality of partially processed lettuce. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 2, p.459-461, 1991.
- KLUGE, R.A.; NATCHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214 p.
- LABUZA, T.P.; BREENE, W.M. Applications of “active packaging” for improvement of shelf-life and nutritional quality of fresh and extended shelf-life foods. **Journal of Food Processing and Preservation**, Maryland, v. 13, p. 1-69, 1989.
- LAMIKANRA, O.; CHEN, J.C.; BANKS, D. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processes cantaloupe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 48, p. 5955-5961, 2000.
- LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera modificada e controlada. Aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000. 34 p.
- LELIEVRE, J.M.; LATCHE, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J.C. Ethylene and fruit ripening. **Physiologia Plantarum**, Kobenhavn, v. 101, n. 4 , p. 727 – 739, 1997.
- LEON-S, F.E., ZANINOVIC, V. Vitamin C (Ascorbic Acid): new roles, new requirements? **Nutrition Reviews**, New York, v. 52, n. 5, p.188, 1993.
- LIMA, M.A.; DURIGAN, J.F. Conservação de goiabas ‘Pedro Sato’ associando-se refrigeração com diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, p. 232-236, 2000.
- LUENGO, R.F.A.; LANA, M.M. **Processamento mínimo de hortaliças**. Brasília: EMBRAPA Hortaliças, 1997. 3 p. (Comunicado Técnico, 2).
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373 p.
- MATTHEIS, J.P.; FELLMAN, J.K. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 15, p. 227-232, 1999.
- MATTIUZ, B.H. **Efeitos de injúrias mecânicas e do processamento mínimo na fisiologia pós-colheita de goiabas**. 2002. 120 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) — Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “úlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2002.

_____. Processamento mínimo de frutas tropicais: Goiaba. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa. **Palestras, resumos e oficinas...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 96-100.

MATTIUZ, B.H.; DURIGAN, J.F.; ROSSI JUNIOR, O.D. Processamento mínimo em goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato': Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 3, p. 409-413, 2003.

MEGALE, J. **Influência do estágio de maturação e da condição de armazenagem em parâmetros sensoriais, químicos e microbiológicos de manga, cultivar Palmer, semi - processada.** 2002. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

MERCADO-SILVA, E.; BAUTISTA, P.B.; GARCIA-VELASCO, M.A. Fruit development Handbook of fruit science and technology, production composition, storage and harvest index ripening changes of guavas produced in central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, n. 2, p. 143-150, 1998.

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

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

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

_____. Panorama do processamento mínimo de frutas e hortaliças. In: MORETTI, C.L. (Ed.). **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças.** Brasília: SEBRAE, 2007. p. 25-40.

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

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

MORITZ, B.; TRAMONTE, V.L.C. Biodisponibilidade do licopeno. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 265-273, 2006.

- MUJICA PAZ, H.; DUCAMP-COLLIN, M.N.; LEBRUN, M.; REYNES, M. Étude comparative de la perméabilité aux gaz d'emballages de fruits frais em film synthétique. **Fruits**, Paris, v. 52, n. 5, p. 331-337, 1997.
- NANTES, J.F.D., LEONELLI, F.C.V. A estruturação da cadeia produtiva de vegetais minimamente processados. **Revista FAE**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 61-69, 2000.
- NICOLI, M.C.; ANESE, M.; SEVERINI, C. Combined effects in preventing enzymatic browning reactions in minimally processed fruit. **Journal of Food Quality**, Wastport, v. 17, p. 221-229, 1994.
- O'CONNOR-SHAW, R.E.; ROBERTS, R.; FORD, A.L.; NOTTINGHAN, S.M. Shelf life of minimally processed honeydew, kiwifruit, papaya, pineapple and cantaloupe. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 59, p. 1202-1206, 1994.
- OLLER, P.W.; MIN-WONG, L.; TAYLOR, L.P.; PIKE, D.A.; THEOLOGIS, A. reversible inhibition of tomato fruit senescence by antisense RNA. **Science**, Washington, v. 254, p. 437-439, 1991.
- PADH, H. Vitamin C: never insights into its biochemical functions. **Nutrition Reviews**, New York, v. 49, n. 3, p. 65-70, 1991.
- PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.12, p. 93-99, 1997.
- PFÄFFENBACH, L.B.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.L.; ROSSETTO, C.J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 410-413, dez. 2003.
- PINELI, L.L.O.; MORETTI, C.L.; ALMEIDA, G.C.; ONUKI, A.C.A.; NASCIMENTO, A.B.G. Caracterização química e física de batatas 'Ágata' minimamente processadas, embaladas sob diferentes atmosferas modificadas ativas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 10, p. 1035-1041, out. 2005.
- PLOTTO, A.; BAI, J.; BALDWIN, E.A.; BRECHT, J.K. Effect of tretreatment of intact 'Kent' and 'Tommy Atkins' mangoes with ethanol vapor, heat or 1-methylcyclopropene on quality and shelf life of freshcut slices. **Proceedings of the Florida State for Horticultural Society**, Gainesville, v. 116, p. 394-400, 2003.
- POMMER, C.V.; MURAKAMI, K.R.N.; WATLINGTON, F. Goiaba no mundo. **O Agrônomo**, Campinas, v. 58, n. 1/2, p. 22-26, 2006.
- PUSHMANN, R.; SIMÕES, A.N.; COSTA, F.B.; MELO, A.M.M.; NEVES, A.T.G.; MARQUES, C.S.; DINIZ, L.T. Histórico do processamento mínimo no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E

HORTALIÇAS, 5., 2008, Viçosa. **Palestras, resumos e oficinas...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2008. p. 21-27.

REDGWELL, R.J.; FISCHER, M. Fruit texture, cell wall metabolism and consumer perceptions. In: KNEE, M. **Fruit quality and its biological basis**. Sheffield: Sheffield Academic Press, 2002. p. 46-75.

REYES, M.U.; PAULL, R.E. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 6, p. 357–365, 1995.

RADI, M.; MAHROUZ, M.; JAOUAD, A. Phenolic composition, browning susceptibility, and carotenoid content of several apricot cultivars at maturity. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 6, p. 1087-1091. 1997.

RHODES, M.J.C. The maturation and ripening of fruits. In: THIMANN, K.V.; ADELMAN, R.C.; ROTH, G.S. **Senescence in plants**. Boca Baton: CRC Press, 1980. chap. 8, p. 157-205.

SAFTNER, R.A.; LUO, Y.; MCEVOY, J.L.; ABBOTT, J.A.; VINYARD, B.T. Analytical quality characteristics of fresh-cut watermelon slices from non-treated and 1-methylcyclopropene- and/or ethylene-treated whole fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 4, n. 1, p. 71-79, 2007.

SALTVEIT, M.E. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**. Amsterdam, v. 15, p. 279–292, 1999.

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

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; TELES, C.S.; COPPELMANS, S.A. Efeitos da embalagem e da temperatura de estocagem na qualidade de couve minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p.185-190, 2003.

SARZI, B.; DURIGAN, J.F.; LIMA, M.A.; MATTIUZ, B. Comportamento respiratório de mamão minimamente processado quando armazenado sob diferentes temperaturas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 8., 2001, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Fisiologia, 2001. p. 4083.

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

SATO, G.S. **O mercado de hortaliças e frutas minimamente processados no Brasil**. São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 2006. Disponível em: <www.iea.sp.gov.br/OUT/verTexto.php?codTexto=4574>. Acesso em: 27 mar. 2007.

SELVARAJAH, S.; BAUCHOT, A.D.; JOHN, P. Internal browning in cold-stored pineapples is suppressed by a postharvest application of 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, p. 167–170, 2001

SHAMI, N.J.I.E.; MOREIRA, E.A.M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 17, n. 2, p. 227-236, 2004.

SINGH, B.; WANG, D.J.; SALUNKHE, D.K. Controlled atmosphere storage of lettuce. 1 - Effects on quality and respiration rate lettuce heads. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 37, p. 48-51, 1972.

SINGH, S.P.; PAL, R.K. Response of climateric-type guava (*Psidium guajava* L.) to postharvest treatment with 1-MCP. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 47, p. 307-314, 2008.

SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptors level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, Kobenhavn, v. 100, p. 577–582, 1997.

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

SOUZA, B.S.; DURIGAN, J.F.; DONADON, J.R.; TEIXEIRA, G.H.A. Conservação de mamão 'Formosa' minimamente processado armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 273-276, 2005.

STAHL, W.; SIES, H. Lycopene: a biologically important carotenoid for humans? **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Amsterdam, v. 336, n. 1, p. 1–9, 1996.

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

TEIXEIRA, G.H.A.; DURIGAN, J.F.; ALVES, R.E.; O'HARE, T.J. Use of modified atmosphere to extend shelf life of fresh-cut carambola (*Averrhoa carambola* L. cv. Fwang Tung). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 44, p. 80-85, 2007.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOR, G.B.; TAYLOR, L.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. Cambridge: Chapman & Hall, 1993. p. 2-51.

VAROQUAUX, P.; WILEY, R.C. Cambios biológicos y bioquímicos em frutas y hortalizas refrigeradas minimamente procesadas. In: WILEY, R.C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. p. 221-262.

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

VILAS-BOAS, E.V.; KADER, A.A. Effect of 1-MCP on fresh-cut fruits. **Perishables Handling Quarterly**, Davis, v. 25, n. 108, p. 25, 2001.

VITTI, M.C.D. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos em beterrabas minimamente processadas**. 2003. 132 p Dissertação (Mestrado em Fisiologia e Bioquímica de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

VITTI, M.C.D.; YAMAMOTTO, L.K.; KLUGE, R.A.; JACOMINO, A.P. Comportamento da beterraba minimamente processada em diferentes espessuras de corte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 623-626, 2003.

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.

WATKINS, C.B.; NOCK, J.F.; WHITAKER, B.D. Responses of early, mid and late season apple cultivars to postharvest application of 1-methylcyclopropene (1-MCP) under air and controlled atmosphere storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 19, p. 17-32, 2000.

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

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

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)