

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PROCESSAMENTO MÍNIMO DE PÊSSEGOS ‘AURORA-1’:
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO, EMBALAGENS,
TEMPERATURAS DE CONSERVAÇÃO
E ADITIVOS NATURAIS**

Ramilo Nogueira Martins
Engenheiro Agrônomo

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2010

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PROCESSAMENTO MÍNIMO DE PÊSSEGOS ‘AURORA-1’:
ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO, EMBALAGENS,
TEMPERATURAS DE CONSERVAÇÃO
E ADITIVOS NATURAIS**

Ramilo Nogueira Martins

Orientador: Prof. Dr. Ben-Hur Mattiuz

Co-orientadora: Prof^a. Dr^a. Claudia Fabrino Machado Mattiuz

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em agronomia (Produção Vegetal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2010

Martins, Ramilo Nogueira
M386p Processamento mínimo de pêssegos 'Aurora-1': estágio de
maturação, embalagens, temperaturas de conservação e aditivos
naturais / Ramilo Nogueira Martins. -- Jaboticabal, 2010
xiii, 134 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010
Orientador: Ben-Hur Mattiuz
Banca examinadora: Ben-Hur Mattiuz, José Fernando Durigan,
Maria Luzenira de Souza, José Maria Monteiro Sigrist, Rogério Lopes
Vieites
Bibliografia

1. *Prunus persica*. 2. antioxidantes. 3. processamento mínimo. I.
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 634.25;631.56

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RAMILO NOGUEIRA MARTINS – filho de Hélio Geraldo Martins e Terezinha de Lourdes C. Nogueira Martins, nasceu no dia 24 de janeiro de 1978, no município de Janaúba, MG. Obteve o título de Engenheiro Agrônomo em 2002, pela Universidade estadual de Montes Claros, MG. Em 2002, ingressou no Curso de Pós-Graduação, ao nível de Mestrado, na Faculdade Federal de Lavras, MG, em Ciências dos alimentos, obtendo o título de Mestre em 2004, com a dissertação intitulada: Tecnologias pós-colheita na conservação da banana ‘Prata-anã’ (Musa AAB – Prata Anã) produzida no norte de Minas Gerais. No período de 2004 – 2005 atuou com Engenheiro Agrônomo na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais no Centro Tecnológico do Norte de Minas. Em 2006, ingressou no Curso de Pós-Graduação, ao nível de Doutorado, na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Paulista, campus de Jaboticabal, SP, realizando estudos na área de Tecnologias Pós-colheita de frutas.

Aos meus pais, Hélió e Terezinha, pelo apoio, educação, incentivo e confiança que depositaram em mim.

Dedico

A minha esposa Leandra que, com amor, carinho e compreensão, participou nesta etapa importante da minha vida. A meu filho Pedro que, por me tornar a pessoa mais feliz deste mundo.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À UNESP de Jaboticabal, pela oportunidade oferecida para a realização do Doutorado.

Ao meu Orientador e amigo professor Ben-Hur Mattiuz pela amizade, orientação, cumplicidade e confiança e a sua esposa Cláudia pela ajuda e amizade durante todo período que estive em Jaboticabal.

Ao professor José Fernando Durigan, principalmente pela amizade, confiança e credibilidade depositada em mim.

Aos amigos do Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas, Cristiane, Ellen, Flávia, Gustavo, Maria Fernanda, Juliana e Renata pelo companheirismo e convívio.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

À FAPESP pelo auxílio financeiro (Proc n. 07.54815-4) para a condução deste trabalho.

À pesquisadora do ITAL, Claire Sarantópoulos pela análise de permeabilidade a gases dos filmes utilizados neste trabalho.

A todos os funcionários do Departamento de Tecnologia que participaram de forma direta e indireta na confecção deste trabalho.

Meus sinceros agradecimentos

SUMÁRIO

PÁGINA

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Cultura do pessegueiro	3
2.2 Produtos minimamente processados	4
2.3. Atributos de qualidade	7
2.4 Temperatura	9
2.5 Atmosfera Modificada	11
2.6. Aditivos Naturais	12
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.2. Descrição das atividades	16
3.3. Condução dos experimentos	17
3.3.1. Experimento 1.....	17
3.3.2. Experimento 2.....	19
3.3.3. Experimento 3.....	19
3.3.4. Experimento 4.....	20
3.3.5. Experimento 5.....	21
3.4. Avaliações	22
3.5. Análise dos resultados	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1. Experimento 1.....	26
4.2. Experimento 2.....	39
4.3. Experimento 3.....	56
4.4. Experimento 4.....	75
4.5. Experimento 5.....	88
5. CONCLUSÕES.....	104
6. IMPLICAÇÕES	105
7. REFERÊNCIAS	106

PROCESSAMENTO MÍNIMO DE PÊSSEGOS ‘AURORA-1’: ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO, EMBALAGENS, TEMPERATURAS DE CONSERVAÇÃO E ADITIVOS NATURAIS

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar o estágio de maturação, tipos de embalagens, uso de aditivos naturais e temperaturas de armazenamento de pêssegos ‘Aurora-1’ minimamente processados visando sua qualidade e manutenção da vida de prateleira. Os frutos foram adquiridos em pomar comercial localizado no município de Taiúva-SP nos meses de outubro e novembro de 2007 e 2008. O trabalho foi dividido em cinco experimentos: no primeiro foram estudados estádios de maturação “de vez” e “maduro”. No segundo testou-se o efeito da aplicação de ácido ascórbico ou cloreto de cálcio. No terceiro verificou-se o efeito de embalagens como atmosfera modificada passiva. No quarto, foi verificado o efeito de temperaturas de refrigeração e tipos de cortes. No quinto testou-se o efeito da aplicação de ácido ascórbico, l-cisteína, ácido ascórbico e cloreto de cálcio, ácido cítrico e isoascorbato de sódio na prevenção do escurecimento enzimático. As análises de aparência, massa fresca, firmeza, coloração, composição gasosa, sólidos solúveis, acidez titulável, razão sólidos/acidez, pH, açúcares solúveis e redutores, pectina total e solúvel, solubilização, ácido ascórbico, atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase foram efetuadas a cada três dias para os experimentos 1, 2, 3 e 5 e, a cada quatro dias para o quarto experimento. Frutos no estágio de maturação “de vez” levaram a produtos com melhor aparência e maiores teores de açúcares e de ácido ascórbico. Produtos tratados com ácido ascórbico a 2% apresentaram melhor aparência, maior conteúdo de açúcares e de ácido ascórbico, manutenção da cor e menor atividade enzimática. O filme de PVC 14 µm proporcionou boa conservação da aparência e prevenção do escurecimento dos produtos. A interação do armazenamento a 3 °C e corte do fruto em oito fatias proporcionaram a melhor aparência do produto, com maior teor de sólidos solúveis. A cisteína a

1% conferiu odor não característico do produto, o que limitou sua utilização. Pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados poderão ser comercializados por até nove dias, quando utilizados frutos "de vez" e associados à temperatura 3°C, a adição de ácido ascórbico a 2% e recobertos com filme de PVC 14 µm.

Palavras chave: *Prunus persica*, antioxidante, atmosfera modificada, minimamente processado, ponto de colheita, armazenamento refrigerado.

MINIMALLY PROCESSED 'AURORA-1' PEACHES: MATURATION STAGE, PACKAGING, CONSERVATION TEMPERATURES, AND NATURAL ADDITIVES

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the maturation stage, packaging types, natural additives use and storage temperatures of minimally processed 'Aurora-1' peaches in order to maintain their quality and shelf life. The fruits were purchased from a commercial orchard in the area of Taiúva-SP in October and November, 2007 and 2008. The work was divided in five experiments: in the first one, matured green and matured stages were studied. In the second one, it was tested the effect of ascorbic acid or calcium chloride application. In the third one, it was observed the packaging effect as passive modified atmosphere. In the fourth one, it was showed the effect of cooling temperatures and cutting types. In the fifth one, it was tested the effect of ascorbic acid, L-cysteine, ascorbic acid and calcium chloride, citric acid and sodium isoascorbate to prevent enzymatic browning. Analyses of appearance, fresh weight, firmness, color, gas composition, soluble solids, acidity, ratio, pH, soluble and reducing sugars, total and soluble pectin, solubilization, ascorbic acid, peroxidase and polyphenoloxidase activity were done each three days for the first, second, third and fifth experiments, and each four days for the fourth one. Matured green fruits led to products with better appearance and higher levels of sugars and ascorbic acid. Products treated with 2% ascorbic acid showed a better appearance, higher content of sugars and ascorbic acid, color maintenance, and lower enzymatic activity. 14µm PVC film use showed good appearance preservation and browning prevention of the products. Interaction between storage at 3°C and fruit cutting into eight slices provided the best product appearance, with a higher content of soluble solids. 1% Cysteine gave non-characteristic product odor, which limited its use. Minimally processed 'Aurora-1' peaches can be sold for up to nine days, when matured green fruits are used, and they were kept at 3°C, associated with 2% ascorbic acid addition and covered with 14µm PVC film.

Key words: *Prunus persica*, antioxidant, modified atmosphere, minimally processed, harvest point, cold storage.

1. INTRODUÇÃO

A produção de frutas e hortaliças minimamente processadas vem crescendo de forma rápida nos últimos anos, devido ao destaque dado ao valor nutricional dos produtos e à sua conveniência. Nos países desenvolvidos, como Estados Unidos, Japão e alguns países da Europa, o mercado para este tipo de produto é amplo e apresenta grande demanda. No Brasil, sua comercialização ainda é restrita aos grandes centros, mas se observa uma crescente demanda, devido a acentuadas mudanças no estilo de vida dos brasileiros.

Durante o período pós-colheita os vegetais perdem qualidade, geralmente devido à progressão de processos metabólicos resultado do consumo das reservas de energia, perda de umidade, produção do calor, oxidações de vitaminas, entre outros (ZAGORY, 2000). A procura por produtos naturais e de melhor qualidade, com maior frescor, pureza, sabor e elevado valor nutricional, tem demonstrado que o consumidor está cada vez mais exigente. Deste modo, os alimentos minimamente processados vem proporcionando ao consumidor um produto prático e conveniente, com as mesmas qualidades nutricionais do produto in natura.

Os produtos minimamente processados podem ser definidos como produtos submetidos a uma ou mais alterações físicas, e em alguns casos a tratamentos químicos, mas que ainda possuem características de produto fresco (CANTWELL, 2000). Seu processamento afeta o metabolismo normal dos vegetais, e naturalmente a sua qualidade e vida de prateleira. As injúrias provocadas nos tecidos elevam a taxa respiratória e a produção de etileno, contribuindo para a síntese de enzimas envolvidas em mudanças fisiológicas e bioquímicas indesejáveis. Tais alterações resultam na diminuição da vida de prateleira, com efeitos ao valor nutritivo, textura, aroma e sabor.

Dentre as frutas de clima temperado, o pêssego é uma das frutas mais produzidas no mundo e uma das mais consumidas de forma “in natura”. A comercialização de seus produtos minimamente processados tem sido limitada pelas respostas fisiológicas dos tecidos cortados, com escurecimento e perda de firmeza.

A falta de informações sobre o comportamento de pêssegos minimamente processados, limita a aplicação de tecnologias que reduz as desordens fisiológicas e o aumento da vida de prateleira. Uma maneira de superar as dificuldades existentes na cadeia produtiva deste tipo de produto é a adoção de tecnologias adequadas, como a utilização de atmosfera modificada, refrigeração, e aditivos químico, o que pode possibilitar a extensão de sua vida útil, com segurança e qualidade, permitindo a adequada agregação de valor ao produto.

O presente trabalho testou o ponto de colheita, tipos de embalagens, uso de aditivos e diferentes temperaturas de armazenamento visando manter a qualidade e a vida de prateleira de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do pessegueiro

O pessegueiro é uma árvore nativa da China, pertencente à família Rosácea, sendo que todas as cultivares comerciais pertencem à espécie *Prunus persica* (L.). Típica de clima temperado é uma das espécies frutíferas que mais tem sido pesquisada para adaptação às condições de clima tropical ou subtropical (ZANETE & BIASE, 2004).

O fruto do pessegueiro é uma drupa carnosa, com o epicarpo fino, mesocarpo polposo e endocarpo lenhoso (SACHS & CAMPOS, 1998). Os pêssegos são considerados frutos climatéricos, por apresentarem no seu processo de maturação um pico no aumento da sua taxa respiratória precedido de um aumento na concentração de etileno endógeno (KLUGE et al., 2002).

Os maiores produtores brasileiros de pêssegos encontram-se nas regiões Sul e Sudeste, sendo o Rio Grande do Sul o estado com maior produção (94 mil t.) seguido por São Paulo (38 mil t.) (AGRIANUAL, 2010). A grande parte da produção gaúcha é destinada à indústria de conserva enquanto a produção paulista é praticamente toda voltada para o consumo “in natura” (SATO, 2001). No contexto mundial, a contribuição brasileira ainda é pequena, ocupando o décimo quarto lugar (FAO, 2006).

Os pêssegos são frutos perecíveis e climatéricos, portanto, não adaptados a longos períodos de armazenamento quando expostos a condições ambientais conservam-se por período de 5 a 7 dias, sendo que após perdem seu valor comercial (PENTEADO, 1986).

Os frutos da cultivar Aurora-1 apresentam maturação precoce, obtida recentemente pelo Instituto Agronomico de Campinas (IAC), através de seu programa de melhoramento genético. É uma planta vigorosa, pouco exigente ao frio e muito produtiva (podendo atingir até 20 t ha⁻¹). Seus frutos são de tamanho médio (90 a 110 g), apresentam formato oblongo, casca com fundo amarelo e matiz vermelho intenso, caroço pequeno e preso, polpa doce (14 °Brix) e baixa. Sua comercialização no mercado “in natura” é devido à sua firmeza da polpa, resistencia dos frutos ao manuseio

e à boa conservação (OJIMA et al., 1992; PEREIRA et al., 2002). De acordo com ALMEIDA (2006), o pêssego 'Aurora' foi considerado uma das cultivares de maior preferência pelos atacadistas. Entretanto, a comercialização de pêssegos minimamente processados tem sido limitada pelas respostas fisiológicas imediatas dos tecidos aos ferimentos, com escurecimento, colapso na cavidade do caroço e a perda de firmeza (GORNÝ et al., 1998).

2.2 Produtos minimamente processados

O consumo de frutas minimamente processadas vem crescendo nos últimos anos, devido a sua conveniência, apelo nutricional, havendo uma grande gama de informações enfatizando os benefícios associados ao consumo deste grupo de alimentos (YAMASHITA, 2004). Entretanto, este setor ainda é tímido quando se trata de expansão de mercado. A comercialização desses produtos está praticamente circunscrita a médios e grandes centros urbanos, como São Paulo, Belo Horizonte, Rio de Janeiro e a algumas capitais das regiões Nordeste e Sul (MORETTI, 2007).

Este segmento de indústria alimentícia vem proporcionando ao consumidor um produto prático e conveniente, com frescor e qualidade semelhante ao do produto intacto (KLUGE & VITTI, 2004). De acordo com DELLA CRUZ (2004), este tipo de produto possibilita maior rendimento, boa qualidade, reduz acidentes nas cozinhas e exige menor espaço refrigerado.

Além das vantagens de conveniência e qualidade proporcionadas por este tipo de produto, a possibilidade de processamento nas regiões produtoras, traz uma nova opção para os produtores, pois permitem maior aproveitamento da produção, agregam valor aos produtos, são bastante adequados às micro e pequenas empresas familiares, e possibilitam a fixação da mão de obra (DURIGAN, 2000).

Apesar de apresentarem benefícios que incentivem sua comercialização, algumas desvantagens devem ser levadas em conta, como sazonalidade, exigência de refrigeração adequada, perecibilidade e contaminação (DELLA CRUZ, 2004). O desafio para a inclusão das frutas no mercado de produtos minimamente processados está

relacionado à limitada vida útil dos mesmos, devido principalmente ao excessivo amolecimento e escurecimento da superfície cortada (GIL et al., 1998; GORNY et al., 2002).

WILEY (1994) e CANTWELL (2000) definiram os produtos minimamente processados como aqueles preparados através de uma ou mais operações, tais como descascamento, fatiamento, picamento e conservação, usando-se tratamentos preservativos ou combinados, mas que mantém seu estado fresco.

Alguns requisitos são exigidos no processamento de produtos hortícolas, como: a qualidade do material vegetal; as práticas de higiene; as baixa temperatura durante o processamento; os cuidados na limpeza e lavagem antes do descasque; corte e secagem; o correto acondicionamento e o uso de temperatura e umidade adequadas à distribuição e armazenamento (MORETTI, 2007).

Um fator de grande importância no processamento mínimo é o estágio de maturação do produto colhido, por ser um fator crítico à qualidade do produto final (SHEWFELT et al., 1987). Concernente com DURIGAN (2000), as frutas têm problemas com o ponto de colheita, pois há um momento exato para a sua utilização. Caso contrário estarão “verdes” ou “passadas”, estádios estes que implicam em sérios problemas na qualidade dos produtos minimamente processados. BLEINROTH (1969) também reportou que o estabelecimento da época ideal para a colheita possibilita a obtenção de frutos com boas características de qualidade e de acordo com a cultivar considerada.

As propriedades que tornam as frutas e hortaliças apreciadas pelo consumidor, dizem respeito à aparência, sabor, odor, textura e o valor nutritivo (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A maior ênfase é atribuída à aparência externa, como a cor, brilho, formato e frescor do produto. Por outro lado, os produtos minimamente processados exigem que, depois de preparados, os vegetais devem ser consistentes, ter aparência fresca e coloração aceitável (SHEWFELT et al., 1987). A manutenção destas características é um desafio, uma vez que após a colheita e o processamento, as reações químicas e físicas podem influenciar na qualidade e aumentar a vulnerabilidade

a microrganismos, diminuindo sua vida de prateleira (SKURA & POWRIE, 1995; AHVENAINEN, 1996).

As operações envolvidas na preparação de frutas pré-cortadas, geralmente reduzem a vida útil das mesmas (CANTWELL, 1992). Estes produtos, geralmente, são mais perecíveis do que quando intactos, devido ao severo estresse físico a que são submetidos.

A fisiologia de frutas e hortaliças minimamente processadas diz respeito essencialmente a fisiologia do tecido injuriado. Consequentemente, o comportamento deste tecido é geralmente o observado em tecidos vegetais que tenham sido exposto a condição de estresse, e levam a aceleração do metabolismo, com aumento na respiração e produção de etileno e, em alguns casos a indução de cicatrização. Outras consequências do ferimento são as reações de escurecimento oxidativo e perda de firmeza (ROSEN & KADER, 1989; BRECHT, 1995). Tais eventos ocorrem sobretudo devido à ruptura da compartimentalização existente entre substratos e enzimas, cujo contato pode levar a sérios problemas na qualidade do produto (LAURILA et al., 1998).

O controle do processo fisiológico em frutas e hortaliças minimamente processadas é fundamental para sua conservação, uma vez que a superfície exposta é aumentada após o corte, o que facilita a entrada de oxigênio nos produtos (SOARES, 2004).

Para minimizar os efeitos negativos do processamento mínimo faz-se necessário a adoção de tecnologias adequadas que possam assegurar a qualidade dos produtos (CENCI, 2002). Segundo WILEY (1994), estes métodos devem aumentar a vida útil das frutas e hortaliças minimamente processadas, por diminuir a intensidade da respiração, minimizar os efeitos mecânicos, inibir ou retardar a ação das enzimas e atrasar o amadurecimento e a senescência. Algumas técnicas empregadas, como o uso de temperaturas adequadas, atmosferas controladas ou modificadas, agentes antiescurecimento e aditivos como o cálcio (BEAULIEU & GORNY, 2004).

2.3. Atributos de qualidade

A qualidade de frutos e hortaliças corresponde ao conjunto de propriedades que os tornam aceitáveis como alimentos. De modo abrangente qualidade pode ser definida como o conjunto de características, tais como aparência, sabor, odor, textura e valor nutritivo, que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que tem reflexo na aceitação por parte do consumidor (SWANSON et al., 1995).

A definição de qualidade em produtos minimamente processados inclui os atributos de aparência, tamanho, cor, sabor, textura, controle fitossanitário (SOUZA et al., 1998), além de ser razoavelmente livre de defeitos (SHEWFELT et al., 1987). De acordo com MORETTI (2003), a qualidade destes produtos está intimamente relacionada com a manutenção da suas características organolépticas e com o controle da microbiota contaminante.

Quando frutas e hortaliças são submetidas a processos que levam a uma desorganização na sua estrutura natural como o descascamento, o corte e a trituração, entre outras injúrias, o produto sofre alterações, sendo muitas destas decorrentes de ação enzimática (LAURILA et al., 1998) além de, tornar o metabolismo celular acelerado (KLUGE et al., 2003; VITTI et al., 2003).

A fisiologia de vegetais minimamente processados é essencialmente a de um tecido que sofreu injúria ou foi submetido a condições de estresse. Tal situação se reflete no aumento da taxa respiratória, na produção de etileno, nas reações de escurecimento oxidativo e perda de água (BRECHT, 1995). Estas alterações fisiológicas indesejáveis são alguns dos principais problemas destes produtos (BURNS, 1995)

O escurecimento enzimático dos tecidos vegetais é um dos principais fatores limitantes à vida útil dos produtos minimamente processados, além de responder pela perda do valor comercial dos mesmos (DAREZZO, 2000). As atividades das polifenoloxidasas (PPO) e das peroxidases (POD) são, na maior parte dos casos, indesejáveis em frutas e hortaliças porque a coloração parda que produzem não é agradável. Diversos métodos têm sido desenvolvidos para inibir o escurecimento

enzimático, baseados na eliminação de um ou mais de seus componentes essenciais: o oxigênio, a enzima, o metal e seu centro catalítico ou o substrato, bem como as condições extrínsecas de armazenamento (LAURILA et al., 1998).

O escurecimento enzimático em vegetais é iniciado pela oxidação de compostos fenólicos, através da polifenoloxidase, onde quinonas, produtos iniciais, rapidamente condensam-se produzindo polímeros de coloração marrom insolúveis, melaninas, afetando, assim a qualidade visual e, conseqüentemente, refletindo na qualidade do produto (HEIMDAL et al., 1995; MARTINEZ & WHITAKER, 1995).

A respiração de frutas e vegetais é utilizada como um indicador do nível de alterações catabólicas e da deterioração da qualidade, pois quando o tecido é danificado pelo descascamento e corte, sua respiração aumenta consideravelmente (SKURA & POWRIE, 1995). De acordo com VAROQUAUX & WILEY (1997), a taxa respiratória dos alimentos minimamente processados é aumentada de 3 a 7 vezes, em relação ao tecido intacto, o que se traduz em rápido consumo de oxigênio dentro da embalagem. A produção de etileno por frutas e hortaliças processadas pode ser incrementada em até 20 vezes, quando comparada com vegetal intacto (VAROQUAUX & WILEY, 1997).

A respiração está diretamente associada à conservação das hortaliças, uma vez que afeta seus parâmetros de qualidade. Tal fenômeno oxidativo requer oxigênio numa razão molar proporcional ao gás carbônico liberado. A redução da disponibilidade de oxigênio e o excesso de gás carbônico podem causar a fermentação que é bastante prejudicial (FARIA, 1990).

A redução na vida de prateleira decorre de sua alta taxa respiratória e transpiração, além da possibilidade de deterioração enzimática e microbiológica. Para SILVA et al. (2003) é interessante que a umidade relativa da atmosfera que circunda o alimento tenha atividade de água inferior a do alimento, o que retardará o desenvolvimento de fungos e bactérias.

A perda de água também pode ser uma causa de deterioração dos alimentos minimamente processados, já que resulta em perdas quantitativas, perdas na aparência (murchamento), na textura (amolecimento) e na qualidade nutricional.

Além da absorção de O_2 e da eliminação de CO_2 , calor e água, constata-se durante a respiração a eliminação de pequena quantidade de etileno, que levam os tecidos vegetais à senescência (BLEINROTH, 1973)

O etileno, composto volátil de dois carbonos, é produzido endogenamente por todas as plantas. Em concentrações tão baixas quanto $0,1 \mu L L^{-1}$ ele pode induzir uma série de respostas fisiológicas, incluindo o amadurecimento, a senescência e as desordens fisiológicas. Este composto estimula a síntese das enzimas envolvidas com a maturação das frutas e pode causar a perda de firmeza das mesmas, provavelmente, devido à ativação de enzimas que hidrolisam a parede celular (WATADA, 1986).

A maior dificuldade está no desenvolvimento de tecnologias de armazenamento que permitam prolongar a vida de prateleira dos produtos minimamente processados sem afetar sua qualidade (PINTO, 2007). Alguns métodos como atmosfera modificada, tratamento químico, uso de refrigeração, irradiação e associação destes, são utilizados com o intuito de reduzir o número de microrganismos, retardar a atividade enzimática, ampliar a vida útil e melhorar a qualidade sensorial (ROSA & CARVALHO, 2004).

2.4 Temperatura

O armazenamento de produtos minimamente processados em condições adequadas de temperatura, umidade relativa e composição atmosférica é fundamental para o sucesso desta tecnologia (SHEWFELT, 1986).

O controle da temperatura é a técnica mais adequada para minimizar as injúrias provocadas pelo processamento mínimo de frutas e hortaliças (BRECHT, 1995). De acordo com CANTWELL (1992), baixas temperaturas durante e depois do processamento, geralmente, inibem o crescimento de microrganismos, principalmente quando associada a uma boa desinfecção. De acordo com VANETTI (2004), a não observação das temperaturas de refrigeração na conservação de frutas e hortaliças minimamente processadas pode comprometer sua segurança microbiológica.

LUENGO & LANA (1997) relatam que durante a comercialização, o produto deve ser mantido sob temperatura inferior a 10 °C, preferencialmente 2 - 4 °C. VILAS BOAS (2004), recomenda o uso de temperaturas entre 0 °C e 5 °C. Segundo VAROQUAUX & WILEY (1997), a legislação francesa exige o limite máximo de 4 °C para a refrigeração de produtos minimamente processados, e a inglesa de 0 °C a 8 °C.

Frutas minimamente processadas, geralmente suportam o armazenamento a temperaturas abaixo daquelas consideradas críticas para o produto intacto (VILAS BOAS, 2004). Os produtos minimamente processados não são sensíveis a injúrias pelo frio, pois são consumidos na temperatura de armazenamento, como os abacaxis, melões, melancias, pêssegos, nectarinas e mangas (BEAULIEU & GORNY, 2004).

O manejo da temperatura para inibir o escurecimento enzimático deve ser efetuado com muita cautela para que não ocorram problemas como as injúrias causadas pelo frio (HARD, 2000).

WILLEY (1994) e WATADA & QI (1999) ressaltam que para a conservação dos produtos minimamente processados, a temperatura é o fator essencial e seu efeito pode ser complementado com o uso de atmosferas modificadas. Indubitavelmente, o armazenamento refrigerado consiste no principal meio de conservação dos vegetais, podendo ser aliado a outras técnicas de conservação. MATTIUZ (2002) obteve bons resultados com a conservação de goiabas minimamente processadas, conjugando a temperatura (3 °C) e embalagem do tipo PET (tereftalato de polietileno).

A refrigeração também constitui tradicional método para diminuir a atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD). As baixas temperaturas (0-4 °C) estão longe do ponto ótimo para essas enzimas, dificultando o acoplamento enzima-substrato pela diminuição da energia cinética das moléculas (LEE et al., 1995). Possíveis alterações na PPO ou POD (mudanças na atividade, solubilização, etc.) devido a refrigeração dependem de fatores como o armazenamento do fruto inteiro ou fracionado, estado de amadurecimento e umidade relativa (INGHAM et al., 1998).

2.5 Atmosfera Modificada

De acordo CHITARRA & CHITARRA (2005), os efeitos que os gases atmosféricos (O_2 e CO_2) e o etileno (C_2H_4) exercem sobre os vegetais frescos ainda não são completamente entendidos. O oxigênio atua como substrato e o dióxido de carbono como produto do processo respiratório e ambos modulam, direta ou indiretamente, um grande número de sistemas enzimáticos.

A atmosfera modificada pode ser do tipo passiva ou ativa. No primeiro caso a atmosfera é modificada pela própria respiração do vegetal. Já no segundo caso, a atmosfera é estabelecida através da injeção de uma mistura gasosa conhecida no interior da embalagem (LUENGO & LANA, 1997).

Na modificação da atmosfera (AM) são usados filmes poliméricos que formam embalagens com permeabilidade diferencial para O_2 , CO_2 , C_2H_4 , e vapor de água para aumentar a vida útil de vários produtos vegetais (CHITARRA & PRADO, 2002). O efeito desta tecnologia pode ser potencializado pela incorporação de atmosfera inerte com vácuo parcial ou com concentração de O_2 reduzida (NICOLAS et al., 1994).

De acordo com SOARES & GERALDINE (2007) é importante evitar baixos níveis de O_2 e níveis elevados de CO_2 no interior das embalagens, que levam à respiração anaeróbica e ao desenvolvimento de odores indesejáveis, ocasionando rápida deteriorização do produto. PRADO et al. (2003) observaram que a injeção de gases (2% O_2 + 10% CO_2 e 5% O_2 + 5% CO_2) promoveu injúria no tecido de abacaxi minimamente processado, estimulando a atividade da polifenoloxidase. Estes autores indicaram a atmosfera modificada passiva como melhor tratamento para esse tipo de fruta.

O sistema de atmosfera modificada mais utilizado consiste no acondicionamento de produtos hortícolas em uma embalagem selada e semi-permeável a gases, a fim de reduzir a concentração de oxigênio e aumentar a concentração de gás carbono (JACOMINO et al., 2004). De acordo com BARMORE (1987), para que haja adequado balanço de CO_2 e de O_2 dentro do invólucro, a embalagem utilizada deve ter uma taxa específica de transmissão de oxigênio para um dado produto a determinada

temperatura. Concordando com o acima, CHITARRA & CHITARRA (1990), também relatam que a composição da atmosfera interna irá depender da permeabilidade do material da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases pelo produto.

Segundo JACOMINO et al., (2004), a atmosfera modificada apresenta efeitos diretos nos processos fisiológicos e bioquímicos do vegetal minimamente processado, bem como na redução da proliferação microbiana e desse modo aumentando a vida de prateleira destes produtos. Tais efeitos também foram relatados por PIROVANI et al. (1998), quando a atmosfera modificada estava associada à refrigeração.

Além de diminuir a taxa respiratória, a atmosfera modificada contribui para diminuir o escurecimento enzimático dos vegetais, devido à baixa disponibilidade de oxigênio e para retardar a senescência, com consequente prolongamento da vida de prateleira do produto (SOARES & GERALDINE, 2007).

Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), a modificação da atmosfera, tanto da AC e AM podem contribuir para redução de perdas pós-colheita, principalmente devido ao retardo da senescência ou do amadurecimento e das mudanças bioquímicas e fisiológicas associadas. Estes autores ainda relatam que ocorre uma redução na sensibilidade do produto à ação do etileno, em níveis de O_2 inferiores a 8% e CO_2 acima de 1%. KADER (1995) também relatou que baixos níveis de O_2 (< 8%) reduziu a produção de etileno através da inibição da atividade da ACC sintase e da ACC oxidase.

Resultados promissores quanto ao uso de atmosfera modificada associada a refrigeração têm sido evidenciado em trabalhos com mamões (TEIXEIRA et al., 2001), abacaxis, goiabas (EPIPHÂNIO et al., 2006), uvas (MATTIUZ et al., 2004), melancia (DIAS et al., 2006).

2.6. Aditivos Naturais

No processamento mínimo de frutas e hortaliças, as etapas de corte, descascamento e outras ações físicas causam injúrias e danos aos tecidos. Embora

necessárias, essas etapas resultam no aumento da atividade de algumas enzimas do metabolismo vegetal como, catalase, peroxidase, polifenoloxidase e fenilalanina amônia-liase (CHITARRA, 2002). Esses sistemas enzimáticos causam o aparecimento de odores estranhos (“off-flavors”), escurecimento e lignificação da parede celular, diminuindo a qualidade do produto (HARD, 2000).

De acordo com BEAULIEU & GORNY (2004), o uso de antioxidantes, como ácido ascórbico, e a acidificação do meio com ácido cítrico, podem se constituir em alternativas interessantes à manutenção da qualidade destes produtos. Segundo McEVILY et al. (1992) e SAPERS (1993), a aplicação de inibidores de escurecimento em alimentos minimamente processados deve ser restrito aos compostos não tóxicos e que não alterem o gosto e o sabor do produto.

O ácido ascórbico é reconhecido por sua ação redutora e contribuição nutricional (vitamina C), seus sais são os principais antioxidantes para uso em frutas e hortaliças e seus sucos, visando prevenir escurecimento e outras reações oxidativas (WILEY, 1994). O uso deste aditivo como agente antioxidante em produtos minimamente processados é amplamente relatado, por ser um produto eficiente em reduzir o escurecimento e seguro quanto ao seu consumo nas concentrações adequadas (VÁMOS-VIGYÁZÓ, 1981; SAPERS, 1993).

O uso de ácido ascórbico em produtos minimamente processados visando à contenção do escurecimento tem sido relatado em trabalhos com peras (GORNY et al., 2002), em maçãs (GIL et al., 1998), banana (VILAS BOAS, 2004). A aplicação do ácido ascórbico combinado com ácido cítrico, cloreto de cálcio, fosfatos, cisteína, e outros agentes inibidores do escurecimento de produtos minimamente processados, têm sido relatados por vários autores (McEVILY et al., 1992; SAPERS, 1993). GORNY et al. (1999) verificaram que pêssegos tratados por imersão em solução de ácido ascórbico 2% mais lactato de cálcio a 1%, reduziram o escurecimento e diminuíram o amaciamento destes produtos. TEIXEIRA (2004) constatou que ácido ascórbico a 1% associado com ácido cítrico 2%, foi eficiente na contenção do escurecimento de carambolas minimamente processadas. SOUZA et al. (2004) verificaram que ácido

ascórbico associado ao cloreto de cálcio conferiu uma melhor conservação de mangas da cv. Espada.

O ácido cítrico é um dos principais ácidos orgânicos naturais em frutas e previne o escurecimento enzimático pela ação sobre polifenoloxidasas e peroxidases. Também é utilizado para potencializar (ação sinergista) outros antioxidantes, como o ácido ascórbico (PINELLI, 2004). O ácido cítrico, em conjunto com o ácido ascórbico ou o sulfito de sódio, é muito utilizado para inibir a alteração de cor (BRAVERMAN, 1978; ARAÚJO, 1999).

A presença de íons metálicos, particularmente cobre e ferro, favorece a oxidação dos lipídeos por sua ação catalítica (FENNEMA, 1993). O ácido cítrico é um agente quelante que tem a capacidade de sequestrar vestígios de metais, formando quelatos e inibindo a ação do escurecimento (BRAVERMAN, 1978; PINELLI, 2004).

Tratamentos químicos à base de cisteína e ácido ascórbico também têm sido apontados como efetivos na prevenção do escurecimento de produtos minimamente processados (REIS et al., 2004). A cisteína é um aminoácido que contém um grupo tiol, com ação redutora e seu poder de inibição do escurecimento varia de acordo com a razão de sua concentração (RICHARD-FORGET et al., 1999).

MELO & VILAS BOAS (2006) verificaram que tratamentos com ácido ascórbico a 1% + cloreto de cálcio a 1% + cisteína a 1,5% foram eficientes na prevenção do escurecimento em bananas 'Maçã' minimamente processadas. PINHEIRO et al. (2004) verificaram que aplicação de cisteína a 0,5% mais cloreto de cálcio a 1%, foi efetiva na manutenção da qualidade de abacates minimamente processados.

O cálcio é um elemento essencial no metabolismo vegetal. Encontra-se associado aos polímeros pécticos das paredes celulares (BRETT & WALDRON, 1990), desempenhando diferentes funções, notadamente na proteção da integridade das membranas celulares (BUSH, 1993) e na elicitação de respostas às condições de estresses bióticos ou abióticos (BOLWELL et al., 1991). SOUZA et al. (1999), trabalhando com pêssegos, observaram que o cálcio retardou o pico de atividade das enzimas, aumentou o teor de açúcares e reduziu o grau de esterificação das pectinas.

De acordo com VILAS BOAS & KADER (2001), o cloreto de cálcio tem sido aplicado efetivamente na prevenção do amaciamento de frutas minimamente processadas, embora possa contribuir, em conjunto com agentes anti-oxidantes, para a prevenção do escurecimento.

Ascorbato, citrato, isoascorbato e eritorbato de sódio são alguns dos agentes mais comumente usados para reduzir ou eliminar o escurecimento em vegetais (SAPERS & ZOILKOWSKI, 1987). Bons resultados foram observados pela combinação de cloreto de cálcio com eritorbato de sódio e 4-hexilresorcinol em fatias de pêras minimamente processadas (SAPERS & MILLER, 1998).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material vegetal e localização do experimento

Pêssegos 'Aurora 1', foram adquiridos nos meses de outubro e novembro de 2007 e 2008, em pomar comercial localizado no município de Taiúva-SP, distante cerca de 30 km do município de Jaboticabal, SP. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agrícolas, do Departamento de Tecnologia da FCAV-UNESP, Campus de Jaboticabal.

3.2. Descrição das atividades

Os frutos foram colhidos pela manhã e selecionados quanto à uniformidade, ausência de defeitos e estádios de maturação. Em seguida, foram acondicionados em caixas plásticas revestidas com plástico tipo "bolha", visando a proteção contra danos mecânicos. Imediatamente após a colheita, os frutos foram transportados para o Laboratório onde foram novamente selecionados de acordo com a uniformidade da cor, o tamanho e a ausência de injúrias mecânicas e fisiológicas. Após a seleção, os frutos foram lavados com detergente neutro biodegradável sob água corrente e higienizada por imersão, em solução de hipoclorito de sódio (Sumaveg®) 200 mg L⁻¹, por 15 minutos e deixados secar a temperatura ambiente (25 °C) em superfície previamente sanitizada, coberta com papel. Em seguida, os pêssegos foram levados à câmara fria previamente sanitizada e a 12 °C ± 2 °C, permanecendo por 12 horas até o processamento, com finalidade de abaixar a temperatura e consequentemente reduzir o metabolismo.

A câmara fria utilizada no processamento mínimo, bem como os utensílios de corte foram previamente lavados e enxaguados com água contendo 200 mg L⁻¹ de cloro ativo. Após sanitização, a instalação foi mantida fechada e refrigerada a 12 °C.

O processamento mínimo foi realizado por pessoas treinadas utilizando proteção adequada (luvas, avental, touca e máscara descartáveis, além de botas de borracha) obedecendo às etapas de descasque, retirada do caroço e fatiamento conforme os tratamentos estipulados em conformidade com os procedimentos estabelecidos para as Boas Práticas de Fabricação.

3.3. Condução dos experimentos

3.3.1. Experimento 1

O primeiro experimento teve como finalidade verificar o efeito do estágio de maturação na qualidade de pêssegos minimamente processados. Para isto, os frutos foram colhidos em dois estádios de maturação: “de vez” correspondente à coloração de fundo verde-amarelada; e “maduro” que corresponde à cor de fundo totalmente amarelado (FIGURA 1).



Figura 1. Estádios de maturação (“de vez” e “maduro”) de pêssegos ‘Aurora-1’, provenientes do município de Taiúva, SP.

Antes do processamento foi realizada a caracterização de 10 frutos de cada estágio de maturação (TABELA 1).

Tabela 1. Caracterização física e físico-química de pêssegos ‘Aurora 1’ colhidos em dois estádios de maturação.

Parâmetro	Estádio de maturação	
	“de vez”	maduro
Comprimento do fruto (cm)	5,7 ± 0,3	6,1 ± 0,3
Largura do fruto (cm)	5,1 ± 0,4	5,2 ± 0,3
Firmeza (N)	33,34 ± 1,65	31,60 ± 3,40
Sólidos solúveis (°Brix)	10,44 ± 0,21	10,78 ± 0,52
Acidez titulável (g ácido cítrico 100 g ⁻¹)	0,33 ± 0,03	0,27 ± 0,02
Luminosidade da casca	74,60 ± 2,10	79,85 ± 2,43
Ângulo de cor da casca	108,28 ± 3,11	93,36 ± 3,40
Cromaticidade da casca	52,60 ± 2,05	59,20 ± 3,58

O processamento consistiu em uma primeira etapa no descasque dos frutos. Para isto, realizou-se descasque enzimático com o produto comercial Peelzym® (Novozymes Latin América Ltda). O preparo da solução enzimática exigiu ajuste do pH da água destilada (10 °C – 20 °C) utilizando-se ácido cítrico, para 3,0 - 4,5, no qual se adicionou o Peelzym® na concentração de 10 mL L⁻¹, sob agitação. Em seguida imergiram-se os frutos na solução por 60 minutos, sob constante agitação. Após a imersão, os frutos foram transferidos para outro recipiente contendo água destilada para que houvesse a retirada da casca. Em seguida, fez-se um corte longitudinal seguindo a linha de sutura do fruto, e, utilizando-se uma colher apropriada, foi retirado o caroço. As metades obtidas foram enxaguadas em água clorada a 10 mg de hipoclorito de sódio L⁻¹ de água e deixados em repouso para escorrer o excesso de líquido. Posteriormente, procedeu-se ao acondicionamento em contentores de tereftalato de polietileno (PET) transparente e com tampa, com capacidade de 500 mL (Neoform® N-90), antes de serem armazenados a 3 ± 2 °C e UR=65%, por 12 dias. As análises foram realizadas a

cada 3 dias quanto a aparência, perda de massa fresca, firmeza, coloração, teores de acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico, carboidratos solúveis e redutores, pectina solúvel e total, pH e atividade das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO).

3.3.2. Experimento 2

Obtido o melhor tratamento da primeira etapa (frutos “de vez”), testou-se o efeito da aplicação de ácido ascórbico ou cloreto de cálcio na prevenção do escurecimento e do amaciamento dos pêssegos “de vez” minimamente processados. No processamento, adotou-se o mesmo procedimento do experimento anterior. Após o processamento, as metades de pêssegos foram imersas em soluções por 3 minutos, compondo os tratamentos: testemunha (imersão em água destilada); ácido ascórbico a 1% ou 2% e cloreto de cálcio a 1% ou 2%. Após a imersão, as metades foram deixadas em repouso, para drenar o excesso de líquido, e em seguida procedeu-se ao acondicionamento em contentores de PET, de 500 mL (Neoform® N-90) e armazenados a 3 ± 2 °C e UR=65%, por 12 dias. As análises ocorreram a cada 3 dias quanto a aparência, perda de massa fresca, firmeza, coloração, teores de acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico, carboidratos solúveis e redutores, pectina solúvel e total, pH e atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase.

3.3.3. Experimento 3

Determinado os melhores tratamentos, estágio de maturação “de vez” e uso do ácido ascórbico a 2%, nos experimentos anteriores, testou-se o efeito da atmosfera modificada passiva na manutenção da qualidade dos pêssegos minimamente processados. O processamento mínimo consistiu na retirada da casca utilizando facas afiadas de aço inoxidável; para a retirada do caroço, fez-se um corte longitudinal

seguindo à linha de sutura do fruto dividindo-o em duas metades e, utilizando-se uma colher apropriada procedeu-se a extração do caroço. As metades obtidas foram imersas na melhor solução do experimento anterior (ácido ascórbico a 2% por 3 minutos) e deixados em repouso para escorrer o excesso de líquido, em seguida, procedeu-se o acondicionamento dos produtos em seis tipos de embalagens: bandeja de poliestireno rígida MEIWA® M-54, revestidas com filme plástico PD 900 e PD 955 (filmes poliolefínico Cryovac®); o mesmo tipo de bandeja, porém com revestimento com filme de PVC de 11µm e 14µm (Omnifilm®); e contentores de tereftalato de polietileno transparente com tampa, 500 mL, Neoform® N-90. Em seguida, todas as bandejas foram armazenadas em câmara fria a $3\pm 2^{\circ}\text{C}$ e 65% UR, por 12 dias. As análises foram realizadas a cada três dias, quanto a aparência, perda de massa fresca, firmeza, coloração, composição gasosa no interior das embalagens, teores de acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico, carboidratos solúveis e redutores, pectina solúvel e total, pH e atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase. Na Tabela 2 é apresentada a caracterização dos filmes quanto à taxa de permeabilidade ao oxigênio e ao gás carbônico.

Tabela 2. Características dos filmes utilizados nos revestimentos das embalagens

Filmes Plásticos	Características	Taxa de permeabilidade (mL CNTP m ⁻² dia ⁻¹)	
		O ₂ ⁽¹⁾	CO ₂ ⁽¹⁾
PD 900	Saco plástico termoencolhível	3,147	19,334
PD 955	Saco plástico termoencolhível	7,569	30,090
PVC 11 µm	Filme plástico esticável	13,464	89,604
PVC 14 µm	Filme plástico esticável	11,373	85,136

Dados obtidos conforme a metodologia de SARANTÓPOULOS et al. 2002

3.3.4. Experimento 4

Tendo-se os melhores tratamentos quanto ao estágio de maturação, aditivos e embalagens, nos experimentos anteriores, testou-se o efeito da temperatura de refrigeração e de diferentes tipos de corte na qualidade e vida de prateleira de

pêssegos minimamente processado. O processamento consistiu primeiramente na retirada da casca utilizando facas afiadas de aço inoxidável. Para a retirada do caroço, fez-se um corte longitudinal seguindo à linha de sutura do fruto dividindo-o em duas metades e utilizando-se uma colher apropriada para sua extração. Em seguida foram realizados novos cortes longitudinais, obtendo-se três tipos de produto: metades, fruto dividido em quatro e em oito segmentos. As fatias obtidas foram imersas em ácido ascórbico a 2% por 3 minutos e deixadas em repouso para escorrer o excesso de líquido. Em seguida, procedeu-se o acondicionamento em bandejas de poliestireno rígidas MEIWA® M-54, revestidas com filme de PVC de 14µm (Omnifilm®), tendo-se aproximadamente 200g por embalagem. Em seguida, os tratamentos foram divididos em três lotes iguais e armazenados em câmara fria a 3 °C, 6 °C e 9 °C e 65 % UR, por 12 dias. As análises foram realizadas a cada quatro dias, quanto a aparência, perda de massa fresca, coloração, composição gasosa no interior das embalagens, teores de acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico, carboidratos solúveis e redutores, pectina solúvel e total, pH e atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase.

3.3.5. Experimento 5

Determinados os melhores tratamentos nos experimentos anteriores, testou-se o efeito da aplicação de antioxidantes combinados ou não com cálcio, na prevenção do escurecimento dos pêsssegos minimamente processados. As etapas para processamento mínimo foram às mesmas utilizadas no experimento anterior para obtenção de oito segmentos por fruto. As fatias foram imersas nas soluções, compondo os tratamentos: testemunha, ácido ascórbico a 2%, que é melhor tratamento do experimento 2; ácido ascórbico a 2% + cloreto de cálcio a 2%; isoascorbato de sódio a 1%; ácido cítrico a 1%; cloridrato de L-cisteína a 1%. Após serem deixadas em repouso para drenar o excesso de líquido, procedeu-se o acondicionamento dos produtos em bandejas de poliestireno rígidas marca MEIWA® M-54, revestidos com filme de PVC de 14µm (Omnifilm®), tendo-se aproximadamente 200g por embalagem, que foram

armazenados em câmara fria a 3°C e 65% UR, por 12 dias. As análises foram realizadas a cada três dias, quanto a aparência, perda de massa fresca, firmeza, coloração, composição gasosa no interior das embalagens, teores de acidez titulável, sólidos solúveis, ácido ascórbico, carboidratos solúveis e redutores, pectina solúvel e total, pH e atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase.

3.4. Avaliações

- a) Aparência: atribuídas através de escala hedônica, notas de 4 a 1, onde: 4 (ótimo) = aspecto fresco e ausência de escurecimento; 3 (bom) = aspecto fresco, porém com leve escurecimento; 2 (regular)= pouco aspecto de frescor e leve escurecimento; 1(ruim) = murchos e escurecidos.
- b) Massa fresca: foi determinado por pesagem em balança eletrônica Marte, modelo AS 2000, com capacidade para 2 kg e precisão de 0,01g e foi expressa em porcentagem.
- c) Firmeza: utilizou-se penetrômetro marca Bishop FT 327 para esta determinação em que cada fruto foi avaliado por três vezes, em locais aleatórios e distribuídos ao redor do diâmetro transversal, utilizando-se ponteira de 0,8 cm e os resultados expressos em N.
- d) Coloração: a evolução da coloração foi medida utilizando-se colorímetro MINOLTA CR 400, marca KONICA MINOLTA, determinando-se os valores de L (100= branco; 0= preto), a^* (positivo= vermelho; negativo=verde), b^* (positivo =amarelo; negativo=azul). O ângulo de cor (*Hue*) e a cromaticidade foram calculados usando-se equações apropriadas (MINOLTA CORP, 1994).

- e) Determinação da composição gasosa no interior das embalagens: Para o monitoramento da composição gasosa foi colocado um septo de silicone em cada embalagem, através do qual a atmosfera do interior das mesmas era avaliada, utilizando-se o analisador de gases da marca PBI-DANSENSOR, modelo Check Mate, o qual utiliza cerca de 2 mL de gás por amostragem. As leituras foram expressas em % de O₂ e % de CO₂.
- f) Sólidos solúveis (SS): este teor foi determinado utilizando-se refratômetro digital modelo PR 101 e os resultados expressos em °Brix (TRESSLER & JOSLYN, 1961).
- g) Acidez titulável (AT): foi quantificada utilizando-se o método descrito pela AOAC (1997), sendo expressa em porcentagem de ácido cítrico.
- h) Razão SS/AT: foi obtida dividindo-se os valores médios de sólidos solúveis pelos valores médios de acidez titulável.
- i) pH: determinado utilizando-se potenciômetro modelo Tec-3MP, segundo técnica da AOAC (1997).
- j) Açúcares solúveis: a extração foi realizada de acordo com a técnica descrita por FALEIROS (1978), e seu conteúdo determinado conforme DUBOIS et al. (1956), com o resultado expresso em porcentagem de glicose.
- k) Açúcares redutores: foi quantificado no extrato obtido para o açúcares solúveis pela técnica do ácido 3,5 dinitrosalicílico (DNS), proposta por MILLER (1959), sendo os resultados expressos em porcentagem de glicose.
- l) Pectina Total e Solúvel: foram extraídas segundo a técnica descrita por Mc CREADY & Mc COMB (1952), e doseadas colorimetricamente segundo BITTER & MUIR (1962), com os resultados expressos em porcentagem de ácido galacturônico.

m) Solubilização: A porcentagem de solubilização foi obtida pela seguinte equação:

$$SOL = \frac{PectinaSolível}{PectinaTotal} \times 100$$

n) Ácido ascórbico: este teor foi quantificado na polpa, no extrato obtido de 20 g de material triturado e homogeneizado em 50 mL de ácido oxálico conforme o indicado pela AOAC (1997), e os resultados expresso em mg de ácido ascórbico 100g⁻¹.

o) Enzimas peroxidase e polifenoloxidase: a atividade destas foi determinada no sobrenadante de amostras homogeneizadas em tampão fosfato de potássio 0,2 M, pH 6,7 e centrifugadas a 10.000 rpm, por 10 minutos, a 4 °C. A atividade da peroxidase foi determinada pelo método de ALLAIN et al. (1974), modificado por LIMA et al. (1999), com leitura em 505 nm e expressa em mmol de H₂O₂ consumido min⁻¹ g⁻¹. A polifenoloxidase foi determinada pelo mesmo método, porém, utilizando fenol como substrato e leitura em 420 nm, sendo expresso em μmol de fenol consumido min⁻¹ g⁻¹.

3.5. Análise dos resultados

Os resultados foram submetidos a análise de variância por meio do Teste F, e as médias foram comparadas mediante o teste Tukey em nível de 5% de probabilidade (SAS INSTITUTE INC., 2004).

O primeiro experimento foi realizado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x5, com dois estádios de maturação e quatro datas de amostragem (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Utilizaram-se três repetições por tratamento, tendo cada uma, aproximadamente, 200 g do produto.

O segundo experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x5: aditivos naturais e datas de amostragem (0, 3, 6,

9 e 12 dias). Foram utilizadas três repetições por tratamento, tendo cada uma, aproximadamente, 200 g do produto.

O terceiro experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x5: tipos de embalagens e datas de amostragem (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Foram utilizadas três repetições por tratamento, tendo cada, aproximadamente, 200 g do produto.

O quarto experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x3x4: três tipos de corte; três temperaturas de armazenamento e quatro datas de amostragem (0, 4, 8 e 12 dias). Foram utilizadas três repetições por tratamento.

O quinto experimento foi conduzido seguindo um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5x5, tendo-se cinco tratamentos com aditivos e cinco datas de amostragem (0, 3, 6, 9 e 12 dias). Foram utilizadas três repetições por tratamento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1

Nas condições do experimento, não foi verificada diferença significativa na perda de massa fresca de pêssegos minimamente processados nos dois estádios de maturação testados (FIGURA 2). Estes resultados devem-se, provavelmente, aos efeitos conjugados da temperatura de armazenamento, aliado a embalagem e à modificação da atmosfera no seu interior. De acordo com CHITARRA & CHITARRA (2005) a associação dessas duas tecnologias contribui para o retardo das modificações decorrentes do amadurecimento, possibilitando uma maior vida útil pós-colheita.

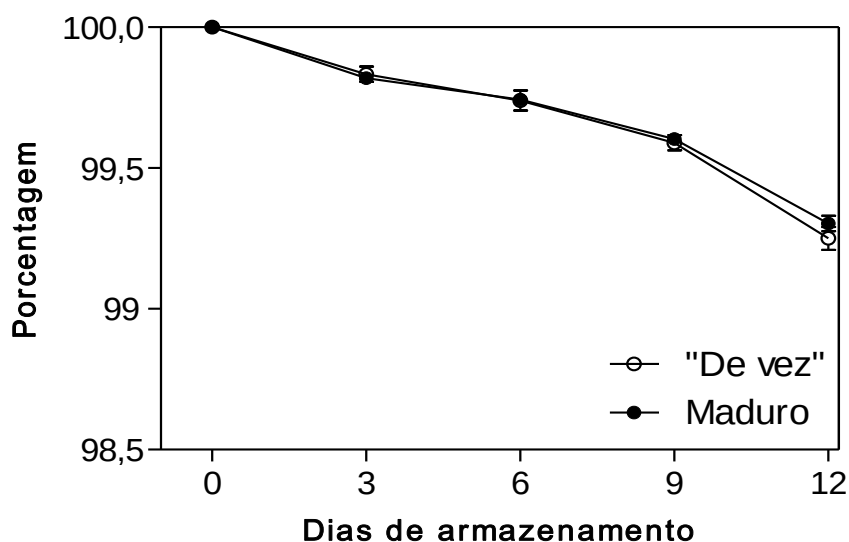


Figura 2. Perda acumulada de massa fresca (%) em pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, em dois estádios de maturação e armazenados a 3 °C e 65 % UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Ainda na Figura 2, pode se verificar que a perda de massa fresca ao longo do período de armazenamento foi constante, para os produtos de ambos os estádios de maturação. No último dia de análise esta perda foi da ordem de 0,75% e 0,69% em massa, para produtos de frutos “de vez” e maduro, respectivamente. Provavelmente,

esta pequena redução de massa fresca ao longo do armazenamento, também pode ser atribuída ao líquido ter permanecido nas embalagens.

Com relação à aparência, os produtos minimamente processados provenientes de frutos no estágio de maturação “de vez” mostraram-se com melhor aparência em relação aos produtos processados de frutos maduros até o nono dia de armazenamento, igualando-se no 12º dia de armazenamento (FIGURA 3). Possivelmente, o estágio de maturação “de vez” conferiu maior resistência aos danos ocasionados pelo processamento mínimo, garantindo produtos com melhor qualidade visual. Este fato vai ao encontro do relatado por PURVIS (1997) e CHITARRA & CHITARRA (2005), que o estresse causado pelo processamento promove a descompartmentalização celular, que é acompanhada por uma série de mudanças metabólicas indesejáveis que depreciam o produto, comprometendo sua qualidade. Esse efeito pode ser minimizado pela seleção de frutos em estágio de maturação mais antecipado, oferecendo assim, uma resistência maior às mudanças metabólicas.

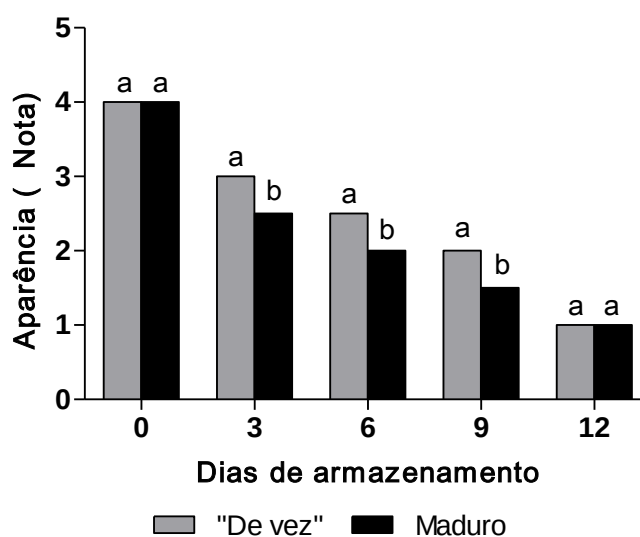


Figura 3. Aparência de pêssegos ‘Aurora-1’ submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação e armazenados a 3 °C e 65 % UR. Critérios: 4 = ótimo ; 3 = bom; 2 = regular e 1 = ruim. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A análise de variância dos resultados relativos à firmeza dos pêssegos minimamente processados indicou diferenças significativas entre os fatores tratamento e período de armazenamento (TABELA 3 e FIGURA 4). Observa-se que as metades provenientes de frutos colhidos no estágio de maturação “de vez” apresentaram maiores valores de firmeza que as metades produzidas com frutos maduros. O mesmo comportamento foi observado por KLUGE & JACOMINO (2002), ao realizarem estudos com pêssegos ‘Aurora-1’ em dois estádios de maturação.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade de pêssegos ‘Aurora 1’ em dois estádios de maturação submetidos ao processamento mínimo e armazenados a 3°C e 65 % UR, em função do estágio de maturação.

Parâmetro	Estádio de maturação	
	“de vez”	maduro
Firmeza (N)	30,39 a	28,91 b
Sólidos Solúveis (°Brix)	10,4 b	11,0 a
Acidez Titulável (% ácido cítrico)	0,28 a	0,26 b
pH	4,59 b	4,73 a
Açúcares solúveis (% de glicose)	11,78 b	14,44 a
Açúcares redutores (% de glicose)	1,71 a	1,37 b
Ácido ascórbico (mg 100 g ⁻¹)	2,42 a	2,06 b
Pectina solúvel (% de ácido galacturônico)	0,101 b	0,125 a
Pectina total (% de ácido galacturônico)	0,486 a	0,418 b
Peroxidase (mmol de fenol consumido g ⁻¹ min ⁻¹)	2,7 a	2,8 a
Polifenoloxidase (μmol de fenol consumido g ⁻¹ min ⁻¹)	0,15 a	0,07 b

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Verifica-se na Figura 4, uma redução nos valores de firmeza dos pêssegos minimamente processados ao longo do período de armazenamento. A diminuição da firmeza deve-se a alterações nos polissacarídeos das paredes, em consequência da produção de etileno que desencadeia alterações no metabolismo das paredes celulares. O observado reafirma o indicado por CHITARRA & CHITARRA (2005), que

relatam que a perda progressiva da firmeza ou o amaciamento ocorre com consequência natural do amadurecimento e abrange um processo complexo de diferentes mecanismos fisiológicos.

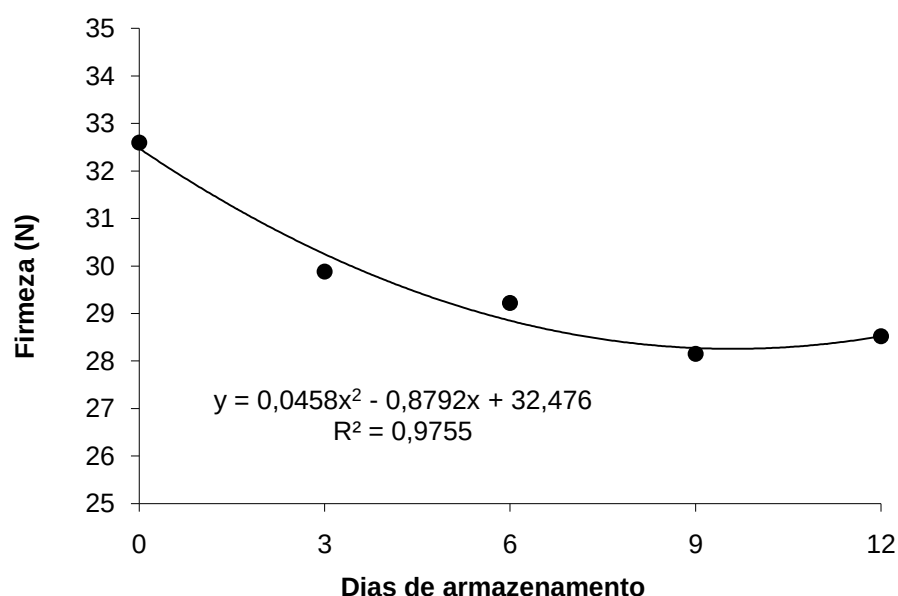


Figura 4. Firmeza (N) de pêssegos 'Aurora-1' submetidos ao processamento mínimo, nos dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR.

O teor de sólidos solúveis dos pêssegos minimamente processados foi significativamente afetado pela interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (FIGURA 5). Também observou que as metades obtidas de frutos maduros apresentaram maiores valores de sólidos solúveis e de açúcares solúveis. Resultados que evidenciam uma consequência natural no desenvolvimento dos frutos, onde maiores concentrações nos teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis foram obtidos em frutos maduros (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Na Figura 5, é possível verificar que as fatias de pêssegos de frutos maduros apresentaram maiores teores de sólidos solúveis praticamente durante todo período de armazenamento. Os teores médios de sólidos solúveis nas fatias de frutos maduros e “de vez” foram de 11,02 °Brix e 10,36 °Brix, respectivamente, os quais estão acima dos

obtidos por OLIVEIRA & CEREDA (2003), que trabalharam com pêssegos 'Biuti' armazenados (12 dias) sob condição ambiente, e cujos valores foram de 7,9 °Brix a 10,1 °Brix e menores que relatados por CUNHA (2007) e PEREIRA et al. (2002), que foram de 11,8 e 14,0 °Brix, respectivamente, para pêssegos 'Aurora-1'.

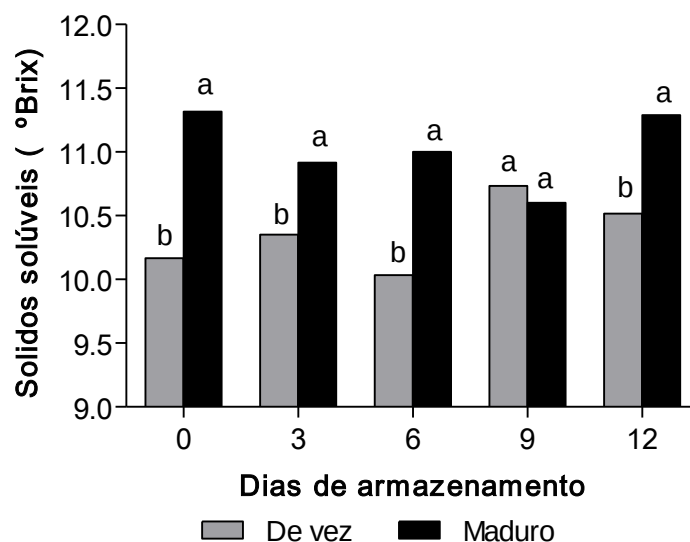


Figura 5. Teores de sólidos solúveis (° Brix) em pêssegos 'Aurora-1' submetidos a processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A acidez titulável também foi significativamente afetada pela interação entre os tratamentos e o tempo de armazenamento de pêssegos minimamente processados (FIGURA 6), o que não aconteceu com o pH cuja diferença foi apenas entre os tratamentos, conforme o indicado na Tabela 3.

Os teores de acidez titulável foram maiores nas metades dos pêssegos “de vez” (0,28% de ácido cítrico), que ao longo do período de armazenamento, manteve essa tendência (FIGURA 6). Estes valores foram menores que os obtidos por WILLS et al. (1982), que trabalhando com pêssegos, encontram teores variando de 0,31 a 0,47 mg

de ácido cítrico 100g^{-1} polpa; e maiores que os relatados por NUNES et al. (2004), em pêssegos ‘Aurora-2’, encontraram teores médios de 0,23% de ácido cítrico.

Os ácidos orgânicos são os componentes químicos de menor teor em pêssegos ‘Aurora-1’, porém suas concentrações quando associadas às concentrações de açúcares são imprescindíveis ao “flavor” e, por consequência à sua qualidade comestível (WANG et al., 1993).

Os menores teores de acidez titulável nas metades dos pêssegos maduros levaram a um maior valor de pH (TABELA 3), o que está de acordo com o preconizado por CHITARRA & CHITARRA (2005), ou seja, que a acidez decresce com o amadurecimento destes frutos em decorrência de redução no processo respiratório, com consequente aumento no pH (MEDLICOTT et al., 1986).

TEIXEIRA (1979), afirma que o pH em pêssegos, varia de 3,2 a 4,7, o que está de acordo com os resultados obtidos neste experimento que foi de 4,59 para fatias de frutos “de vez” e 4,73 para o estágio maduro (TABELA 3).

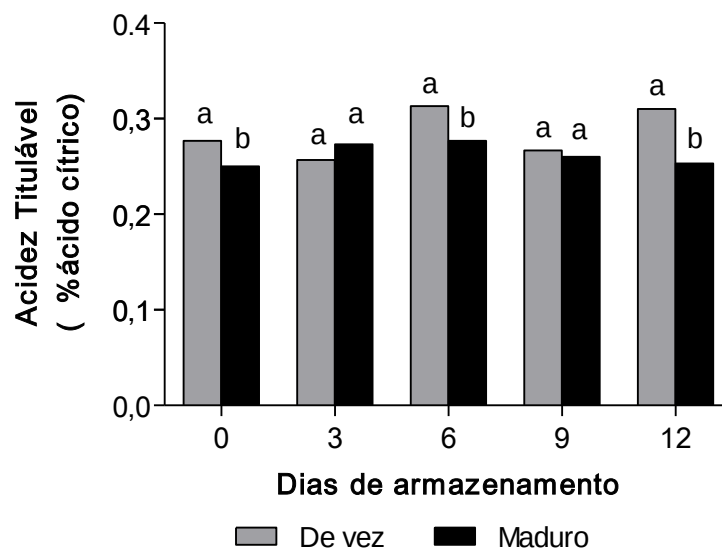


Figura 6. Teores de acidez titulável (% ácido cítrico) de pêssegos ‘Aurora-1’ submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Verificou-se um aumento acentuado no conteúdo de açúcares solúveis durante o período de armazenamento, com valores médios que evoluíram de 12,26 % para 14,05% (FIGURA 7). Este aumento nos teores de açúcares solúveis tem sido atribuído à transformação das reservas acumuladas, principalmente amido, durante o desenvolvimento dos mesmos ou pelo aumento no metabolismo desencadeado pela injúria no processamento (JERÔNIMO & KANESIRO, 2000). Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), os teores de açúcares em frutos climatéricos usualmente aumentam na ordem de 10% com o amadurecimento através de processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos.

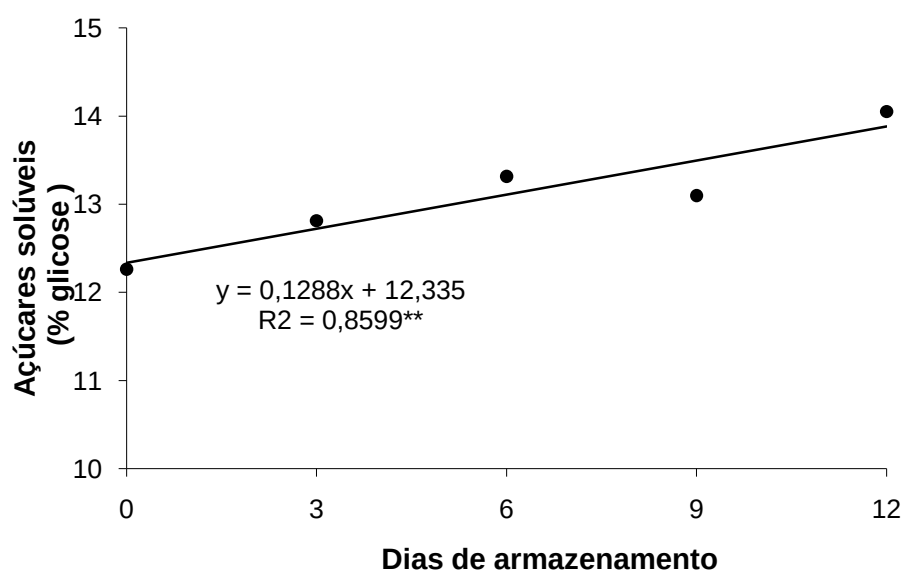


Figura 7. Açúcares solúveis (% de glicose) de pêssegos 'Aurora-1' submetidos a processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR.

Pode ser observado neste trabalho, que os teores de açúcares redutores (glicose e frutose) foram maiores nas metades provenientes de frutos que se encontravam “de vez” (TABELA 3). Estes teores são inferiores aos indicados por CHITARRA &

CARVALHO (1985) os quais relatam valores de 2,0% a 3,2%, mas concordantes com os de CUNHA (2007) que trabalharam com pêssegos 'Aurora-1' e com os de OLIVEIRA & CEREDA (2003), que analisaram pêssegos da cultivar Biuti.

Na Figura 8 observa-se que houve aumento progressivo no teor de açúcares redutores ao longo do armazenamento nos dois tratamentos, onde as metades obtidas de frutos “de vez” apresentaram as maiores médias durante todo o período de armazenamento. Estes valores reafirmam o obtido por CUNHA (2007), que trabalharam com pêssegos 'Aurora-1', e obtiveram médias de 1,77 % de glicose para frutos “de vez” e 1,38 % de glicose para frutos maduros, aos 14 dias de armazenamento refrigerado (6°C).

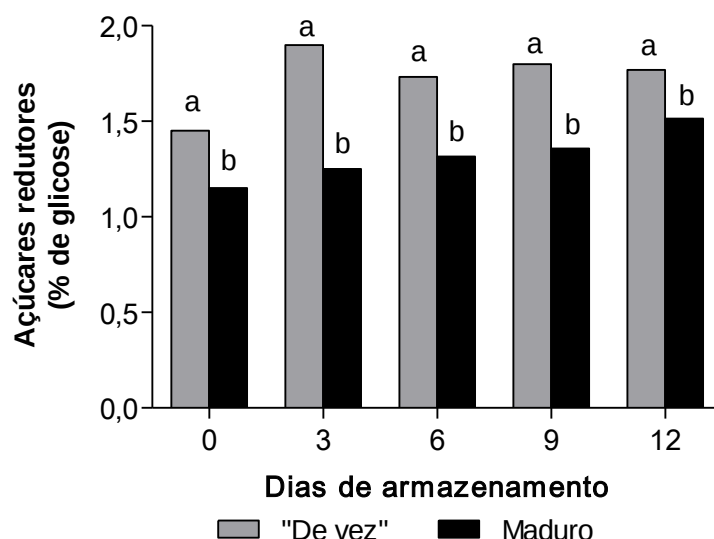


Figura 8. Teores de açúcares redutores (% de glicose) de pêssegos 'Aurora-1' submetidos a processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

As metades dos pêssegos “de vez” apresentaram os teores médios de ácido ascórbico maior que as fatias de frutos maduros, 2,42 mg 100g⁻¹ e 2,06 mg 100g⁻¹, respectivamente (TABELA 3). Entretanto, considerados baixos aos encontrados por GIL et al., (2002) ao trabalharem com pêssegos 'O Henry' e 'September Sun',

encontraram tores de ácido ascórbico de 3,6 mg 100g⁻¹ e 12,6 mg 100g⁻¹, respectivamente. Estes valores ainda são superiores aos obtidos por VITTI et al. (2007), que trabalharam com pêssegos ‘Douradão-2’ cujos teores obtidos foram bastante baixos, 0,00293 a 0,00342 mg 100 g⁻¹.

Na Figura 9, nota-se que, durante o período de armazenamento refrigerado, houve uma queda nos teores de ácido ascórbico nas metades de frutos “de vez” e maduro, provavelmente pelo consumo e oxidação deste ácido decorrente do estresse sofrido pelo processamento. Nota-se também que, as metades obtidas de pêssegos “de vez” apresentaram teores de ácido ascórbico superiores aos de frutas maduras até o final do experimento. Estes resultados evidenciam que transformações ocorridas durante o processo de amadurecimento nas frutas resultam de oxidações e consequente transformação do ácido ascórbico em ácido 2,3-dicetogulônico (BIALE & YOUNG, 1961).

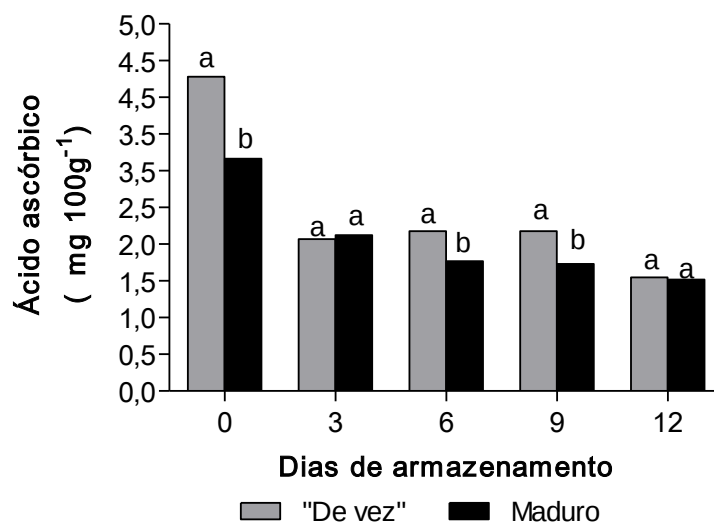


Figura 9. Teores de ácido ascórbico (mg 100g⁻¹) de pêssegos ‘Aurora-1’ submetidos a processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores de pectina total foram afetados significativamente apenas pelo estágio de maturação, com as metades procedentes de frutos “de vez” apresentando os

maiores teores (TABELA 3). Houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento para a variável pectina solúvel (FIGURA 10).

Os produtos “de vez” apresentaram os maiores teores de pectina solúvel no terceiro e sexto dia, enquanto que, para as metades de frutos maduros, no 9º e 12º dias de armazenamento, possivelmente, devido à atuação das enzimas de parede celular que promoveram a maior solubilização das substâncias pécticas (FIGURA 10). NUNES et al. (2004) trabalhando com pêssegos ‘Aurora 2’ observaram os maiores teores de pectinas solúveis no sexto dia de armazenamento.

Observa-se também que no terceiro dia de armazenamento, em ambos os tratamentos, houve um aumento significativo nos teores das pectinas solúveis, com posterior redução no sexto dia, seguida de aumento até o final do armazenamento. Possivelmente, esta oscilação se deve ao fato da atuação residual do produto utilizado no descascamento o qual pode ter causado uma maior solubilização das pectinas. Este comportamento foi distinto do observado por CUNHA (2007) que ao trabalhar com pêssegos ‘Aurora-1’, observou um aumento progressivo nos teores desta variável ao longo do armazenamento.

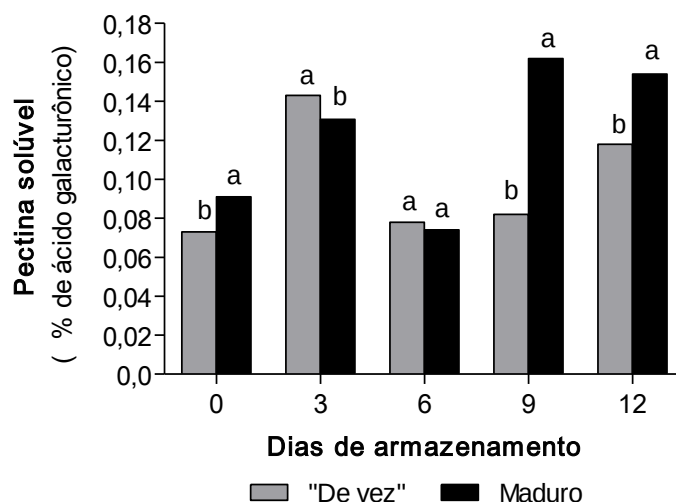


Figura 10. Teores de pectina solúvel (% de ácido galacturônico) de pêssegos ‘Aurora-1’ submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 3, podemos observar ainda, que apenas a atividade da polifenoloxidase (PPO) foi significativamente afetada pelo estágio de maturação, com as metades de frutos “de vez” apresentando maiores teores de PPO que os maduros, o que é condizente com os obtidos por COSETENG & LEE (1987), que ao trabalhar com maçãs observaram decréscimo da PPO com a progressão da maturação.

A atividade da PPO foi menor durante todo o armazenamento refrigerado nas metades dos pêssegos maduros, e se mantiveram constantes até o final do período. Tendência similar foi observada nas nos produtos dos pêssegos “de vez” (FIGURA 11).

Ainda na Figura 11 observou-se que a atividade da PPO, nos produtos de ambos os estádios, mostrou um decréscimo na atividade no nono dia, com posterior aumento, sendo melhor evidenciado nas fatias de pêssegos “de vez”. Este fato também foi observado por CARVALHO (1998), que relatou decréscimo na atividade da PPO no décimo dia com posterior aumento, em pêssegos ‘Rio Grandense’. Segundo este autor, a atividade máxima da enzima polifenoloxidase foi detectada no período inicial de armazenamento.

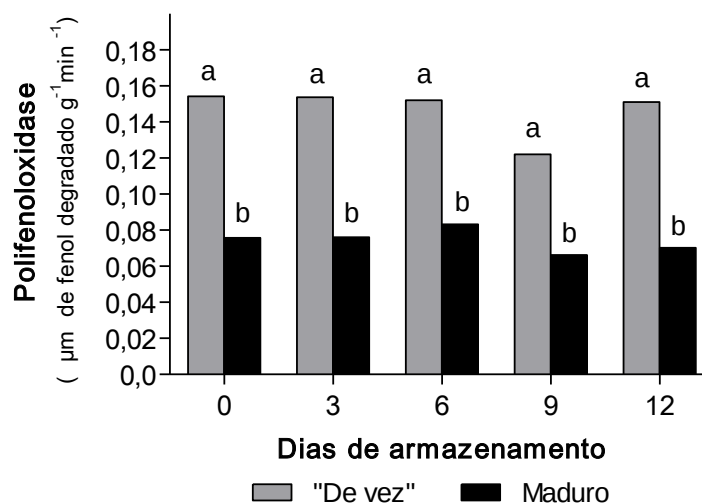


Figura 11. Atividade da polifenoloxidase (μmol de fenol consumido $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$) de pêssegos ‘Aurora-1’ submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3 °C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Os dados de coloração permitem observar que as metades de pêssegos maduros minimamente processados apresentaram maiores valores da cromaticidade e de ângulo de cor (TABELA 4), caracterizando-os, como de coloração mais amarelada. Segundo CHITARRA & CHITARRA (2005), produtos de cor atrativa e brilhante são os produtos mais visados pelos consumidores.

Apesar do armazenamento a baixa temperatura (3 °C) e da proteção oferecida pela embalagem, verificou-se escurecimento nos produtos ao longo do período, para ambos os estádios de maturação (FIGURA 12). Ao mesmo tempo, o aumento na cromaticidade (FIGURA 13), aliado à redução no ângulo de cor (FIGURA 14), indica melhoria na cor, devido ao acúmulo de carotenóides, que levou a tonalidade amarelada mais intensa durante o armazenamento.

A redução na luminosidade (FIGURA 12) concorda com KASAT et al. (2007), que trabalhando com injúrias mecânicas em pêssegos ‘Aurora-1’ também observou uma redução da luminosidade durante o armazenamento a $10\text{ °C} \pm 1,5\text{ °C}$.

Tabela 4. Luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue) em pêssegos ‘Aurora-1’ submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR.

Tratamentos	Coloração		
	L	C	Hue
“De vez”	78,26 a	63,54 a	101,83 a
Maduro	77,94 a	58,44 b	95,29 b

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum as colunas não diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$).

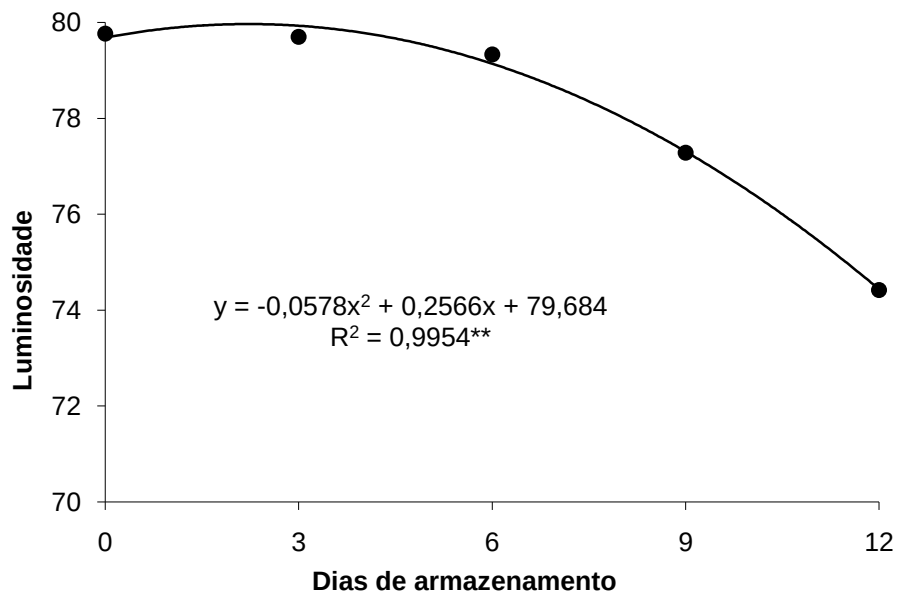


Figura 12. Variação na luminosidade de pêssegos 'Aurora-1' submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR.

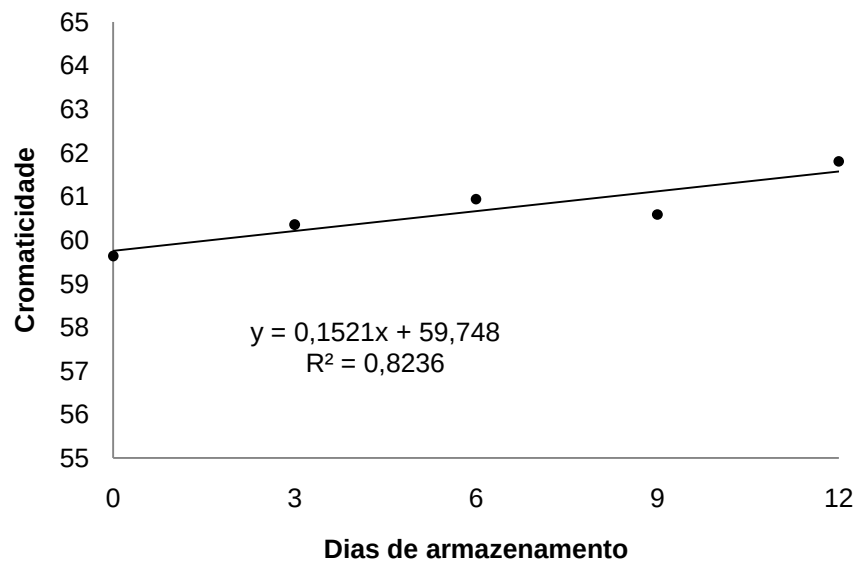


Figura 13. Variação na cromaticidade de pêssegos 'Aurora-1' submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR.

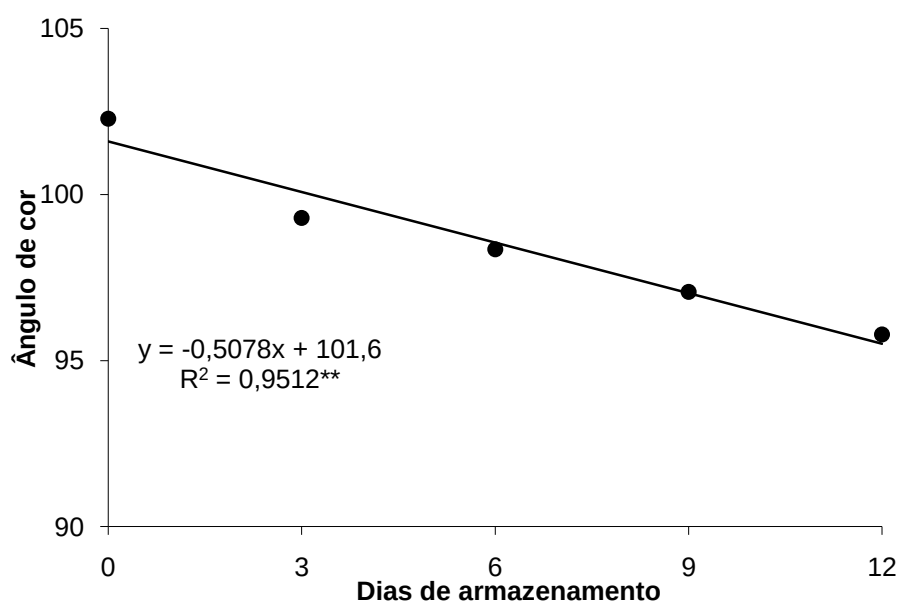


Figura 14. Variação no ângulo de cor (Hue) de pêssegos 'Aurora-1' submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3°C e 65 % UR.

Os resultados deste experimento indicam que o armazenamento dos produtos minimamente processados dos pêssegos 'Aurora-1' colhido maduros, foi limitado, principalmente, pela perda de frescor e de firmeza, e por apresentarem aparência mais escura, e menor teores de açúcares redutores e de ácido ascórbico.

Os pêssegos minimamente processados de frutos "de vez" apresentaram-se mais adequados e viáveis podendo ser comercializados com 9 dias.

4.2. Experimento 2

As perdas acumuladas de massa fresca, ao longo do período de armazenamento, são apresentadas na Figura 15. Verificando-se os maiores valores nos tratamentos com o cloreto de cálcio.

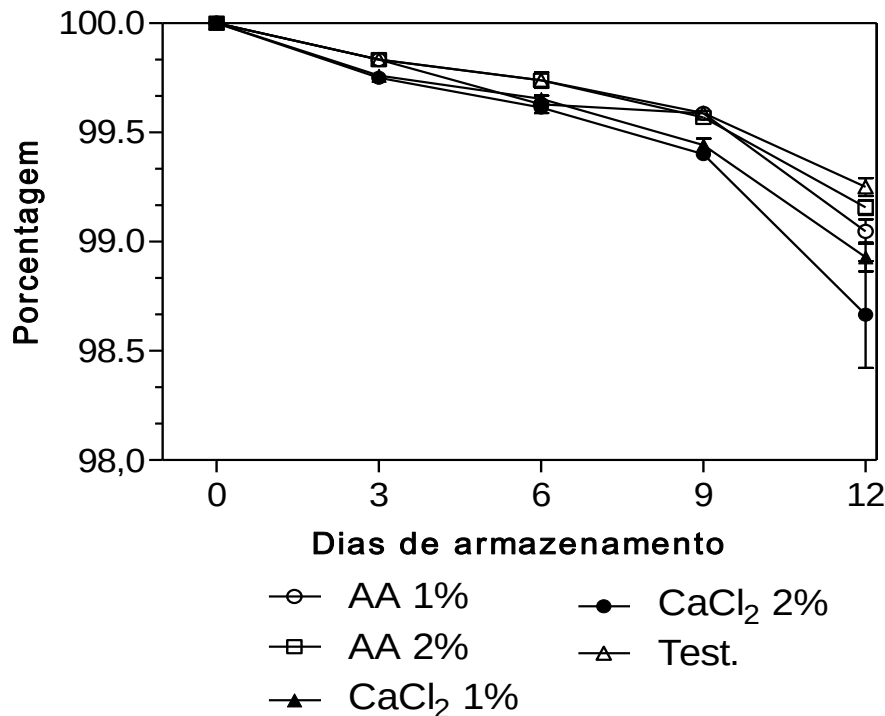


Figura 15. Perda acumulada de massa fresca em pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3 °C e 65%.. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio ; TEST = testemunha. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Ainda na Figura 15 pode se verificar a evolução da perda de massa fresca pelos diferentes tratamentos, onde os tratamentos com ácido ascórbico e cloreto de cálcio mostraram-se menos eficientes a partir do nono dia, apresentando-o os maiores valores. É possível que o CaCl₂ potencializou a ação das enzimas utilizada no descasque dos frutos, o qual se encontrava em atividade durante o armazenamento, ocasionando aumento do metabolismo dos produtos. Estes dados concordam com os de CARVALHO (2000) que realizou trabalhos com kiwis minimamente processados e não verificou diferença significativa entre as fatias tratadas com cloreto de cálcio e ácido cítrico. Este mesmo autor relatou que a perda de massa fresca é atribuída às reações metabólicas como a respiração e a transpiração do produto, que reduzem a quantidade da água presente no tecido vegetal.

A rápida perda de massa fresca pelos frutos pode ser explicada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ambiente, ou déficit da pressão de vapor (DPV). A DPV é influenciada pela umidade relativa do ar e pela diferença entre a temperatura do produto e do ambiente de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Na Figura 16, tem-se a evolução da aparência nos produtos processados, durante o armazenamento, onde se observou que em todos os tratamentos houve perda na qualidade.

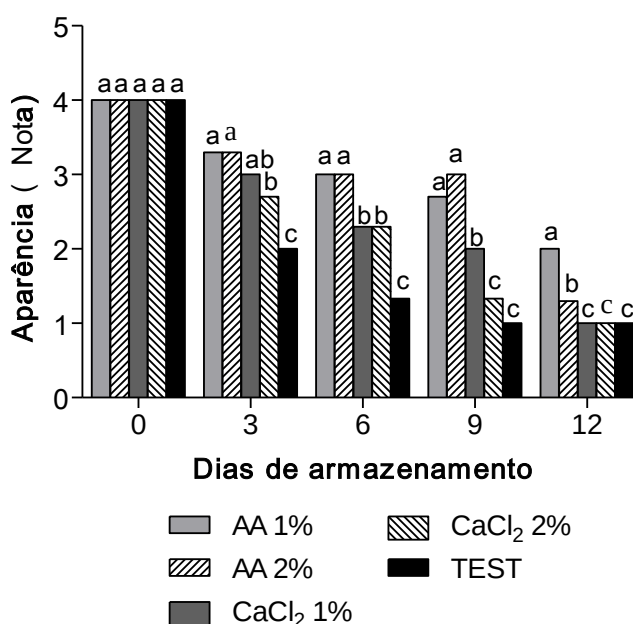


Figura 16. Aparência de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3°C e 65% UR. Critérios: 4 = ótimo ; 3 = bom; 2 = regular e 1 = ruim. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio ; TEST = testemunha . Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

O tratamento com ácido ascórbico a 1% foi o que se apresentou mais estável, sendo que os tratamentos com cloreto de cálcio levaram a maior perda da aparência desejável. Durante o período de conservação, observou-se também, que as metades dos pêssegos, apresentavam escurecimento acentuado e geleificação no local injuriado

pela retirada do caroço o que limitou a vida de prateleira dos produtos. MATTIUZ (2002) também verificou que o estresse físico, causado pelo impacto, produziu colapso interno em goiabas, levando à perda da integridade celular e à consequente liquefação dos tecidos placentários “internal bruising”. Resultados semelhantes foram observados por DONADON et al. (2004), em trabalho com produtos minimamente processados de mangas ‘Tommy Atkins’ armazenados a 3°C.

A análise de variância dos resultados relativos à firmeza dos pêssegos minimamente processados foi significativa apenas para os tratamentos (TABELA 5). Metades tratadas com cloreto de cálcio a 1% e 2%, e ácido ascórbico a 2% foram eficientes na contenção do amaciamento dos pêssegos minimamente processados, obtendo os maiores valores de firmeza. XISTO et al. (2004), trabalhando com goiabas ‘Pedro Sato’ observaram que o cloreto de cálcio a 1% proporcionou aos frutos manutenção da firmeza durante o período de armazenamento. A preservação da firmeza de bananas minimamente processadas através do uso de aditivos químicos foi demonstrada por VILAS-BOAS & KADER (2006), onde a aplicação de cloreto de cálcio a 1% juntamente com ácido ascórbico 1% foi efetivo em prevenir o amaciamento dos produtos. Segundo POOVAIAH (1986), o cálcio estabiliza as membranas e as paredes celulares, preservando sua integridade e funcionalidade, protegendo-as da clivagem por enzimas hidrolíticas que causam o amaciamento dos tecidos.

Para a variável sólidos solúveis, observou-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos (TABELA 5), apresentando efeito apenas para tempo de armazenamento (FIGURA 17).

Tabela 5. Parâmetros de qualidade de pêssegos ‘Aurora 1’ submetidos ao processamento mínimo seguido de aplicação de aditivos, armazenados a 3 °C e 65 % UR por 12 dias.

Parâmetro	Tratamento				
	Test	AA 1%	AA 2%	CaCl ₂ 1%	CaCl ₂ 2%
Firmeza (N)	29,57 b	29,78 b	30,33ab	33,01 a	32,20 ab
Sólidos Solúveis (°Brix)	10,42 a	10,44 a	10,18 a	10,65 a	10,57 a
Acidez Titulável (% ácido cítrico)	0,30 b	0,33 a	0,31 ab	0,31 ab	0,32 ab
pH	4,54 a	4,27 cd	4,38 b	4,32 bc	4,22 cd
Açúcares solúveis (% de glicose)	11,52 bc	10,81 d	12,26 a	12,12 ab	11,21 cd
Açúcares redutores (% de glicose)	1,93 b	1,92 b	2,07 a	2,05 a	1,65 c
Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹)	1,07 c	1,34 b	2,24 a	0,86 d	1,08 c
Pectina solúvel (% de ácido galacturônico)	0,101 c	0,191 a	0,174 b	0,173 bc	0,167 bc
Pectina total (% de ácido galacturônico)	0,463 ab	0,464 ab	0,461 ab	0,473 a	0,445 b
Peroxidase (mmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	2,912 c	3,408 b	4,110 a	3,901 a	4,221 a
Polifenoloxidase (μmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	0,145 bc	0,147 b	0,131 c	0,219 a	0,223 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas linhas, não diferem entre si pelo teste tukey ($P < 0,05$). AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio; Test.= testemunha

Observa-se que os teores de sólidos solúveis permaneceram praticamente constantes durante armazenamento (FIGURA 17), sendo o menor valor desta variável observado aos 6 dias (9,98 °Brix) e maior no último dia de análise (10,57 °Brix), com valores médios de 10,45 °Brix ao longo do período. Estes resultados são semelhantes aos observados por CUNHA (2007) que, ao trabalhar com pêssegos ‘Aurora-1’ no estágio de maturação “de vez” obteve valores de 10,85 °Brix, e por TEIXEIRA (1979) que trabalhando com dez variedades de pessegueiros, encontrou valores dentro da faixa de 8,5 a 15,9 °Brix.

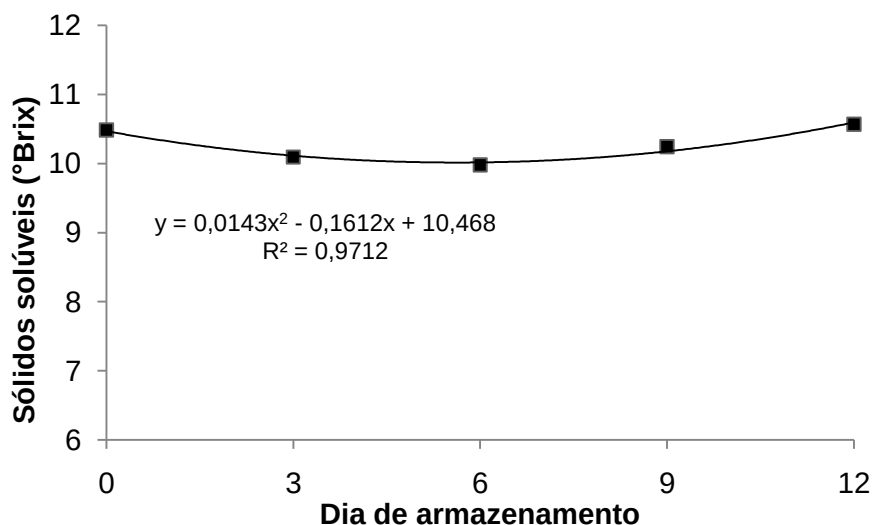


Figura 17. Teores de sólidos solúveis (°Brix) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados sob refrigeração a 3 °C e 65 % UR.

Os teores de acidez titulável nos pêssegos minimamente processados mostraram-se alterados significativamente pelo período de armazenamento e pelos diferentes tratamentos (TABELA 5), sendo os maiores valores observados com o tratamento com ácido ascórbico a 1% (0,33 % de ácido cítrico) e o menor valor para a testemunha (0,30 % de ácido cítrico). Resposta semelhante foi encontrada por REIS et al. (2004) ao trabalharem com a aplicação de cálcio e ácido ascórbico em minimilho minimamente processado, verificaram que o tratamento com ácido ascórbico resultou em maiores índices de acidez titulável.

Na Figura 18 observou-se que os valores da acidez titulável mantiveram-se de forma constante até o nono dia e com um leve aumento no último dia de análise (12º dia). BRACKMAN & SAQUET (1995) citam que os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para obtenção de energia pela célula, pois fazem parte do ciclo de Krebs. Fato observado também concordante com CHITARRA & CHITARRA (2005), os quais afirmam que os teores de ácido orgânico tendem a diminuir com o amadurecimento em decorrência da atividade respiratória e da conversão de açúcares.

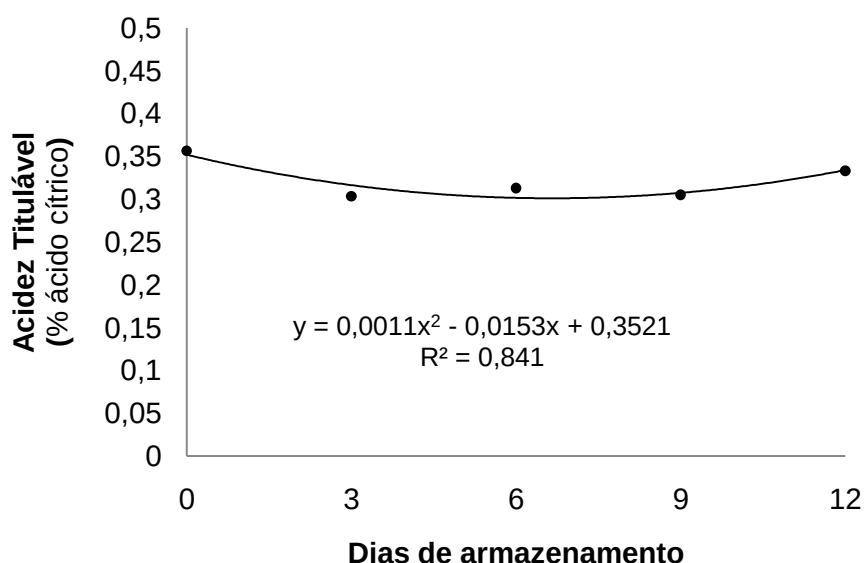


Figura 18. Teores de acidez titulável (% de ácido cítrico) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3 °C e 65 % UR.

O pH mostrou-se significativamente afetada pela interação entre o tempo de armazenamento e os diferentes tratamentos, com os maiores valores sendo obtidos nos produtos do Testemunha (TABELA 5 e FIGURA 19).

Durante o período de armazenamento, observa-se que os pêssegos minimamente processados tratados com CaCl_2 2% levaram aos menores valores de pH até o nono dia de armazenamento (FIGURA 19). Também, notou-se que o tratamento com AA 1% proporcionou aos pêssegos minimamente processados as menores oscilações desta variável durante o armazenamento.

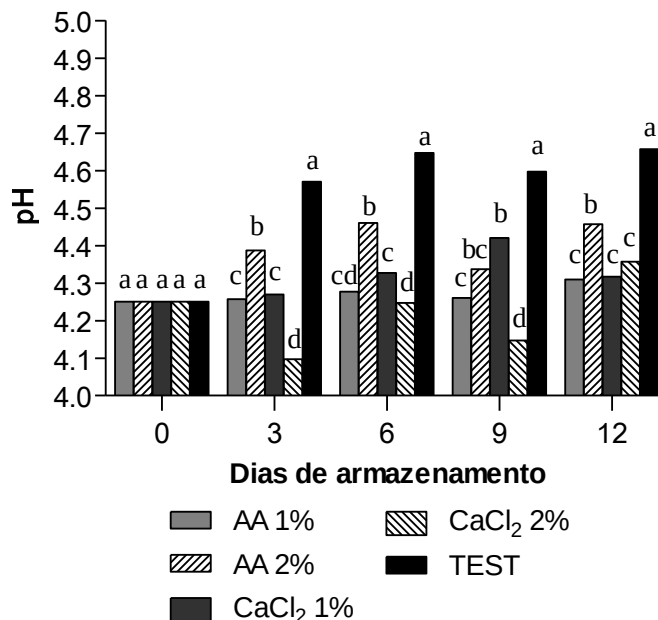


Figura 19. Valores de pH em pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados sob refrigeração a 3 °C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl_2 = cloreto de cálcio; TEST = testemunha.

Diferenças significativas também foram observadas para a variável açúcares solúveis (TABELA 5), verificando-se interação dos tratamentos e do tempo de armazenamento.

Na Figura 20 nota-se que os teores de açúcares solúveis variaram significativamente com os tratamentos e durante o período de armazenamento. A partir do terceiro dia as metades de pêssegos tratadas com AA 2% apresentaram os maiores teores de açúcares, atingindo o valor máximo no 6º dia, com posterior decréscimo até o final do armazenamento. Isto pode ser atribuído à utilização dos açúcares como substrato do metabolismo respiratório, via ciclo de Krebs.

Analisando-se os valores para as metades de pêssegos tratadas com CaCl_2 1%, verificou-se aumento nos teores de açúcares durante o período de armazenamento, maior que o encontrado nos produtos do tratamento testemunha (FIGURA 20).

Comportamento semelhante foi verificado por KASAT et al. (2007), onde injúrias mecânicas promoveram aumento nos teores de açúcares solúveis durante o armazenamento de pêssegos 'Aurora-1'.

As metades tratadas com cloreto de cálcio (CaCl_2) apresentaram maiores teores de açúcares redutores em relação ao tratamento testemunha (TABELA 5). De acordo BRADY, (1987); CHITARRA & CHITARRA (2005), o cálcio limita a difusão dos substratos do vacúolo para o citoplasma diminuindo a respiração dos frutos e consequentemente a concentração de frutose 2,6-bifosfato e fluxo glicolítico.

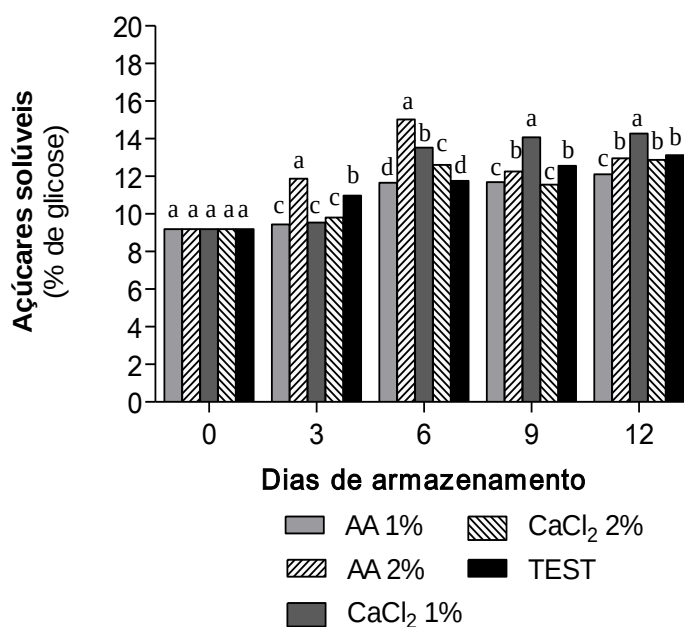


Figura 20. Teores de açúcares solúveis (% de glicose) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3 °C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl_2 = cloreto de cálcio; TEST = testemunha.

Na Figura 21 tem-se durante o armazenamento ocorreram aumentos nos teores dos açúcares redutores em todos os tratamentos, com destaque para os tratamento com CaCl_2 1 e 2% que levaram as maiores médias de 2,05 e 1,65 % de glicose, respectivamente.

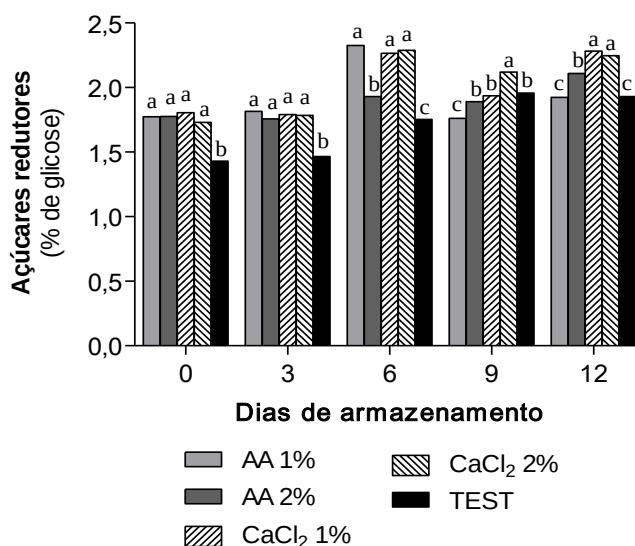


Figura 21. Teores de açúcares redutores (% de glicose) pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados sob refrigeração a 3 °C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl_2 = cloreto de cálcio; TEST = testemunha.

As metades de pêssegos minimamente processados tratadas com AA 2% apresentaram teores mais elevados de ácido ascórbico (TABELA 5) e considerados baixos, em relação a outras cultivares de pêssegos. GIL et al., (2002) ao trabalharem com pêssegos 'O Henry' e 'September Sun', encontraram tores de ácido ascórbico de 3,6 mg 100g⁻¹ e 12,6 mg 100g⁻¹, respectivamente. Possivelmente, o baixo valor encontrado se deve ao produto utilizado no descascamento, o qual pode ter promovido consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório e também oxidação,

Observa-se, na Figura 22, que os teores de ácido ascórbico variaram durante o período de armazenamento, apresentando no 3º dia de armazenamento uma queda brusca, exceto nas metades tratadas com AA 2%. Isso se deve provavelmente à oxidação do ácido ascórbico, que de acordo com UDINN (2002) a degradação da vitamina C possui um mecanismo específico e depende de vários fatores como pH, teor de acidez, íons metálicos, luz, teor de umidade, atividade da água, presença de aminoácidos, carboidratos e lipídios, enzimas e principalmente, temperatura.

Observa-se, que o maior teor de ácido ascórbico, durante todo o período de armazenamento, foi obtido nas metades de pêssegos tratadas com AA 2%, havendo pouco destaque para os tratamentos com cloreto de cálcio e as metades do testemunha apresentando o menor valor (FIGURA 22). Na mesma Figura, observa-se que houve acréscimo nos valores no 6º dia, com posterior decréscimo, evidenciando possível senescência do produto, onde este ácido orgânico é consumido e oxidado.

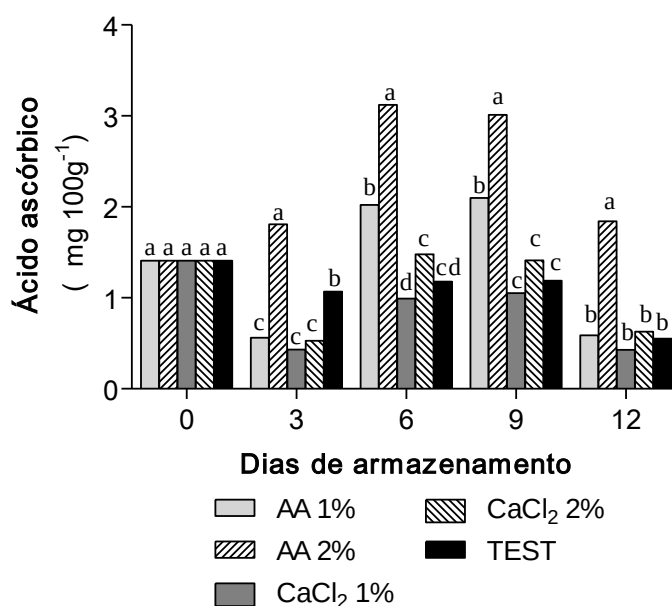


Figura 22. Teores de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl_2 = cloreto de cálcio; TEST = testemunha.

Verifica-se também na Tabela 5, que as metades tratadas com ácido ascórbico a 1%, apresentaram os maiores teores de pectina solúvel, enquanto que os tratamentos testemunha e com cloreto de cálcio levaram à menor solubilização das pectinas. Nota-se também que as metades tratadas com cloreto de cálcio a 2% apresentaram menores teores de pectina total. XISTO et al. (2004), trabalhando com goiabas 'Pedro Sato' também observaram que goiabas tratadas com cloreto de cálcio apresentaram o mesmo comportamento semelhante.

Os dados apresentados na Figura 23 indicaram que houve um aumento expressivo nos teores de pectina solúvel em todos os tratamentos, principalmente no terceiro dia de armazenamento onde as metades tratadas com ácido ascórbico a 1% apresentando os maiores teores.

Os teores de pectina solúvel apresentaram comportamento variável em relação aos tratamentos durante o período de armazenamento. Nota-se que o tratamento testemunha obteve, ao longo do armazenamento, os menores teores. Possivelmente, a aplicação dos aditivos potencializou a ação enzimática do produto utilizado no descasque dos frutos, sendo este, ainda ativo durante o armazenamento refrigerado.

Ainda na Figura 23, verifica-se que as pectinas totais sofreram pequena redução nos seus teores ao longo do armazenamento, coincidindo com o aumento das pectinas solúveis. Este comportamento é diferente dos obtidos por NUNES et al. (2004), que ao estudar pêssegos 'Aurora-2', obtiveram aumento nos teores de pectina total com o tempo de armazenamento.

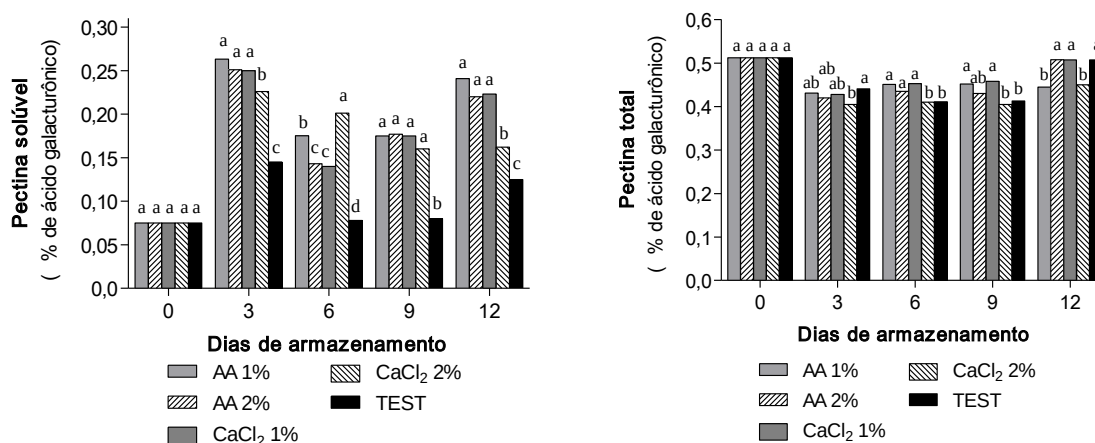


Figura 23. Teores de pectina solúvel e total (% de ácido galacturônico) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenado a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio; TEST = testemunha.

A atividade enzimática da PPO e da POD mostrou-se influenciada pela interação do tempo de armazenamento e os tratamento, utilizados (TABELA 5). De acordo com LAGRIMINI (1991) as enzimas PPO e POD são ativadas pela ruptura das membranas celulares, atuando respectivamente na oxidação de compostos fenólicos e na biossíntese de lignina.

As peroxidases apresentaram aumento de atividade em pêssegos minimamente processados como resposta a aplicação dos tratamentos (FIGURA 24).

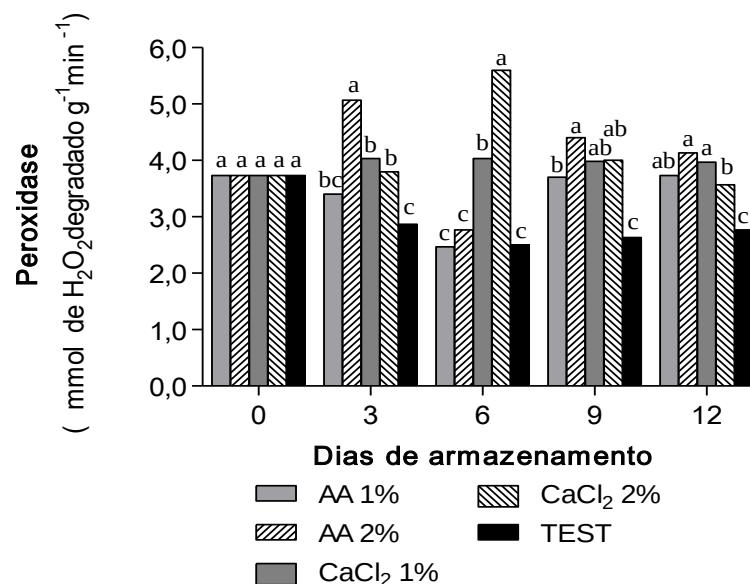


Figura 24. Atividade da peroxidase ($\text{mmol de H}_2\text{O}_2$ degradado $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl_2 = cloreto de cálcio; TEST = testemunha.

A atividade da PPO foi menor nas metades de pêssegos tratadas com AA 2 % (FIGURA 25), proporcionando menor escurecimento ao produto. O contrário foi obtido para os tratamentos com CaCl_2 , os quais proporcionaram os maiores atividades ao longo armazenamento. Segundo CRISOSTO & LABAVITCH (2002), o escurecimento interno reduz a aceitação da fruta pelo consumidor, limita o seu potencial de pós-colheita e a vida de mercado.

A utilização do ácido ascórbico em produtos minimamente processados visando à contenção do escurecimento também tem sido relatado em trabalhos com peras (GORNÝ et al., 2002), maçãs (GIL et al., 1998) e bananas (VILAS BOAS, 2004).

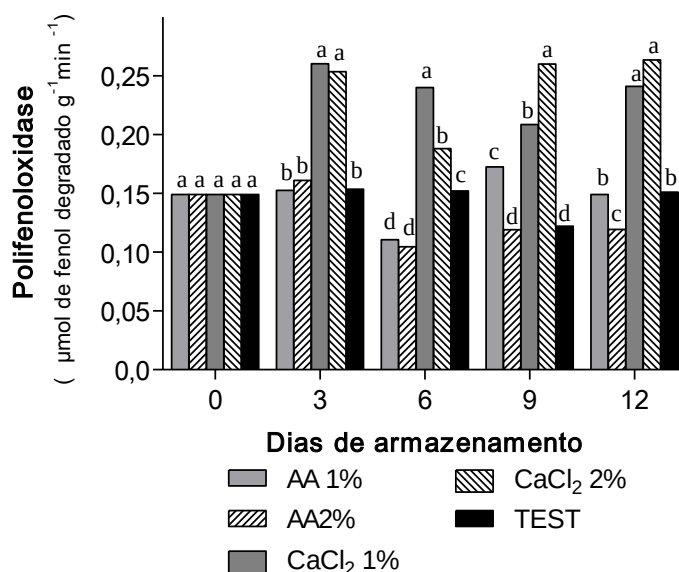


Figura 25. Atividade polifenoloxidase (μmol de fenol degradado $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$) de pêssegos 'Auroa-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl_2 = cloreto de cálcio; TEST = testemunha.

A cromaticidade dos pêssegos minimamente processados demonstra alteração significativa entre os tratamentos e durante o dia de armazenamento (TABELA 6 e FIGURA 27), com os produtos do testemunha apresentando-se os maiores valores desta variável, o que conferiu, a tonalidade amarelo mais intenso ao longo do armazenamento. Verifica-se redução progressiva da luminosidade ao longo do armazenamento, de 81,03 para 74,87, tornando o produto mais escuro (FIGURA 26). Estes resultados vão ao encontro com os encontrados por CUNHA (2007), ao trabalhar com armazenamento refrigerado de pêssegos 'Aurora-1'.

O ângulo de cor (Hue), observado na Figura 28, relata mudanças notáveis, onde as metades de pêssegos passaram de amarelo-esverdeado para totalmente amarelo, em todos os tratamentos, evidenciando a síntese de pigmentos, como os carotenóides. Este fato está de acordo com CHITARRA & CHITARRA (2005), os quais relatam que as

modificações na coloração das frutas com o amadurecimento, são devidas tanto a processo de degradação como aos processos de síntese.

Tabela 6. Luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue) em pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados sob refrigeração a 3 °C e 65 % UR, por 12 dias.

Tratamentos	Coloração		
	L	C	Hue
Testemunha	78,45 a	61,26 a	94,55 b
AA 1%	78,85 a	57,20 d	97,79 a
AA 2%	78,50 a	59,46 b	97,53 a
CaCl ₂ 1%	79,00 a	58,27 c	97,45 a
CaCl ₂ 2%	78,71 a	58,49 c	97,14 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum as colunas não diferem entre si pelo teste tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio e TEST = testemunha.

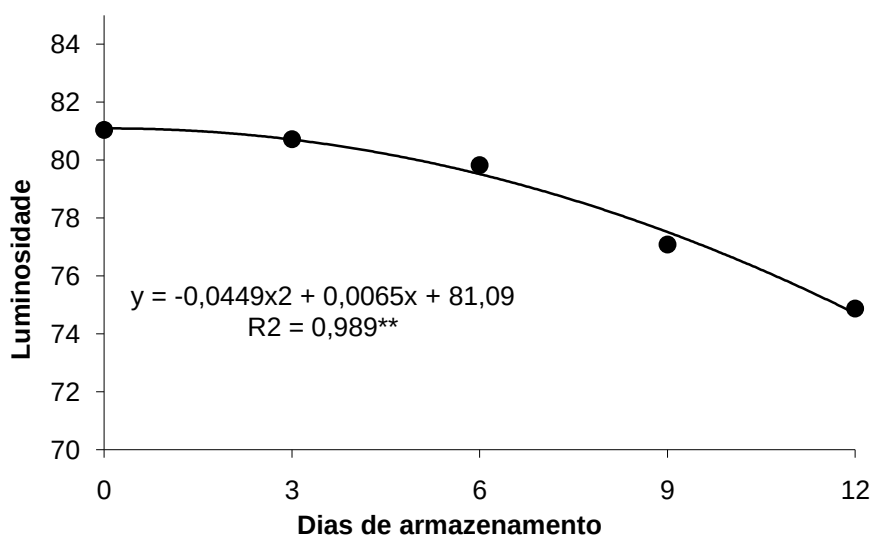


Figura 26. Variação da luminosidade de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados sob refrigeração a 3 °C e 65 % UR.

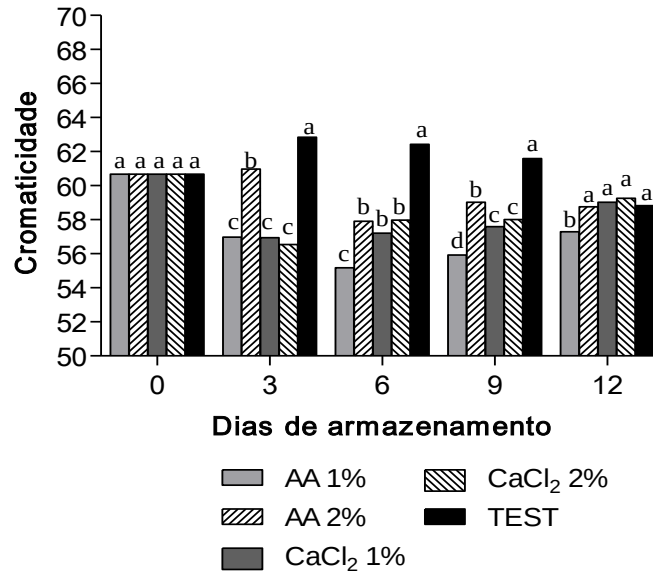


Figura 27. Variação da cromaticidade em pêssegos ‘Aurora-1’ minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: AA = ácido ascórbico; CaCL = cloreto de cálcio; TEST= testemunha.

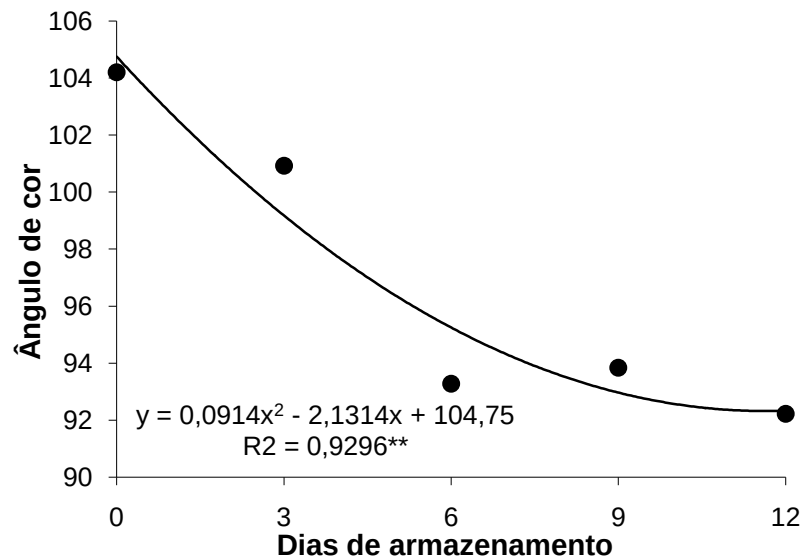


Figura 28. Verificação do ângulo de cor (Hue) de pêssegos ‘Aurora-1’ minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3°C e 65 % UR.

Produtos minimamente processados tratados com cloreto de cálcio a 1% e 2% apresentaram menor vida útil, limitada pela aparência, principalmente o escurecimento na região central das metades, onde se encontrava os caroços. Nos produtos tratados com ácido ascórbico a 1% e a 2% esta vida útil dos mesmos foi de 12 e 9 dias, respectivamente. Esses tratamentos (AA) também possibilitaram a melhor aparência, maior conteúdo de açúcares e de ácido ascórbico, além de menor atividade enzimática.

4.3. Experimento 3

Os dados de perda de massa fresca, na Figura 28, evidenciam que os tratamentos com as embalagens PD e PET, mostraram-se eficientes na manutenção da perda de massa fresca ao longo do armazenamento, diferindo significativamente dos tratamentos com embalagens de PVC a partir do sexto dia. Ao final do experimento os produtos recobertos com PVC 11 μ m e PVC 14 μ m apresentaram perdas de massa fresca de 1,40% e 1,14%, respectivamente. Esse comportamento deve-se à diferença de permeabilidade dos materiais utilizados como revestimento (TABELA 2). De acordo com GORRIS & PEPPELENBOS (1992), filmes de PVC são mais permeáveis ao vapor de água que o de polietileno, e este mais que o de laminado. De acordo com WOODS (1990) a utilização de embalagem com filmes plásticos, durante o armazenamento refrigerado, promove maior umidade relativa ao redor das frutas, reduzindo o DPV e, conseqüentemente, a transpiração. Como consequência, as frutas permanecem com maior turgidez e sem sintomas de murchamento.

Quanto à perda de massa fresca, quantificada nas diferentes embalagens testadas, todos os tratamentos, mostraram-se eficientes e atendendo aos padrões estabelecidos, com perdas menores que 8%. Estes resultados estão de acordo aos encontrados por NEVES ETA al., (2009) que ao trabalharem com diferentes embalagens na conservação de mangas minimamente processadas, observaram que os filmes utilizados foram eficientes na manutenção da perda de massa fresca.

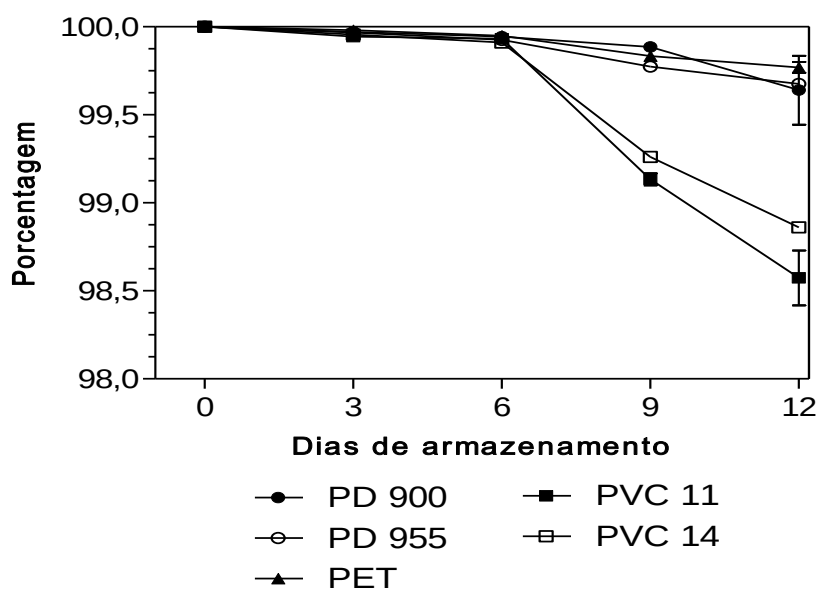


Figura 28. Perda acumulada de massa fresca em pêsegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob refrigeração (3°C e 65% UR). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Na Figura 29, tem-se a aparência dos pêsegos minimamente processados durante o período de armazenamento, onde se pode observar a perda de qualidade visual dos produtos, em todos os tratamentos aplicados.

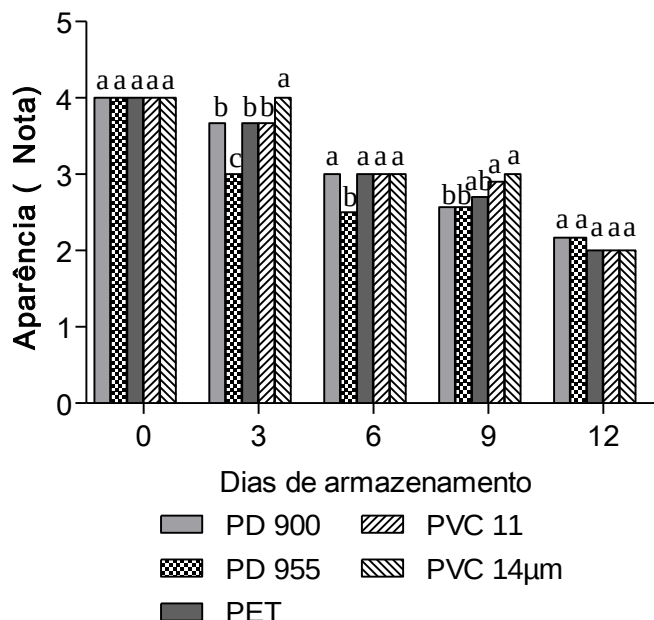


Figura 29. Aparência em pêssegos minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob refrigeração (3°C e 65% UR). Critérios: 4 = ótimo ; 3 = bom; 2 = regular e 1 = ruim. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefinico

Observa-se que no terceiro dia de armazenamento, houve uma perda de qualidade visual, exceto nos produtos acondicionados nas embalagens com PVC 14µm. As embalagens PET e PVC proporcionaram bom aspecto aos produtos até o sexto dia de armazenamento, com nota 3, podendo ser recomendados para comercialização. Apesar dos produtos processados acondicionados em embalagens tipo PD manterem nota superior a 2 no final do período de armazenamento, estes não apresentavam aroma característico do produto, indicando comprometimento de sua qualidade. Resultados semelhantes foram observados por SARZI et al. (2002) ao trabalhar com mamão 'Formosa' minimamente processado, onde observaram que as embalagens PVC e PET proporcionaram qualidade adequada ao produto por 10 dias.

A análise de variância dos resultados referentes à firmeza indicou efeito significativo para a interação dias de armazenamento e tratamentos (FIGURA 30).

Observa-se, que a embalagem de PVC 14 μm foi a menos eficiente na contenção do amaciamento dos pêssegos minimamente processados (TABELA 7). Nesta tabela, tem-se também, que a embalagem PET garantiu o maior valor desta variável, para os produtos minimamente processados.

Tabela 7. Parâmetros de qualidade de pêssegos 'Aurora 1' submetidos ao processamento mínimo e acondicionados em diferentes embalagens, armazenados a 3°C e 65 % UR por 12 dias.

Parâmetro	Tratamento				
	PD 900	PD 955	PET	PVC 11 μm	PVC 14 μm
Firmeza (N)	30,49 bc	31,38 b	32,66 a	31,06 ab	29,83 c
Sólidos Solúveis (°Brix)	12,67 a	12,75 a	12,40 b	12,34 c	12,50 b
Acidez Titulável (% ácido cítrico)	0,32 a	0,33 a	0,32 a	0,34 a	0,35 a
pH	4,30 b	4,34 a	4,32 ab	4,26 c	4,35 a
Açúcares solúveis (% de glicose)	11,37 ab	12,17 a	11,73 ab	11,27 ab	10,82 b
Açúcares redutores (% de glicose)	2,08 a	2,05 ab	2,10 a	2,08 a	2,00 b
Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹)	6,9 b	7,5 a	6,9 b	6,6 b	6,7 b
Pectina solúvel (% de ácido galacturônico)	0,090 b	0,092 b	0,089 b	0,096 a	0,089 b
Pectina total (% de ácido galacturônico)	0,456 b	0,491 b	0,473 b	0,485 b	0,557 a
Peroxidase (mmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	2,510 ab	2,633 a	2,313 ab	1,900 b	2,211 ab
Polifenoloxidase (μmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	0,096 a	0,097 a	0,089 b	0,082 c	0,085 c

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas linhas não diferem entre si pelo teste tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico

Na Figura 30, nota-se que houve redução da firmeza dos produtos submetidos a todos os tratamentos a partir do 3º dia de armazenamento provavelmente devido à ação das enzimas poligalacturonase e pectinametilesterase (KADER, 1992), observando que esta redução foi menor nos produtos acondicionados nas embalagens PET e PVC 11 μm até o nono dia de armazenamento.

Verifica-se, ainda nesta Figura, um aumento da firmeza no 12º dia de armazenamento em todos os tratamentos. Uma possível explicação para tal

comportamento poderia ser pela formação de camada endurecida sobre o produto, devido à desidratação, aumentando sua resistência à entrada do penetrômetro. Segundo CALBO & MORETTI (2006), o penetrômetro não o equipamento mais adequado para avaliar a variação de firmeza causada por desidratação, visto que as leituras podem aumentar na razão inversa da firmeza percebida.

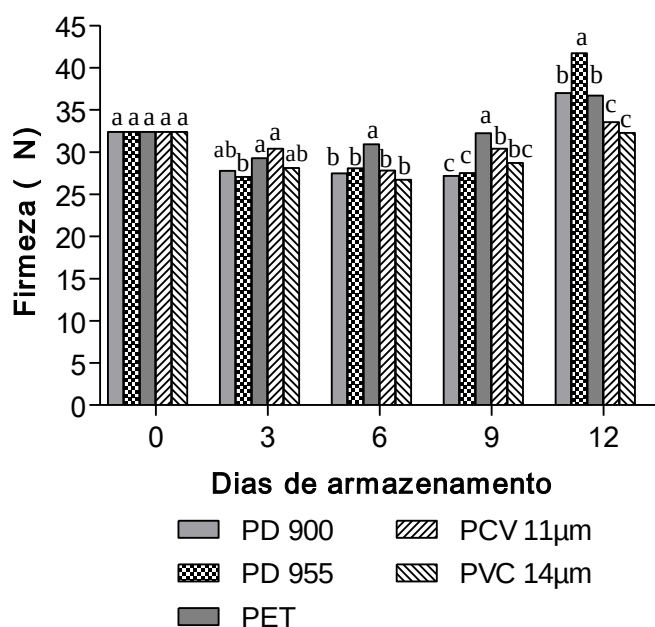


Figura 30. Firmeza (N) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionadas em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico

Os maiores valores de sólidos solúveis foram encontrados nos produtos provenientes dos tratamentos com embalagem PD 955 e PD 900 e o menor valor, para os produtos acondicionados na embalagem PVC 11µm (TABELA 7).

As embalagens PET, PVC 11 µm e PVC 14µm proporcionaram uma maior contenção do amadurecimento dos produtos durante o período de armazenamento,

observando-se os menores teores para este conteúdo. Este resultado, provavelmente se deve à inibição do processo respiratório resultante do acúmulo de CO_2 e diminuição do O_2 no interior da embalagem, provocando retardamento no processo de maturação (CHITARRA & CHITARRA, 1990; SOUZA et al., 2002).

Durante o período de armazenamento, observa-se que os tratamentos mantiveram comportamento semelhante até o sexto dia de armazenamento. No 12º dia de armazenamento, os produtos acondicionados nas embalagens PD 955 e PD 900 apresentaram acréscimo nos valores obtidos para este parâmetro, possivelmente, pelas reações bioquímicas ocorridas pelo amadurecimento (FIGURA 31).

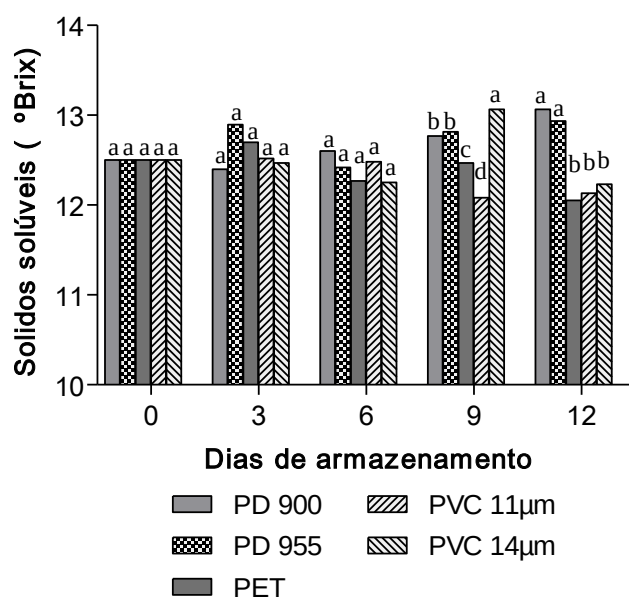


Figura 31. Sólidos solúveis (°Brix) de pêsegos 'aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico.

Verifica-se na Tabela 7, que para o parâmetro acidez titulável não houve diferenças significativas entre as embalagens utilizadas. Os valores médios obtidos em

todos os tratamentos estão dentro da faixa aos relatados por DAREZZO (1998) com valores de acidez variando de 0,37 a 0,18g ácido cítrico 100g⁻¹.

Na Figura 32, observa-se um aumento nos teores de acidez titulável em todos os tratamentos no terceiro dia de armazenamento, com posterior declínio dos mesmos a partir do sexto dia. CUNHA (2007), ao trabalhar com diferentes tipos de embalagens na conservação de pêssegos 'Aurora-1', também verificou redução da acidez titulável em todos os tratamentos. Este comportamento corrobora com o relatado por KLUGE et al. (2002) que os ácidos orgânicos encontrados nos vacúolos das células na forma livre e combinados, são fonte de energia para os vegetais, durante o armazenamento.

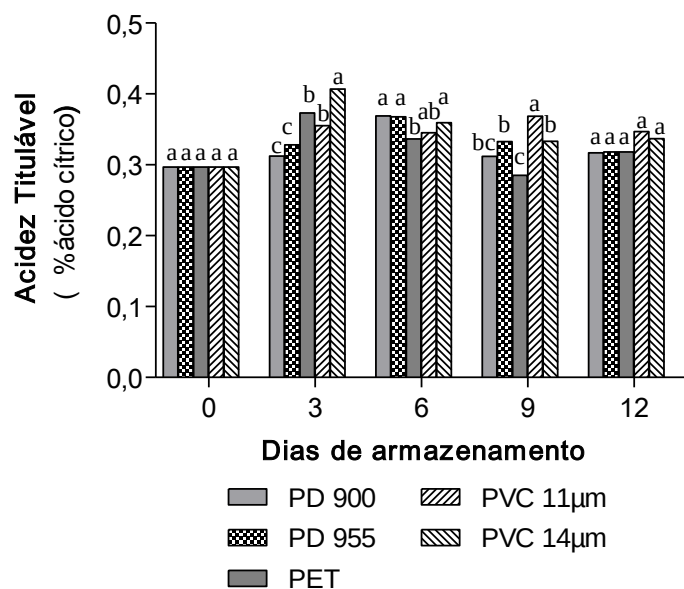


Figura 32. Teores de acidez titulável (% de ácido cítrico) de pêssegos minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefinico.

Houve interação significativa entre os fatores tempo de armazenamento e tipos de embalagens para a variável pH nos pêssegos minimamente processados (TABELA

7). Na mesma tabela observa-se que, o tratamento com PVC 11, proporcionou aos pêssegos minimamente processados um menor valor de pH.

Durante o período de armazenamento, detectou-se baixas oscilações nos valores de pH, onde os produtos acondicionados nas embalagens PVC 11 μ m apresentaram os menores valores para esta variável (FIGURA 33). Este comportamento pode ser atribuído a maior permeabilidade desta embalagem aos gases atmosféricos (O_2 e CO_2) o que ocasionou em menor consumo de ácidos orgânicos no processo respiratório, ou seja, quando maior a disponibilidade de O_2 para os vegetais, menor será a utilização dos ácidos orgânicos e maiores dos açúcares como fonte de energia no processo respiratório dos vegetais.

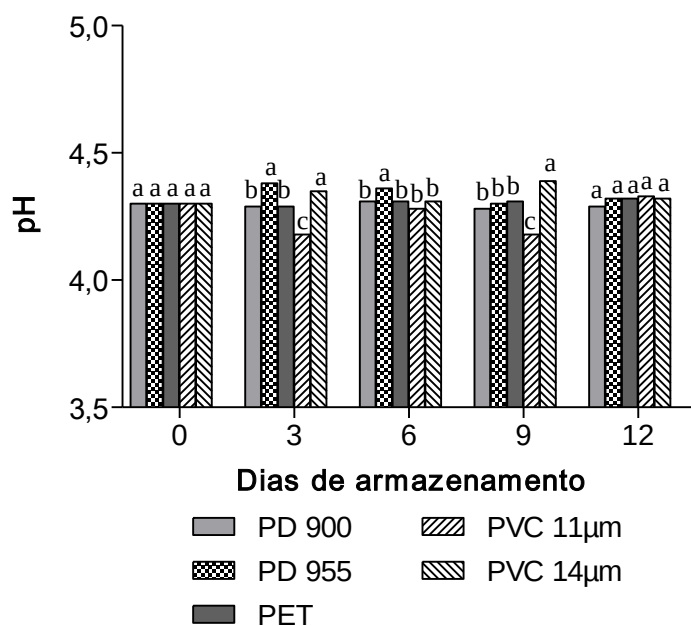


Figura 33. Valores de pH de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico

Os teores de açúcares solúveis e redutores mostraram-se influenciado pela interação de dias de armazenamento e tratamentos, onde os menores teores de açúcares foram obtidos para os produtos processados e acondicionados na embalagem PVC 14 μm (TABELA 7).

Na Figura 34, nota-se que houve uma redução nos teores de açúcares solúveis no terceiro dia de armazenamento. Este fato pode ser explicado pelo consumo dos açúcares como reserva devido ao estresse sofrido dos pêssegos com o processamento. Entretanto, de modo geral, observa-se que esta redução foi seguida de aumento dos açúcares solúveis até o nono dia, com consequente redução ao final do armazenamento. Esse resultado é similar ao obtido por NUNES et al. (2004) para pêssegos 'Aurora-2', onde os açúcares solúveis aumentaram até o sexto dia e depois decresceram. Os teores de açúcares usualmente aumentam, com o amadurecimento dos frutos, através de processos de biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos, levando a aumentos de até 10% (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Em seguida, este conteúdo tende a decrescer rapidamente, refletindo na utilização dos açúcares como principal fonte de carbono para respiração e senescência (POCASANGRE-ENAMORADO et al., 1995)

Nos pêssegos minimamente processados e acondicionados em embalagens de PVC, verificaram-se os menores teores de açúcares solúveis até o nono dia de armazenamento. O efeito positivo da atmosfera modificada (AM) e da temperatura, na evolução da maturação, provavelmente deve-se ao aumento da concentração de CO_2 e redução na de O_2 no interior da embalagem, como um fator que altera o fluxo de carbono na glicólise, reduzindo e modificando o metabolismo dos açúcares (KADER, 1986; SAENZ et al., 1998).

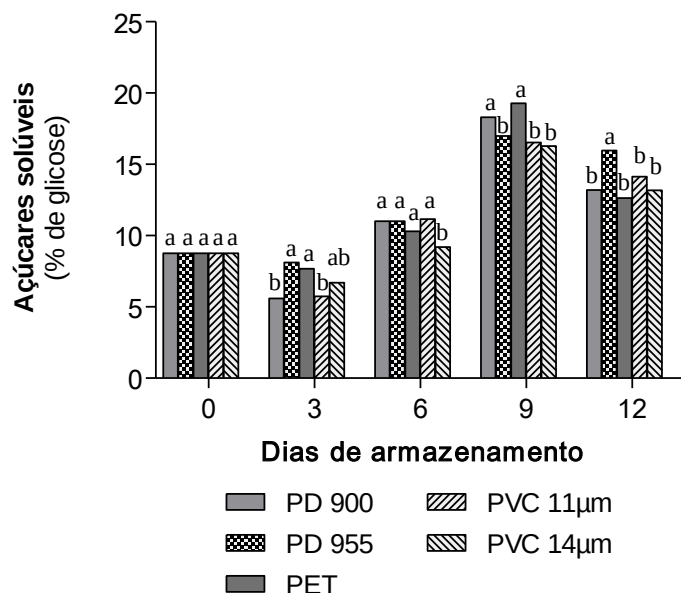


Figura 34. Teores de açúcares solúveis (% de glicose) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico.

Na Figura 35 verifica-se que o tratamento PVC 14µm proporcionou a maior manutenção nos valores dos açúcares redutores dos produtos ao longo do armazenamento. Provavelmente, essa embalagem propiciou ao produto uma menor demanda de energia para seus processos metabólicos, diminuindo a hidrólise dos carboidratos de cadeia longa e da sacarose em glicose e frutose. Os valores de açúcares redutores obtidos neste trabalho foram superiores aos observados por CUNHA (2007) trabalhando com a mesma cultivar.

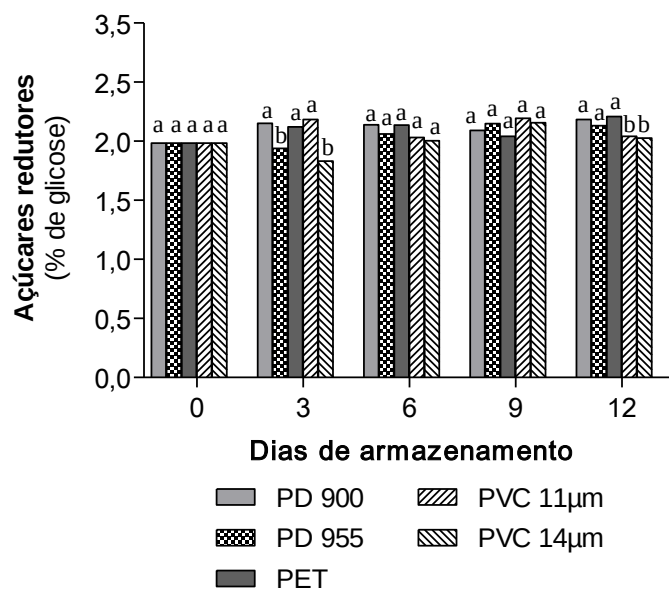


Figura 35. Teores de açúcares redutores (% de glicose) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico.

Verifica-se na Tabela 7, que os produtos protegidos com filme PVC apresentaram os menores teores de ácido ascórbico, não diferindo significativamente dos tratamentos PET e PD 900.

Na Figura 36, tem-se que, de maneira geral, houve uma redução no conteúdo deste ácido ao longo do armazenamento. Entretanto, as embalagens da Cryovac® (PD 900 e PD 955) proporcionaram a melhor manutenção dos seus teores.

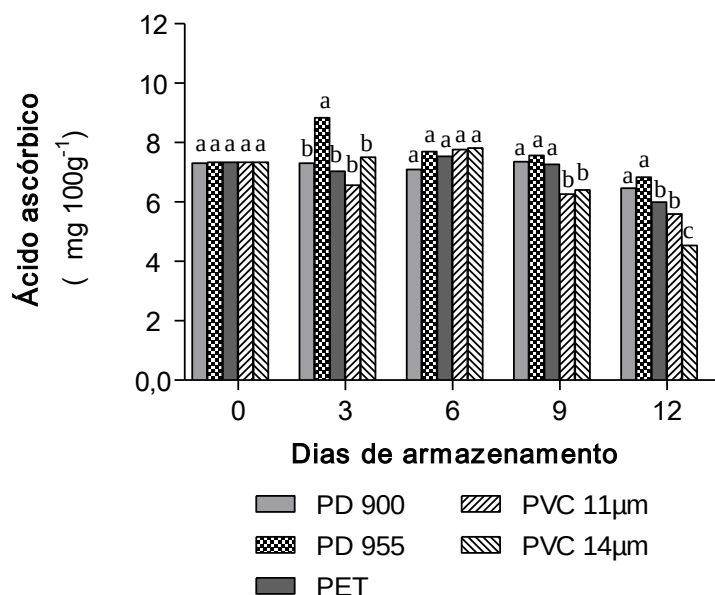


Figura 36. Teores de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefinico.

Na Tabela 7 são observadas as diferenças significativas nos teores de pectina solúvel (PS) entre os tratamentos utilizados. Verificando-se que a embalagem PVC 11µm proporcionou aos produtos maior teor desta variável. Quanto ao teor de pectina total (PT), observou-se efeito significativo nos tratamentos e no tempo de armazenamento. Os tratamentos PD, PET e PVC 11 µm não diferiram significativamente entre si, com concentrações de pectina total menor que o do tratamento PVC 14 µm.

Em relação aos teores de pectina total, observa-se que ao longo do armazenamento houve pequena redução nos seus teores, com os menores sendo encontrados no terceiro e sexto dia, coincidindo com o aumento na de pectina solúvel (FIGURA 37). Esta redução está de acordo com CUNHA (2007) que avaliou tipos de embalagens na conservação de pêssegos 'Aurora-1'.

Na Figura 37 verifica-se um aumento acentuado nos teores de pectinas solúveis no terceiro dia de armazenamento, com posterior queda ao final. O tratamento PVC 11

μm apresentou a menor média de concentração de pectina solúvel, enquanto que, o tratamento com PVC 14 μm apresentou a maior, no final do armazenamento, indicando que esta embalagem foi menos eficiente na contenção do amadurecimento, consequentemente, ocasionando maior atividade enzimática nas metades de pêssegos.

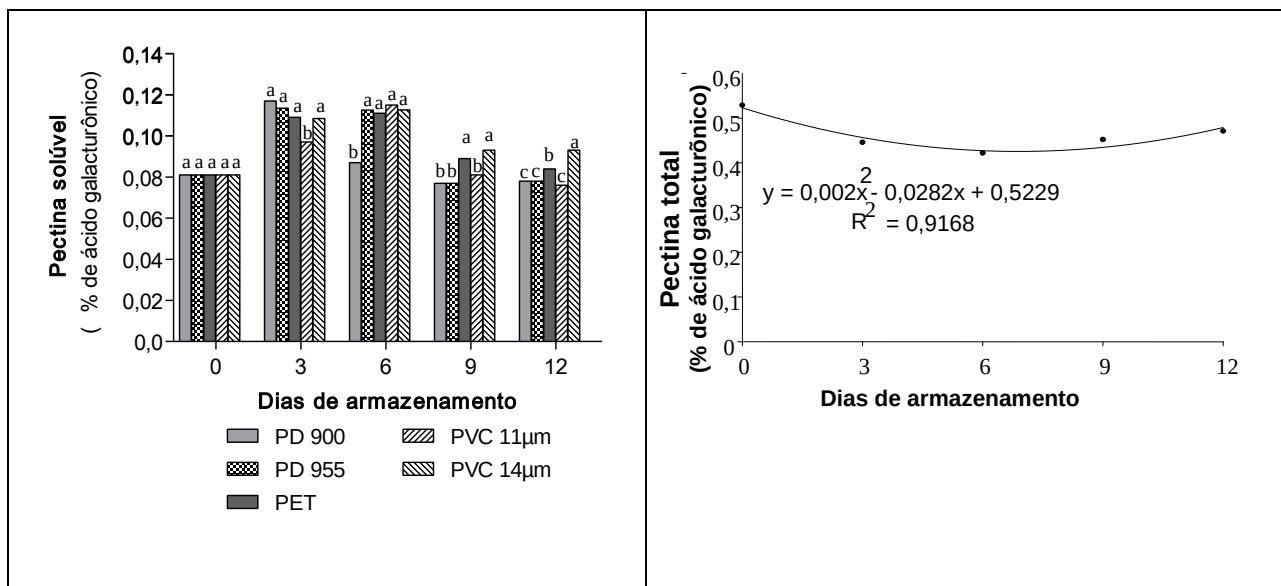


Figura 37. Teores de pectina solúvel e total (% de ácido galacturônico 100g^{-1}) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 %UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico.

As enzimas oxidativas POD e PPO mostraram-se significativamente influenciadas pela interação entre os dias de armazenamento e os tratamentos utilizados (FIGURA 38 e 39). Onde os menores valores foram observados, principalmente, nos produtos processados acondicionados na embalagem PVC, indicando que estas proporcionaram menor escurecimento do produto. Este fato pode ser atribuído pela menor disponibilidade de oxigênio no interior destas embalagens, obtidos neste experimento, conferindo menor atividade enzimática nos produtos.

As enzimas peroxidase e polifenoloxidase apresentaram aumentos na atividade ao longo do armazenamento, nos produtos processados embalados com PD 900, PD 955 e PET, que apresentaram elevado escurecimento do produto (FIGURAS 38 e 39). O aumento na atividade é uma resposta ao estresse causado pelos ferimentos mecânicos dos tecidos. Ambas são ativadas pela ruptura das membranas celulares, atuando respectivamente na oxidação de compostos fenólicos e na biossíntese da lignina (LAGRIMINI, 1991).

O controle da atividade da peroxidase e da polifenoloxidase é de grande importância uma vez que elas são as responsáveis pelo escurecimento em frutas e vegetais e seus produtos processados (CLEMENTE & PASTORE, 1998).

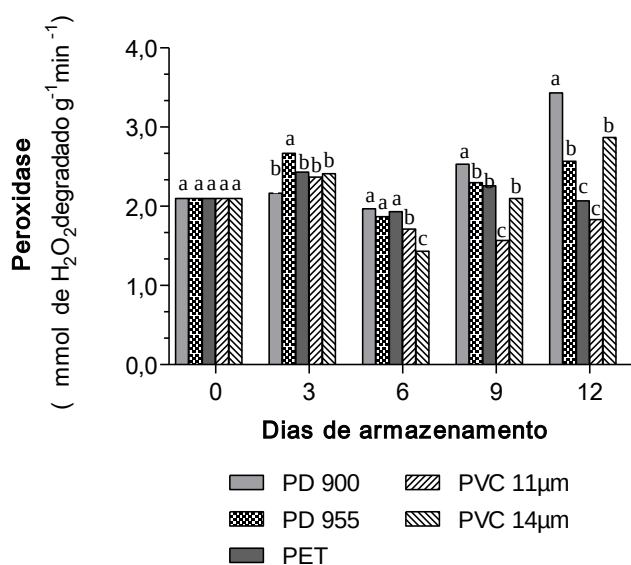


Figura 38. Atividade da peroxidase ($\text{mmol de H}_2\text{O}_2$ degradado $\text{g}^{-1}\text{min}^{-1}$) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefínico.

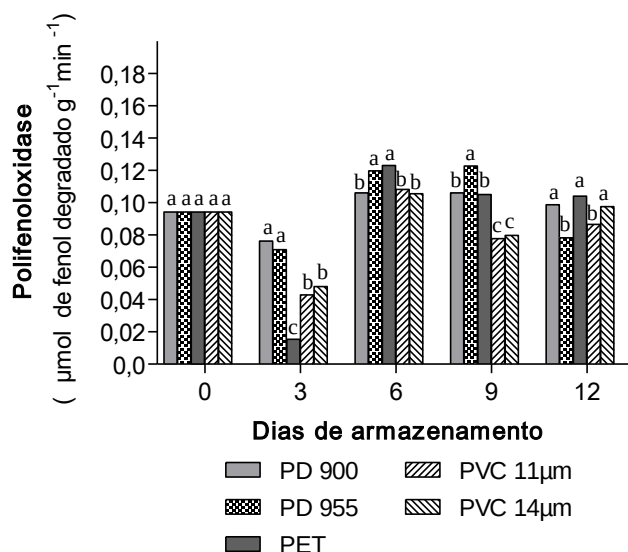


Figura 39. Atividade da polifenoloxidase, (μmol de fenol consumido $\text{g}^{-1} \text{min}^{-1}$) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefinico.

Os dados de luminosidade, cromaticidade e ângulo de cor (Hue) dos pêssegos minimamente processados foram influenciados apenas pelo tempo de armazenamento, não ocorrendo diferenças entre as embalagens testadas (TABELA 8).

Tabela 8. Luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue) de pêssegos minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C , 65% UR, por 12 dias.

Tratamentos	Coloração		
	L	C	Hue
PD 900	76,60 a	46,35a	99,74 a
PD 955	76,27 a	45,80 a	100,08 a
PET	75,55 a	45,56 a	100,30 a
PVC 11 μm	75,79 a	45,11 a	99,65 a
PVC 14 μm	75,88 a	45,75 a	99,86 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila e PD= poliolefinico.

Na Figura 40 observa-se uma redução contínua na luminosidade dos produtos, ao longo do período de armazenamento, com valor inicial de 80,83 que chegou a 70,43 no final do período. Com o provável rompimento das células, devido à magnitude da força empregada, ocorre o extravasamento de líquido celular e sua consequente exposição à ação enzimática, resultando em oxidação de compostos fenólicos a quinonas, o que leva ao aparecimento de pigmentos de coloração marrom (RADI et al., 1997).

Observa-se também que com o aumento da cromaticidade (FIGURA 41) e a redução do ângulo de cor (FIGURA 42), os produtos processados passaram de amarelo-esverdeado para amarelo intenso, ao longo do armazenamento, devido a processos de síntese e de degradação (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

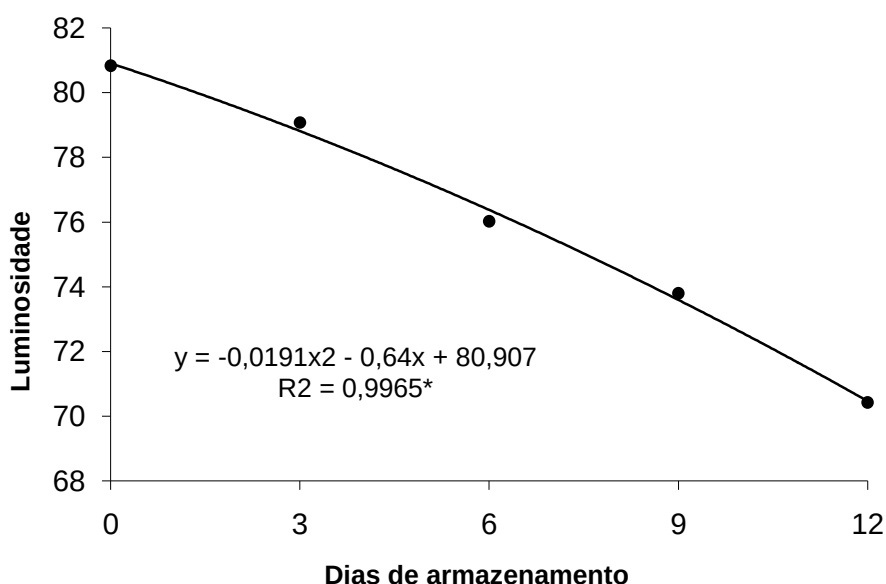


Figura 40. Variação na luminosidade de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR.

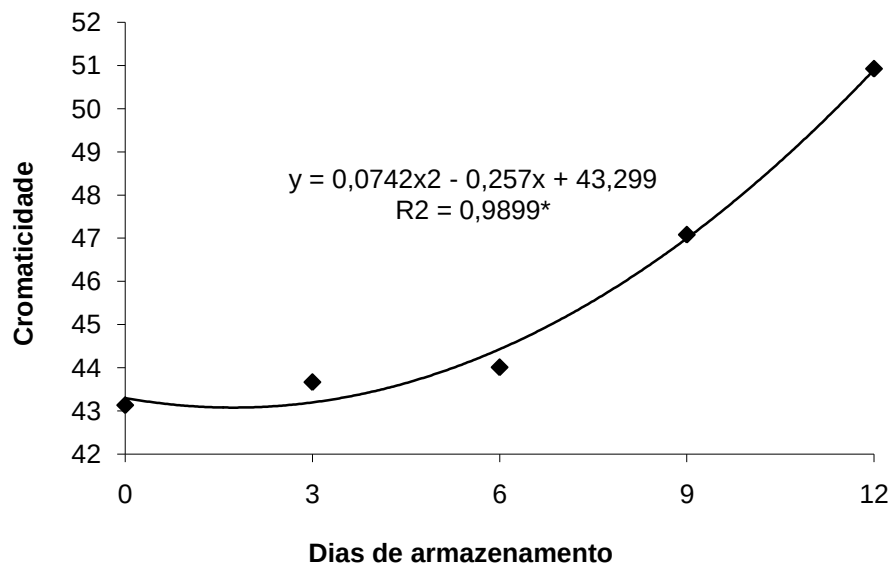


Figura 41. Variação na cromaticidade de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR.

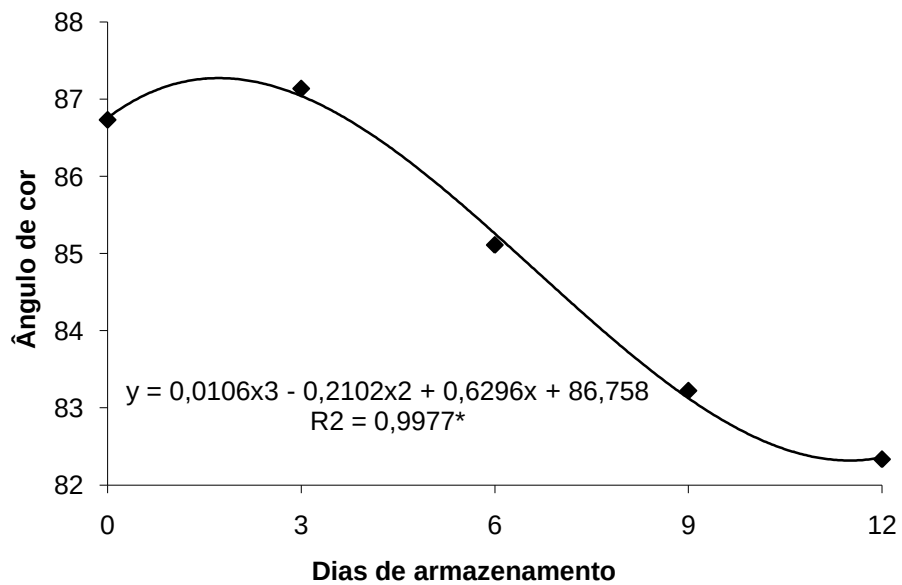


Figura 42. Variação no ângulo de cor (Hue) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados a 3°C e 65 % UR.

Na Figura 43 são apresentados os resultados da composição da atmosfera, teores de O_2 e CO_2 , no interior das embalagens utilizadas neste experimento. Nota-se que em todos os tratamentos houve uma pequena variação nas concentrações destes gases. Houve, portanto, além da modificação ativa nesses conteúdos, proporcionadas pelas embalagens, um efeito retardador da refrigeração a 3°C. Verifica-se também, que a maior redução no conteúdo de O_2 e o aumento de CO_2 , ao longo do armazenamento foram obtidos com o filme de PD 900, provavelmente devido a sua baixa permeabilidade. CUNHA (2007), ao trabalhar com embalagens para pêssegos 'Aurora-1', verificou também que o filme PD 900 promoveu as maiores modificações no interior das embalagens.

Nota-se que a embalagem que proporcionou às menores variações na composição da atmosfera no seu interior, ao longo do armazenamento, foi: a PD 955, provavelmente decorrente do seu maior volume interno da embalagem e de sua permeabilidade ao O_2 e CO_2 ; e a PET, que por ser uma embalagem comercial (não hermética), permitiu maior troca de gases atmosféricos (O_2 e CO_2).

Ainda nesta figura, verifica-se que, as embalagens PVC 11 μm e PVC 14 μm apresentaram similaridade nas concentrações de O_2 e CO_2 até o nono dia de armazenamento. Este comportamento pode ser devido à proximidade dos valores de permeabilidade de O_2 e CO_2 destes filmes plásticos (TABELA 2).

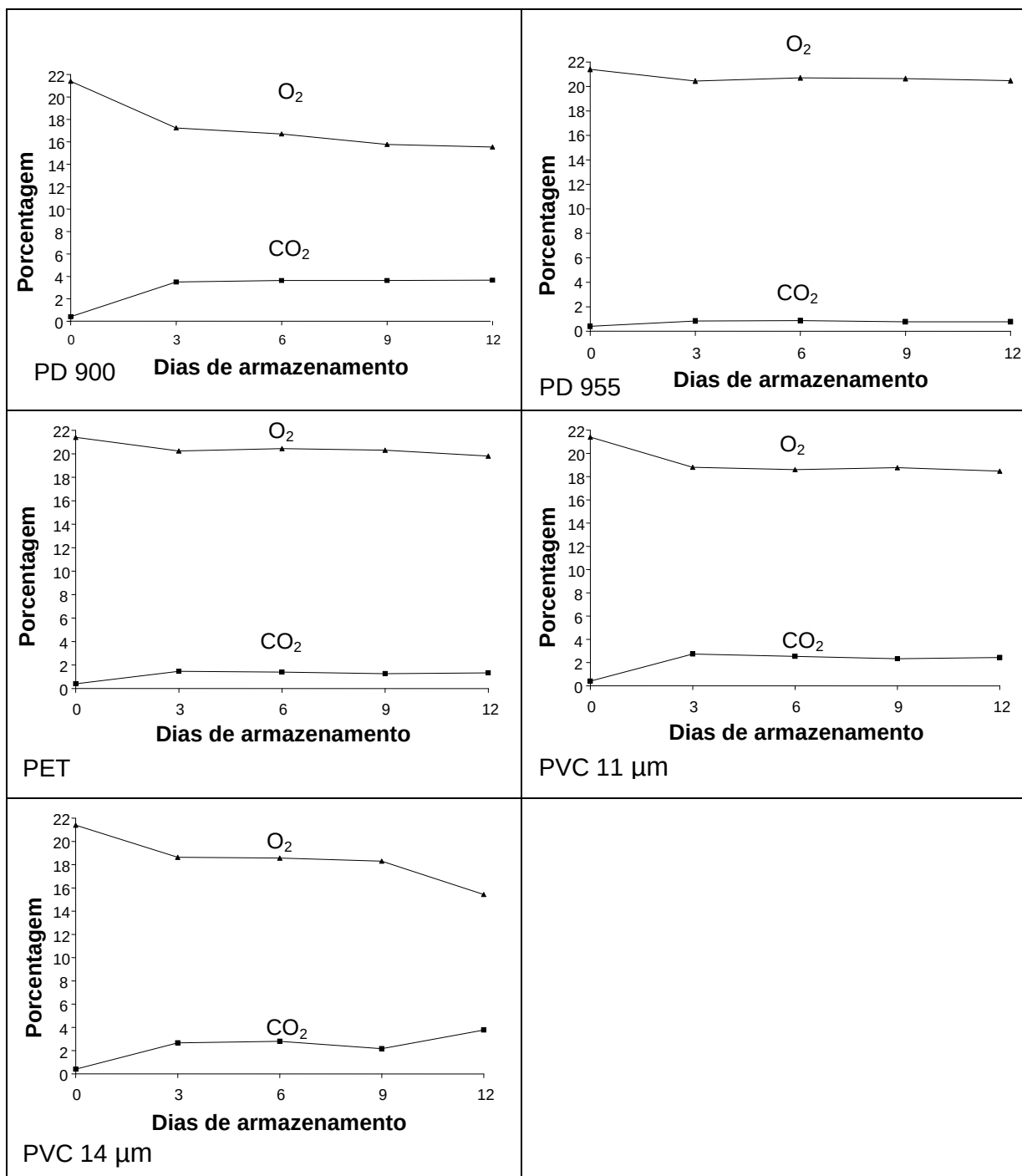


Figura 43. Composição atmosférica (% O_2 e % CO_2) no interior das embalagens contendo pêssegos minimamente processados armazenados a 3°C e 65 % UR. Identificação: PET = tereftalato de polietileno; PVC = policloreto de vinila; PD = poliolefinico.

A vida de prateleira dos produtos acondicionados em bandeja de poliestireno e recobertas com PD 900 e 955 foi de seis dias limitada pela perda de aroma característico da fruta e maior escurecimento em relação aos demais tratamentos. Nos produtos embalados em PVC 14 μm , o período de conservação foi de 9 dias, com nota 3, limitada pela perda de massa fresca. Produtos acondicionados em embalagens tipo PET tiveram vida de prateleira de 6 dias, limitada pela nota de aparência, decorrente de pouco frescor e também pelo escurecimento dos produtos.

Apesar dos resultados obtidos serem muito próximos, houve destaque das embalagens de poliestireno com revestimento de filme de PVC, pois estas proporcionaram melhor aparência aos produtos, além de maior conteúdo médio de açúcares e menor atividade de enzimas relacionadas ao escurecimento (POD e PPO) podendo este ser comercializado por período de 9 dias.

4.4. Experimento 4

Verifica-se que a maior perda de massa fresca ocorreu nos produtos armazenados a 9 °C, diferindo significativamente daqueles armazenados nas temperaturas de 3 °C e 6 °C (FIGURA 44). Ao final dos 12 dias, os pêssegos minimamente processados, armazenados a 9 °C perderam 4,77% de massa, enquanto aqueles armazenados 3 °C e 6 °C perderam 3,11% e 2,77% de massa, respectivamente, sem destes dois tratamentos não diferirem significativamente entre si. No entanto CHITARRA & CHITARRA (1990), recomendam as temperaturas mais baixas para o armazenamento de vegetais, pois retardam o metabolismo, diminuindo a taxa respiratória e a transpiração.

Os resultados obtidos neste trabalho quanto a perda de massa foi semelhante aos observados por DAMIANI et al. (2008), ao armazenar tangerinas minimamente processadas sob duas temperaturas (0 °C e 10 °C), verificando que as menores perdas de massa ocorriam na temperatura mais baixa.

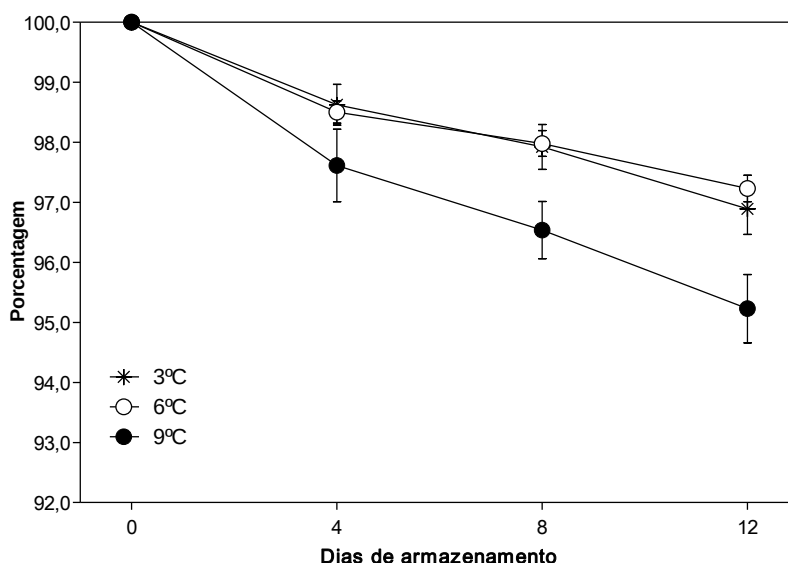


Figura 44. Perda acumulada de massa fresca (%) de pêssegos 'Aurora1' minimamente processados, submetidos a diferentes tipos de cortes e armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C e 65% UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Verifica-se na Tabela 9 que os produtos não apresentam diferenças significativas entre os tratamentos para a aparência, os produtos submetidos ao corte em oito fatias mostraram-se com as maiores notas. Nestes produtos, por apresentarem menor espessura, as o armazenamento a 3 °C e 6 °C atuaram com maior eficiência na aparência externa.

Na Figura 45, apresenta-se o comportamento dos dados de aparência de pêssegos minimamente processados, durante o período de armazenamento, indica perda de qualidade visual em todos os tratamentos, porém com menor intensidade no tratamento a 3 °C .

Observa-se que no quarto dia de armazenamento, detectou-se uma perda acentuada na qualidade visual dos produtos armazenados a 9 °C, a que também proporcionou aos produtos as menores notas de aparência, durante todo período de armazenamento. Ainda pode-se verificar que as temperaturas de 3 °C e 6 °C, mantiveram, em média, o bom aspecto dos produtos processados durante o armazenamento, com notas de 2,89 e 2,56, respectivamente.

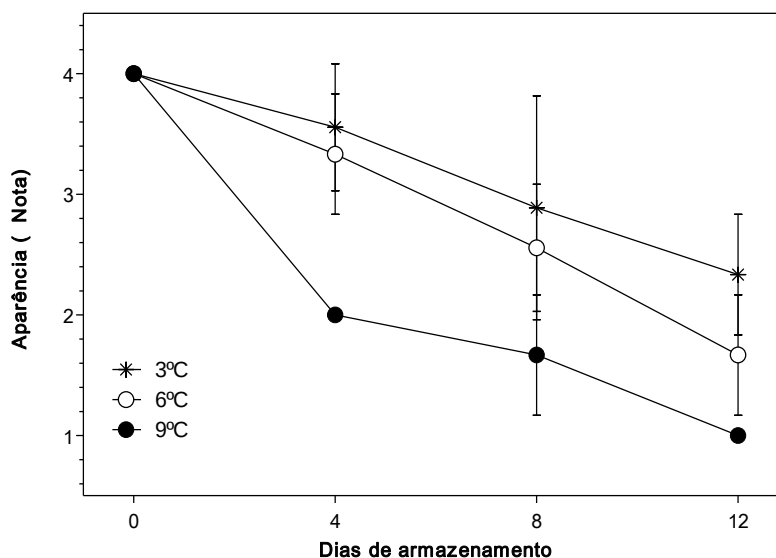


Figura 45. Aparência em pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, submetidos a diferentes tipos de cortes e armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C e 65% UR. Critérios: 4 = ótimo ; 3 = bom; 2 = regular e 1 = ruim. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Verifica-se que não houve diferenças marcantes entre os tipos de processamento, para as variáveis químicas e bioquímicas analisadas (TABELA 9). Pêssegos minimamente processados, em quatro ou oito segmentos, mostraram-se semelhantes quanto aos teores de sólidos solúveis e de açúcares solúveis, diferindo das metades (TABELA 9). Tal fato pode ser explicado pelo estresse sofrido nos tratamentos com maior número de cortes (oito), o qual intensificou a ação de enzimas hidrolíticas, ocasionando degradação do amido e sua conversão a açúcares solúveis e consequente aumento dos sólidos solúveis. Nesta Tabela 9, tem-se também, que os menores teores de ácido ascórbico foram observados nos produtos com corte em oito pedaços, indicando senescência mais rápida que nos demais tratamentos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Verifica-se na mesma tabela, maior atividade da enzima peroxidase nos produtos que sofreram maior número de corte (oito pedaços). Frutos que sofreram grande

estresse têm apresentado maior liberação de substrato para atuação das enzimas do escurecimento, o que provavelmente ocorreu neste experimento.

Tabela 9. Parâmetros de qualidade de pêssegos 'Aurora 1' processados em metades, quatro fatias e oito fatias e armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C e 65% UR por 12 dias.

Parâmetro	Tipo de processamento		
	Metades	4 segmentos	8 segmentos
Aparência (nota)	2,67 a	2,64 a	2,83 a
Sólidos Solúveis - SS (°Brix)	10,70 b	10,93 ab	11,01 a
Acidez Titulável - AT (% ácido cítrico)	0,24 a	0,24 a	0,24 a
Relação SS/AT	45,40 a	47,51 a	46,74 a
pH	4,29 a	4,30 a	4,27 a
Açúcares solúveis (% de glicose)	7,03 b	7,34 a	7,24 ab
Açúcares redutores (% de glicose)	2,87 a	2,78 b	2,85 ab
Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹)	6,65 a	6,27 a	5,60 b
Pectina solúvel (% de ácido galacturônico)	0,294 a	0,292 a	0,301 a
Pectina total (% de ácido galacturônico)	0,859 a	0,878 a	0,866 a
Peroxidase (mmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	2,702 b	2,623 b	2,900 a
Polifenoloxidase (μmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	0,110a	0,111 a	0,104 a

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas linhas, não diferem entre si pelo teste tukey ($P < 0,05$).

Na Figura 46, verifica-se que os teores de sólidos solúveis permaneceram praticamente constantes durante o tempo de armazenamento, com valor médio de 10,93 °Brix no primeiro dia de análise (dia 0) e 11,03° Brix no final do período de armazenamento (12° dia), exceto no quarto dia, onde se observou o menor valor nos tratamentos refrigerados a 6 e 9°C (10,27° Brix e 10,28° Brix, respectivamente). Estes resultados são semelhantes aos observados por CUNHA (2007) que, ao trabalhar com pêssegos 'Aurora-1' no estágio de maturação "de vez" e em diferentes temperaturas de armazenamento, obteve valores que variaram de 10,85 - 15,80° Brix.

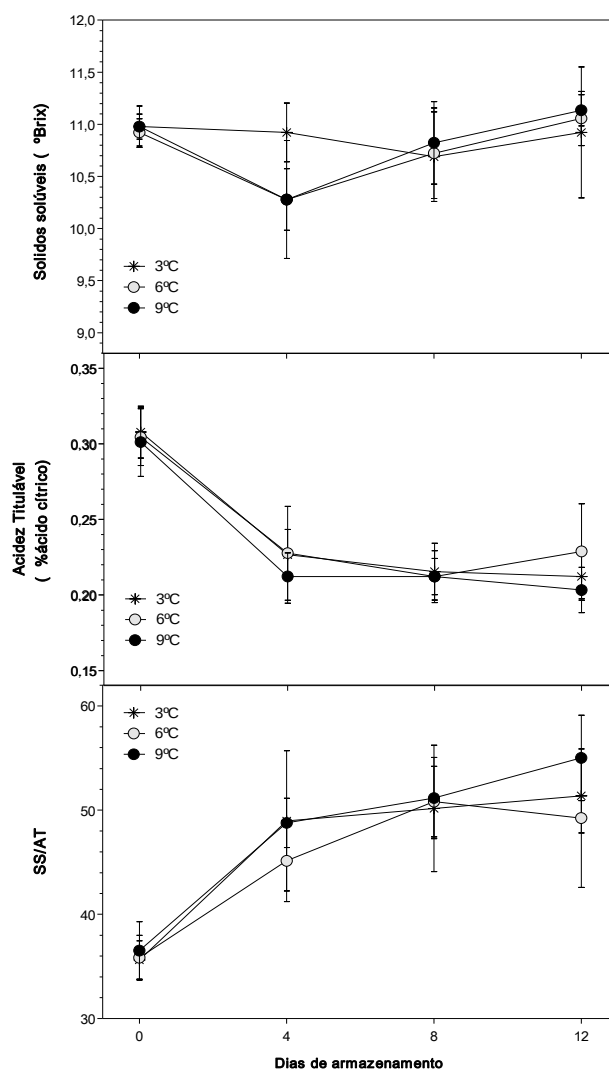


Figura 46. Teores de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% ácido cítrico) e razão SS/AT de pêsegos 'Aurora-1' minimamente processados, armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C a 65% UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Ainda na Figura 46, verifica-se que houve uma redução acentuada nos teores de acidez titulável no quarto dia de armazenamento, em todas as temperaturas, para em seguida manter-se constante até o final do período de armazenamento. CHITARRA & CHITARRA (2005) afirmam que os teores de ácido orgânico tendem a diminuir com o amadurecimento em decorrência da sua utilização como substrato respiratório e sua

conversão em açúcares. Observa-se ainda, um aumento na relação SS/AT decorrente da redução nos teores de acidez. Esta relação ("Ratio") é uma forma utilizada para a avaliação do sabor (CHITARRA & CHITARRA, 2005)

Verifica-se um constante aumento no conteúdo de açúcares solúveis até o oitavo dia de armazenamento, com valores médios que evoluíram de 5,96 % para 9,11 % de glicose, seguido de declínio no último dia de análise (média de 6,41 % de glicose) (FIGURA 47). O aumento nos teores de açúcares solúveis, durante o armazenamento, tem sido atribuído à transformação das reservas acumuladas, principalmente amido, em glicose, desencadeado pelo aumento do metabolismo desencadeado dos produtos (JERÔNIMO & KANESIRO, 2000).

Ainda, na Figura 47, verifica-se que, apesar de não ocorrerem diferenças significativas entre os tratamentos, houve aumento nos teores de açúcares redutores ao longo do armazenamento, com valores médios que evoluíram de 1,26 % para 2,62 % de glicose. Verifica-se que ocorreu um incremento exponencial nos quatro dias após o processamento, da ordem de 352 %, ocorrendo posterior redução até o 12º dia. Estes valores estão coerentes com os obtidos por CUNHA (2007), que trabalhou com pêssegos 'Aurora-1', e encontrou teores de açúcares redutores de 1,77 % de glicose em frutos "de vez" após 14 dias de armazenamento a 6 °C.

Os teores de açúcares solúveis e redutores tiveram um aumento médio de 7,96% e 51,91%, respectivamente, durante o período de armazenamento. Estes valores foram concordantes quanto aos açúcares redutores, com o relatado por CUNHA (2007), em pêssegos 'Aurora-1', a obter com diferentes temperaturas de armazenamento acréscimos de 25 % e 50 % nos teores de açúcares solúveis e redutores, respectivamente.

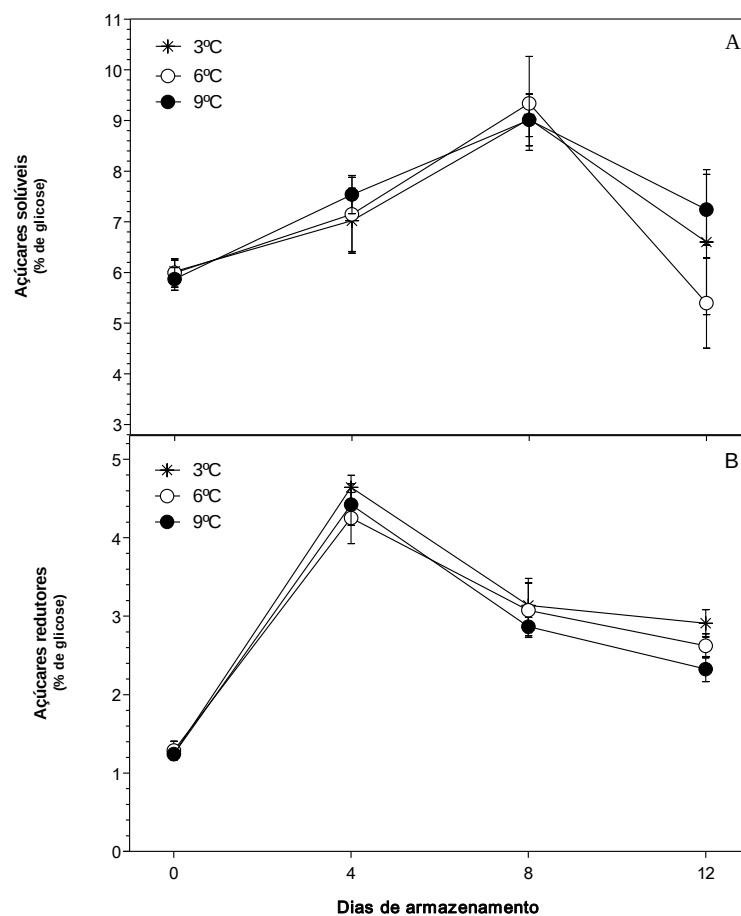


Figura 47. Teores de açúcares solúveis (A) e redutores (B), (% de glicose) de pêssegos 'Aurora 1' minimamente processados, armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C a 65 % UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

A diminuição nos teores de ácido ascórbico dos pêssegos 'Aurora 1' minimamente processados pode ser observada na Figura 48, sem se constatar efeitos significativos das temperatura de armazenamento. O ácido ascórbico pode sofrer catabolismo através de uma série de eventos químicos e bioquímicos JACOMINO et al., (2004), podendo ser induzidos pelos cortes e aumentando a atividade enzimática, que resulta em rápida perda desta vitamina.

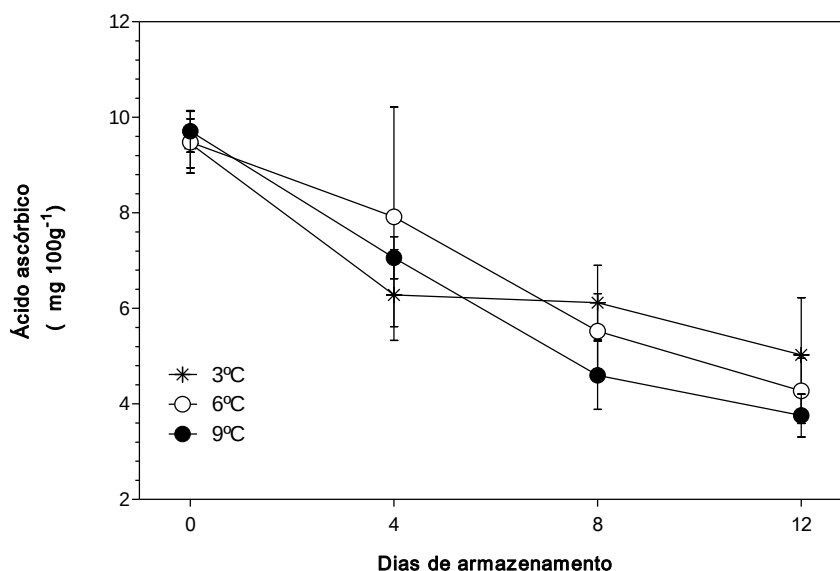


Figura 48. Teor de ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C a 65 % UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Na Figura 49 A, tem-se que as temperaturas 3 °C e 6 °C, os teores de pectina total dos pêssegos minimamente processados mantiveram-se constantes ao longo do armazenamento. Este comportamento diferente do observado para os produtos armazenados a 9°C que tiveram um aumento progressivo durante os dias de armazenamento. Estes resultado reafirma o obtido por NUNES et al. (2004), ao estudar pêssegos 'Aurora-2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração, verificaram aumento nos teores de pectina total durante o armazenamento.

Verifica-se um aumento expressivo nos teores de pectina solúvel de todos os tratamentos até o quarto dia de armazenamento, seguido de estabilização até o final do armazenamento (FIGURA 49 B). O aumento nos teores de pectinas solúvel e total é explicado pela solubilização da protopectina das paredes celulares o que ocorre durante o amadurecimento do fruto, produzindo ácidos pectínicos (esterificados com grupo metílico) ou ácidos pécticos (sem esterificação) também chamados de pectinas solúveis (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

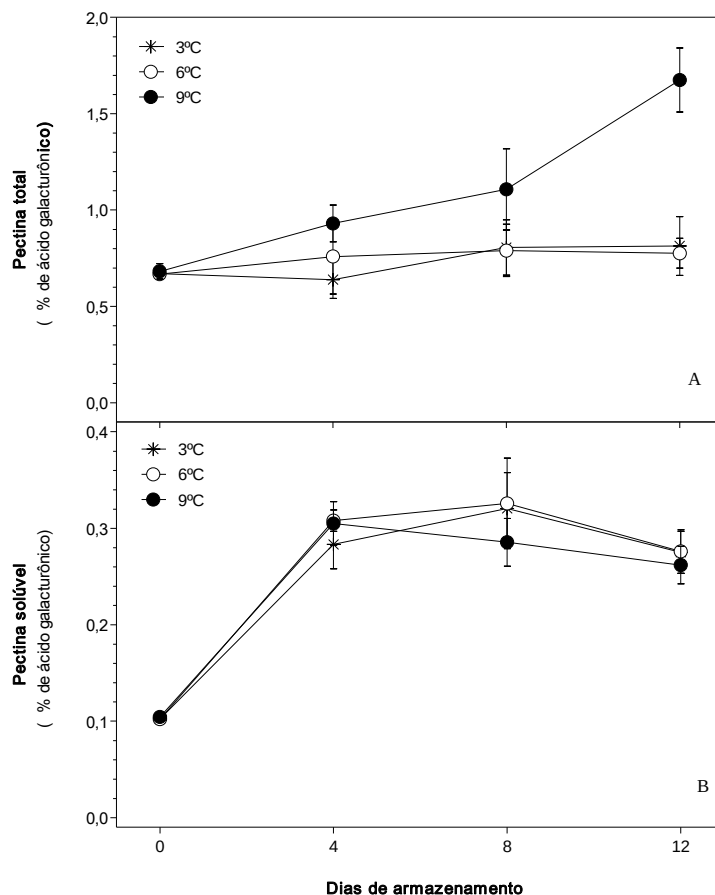


Figura 49. Teores de pectina total (A) e solúvel (B), (% de ácido galacturônico) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C a 65 % UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Quando o tecido vegetal é cortado ou injuriado, ocorre a promoção do contato entre enzimas e substratos que estavam separados por envoltórios celulares diferentes, os quais ao entrarem em contato, reagem formando os pigmentos escuros (COELHO, 1992). Desta forma pode-se observar que os pêssegos submetidos ao corte em oito fatias apresentaram maior atividade da enzima POD (TABELA 9). Essa maior atividade pode ser devido ao aumento do metabolismo dos produtos, pelo fato destes terem sofrido maior estresse por ocasião do corte. Segundo BURZO et al. (1988), a atividade da POD é maior nos tecidos cujas células sofreram lesões, pois estímulos externos,

como estresse hídrico e danos mecânicos, desencadeando a síntese da enzima, elevando sua atividade (CIVELLO et al., 1995).

Verifica-se que as enzimas peroxidase e polifenoloxidase apresentaram significativos aumentos de atividade nos pêssegos minimamente processados até o oitavo dia de armazenamento refrigerado, com posterior declínio até o 12º dia de armazenamento (FIGURA 50 A e 50 B). Os maiores valores foram obtidos nos produtos armazenados a 3 °C, no quarto dia e no oitavo dia para os produtos armazenados a 9 °C. O aumento de atividade enzimática no quarto dia de armazenamento nos produtos armazenados a 3 °C, pode ser explicado pela resposta da defesa ao estresse causado tanto pelo ferimento mecânico dos tecidos quanto pela baixa temperatura de armazenamento.

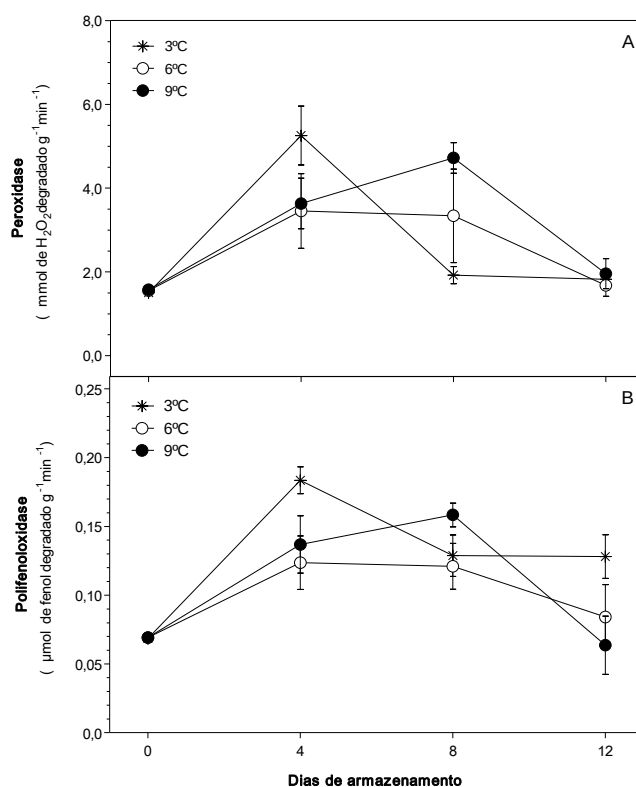


Figura 50. Atividade da peroxidase (A), expressa em mmol de H₂O₂ degradado g⁻¹min⁻¹ e da polifenoloxidase (B), expressa em μmol de fenol degradado g⁻¹min⁻¹, de pêssegos minimamente processados armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C a 65 % UR. Barras verticais indicam ± desvio padrão da média.

Ainda na Figura 50, nota-se que a 6 °C, os produtos mostraram-se com menor atividade das enzimas. O aumento de atividade dá-se como resposta de defesa ao estresse causado pela injúria mecânica dos tecidos. Ambas as enzimas são ativadas pela ruptura das membranas celulares, atuando respectivamente na oxidação de compostos fenólicos e na biossíntese de lignina (LAGRIMINI, 1991).

Os dados de luminosidade, ângulo de cor (Hue) e cromaticidade dos pêssegos minimamente processados foram influenciados pelo tipo de corte (TABELA 10). Verifica-se também que o corte do fruto em 8 segmentos, proporcionou aos produtos uma maior evolução da coloração, enquanto, os produtos em metades mantiveram melhor coloração do produto e diferindo significativamente dos demais tratamentos.

Pela Figura 51, verifica-se que houve redução, a partir do quarto dia de armazenamento, dos parâmetros luminosidade, ângulo de cor e cromaticidade dos produtos não havendo diferença entre os tratamentos. Observa-se também redução na luminosidade, na cromaticidade e no ângulo de cor, à medida que os produtos minimamente processados tornavam-se mais escurecidos, passando de amarelo para amarelo-alaranjado no final do armazenamento. De acordo com CHITARRA & CHIATARRA (2005), as modificações na coloração das frutas com o amadurecimento, são devidos tanto a processos de síntese como degradação. Estes autores também afirmam que, havendo redução na temperatura há redução na respiração e, conseqüentemente, redução nos atributos de qualidade, incluindo a cor, o que reafirma os resultados apresentados.

Tabela 10. Luminosidade (L), ângulo de cor (Hue) e cromaticidade (C) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C por 12 dias.

Tipo de processamento	Coloração		
	L	Hue	C
metade	60,97 a	92,91 a	45,50 a
quatro segmentos	58,78 b	91,28 b	42,91 b
oito segmentos	59,15 b	89,23 c	42,18 b

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

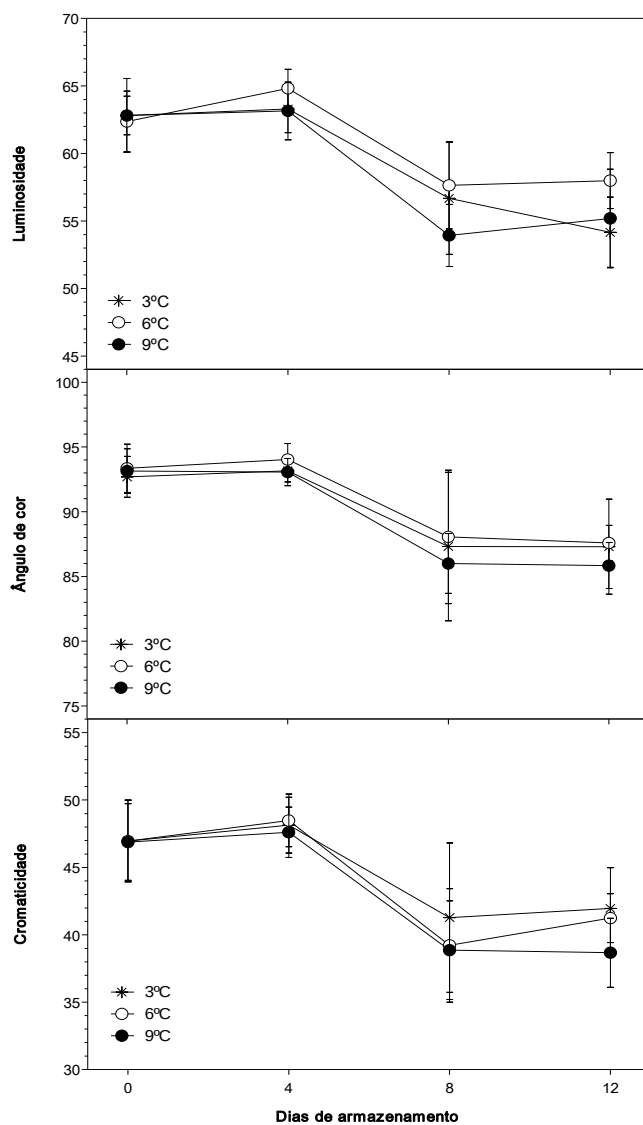


Figura 51. Variação da luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados e armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C a 65 % UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Com relação à evolução das concentrações dos gases (O_2 e CO_2) no interior das embalagens, verifica-se leve aumento nas concentrações de CO_2 e declínio nas concentrações de O_2 nas três temperaturas de armazenamento (FIGURA 52). O aumento na atividade respiratória se deve à resposta dos tecidos à injúria do

processamento como forma de reparar os danos sofridos pelos tecidos (SALTVEIT, 2003; ROSEN & KADER, 1989).

A intensidade respiratória dos produtos, independente do tipo de corte, foi tanto mais elevada quanto maior a temperatura de armazenamento, com valores médio de 17,43%, 16,48% e 14,37% de O_2 para as temperaturas 3 °C, 6 °C e 9 °C, respectivamente, evidenciando o maior consumo deste gás nos produtos armazenados a 9°C. Verifica-se aumento nas concentrações de CO_2 em todos os tratamentos, no terceiro dia de armazenamento, permanecendo estável até o último dia. Pode-se observar também que, as concentrações de CO_2 nas embalagens dos produtos processados armazenados a 9 °C, mostraram-se maiores em relação às demais temperaturas utilizadas neste experimento. Estes resultados estão coerentes aos observados por DONADON et al. (2004) que trabalhou com laranjas minimamente processadas, verificaram maior taxa respiratória nos produtos armazenados sob a maior temperatura (10°C).

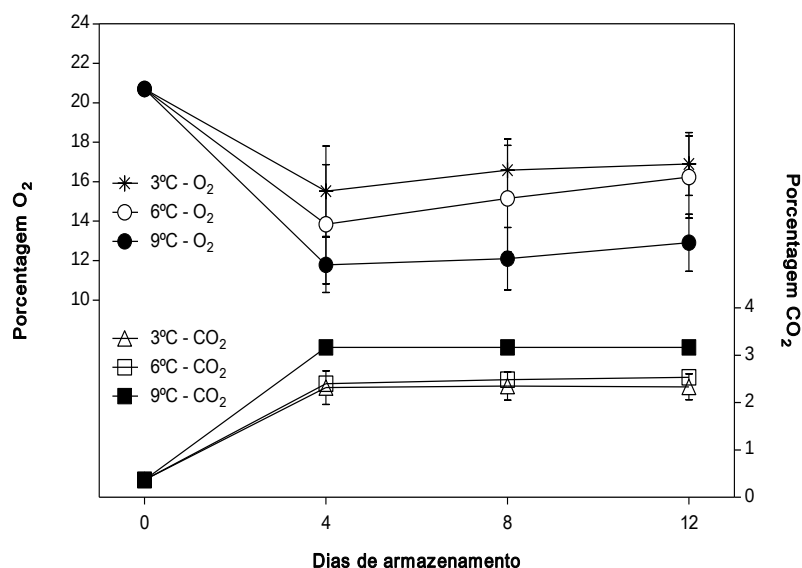


Figura 52. Composição atmosférica (% O_2 e % CO_2) no interior das embalagens contendo pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados e armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C a 65% UR. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

Analisando o exposto, conclui-se que o armazenamento a 3 °C, proporcionou aos produtos minimamente processados a melhor manutenção da qualidade, por conter a evolução do amadurecimento e da senescência e também por proporcionar aos produtos uma melhor qualidade de aparência externa. Verificou-se também que a interação da temperatura, 3°C, com o corte do fruto em oito segmentos, proporcionaram melhor aparência do produto, com maior teor de sólidos solúveis.

4.5. Experimento 5

As perdas acumuladas de massa fresca, ao longo do período de armazenamento, são apresentadas na Figura 53, e verifica-se que não houve diferenças significativas entre os tratamentos quanto a perda de massa fresca dos produtos processados. Estes dados concordam com os de CARVALHO (2000) que realizou trabalhos com kiwis minimamente processados e não verificou diferença significativa entre as fatias tratadas com cloreto de cálcio e ácido cítrico. REIS (2002), trabalhando com banana 'Prata' minimamente processada, verificou manutenção na perda de massa dos frutos tratados com CaCl_2 + AA + L-cisteína.

Produtos minimamente processados geralmente são altamente susceptíveis a perda de massa fresca, devido à exposição dos tecidos internos. A perda de massa fresca é atribuída às reações metabólicas como a respiração e a transpiração, que reduzem a quantidade da água presente no tecido vegetal (CARVALHO, 2000). A rápida perda de massa fresca pelos frutos pode ser explicada pela diferença entre a pressão de vapor do produto e a pressão de vapor do ambiente, ou déficit da pressão de vapor (DPV). A DPV é influenciada pela diferença de umidade relativa do ar e pela diferença entre a temperatura do produto e do ambiente de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

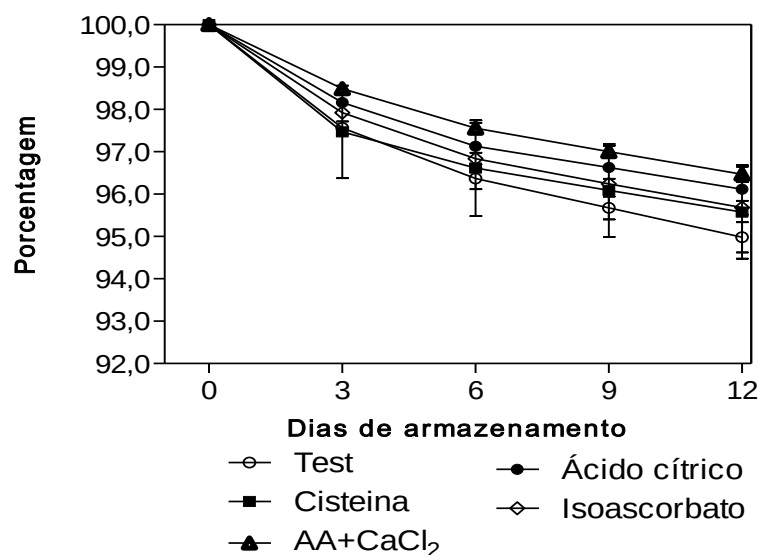


Figura 53. Perda acumulada de massa fresca em pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos e armazenados a 3 °C e 65%UR. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

O tratamento com L-cisteína proporcionou melhor conservação da aparência externa dos pêssegos minimamente processados (TABELA 11). Este resultado também pode ser observado na Figura 49, onde os produtos submetidos ao tratamento com L-cisteína mantiveram ótima aparência (nota 4) durante todo o período de armazenamento, enquanto nos demais tratamentos se observa redução da qualidade.

Tabela 11. Parâmetros de qualidade de pêssegos 'Aurora 1' submetidos ao processamento mínimo, aplicação de aditivos naturais e armazenados a 3 °C e 65 % UR por 12 dias.

Parâmetro	Tratamento				
	Test	L-cist	AA + CaCl ₂	Ácido cítrico	Isoasc
Aparência (nota)	3,47 b	4,0 a	2,87 d	3,13 cd	3,26 bc
Sólidos solúveis (°Brix)	10,55 ab	10,26 b	10,52 ab	10,46 ab	10,67 a
Acidez titulável (% ácido cítrico)	0,26 c	0,30 a	0,28 b	0,27 b	0,28 b
Razão sólidos solúveis/acidez titulável	41,33 a	34,34 c	38,52 b	39,08 ab	39,23 ab
pH	4,29 a	4,29 a	4,29 a	4,30 a	4,28 a
Açúcares solúveis (% de glicose)	7,19 bc	6,91 c	7,72 a	7,06 c	7,48 ab
Açúcares redutores (% de glicose)	1,65 b	1,80 a	1,65 b	1,79 a	1,58 b
Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹)	9,18 b	7,06 c	10,23 a	2,58 c	2,60 c
Pectina solúvel (% de ácido galacturônico)	0,071 a	0,050 c	0,034 d	0,060 b	0,063 b
Pectina total (% de ácido galacturônico)	0,408 a	0,341 bc	0,312 c	0,367 b	0,330 c
Peroxidase (mmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	1,862 ab	1,508 c	1,052 d	1,700 bc	2,057 a
Polifenoloxidase (μmol de fenol degradado g ⁻¹ min ⁻¹)	0,0014 c	0,0008 e	0,0021 a	0,0015 b	0,0012 d

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas linhas, não diferem entre si pelo teste tukey ($P < 0,05$). Test = Testemunha; L-cist = L-cisteína; AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio; Isoasc = isoascorbato.

Ainda na Figura 54, verifica-se que o tratamento com ácido ascórbico mais cloreto de cálcio, proporcionou a pior conservação da aparência dos produtos durante o armazenamento. Durante o período de análise, observou-se que os frutos tratados com L-cisteína, apresentaram odor não característico desta fruta. Este resultado provavelmente se deve ao efeito da liberação do enxofre presente na molécula da cisteína, ocasionando odor atípico do produto

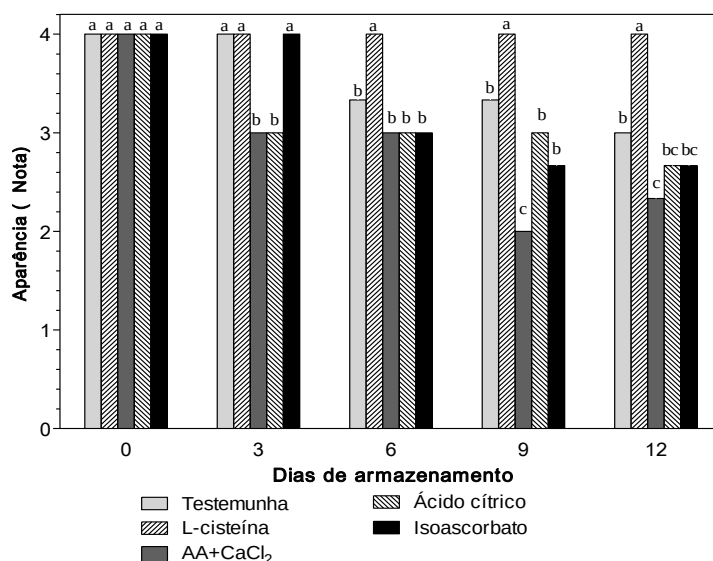


Figura 54. Aparência de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos naturais e armazenados a 3 °C e 65% UR. Critérios: 4 = ótimo ; 3 = bom; 2 = regular e 1 = ruim. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Verifica-se na Tabela 11 que as médias dos teores de sólidos solúveis e de acidez titulável dos produtos minimamente processados foram influenciadas pelos tratamentos, com os menores valores de sólidos solúveis (10,26° Brix) obtidos para os pêssegos tratados com L-cisteína e os maiores naqueles tratados com isoascorbato (10,67° Brix). Também se verificou maior acidez titulável e menor relação SS/AT nos produtos tratados com L-cisteína.

Observa-se que apenas a variável pH não foi influenciada do pelos tratamentos utilizados neste experimento.

Durante o período de armazenamento os teores de sólidos solúveis nos pêssegos minimamente processados permaneceram praticamente constantes durante o tempo de armazenamento (FIGURA 55A), enquanto os de acidez reduziram-se (FIGURA 55B), implicando em aumento da relação SS/AT (FIGURA 55C). Este comportamento foi diferente do observado por VILAS BOAS et al. (2004), que após a aplicação de aditivos químicos em mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas,

verificaram uma redução nos teores de sólidos solúveis. Possivelmente o resultado obtidos neste experimento se deve a diminuição do metabolismo com a aplicação dos aditivos, e consequente consumo de sólidos solúveis como substratos para a respiração, pois as ações físicas do processamento mínimo induzem a uma elevação na respiração, a qual utilizará rapidamente os substratos de reserva (CARVALHO & LIMA, 2002).

Houve interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento para a variável acidez titulável (TABELA 11 e FIGURA 55B). O tratamento com adição de L-cisteína proporcionou a melhor manutenção da acidez nos pêssegos e, provavelmente, uma menor utilização dos ácidos orgânicos no processo respiratório (TABELA 11). Verificou-se também, redução progressiva nestes teores ao longo do armazenamento (FIGURA 50B). CHITARRA & CHITARRA (2005), afirmam que os teores de ácidos orgânicos tendem a diminuir com o amadurecimento em decorrência da atividade respiratória e da conversão destes em açúcares.

Ainda na Figura 55, observa-se que a relação SS/AT foi menor nos frutos submetidos ao tratamento com L-cisteína, indicando sabor mais ácido. Esta relação é considerada uma das formas mais utilizadas para avaliação do sabor, sendo também mais representativa que a avaliação isolada dos teores de açúcares ou de acidez titulável (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

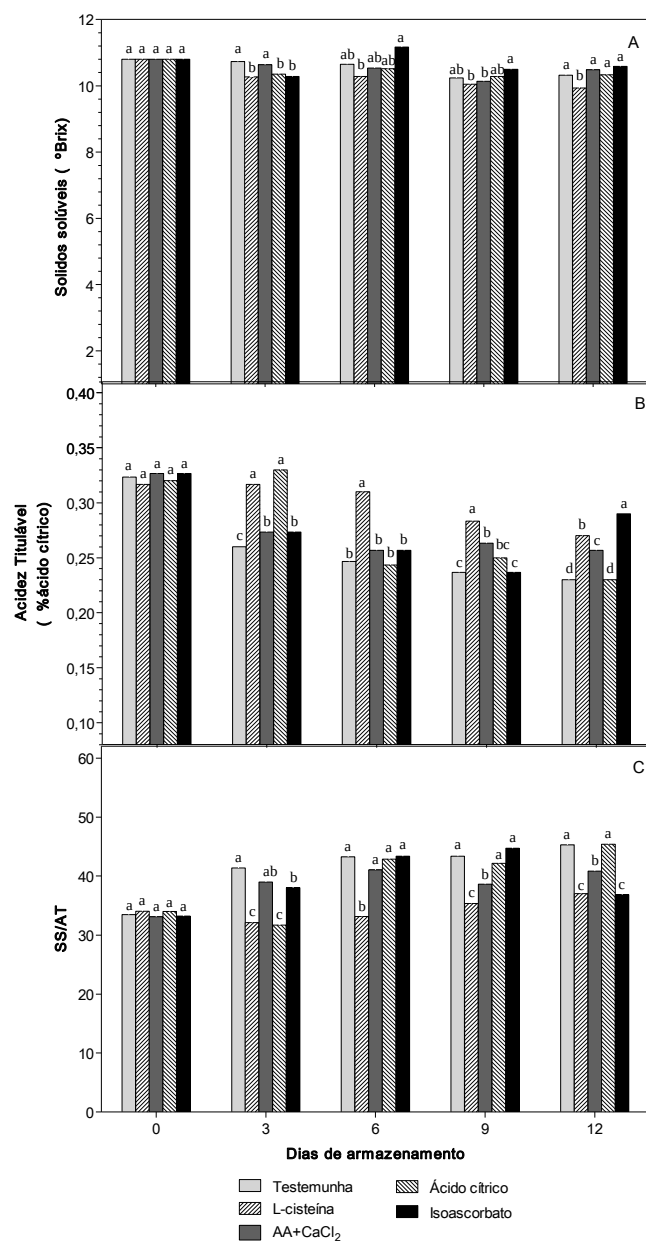


Figura 55. Teores de sólidos solúveis (°Brix), acidez titulável (% de ácido cítrico) e razão SS/AT em pêssegos 'Aurora-1' minimamente processado, tratados com aditivos naturais e armazenados a 3°C e 65% UR. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Os teores de açúcares solúveis e redutores variaram significativamente entre os tratamentos e durante o período de avaliação (TABELA 11 E FIGURA 56) e de maneira geral, aumentou durante o armazenamento. Na Tabela 11, observa-se que o tratamento com L-cisteína acarretou os menores valores de açúcares solúveis.

Os tratamentos com L-cisteína e ácido cítrico foram os que proporcionaram os maiores teores de açúcares redutores durante o período de armazenamento. Estes resultados são semelhantes aos observados por MELO & VILAS BOAS (2006) quando trataram bananas 'Maçã' minimamente processadas com L-cisteína. VILAS BOAS et al. (2004) também observaram em manga 'Tommy Atkins' que os pedaços tratados com ácido cítrico mantiveram maiores teores de açúcares solúveis.

Na Figura 56, pode-se observar aumento nos teores de açúcares redutores, principalmente nos tratamentos com L-cisteína e ácido cítrico, que apresentaram os maiores valores médios desta variável (TABELA 11). De acordo com CHITARRA & CHITARRA (2005), consideráveis modificações nos teores de açúcares redutores são observadas ao longo do amadurecimento de frutos climatéricos, os quais aumentam após a colheita e durante o armazenamento devido à biossíntese ou pela degradação de polissacarídeos.

Em todos os tratamentos verifica-se aumento crescente nos teores de açúcares solúveis nos pêssegos minimamente processados (FIGURA 56A). Este resultado pode ser atribuído ao fato de que, os pêssegos utilizados neste experimento apresentavam-se no estágio de maturação "de vez" e que o aumento da atividade metabólica ocasionado pelo processamento mínimo, acarretou em uma rápida conversão do amido em sacarose, glicose e frutose.

Ainda nesta figura, pode-se verificar maior concentração de açúcares solúveis em relação aos açúcares redutores, o que confirma com CHITARRA & CHITARRA (2005), que os açúcares de reserva predominante em pêssegos são a sacarose (3,9%), açúcares redutores (1,5%) e açúcares solúveis (5,3%).

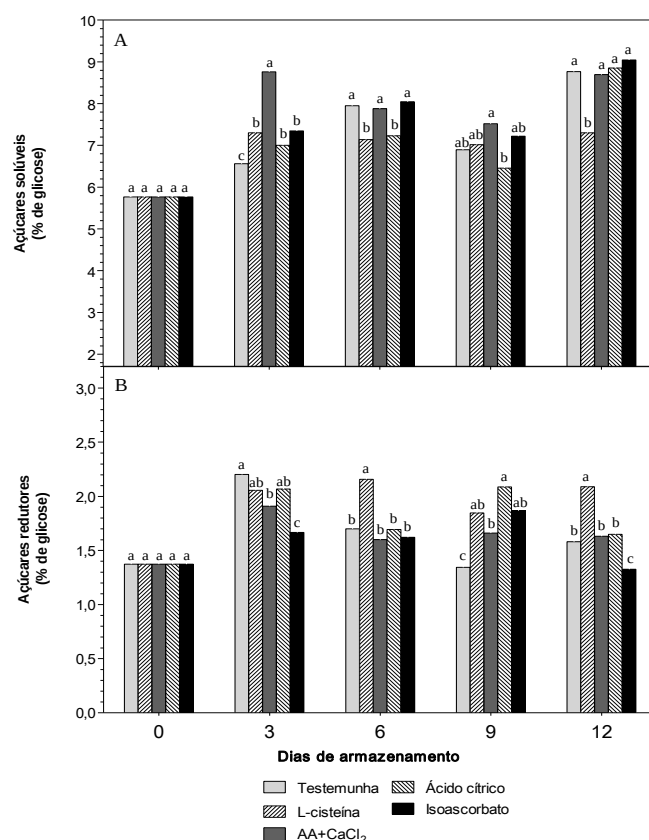


Figura 56. Teores de açúcares solúveis e redutores (% de glicose) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos naturais armazenados a 3°C e 65%UR. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento para a variável do ácido ascórbico (TABELA 11 e FIGURA 57). Verifica-se que os teores de ácido ascórbico foram maiores durante todo o armazenamento nos produtos da testemunha e nos tratados com ácido ascórbico mais cloreto de cálcio. Apesar de estes produtos terem sido imersos em ácido ascórbico, a maior manutenção desse ácido foi verificado no tratamento em que ela foi associada com cloreto de cálcio (AA+CaCl₂). Pode-se verificar também que os produtos tratados com o L-cisteína mantiveram melhor os teores de ácido ascórbico no período de armazenamento, quando comparados aos dos tratamentos com ácido cítrico e isoascorbato. Tal fato

indica que a L-cisteína mostrou-se mais eficiente para reduzir a degradação do ácido ascórbico e, conseqüentemente, retardar a evolução da senescência dos pêssegos. BIALE & YOUNG (1981) relatam que as transformações ocorridas durante o processo de amadurecimento em frutas, resultam na oxidação e, conseqüente inativação do ácido ascórbico em ácido 2,3-dicetogulônico.

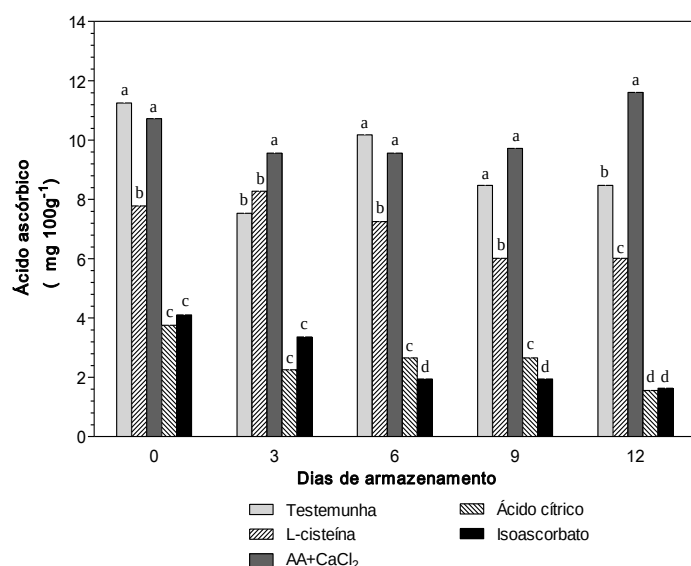


Figura 57. Teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos naturais e armazenados a 3°C e 65%UR. AA = ácido ascórbico; CaCl_2 = cloreto de cálcio. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Na Tabela 11, pode ser observado que o processamento mínimo associado a aplicação de aditivos influenciou significativamente os teores de solubilização, onde o tratamento com ácido ascórbico associado ao cloreto de cálcio mostrou-se eficiente na contenção da solubilização das pectinas.

Os teores de pectina total e pectina solúvel e sua solubilização foram influenciados pelo tempo de armazenamento, pelos aditivos utilizados e pela interação entre os mesmos (FIGURA 58).

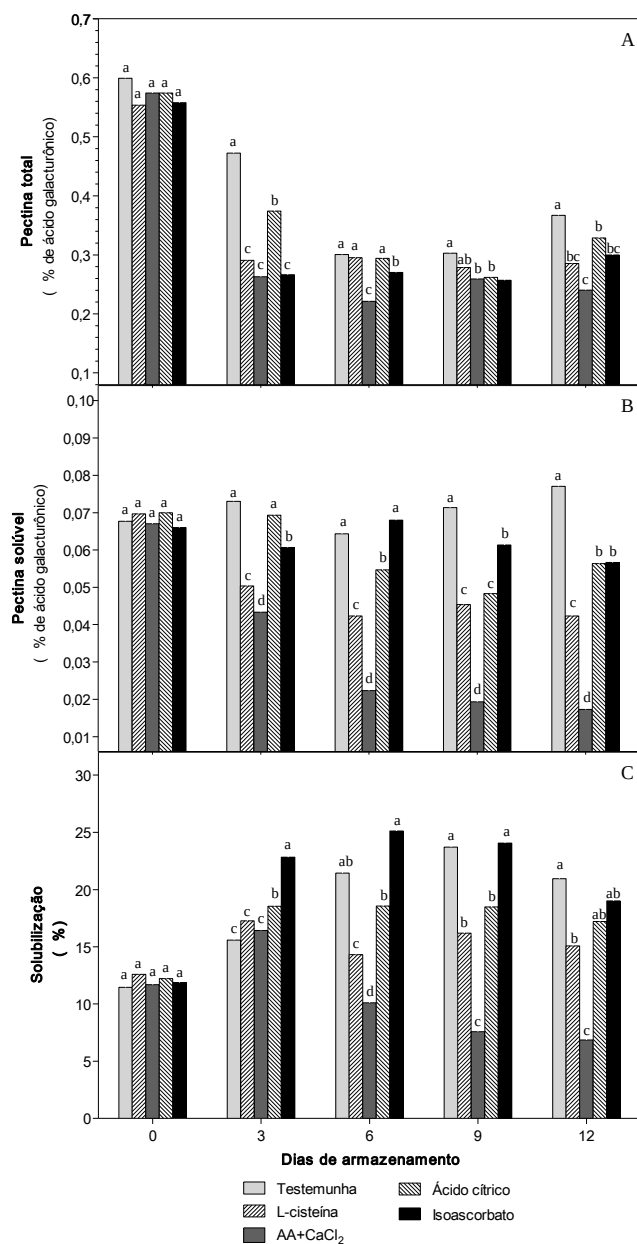


Figura 58. Teores de pectina total e solúvel (% de ácido galacturônico) e solubilização de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados tratados com aditivos naturais e armazenados a 3 °C e 65%UR. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Observa-se redução expressiva nos teores de pectina total em todos os tratamentos, a partir do terceiro dia de armazenamento refrigerado (FIGURA 58 A) e que o tratamento AA + CaCl_2 promoveu menor solubilização das pectinas, indicado pelos baixos teores de pectina solúvel (TABELA 11). XISTO et al. (2004), trabalhando com goiabas 'Pedro Sato', também observaram que goiabas tratadas com cloreto de cálcio apresentaram o mesmo comportamento. HEPPLER & WAYNE (1985) afirmaram que o cálcio aumenta a insolubilidade do material pectico devido à formação de pectato de cálcio. O aumento nos teores de pectinas solúvel é explicado pela solubilização da protopectina das paredes celulares que ocorre durante o amadurecimento do fruto, produzindo ácidos pectínicos (esterificados com grupo metílico) ou ácidos pecticos (sem esterificação) também chamados de pectinas solúveis (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A atividade enzimática da polifenoloxidase (PPO) e da peroxidase (POD) também foi influenciada pelos tratamentos utilizados (TABELA 11). O tratamento com L-cisteína levou à menor atividade enzimática, seguido do tratamento com isoascorbato, proporcionando menor escurecimento em relação aos demais tratamentos. As enzimas PPO e POD são liberadas com a ruptura das membranas celulares, atuando respectivamente na oxidação de compostos fenólicos e na biossíntese de lignina (LAGRIMINI, 1991).

O efeito dos tratamentos na atividade da POD e PPO, ao longo do período de armazenamento pode ser verificado na Figura 59. Observou-se aumento na atividade das enzimas durante o período de armazenamento das fatias tratadas com AA+ CaCl_2 . Estes resultados mostraram-se diferentes dos obtidos por SOUZA et al. (1999), que ao trabalharem com pêssegos injuriados mecanicamente, observaram que a aplicação de cálcio a 1% reduziu as ações oxidativas catalisadas pela POD, mas foram coerentes com AGUILA et al. (2008) que observaram que o cloreto de cálcio não evitou o escurecimento de lichias. FAGUNDES & AYUB (2005) também não constatarem inibição do escurecimento enzimático em caquis inteiros da cultivar Fuyu tratados com cloreto de cálcio a 2%. Possivelmente pelo fato da baixa permeabilidade da solução do sal no tecido vegetal.

O tratamento contendo L-cisteína foi eficiente em conter a atividade das enzimas. A ação dos agentes quelantes, tais como a cisteína, está baseada no efeito sinérgico com compostos antioxidantes e na formação de complexos com íons metálicos pró-oxidativos, diminuindo, assim a disponibilidade da enzima (ENDO et al., 2006). O uso de compostos redutores como a cisteína são bastante efetivos no controle do escurecimento enzimático, através da redução das quinonas para o-difenóis, que são compostos menos escuros; ou pela complexação com produtos da reação enzimática formando compostos de coloração mais clara ou pela inativação irreversível da PPO (CRUMIÉRE, 2000).

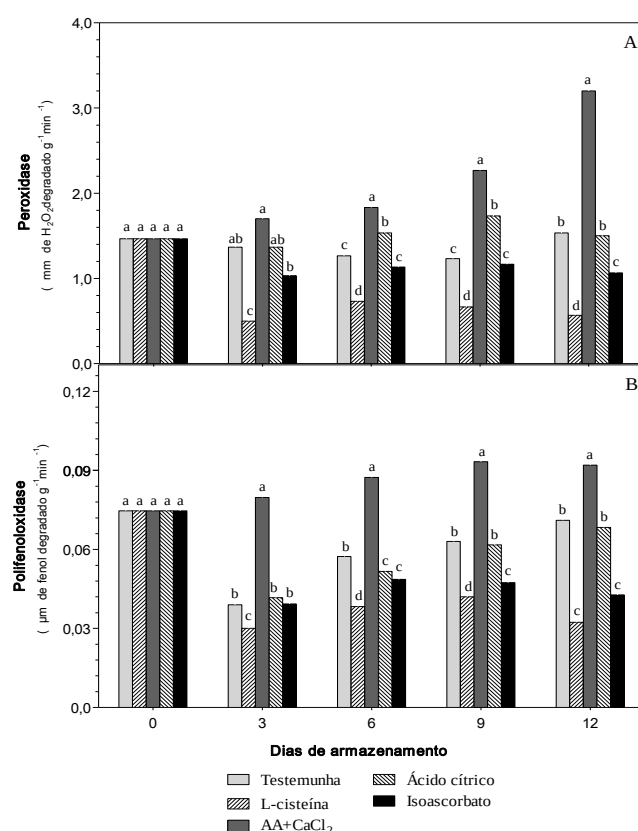


Figura 59. Atividade da peroxidase (mmol de H₂O₂ consumido g⁻¹ min⁻¹) e polifenoloxidase (μmol de fenol consumido g⁻¹ min⁻¹) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos naturais e armazenados a 3°C e 65%UR. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Observa-se que apenas a variável ângulo de cor, foi influenciada pelos tratamentos (TABELA 12). A cisteína, ácido ascórbico associado com cloreto de cálcio foi eficiente em conter a evolução da cor destes produtos, permanecendo estes com maiores valores de cor. Entretanto, estes tratamentos não se diferenciaram da testemunha.

Tabela 12. Luminosidade (L), ângulo de cor (Hue) e cromaticidade (C) de pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos naturais e armazenados a 3 °C e 65% UR.

Tratamentos	Coloração		
	L	C	Hue
Testemunha	63,95 a	47,41 a	93,87 a
L-cisteína	63,57 a	46,69 a	92,78 a
AA+CaCl ₂	64,36 a	46,77 a	92,04 a
Ácido cítrico	63,60 a	45,37 a	88,71 b
Isoascorbato	64,50 a	46,27 a	88,85 b

Médias seguidas de pelo menos uma letra comum nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio.

Na Figura 60, verifica-se a manutenção da luminosidade dos produtos em todos os tratamentos até o nono dia de armazenamento com posterior declínio no último dia de armazenamento. A eficiência de tratamentos contendo ácido ascórbico, cloreto de cálcio e cisteína na prevenção do escurecimento, foi comprovada por REIS et al., (2004) ao estudar banana 'Prata' minimamente processada.

O ângulo de cor observado na Figura 60 mostra mudanças notáveis, onde as metades de pêssegos passaram de um amarelo-claro para amarelo-alaranjado, evidenciando a síntese de pigmentos, como carotenóides. Este comportamento foi notado principalmente nos produtos tratados com AA+CaCl₂, ácido cítrico e isoascorbato. Verifica-se ainda que, os tratamentos testemunha, e L-cisteína foram os mais eficientes na manutenção da cor dos produtos no período de armazenamento. MELO & VILAS BOAS (2006), observaram que em banana minimamente processada, a utilização de aditivos químicos foram efetivos na manutenção da cor dos produtos. De

acordo com CHITARRA & CHITARRA (2005), as modificações na coloração das frutas com o amadurecimento, são devidos tanto a processo de degradação como aos processos de síntese.

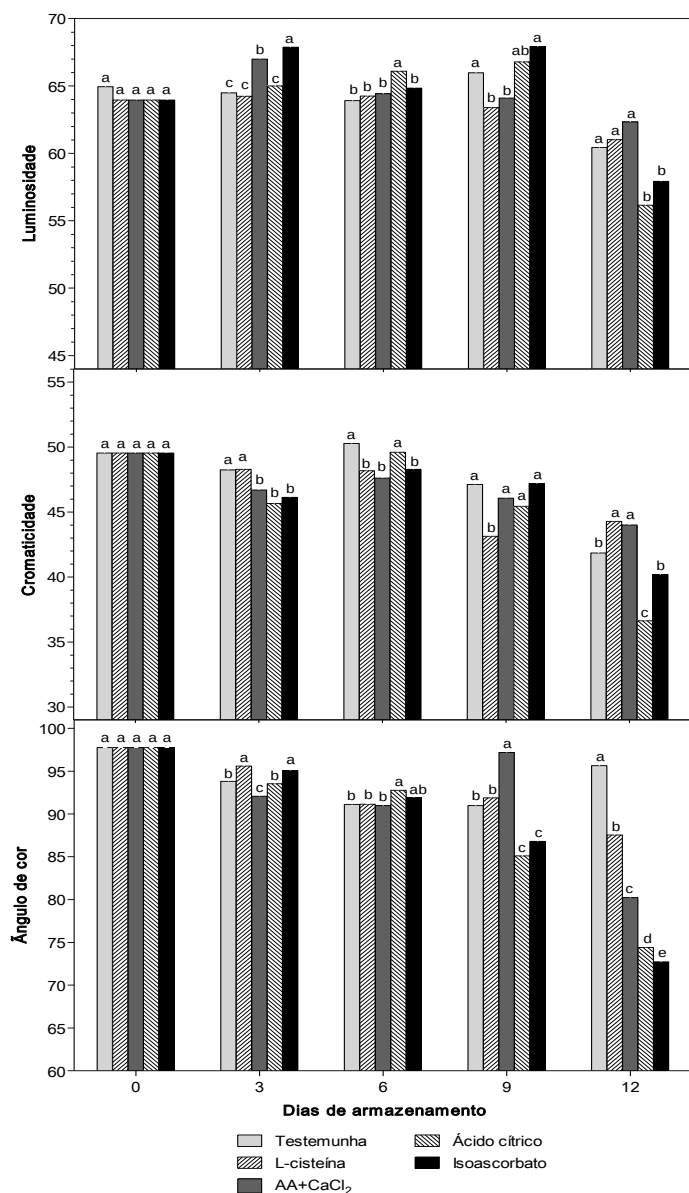


Figura 60. Variação da Coloração de pêssegos 'aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos naturais e armazenados a 3 °C e 65%UR. AA = ácido ascórbico; CaCl₂ = cloreto de cálcio. Em cada dia as letras diferentes, indicam diferenças estatísticas entre os resultados, pelo teste de Tukey (P<0,05).

Houve redução nos teores de O_2 e aumento nos de CO_2 a partir do terceiro dia de armazenamento, com posterior estabilização até o 12º dia independente dos tratamentos utilizados (FIGURA 61). Isto se deve ao acondicionamento dos produtos na embalagem de PVC, a qual criou uma barreira parcial à permeação dos gases (O_2 e CO_2) resultantes do processo respiratório. Apesar dos tratamentos não se diferenciarem significativamente, percebe-se que houve tendência, a partir do terceiro dia, de maior consumo de O_2 e maior acúmulo de CO_2 no interior das embalagens, para os produtos tratados com L-cisteína, o que indicaria maior atividade metabólica (respiratória). Os produtos da testemunha foram os que apresentaram os maiores teores de O_2 e menores de CO_2 . CHAGAS et al. (2008), trabalhando com pêssegos 'Regis' minimamente processados também verificaram sensível diminuição nas concentrações de O_2 no decorrer do armazenamento. Efeito contrário também foi observado nos teores de CO_2 . Isso evidencia em ambos os trabalhos, a boa permeabilidade do filme de PVC, proporcionando atmosfera otimizada para o produto (teores de O_2 próximos ao conteúdo em atmosfera normal com 16,85% ao 9º dia de armazenamento), evitando a ocorrência de anaerobiose.

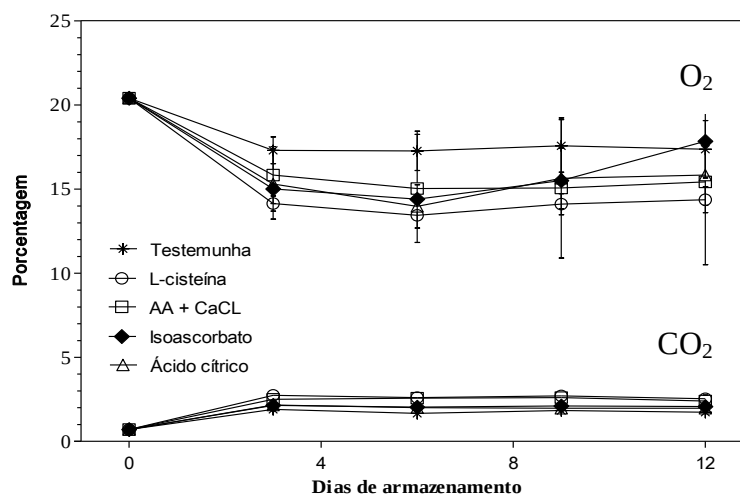


Figura 61. Composição atmosférica (% O_2 e % CO_2) no interior das embalagens contendo pêssegos 'aurora-1' minimamente processados, tratados com aditivos naturais e armazenados a 3 °C e 65%UR. AA = ácido ascórbico; $CaCl_2$ = cloreto de cálcio. Barras verticais indicam $\pm$ desvio padrão da média.

O antioxidante L-cisteína proporcionou aos produtos minimamente processados maior manutenção da composição química e com menor atividade das enzimas de escurecimento, proporcionando aos produtos uma melhor aparência externa. Porém sendo limitado pelo odor não característico da fruta. O antioxidante ácido ascórbico a 2% (testemunha), também conferiu boa aparência externa ao produto no final do armazenamento quanto a aparência e também pela manutenção da cor dos produtos.

5. CONCLUSÕES

De acordo com as condições que os experimentos foram executados, podemos concluir que:

- Pêssegos 'Aurora-1', colhidos no estágio de maturação "de vez", apresentaram melhor qualidade e maior duração dos seus produtos minimamente processados.
- A proteção com ácido ascórbico a 2% propiciou menor escurecimento enzimático aos produtos, garantindo-lhes boa aparência do produto.
- A embalagem PVC 14 µm proporcionou melhor conservação da aparência dos produtos.
- A refrigeração a 3°C garantiu aos produtos minimamente processados maior manutenção da qualidade.
- O antioxidante L-cisteína proporcionou melhor manutenção da aparência, com maior conservação dos produtos minimamente processados. Seu uso é limitado pelo odor atípico do produto.
- Pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados poderão ser comercializados por até nove dias, quando utilizados frutos "de vez" e associados à temperatura 3°C, a adição de ácido ascórbico a 2% e recobertos com filme de PVC 14 µm.

6. IMPLICAÇÕES

Pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados têm grande potencial para comercialização, porém ainda se deparam com alguns entraves para sua produção. A cultivar Aurora-1 apresenta o caroço preso à polpa, assim, há necessidade de desenvolver um método que possibilite a retirada do caroço sem causar danos à polpa (colapso interno).

No primeiro e no segundo experimento foi utilizado o composto enzimático Peelzym[®] da Novozymes S/A para promover o descasque dos pêssegos. Entretanto, sua ação enzimática também atuou na polpa ocasionando amolecimento e escurecimento do produto. Deste modo, recomenda-se o uso de facas para o descasque dos pêssegos em substituição ao produto utilizado. Assim, torna-se necessário a realização de mais estudos com produtos na pós-colheita para otimizar o processo de descasque.

As bandejas utilizadas neste experimento para acomodar os produtos minimamente processados foram de poliestireno rígido da marca Meiwa m-54. Contudo, não lhes proporcionou boa aparência comercial, tampouco proteção contra danos físicos, sendo assim, recomenda-se o teste de outros tipos de bandejas ou mesmo contentores.

O antioxidante L-cisteína, garantiu aos produtos melhor manutenção da qualidade e também maior vida útil aos produtos, entretanto, este produto ocasionou odor não característico do pêssego, o que limita sua utilização. Todavia, são necessários mais estudos a respeito deste antioxidante devido aos poucos trabalhos relatados.

7. REFERÊNCIAS

AGRIANUAL. **Anuário da agricultura brasileira** – FNP. São Paulo. Consultoria & Comércio, 2010.

AGUILA, J. S. del.; HEIFFG, L. S.; SASAKI, F. F.; MAIA, F. A.; ORTEGA, E. M. M.; KLUGE, R. A. Caracterização física de frutos de licheira tratados com cloreto de cálcio e armazenados sob baixa temperatura. Congresso Brasileiro de Fruticultura, 20. Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical horticulture, 54. Vitória. **Resumos**. Vitória, ES, 2008.

AHVENAINEN, R. New approaches in improving the shelflife of minimally processed fruits and vegetables. **Trends in Food Science and Technology**, Amsterdam, v.7, p. 179-187, 1996.

ALLAIN, C. C.; POON, L. S.; CHAN, C. S. G.; RICHMOND, W.; FU, P. C. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, New York. v. 20, p.470-475, 1974.

ALMEIDA, G. V. B. **Características qualitativas de pêssegos produzidos em Paranapanema-SP, safra 2005, e sua valorização no mercado atacadista de São Paulo**. 2006, 66f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2006.

ARAÚJO, J.M. Química de alimentos: **teoria e prática**. 2 ed. Viçosa: Editora UFV, 416p., 1999.

AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: W. Horwitz 16^a.ed. Washington, 850p. v.2. 1997.

BARMORE, C. R. Packaging technology for fresh and minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Westport, v.10, n.3, p. 207-217, 1987.

BEAULIEU, J. C.; GORNY, J. R. Fresh-cut fruits. **Agriculture Handbook**, New Orleans, n.66, 2004. Disponível em: www.ba.ars.usda.gov/hb66/146freshcutfruits.pdf. Acesso em 17 novembro, 2009.

BIALE, J.B.; YOUNG, R.E. Respiration and ripening in fruits- retrospect and prospect. In: FRIENDS, J.; RHODES, M.J.C. (Ed.) **Recent advances in the biochemistry of fruits and vegetables**. London: Academic Press, p. 1-37, 1981.

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

BLEINROTH, E. W. Colheita e armazenamento de frutas e hortaliças para processamento. **Boletim do Instituto de Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 19, p. 37-51, 1969.

BLEINROTH, E.W. Armazenamento de frutas e hortaliças: fundamentos teóricos da conservação pelo frio das frutas e hortaliças. **Boletim do ITAL**, Campinas, v.34, p.35-53, 1973.

BOLWELL, G.P.; COULSON, V.; RODGERS, M.W.; MURPHY, D.L.; JONES, D. Modulation of the elicitation response in cultured french bean cells and its implication for the mechanism of signal transduction. **Phytochemistry**, Elmsford, v..30, n.2, p.397-405, 1991.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A. Armazenamento de maçã cv. Gala em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n.2, p.55-60, 1995.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; GIEHL, R. F. H.; Armazenamento de pêssegos 'Chimarrita' em atmosfera controlada e sob absorção de etileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.431-435, mai-jun, 2003.

BRADY, C. Y. Fruit ripenig. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 38, p. 155-178, 1987.

BRAVERMAN, J. **Introducción a la bioquímica de los alimentos**. México: Omega. 355 p, 1978.

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

BREET, C.; WALDRON, K. **Physiology and biochemistry of plant cell walls**. London: Unwin Hyman, P. 193, 1990.

BURNS, J. K. Lightly processed fruits and vegetables: introduction to the colloquium. **HortScience**, Alexandria, v.30, n.12, p.14, 1995.

BURZO, I.; FUGEL, S.; DOBREANU, M.; CRACIUN, C. Research concerning the browning during storage of Afuz-ali grapes. **Lucrări Stiintifice**, Bucharest, v.19, p.55-61, 1988.

BUSH, D.S. Regulation of cytosolic calcium in plants. **Plant Physiology**, Washington, v.103, p.7-13, 1993.

CALBO, A. G.; MORETTI, C. L. **Penetrômetro a gás para avaliação da firmeza de frutos**. Disponível em:
http://www.cnph.embrapa.br/laborato/pos_colheita/penetrometro.htm. Acesso em 5/2/2010.

CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest btechnology of horticultural crops**. Oakland: University of California, 1992. p. 277-281.

CANTWELL, M. Preparation and quality of fresh cut produce. In: Encontro Naciolnal Sobre Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças. Viçosa, 2000. **Palestras**. Viçosa: UFV. p.156-182. 2000.

CARVALHO, A. V., LIMA, L. C. O. de. Modificação de componentes da parede celular e enzimas de kiwis minimamente processados submetidos ao tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e CaCl₂. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal (SP), v.22, n.3, p.386-390, 2000.

CARVALHO, A. V.; LIMA, L. C. de O. Qualidade de kiwis minimamente processado e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 679-685, 2002.

CARVALHO, P.S. **Aspectos fisiológicos e bioquímicos do Pêssego (*Prunus persica* (L) Batsch) cv. Riograndese e Eldorado sob regime de frigoconservação em embalagens com filmes de PVC**. 1998. 52f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Pelotas: Universidade Federal de Pelotas. 1998.

CENCI, S. A. Pesquisa em processamento mínimo de hortaliças no Brasil. In: Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 2. **Palestras**. Viçosa: UFV, p. 110-116, 2002.

CHAGAS, P. C.; SHIRAHIGE, F. H.; SILVA, P. P. M.; SPOTO, M. H. F.; CHAGAS, E.; PIO, R. Avaliação da qualidade de pêssegos 'Regis' minimamente processados. **Boletim CEPPA**, Curitiba. V.26, n.2, p.179-186, dez. 2008.

CHANTRACHIT, T. **Postharvest physiology of red ginger inflorescence (*Alpinia purpurata* Vieill K. Schum)**. 1999. 209 f. Dissertation (Doctor of Philosophy in Horticulturae) – University of Hawaii, Ann Arbor, 1999.

CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. p. 20, 21, 78.

CHITARRA, M.I.F., CARVALHO, V. D. Frutos temperados: pêssegos, ameixas e figos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, V.11, n.125, p.56-66, 1985.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras, ESAL-FAEPE, 310 p. 1990.

CHITARRA, A. B.; PRADO, M. E. T. **Utilização de atmosfera modificada e controlada em frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, p. 13-15, 23-25, 40-42, 2002.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças: Fisiologia e manuseio**. Lavras: Editora de Universidade Federal de Lavras, 785 p.2005.

CIVELLO, P. M.; MARTÍNEZ, G. A.; CHAVEZ, A. R.; AÑÓN, M. C. Peroxidase from strawberry fruit (*Fragaria ananssa* Duch): partial purification and determination of some properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v.43, n.10, p.2596-2601, 1995.

CLEMENTE, E.; PASTORE, G. M. Peroxidase and polyphenoloxidase, the importance for food technology. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 2 p. 167-171, 1998.

COELHO, A.H.R. **Efeito da idade de colheita sobre o grau de deterioração fisiológica e composição química das raízes de três cultivares de mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). Lavras, ESAL, 107p., 1992.

COSETENG, M.Y.; LEE, C.Y. Changes in apple polyphenoloxidase and polyphenol concentrations in relation to degree of browning. **Journal Food Science**. New York. v.52, n.4, p.985-989, 1987.

CRISOSTO, C.H.; LABAVITCH, J.M. Developing a quantitative method to evaluate peach (*Prunus persica*) flesh mealiness. **Postharvest Biology and Technology**, Alexandria, v.25, p.151-158, 2002.

CRUMIÉRE, F. Inhibition **of enzymatic browning in food products using bio-ingredients**. 2000. Thesis (Master of Science) Department of Science and Agricultural Chemistry, McGill University, Montreal. 2000.

CUNHA, L. C. **Caracterização do desenvolvimento de pêssegos ‘aurora 1’ e sua conservação pós-colheita em dois estádios de maturação**. 2007. 131 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B. de.; PINTO, D. M. Processamento mínimo de tangerinas armazenadas sob duas temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 308-313, 2008.

DAREZZO, H. M. Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa* L.) Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 2. **Palestras**. Viçosa: UFV, p. 117-124, 2000.

DAREZZO, H. M. **Conservação pós-colheita de pêssegos 'Aurora-1' e 'Bioti' acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob condição de ambiente e refrigeração.** 1998. 129f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

DELLA CRUZ, R. Understanding and evaluating fresh-cut produce. **Fresh-cut**, Washington, v.12, n.9, p.7-8, 2004.

DIAS, J. R. P. S.; MIGUEL, A. C. A.; SPOTO, M. H. F. Alterações físicas, químicas e sensoriais em melancia minimamente processada submetida a diferentes tipos de embalagens. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 4. I Simpósio Ibero-Americano de vegetais frescos cortados. São Pedro, SP. **Resumos**. Piracicaba: FEALQ, p. 146, 2006.

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

DUBOIS, M.; GILLEWS, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBER, P.A, SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington, v.28, n. 3, p. 350-356, 1956.

DURIGAN, J. F. Processamento mínimo de frutas. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 2. **Palestras**. Viçosa: UFV, p. 86-87, 2000.

ENDO, E.; SOARES, N. F. F. de.; SANTOS, D. A. A. dos.; BORGES, S. V.; FONTES, E. A. F. GONÇALVES, M. P. J. Alterações físicas e físico-químicas de batatas (*Solanum tuberosum* L.) minimamente processadas intercaladas com diferentes filmes ativos.

Alimentos e Nutrição, Araraquara, v.17, n.3, p.239-249, 2006.

EPIPHÂNIO, R. D. V.; CUNHA, L. C. Jr.; DURIGAN, M. F. B.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B. H. Temperaturas de armazenamento, tipos de preparo e de embalagens para goiabas minimamente processadas. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 4. Simpósio Ibero-Americano de vegetais frescos cortados, 1. São Pedro, SP. **Resumos**, Piracicaba, SP: FEALQ, p. 139, 2006.

FAGUNDES, A. F.; AYUB, R. A. Caracterização físico-química de caquis cv. Fuyu submetidos à aplicação de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0°C.

Acta Sci. Agron., v. 27, n. 3, p. 403-408, 2005.

FALEIROS, RRS. **Técnicas e experimentos de aulas práticas em bioquímica**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, p.1-6 (Apostila), 1978.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

Statistical Databases. Disponível em: < www.fao.org/waicent/portal/statistic_en.asp>.

Acesso em 17 novembro, 2006.

FARIA, J.A.F. Estabilidade de alimentos em embalagens plásticas. Apostila da Disciplina TP - 244 - **Embalagem e Estabilidade de Alimentos**. Campinas : Faculdade de Engenharia de Alimentos, Unicamp, 1990. 84p.

FENNEMA, O. **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acribia, P. 1095, 1993.

GIL, M. I.; GORNY, J. R.; KADER, A. A. Responses of 'Fugi' apple slice to ascorbic acid treatments and low-oxygen atmospheres. **HortScience**, Alexandria, v.32, n.2, p.305-309, 1998.

GIL, M.I.; TOMÄS-BARBERÄN, F.A.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A.A. Antioxidant capacities, phenolic compounds, carotenoids, and vitamin C contents of nectarine, peach, and plum cultivars from California. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, California, v.50, p.4976-4982, 2002.

GORNY, J.R.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A.A. Effects of fruit ripeness and storage temperature on the deterioration rate of fresh-cut peach and nectarine slices. **Hort-Science**. Davis, 33: p.110-113, 1998.

GORNY, J. R.; HESS-PIERCE, B.; KADER, A. A. Quality Changes in Fresh-cut Peach and Nectarine Slices as Affected by Cultivar, Storage Atmosphere and Chemical Treatments. **Journal of Food Science**, Davis, v.64, n. 3, p.429-432, 1999.

GORNY, J. R.; HESS-PIERCE, B.; CIFUENTES, R. A.; KADER, A. A. Quality changes in fresh-cut pear slice as affected by controlled atmospheres and preservatives. **Postharvest Biology and technology**, Wageningen, 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. **HortTechnology**, New York, v.2, n.3, p.303-309, 1992.

HARD, N. F. Características de los tejidos vegetales. In: FENNEMA, O. R. (Dir.) **Química de los alimentos**. Zaragoza: Acríbia, 2000. p. 1005-1009.

HEIMDAL, H.; KUHN, B.F.; POLL, L.; LARSEN, L.M. Biochemical changes and sensory quality of shredded and ma - package iceberg lettuce. **Journal of Food Science**, Chicago, v.60, n.6, p.1265-1268, 1995.

HEPPLER, P. K.; WAYNE, R .O. Calcium and plant development. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 36, p. 397-439, 1985.

INGHAM, L. M.; PARKER, M. L.; WALDRON, K. W. Peroxidase: changes insoluble and bound forms during maturation and ripening of apples. **Physiol. Plant.**, v. 102, p. 93-100, 1998.

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 da Costa Rica. **Resumos**. p.79-86. 2004.

JERÔNIMO, E. M.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas 'Palmer'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.22, n2, p.237-243, 2000.

JERÔNIMO, M.E.; BRUNINI, M. A.; ARRUDA, M. C.; CRUZ, J. C. S.; FISCHER, I. H.; GAVA, G. J. C. de. Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.28, n.3, p.417-426, 2007.

KADER, A. A. Postharvest biology and technology: an overview. In: KADER, A. A. (ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. 2ed. Califórnia: University of Califórnia, p. 15-20, 1992

KADER, A. A. Regulation of fruits physiology by controlled/modified atmosphere. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.398, p.59-70, 1995.

KANESIRO, M.AB., FALEIROS, R.R.S., BERLINGIERI, P.A, ALBERTINT P.E.G. Efeito de níveis de N e P sobre algumas características químicas de frutos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação. **Científica**, v.6, p. 229-35, 1982.

KASAT, G. F.; MATTIUZ, B.; OGASSAVARA, F. O.; BINACO, M. S.; MORGADO, C. M. A.; CUNHA, L. C. Injúrias mecânicas e seus efeitos em pêssegos 'Aurora-1'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, V.29, n.2,p.318-322, 2007.

KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P. Shelf life of peaches treated with 1-methylcyclopropene. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.59, n.1, p.69-72, 2002.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELO, J. C.; BILHAVA, A. B. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de frutas de clima temperado**. Campinas, p.214, 2002.

KLUGE, R. A.; VITTI, M. C. D. JACOMINO, A. P. Beterraba minimamente processada: praticidade e economia de tempo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, 2003.

KLUGE, R. A.; VITTI, M. C. D. Processamento mínimo de beterraba. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 3.Viçosa, 2004, **Resumos**. Viçosa: UFV, p. 82-90, 2004.

LAGRIMINI, L.M. Wound-induced deposition of polyphenol in transgenic plants overexpressing peroxidase. **Plant Physiology**, Washington, v.96, n.2, p.577-583, 1991.

LAURILA, E.; KERVINEN, R. Y.; AHVENAINEN, R. The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits. **Postharvest News and Information**, v. 9, n. 4, p. 53-66, 1998.

LEE, L.; ARUL, A.; LENCKI, R.; CASTAIGNE, F. A review on modified atmosphere packaging and preservation of fresh fruits and vegetables: physiological basis and practical aspects. **Packaging Technology Science**, v. 8, p.315-331, 1995.

LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A.M. Poliaminas e atividade da peroxidase em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob estresse salino. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n.1, p.21-25, 1999.

LIMA, L. C; BRACKMANN, A.; CHITARRA, M. I. F.; VILAS BOAS, E. V. B. de.; REIS, J. M. R. Armazenamento de maçãs cv. Royal Gala sob refrigeração e atmosfera controlada. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v.26, n.2, p.354-361, mar./abr., 2002

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

MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R. The biochemistry and control of enzymatic browning. **Trends in Food Science & Technology**, v.6, 195-200, 1995.

MATTIUZ, B. H. **Injúrias mecânicas e processamento mínimo de goiabas: fisiologia e qualidade pós-colheita**. 2002, 120 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2002.

MATTIUZ, B. H.; MIGUEL, A. C. A.; NACHTIGAL, J.C.; DURIGAN, J. F.; CAMARGO, U. A. Processamento mínimo de uvas de mesa sem semente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, vol.26, no.2, p.226-229, 2004.

Mc EVILY, A. J.; IYENGAR, R.; OTWELL, T. Inhibition of enzymatic browning in foods and beverages. **Food Science**. v.32, p. 253-273, 1992.

McCREADY, R. M.; McCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic materials in fruit. **Analytical Chemistry**, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, 1952.

MEDLICOTT, A. P.; BHOGOL, M.; REYNOLDS, S. B. Changes in peel pigmentation during ripening of mango fruit (*Mangifera indica* var. Tommy Atkins). **Annals of Applied Biology**, London, v.109, n.3, p.651-656, 1986.

MELO, A. A. M.; LIMA, L. C. O. Influência de três diferentes embalagens de pvc na vida pós-colheita de nêspera. **Ciênc. agrotec.**, Lavras. V.27, n.6, p.1330-1339, 2003.

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. B. de Inibição do escurecimento enzimático de banana maçã minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.26, n.1, p.110-115, 2006.

MILLER, G. L. "Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar." **Analytical Chemistry**, Michigan, vol.31, n. 3, p. 426-428., 1959.

MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeding to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, p.49, 1994.

MORETTI, C. L. O Segredo do Sucesso e a Qualidade. In: EMBRAPA. **Iniciando um Pequeno Grande Negócio Agroindustrial**. Hortaliças Minimamente Processadas. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 133p. 2003.

MORETTI, C. L. Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças, Brasília: Embrapa Hortaliças, SEBRAE, p. 531, 2007.

NETER, J.; WASSERMANN, W.; WHITMORE, G. A. **Applied linear statistical models**. Massachusetts: Allyn and Bacon, Inc. 1978. 745p.

NICOLAS, J. J.; RICHARD-FORGET, F. C.; GOUPY, P. M.; AMIOT, M. J.; AUBERT, S. Y. Enzymatic browning reaction in apple and apple products. **Critical Reviewi Food Science Nutrition**, v. 34, p. 109-157, 1994.

NUNES, E. E.; BOAS, B. M. V.; CARVALHO, G. L.; SIQUEIRA, H. H.; LIMA, C. O. Vida útil de pêssegos 'Aurora 2' armazenados sob atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.3, p. 438-440, 2004.

OJIMA, M.; DALL'ORTO, F. A. C.; BARBOSA, W.; MARTINS, F.P.; DOS SANTOS, R. R.; RIGITANO, O. 'Aurora-1' e 'Aurora-2': novas cultivares de pêssego doce de polpa amarela. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, **Anais**. Fortaleza, p. 422-426, 1992.

OLIVEIRA, M. A. de; CEREDA, M. P. Pós-colheita de pêssegos (*Prunus persica* (L.) Batsch) revestidos com filmes à base de amido como alternativa à cera comercial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23 (Supl), p.28-33, dez. 2003.

PENTEADO, S. R. **Fruticultura de clima temperado em São Paulo**. Campinas: Fundação Cargill, p. 55-91, 1986.

PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C.; ROBERTO, S. R. **Tecnologia para a cultura do pessegueiro em regiões tropicais e subtropicais**. Jaboticabal: Funep, 62p. 2002.

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

PINHEIRO, A. C. VILAS BOAS, E. V. B. de.; TEIXEIRA, M.; MESQUITA, C. Qualidade de abacate minimamente processado. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 3. Viçosa, 2004, **Resumos**. Viçosa: UFV, p. 148, 2004.

PINTO, A. R. C. da. **Qualidade microbiológica de frutas e hortaliças minimamente processadas: uma revisão**. 2007, 36 p. Monografia (Tecnologia de Alimentos) Brasília: Universidade de Brasília, 2007.

PIROVANI, M. E.; PIAGENTINI, A. M. ; GUEMES, D. R. ; DIPENTINA, J. H. Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. **Journal of Food Quality**. v.22, p.475-484, 1998.

POCASANGRE ENAMORADO, H. E. P.; FINGER, F.L., BARROS, R.S., PUSCHMANN, R. Development and ripening of yellow passion fruit. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, v. 70, n. 4, p. 573-576, 1995.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 10, n. 1, p. 86-89, 1986.

PRADO, M.E.T.; CHITARRA, A.B.; BONNAS, D.S.; PINHEIRO, A.C.M.; MATTOS L.M. Armazenamento de abacaxi 'Smooth Cayenne' minimamente processado sob refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 67-70, 2003.

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

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

REIS, C. M. F. **Manutenção da qualidade da banana 'Prata' minimamente processada**. 2002, 92 p, dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2002.

REIS K. C; PEREIRA, J.; LIMA, L. C. O. Efeito do lactato de cálcio e do ácido ascórbico sobre a qualidade do minimilho minimamente processado. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 3., 2004, Viçosa.

Palestras, resumos e oficinas...Viçosa: UFV, p.168. 2004

REIS, C.M.F.; VILAS BOAS, E.V. de B.; BOARI, C.A.; PÍCCOLI, R.H. Qualidade e vida de prateleira de banana prata minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 3, p. 702-708, 2004.

RICHARD-FORGET, F.C.; GOUPY, P.M.; NICOLAS, J.J. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2. kinetic studies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2.108-2.113, 1999.

ROSA, O. O.; CARVALHO, E. P. Implementação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) para o controle de qualidade de produtos minimamente processados. **Revista Higiene Alimentar**, São Paulo, v.18, n.123, 2004.

ROSEN, J. C.; KADER, A.A. Postharvest physiology and quality maintenance of sliced pears and strawberry fruits. **Journal Food Science**. Davis, V.54, p. 656, 1989.

SACHS, S. C.; CAMPOS, A. D. O pessegueiro. In: MEDEIROS, C. A. B.; RASEIRA M. C. B. **A cultura do pessegueiro**. Brasília: Embrapa, p. 13-19, 1998.

SAENZ, C.; SEPÚLVEDA, E.; NAVARRETE, A.; RUSTOM, A. Influence of harvest season on the characteristics of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) and its juice. **Food Science and Technology International**, v. 4, n. 1, p. 45-51, 1998.

SALTVEIT, M.E. Fresh-cut vegetables. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker. Cap.22, p.691-712, 2003.

SAPERS, G. M.; ZOILKOWSKI, M. A. Comparison of erythorbic and ascorbic acids as inhibitors of enzymatic browning in apple. **Journal Agric. Food Chemistry**. 52:1732-1733, 1987.

SAPERS, G. M. Browning of food: Control by sulfites, antioxidants and other means. **Food Technology**, v.47, p. 75-84, 1993.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L. Browning inhibition in fresh-cut pears. **Journal of Food Science**, v. 63, n. 2, p. 342-346, 1998.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; PADULA, M.; COLTRO, L.; ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. **Embalagens plásticas flexíveis - principais polímeros e avaliação de propriedades**. Campinas, ITAL/ CETEA, 2002. 267p.

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

SAS INSTITUTE INC. **SAS System for Microsoft Windows**: release 9.1.2, Cary, NC, USA, 2004.

SATO, G. S. Produção de pêssegos de mesa e para indústria no Brasil. **Informações Econômicas**, São Paulo, v.31, n.6, p.61-63, 2001.

SWANSON, B.G., BERRIOS, J.J., PATTERSON, M.E. Selection of packing materials for minimally processed foods: safety considerations. *In*: ATTERSSON, M.E. (Ed.). **Advances in minimally processed food packing**. [s.l.] : Blackin Academic and Professional, 465p, 1995.

SHEWFELT, R.L.; HEATON, E.K.; BATAL, K.M. Non destructive color measurement of fresh broccoli. **Journal of Food Science**, Chicago, v.49, n.8, p.1612, 1987.

SHEWFELT, R. L. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. **Food Tecnology**. Chicago, n.5, p. 70-80, 1986.

SHEWFELT, R. L.; HEATON, E. K.; BATAL, K. M. Non destructive color meansurement of fresh broccoli. **Journal of Food Science**, Chicago, v.49, n.8, p.1612, 1987.

SILVA, V. V.; SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Efeito da embalagem em temperatura de estocagem na conservação de mandioca minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 6, n. 2, p. 197-202, 2003.

SKURA, B. J.; POWRIE, W. D. Modified atmosphere packing of fruits and vegetables. In: **Vegetable Processing**. NY: VCH Publishers, 279p. 1995.

SOARES, N. F. F. de. Efeito da embalagem na conservação de produtos minimamente processados. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 3. Viçosa, 2004, **Palestras**. Viçosa: UFV, p. 53-56, 2004.

SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M.; MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Celso Luiz Moretti. Embalagens. Brasília: Embrapa Hortaliças e SEBRAE, p. 153-169. 2007.

SOUZA, J.S.; CARDOSO, C.E.L.; FOLEGATTI, M.I.S.; MATSURA, F.C.A.U. Mercado Mundial. **Maracujá**. Póscolheita. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2002. 51p. (Frutas do Brasil, 23)

SOUZA, A. L. B. de; CHITARRA, M.I.F., CHITARRA, A.B., MACHADO, J. C. da,. Respostas bioquímicas em tecidos de pêsego ferido mecanicamente e tratado com CaCl_2 no local da injúria. **Ciência e. agrotecnologia**, Lavras, v.23, n.3, p.658-666, 1999.

SOUZA, B. S. de; DURIGAN, J. F.; DONADON, J. R.; MIGUEL, A. C. A. Qualidade dos produtos minimamente processados da manga ‘Palmer’ em dois estádios de maturação. III Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Resumos**. Viçosa: UFV, p. 140, 2004.

SOUZA, R. A. M. de; SILVA, R. de O.; MANDELLI, C. S. ; TASCO, A. M. P. Comercialização Hortícola: análise d alguns setores de mercado varejista de São Paulo. **Informação Econômica**, São Paulo, v.28, n.10, p.7-23, 1998.

TEIXEIRA, M.C.R. **Parâmetros físicos e químicos de dez variedades de pessegueiros**. Lavras, 1979. 142p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Escola Superior de Agronomia de Lavras. 1979.

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

TEIXEIRA. G. H. A. Carambola (*Averrhoa carambola* L.): Um estudo de caso para o processamento mínimo. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 3, Viçosa. **Palestras**. Viçosa: UFV, p. 101-110, 2004.

TEIXEIRA, M.C.R. **Parâmetros físicos e químicos de dez variedades de pessegueiros**. Lavras: ESAL, 1979. 142p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).

TRESSLER, D.L.; JOSLYN, M.A., **Fruits and vegetables juice-processing technology**. Westport, Con. The AVI Publications, 1961. 1028 p.

UDDIN, M. S. Degradation of ascorbic acid in dried guava during storage. **Journal of Food Engen.**, v. 51, p. 21-26, 2002.

VÁMOS-VIGYÁZÓ, L. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science Nutrition**, v. 12, p.49-127, 1981.

VANETTI, M. C. D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. III Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Palestras**. Viçosa: UFV. p. 30-32. 2004.

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

VILAS-BOAS, E. V. de B.; KADER, A. A. Effect of atmospheric modification, 1-MCP and chemicals on quality of freshcut banana. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, p.155-162, 2006.

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

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. O. de.; VILAS BOAS, E. V. B. ; COELHO, A. H. R. Avaliação da qualidade de mangas 'Tommy Atkins' minimamente processadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.3, p. 540-543, 2004.

VILAS BOAS, E. V. B. de. Frutas minimamente processadas: Banana. Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 3, Viçosa, 2004, **Palestras**. Viçosa: UFV, p. 111- 121, 2004.

VITTI, M. C. D.; KLUGE, R. A.; JACOMINO, A. P.; LIMA, G. P. P. Tratamento térmico para controle da lanosidade em pêssegos 'Dourado-2' refrigerados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.12, 2007

VITTI, M. C. D.; 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.

WANG, T.; GONZALES, A. R.; GBUR, E. E.; ASELAG, J. M. Organic acid changes during ripening of processing peaches. **Journal of Food Science**, Chicago, v.58, n.3, p.631-632, 1993.

WATADA, A. Effects of ethylene on the quality of fruits and vegetables. **Food Technology**, Beltsville, v. 40, n. 5, p. 8285, 1986.

WATADA, A. E.; QI, L. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**. Beltsville, v. 15. p. 2001-205. 1999.

WILEY, R. C. Métodos de conservación de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. In: WILEY, R. C. (Ed.). Frutas y hortalizas mínimamente procesadas y refrigeradas. Zaragoza: **Editorial Acribia**, 1997.

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

WILLS, R. B. H. ; LEE, T. H. ; GRAHAM, D. ; McGLASSON, W. B.; HALL, E. G.

Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. 2. ed. Kensington: New South Wales University Press, 161p .1982.

WOODS, J.L. Moisture loss from fruits and vegetables. **Postharvest News and Information**, Florida, v.1, n.3, p.195-199, 1990.

XISTO, A. L. R. P.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D. Textura de goiabas “pedro sato” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 1, p. 113-118, 2004

YAMASHITA, F. Filmes e revestimento biodegradáveis aplicados a frutas e hortaliças minimamente processadas. III Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças. **Palestras**. Viçosa: UFV, p. 57-62, 2004.

ZAGORY, D. Principles and practice of modified atmosphere packaging of horticultural commodities In: Farber JM, Dodds KL (eds) **Principles of modified-atmosphere and sous vide product packaging**. Technomic Publishing Co Inc, pp 174–206, 2000.

ZANETE, F.; BIASE, L. A. Introdução às fruteiras de caroço. In: MONTEIRO, L. B. et al. (Ed). **Fruteiras de caroço: uma visão ecológica**, Curitiba: UFPR, p.1-4, 2004.

APÊNDICE

Tabela 1. Análise de variância dos resultados relativos a firmeza (FIR), teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), pH, açúcares solúveis (AS) e redutores (AR), ácido ascórbico (AA), pectina solúvel (PS) e total (PT) e atividade da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO) de pêssegos submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3 °C e 65 % UR.

Causas de variação	Probabilidade > F										
	FIR	SS	AT	pH	AS	AR	AA	PS	PT	POD	PPO
Trat. (A)	0,0215	0,0142	0,0216	0,0225	0,0193	0,0331	0,0260	0,0305	0,0233	0,1250	0,0290
D. armazen. (B)	0,0036	0,3265	0,0011	0,1142	0,0403	0,0225	0,0010	0,0250	0,0963	0,1122	0,0052
Int. (A x B)	0,3022	0,0014	0,0009	0,1542	0,1030	0,0063	0,0162	0,0215	0,2410	0,6322	0,0341
Erro padrão	0,348	0,061	0,004	0,027	0,222	0,024	0,034	0,003	0,035	5,03E-5	0,002
CV (%)	4,54	2,23	6,14	2,27	6,56	6,20	13,96	11,72	3,65	7,12	6,68

Tabela 2. Análise de variância dos resultados relativos a coloração da polpa (luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue)) de pêssegos submetidos ao processamento mínimo, em dois estádios de maturação, e armazenados a 3 °C e 65 % UR.

Causas de variação	Probabilidade > F		
	L	C	Hue
Tratamentos (A)	0,1205	0,0205	0,0322
Dias de armazen. (B)	0,0002	0,0020	0,0012
Interação (A x B)	0,2551	0,3112	0,2143
Erro padrão	0,277	0,245	0,0307
CV (%)	1,38	1,55	1,21

Tabela 3. Análise de variância dos resultados relativos a firmeza (FIR), teores de sólidos solúveis (SS), de acidez titulável (AT), pH, açúcares solúveis (AS) e redutores (AR), ácido ascórbico (AA), pectina solúvel (PS) e total (PT) e atividade da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO) de pêssegos minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3 °C e 65% UR.

Causas de variação	Probabilidade > F										
	FIR	SS	AT	pH	AS	AR	AA	PS	PT	POD	PPO
Trat. (A)	0,0030	0,1250	0,0230	0,0182	0,0302	0,0311	0,0222	0,0292	0,0401	0,0210	0,0322
D. armaz. (B)	0,3220	0,0062	0,0032	0,0022	0,0016	0,0258	0,0008	0,0215	0,0321	0,1200	0,0012
Int. (A x B)	0,5246	0,3627	0,3692	0,0053	0,0308	0,0211	0,0236	0,0392	0,0061	0,0021	0,0005
Erro padrão	0,695	0,208	0,316	0,019	0,149	0,021	0,043	0,005	0,005	0,485	0,004
CV (%)	8,70	7,71	9,13	1,71	4,99	4,15	12,52	12,52	4,26	8,91	8,44

Tabela 4. Análise de variância dos resultados relativos a coloração da polpa (luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue)) de pêssegos minimamente processados, tratados com ácido ascórbico ou cloreto de cálcio, e armazenados a 3 °C e 65% UR.

Causas de variação	Probabilidade > F		
	L	C	Hue
Tratamentos (A)	0,1125	0,0254	0,0224
Dias de armaz. (B)	0,0063	0,0002	0,0000
Interação (A x B)	0,2530	0,0329	0,3622
Erro padrão	0,247	0,243	0,513
CV (%)	1,22	1,60	2,05

Tabela 5. Análise de variância dos resultados relativos a firmeza (FIR), teores de sólidos solúveis (SS), de acidez titulável (AT), pH, açúcares solúveis (AS) e redutores (AR), de ácido ascórbico (AA), pectina solúvel (PS) e total (PT) e atividade POD e PPO de pêssegos minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob refrigeração (3 °C e 65% UR).

Causas de variação	Probabilidade > F										
	FIR	SS	AT	pH	AS	AR	AA	PS	PT	POD	PPO
Trat. (A)	0,0208	0,0321	0,0355	0,0215	0,0222	0,0193	0,0352	0,0021	0,0392	0,0401	0,0267
D. arm. (B)	0,0065	0,0052	0,0009	0,0030	0,0045	0,0008	0,0032	0,0277	0,0371	0,0041	0,0011
Int. (A x B)	0,0063	0,0332	0,0268	0,0024	0,0019	0,0241	0,0311	0,0384	0,3259	0,0026	0,0029
Erro padrão	0,483	0,098	0,017	0,008	0,302	0,038	0,015	0,002	0,016	0,001	0,003
CV (%)	5,99	3,05	8,04	0,69	10,31	6,96	8,38	8,02	12,54	24,02	16,33

Tabela 6. Análise de variância dos resultados relativos a coloração da polpa (luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue)) de pêssegos minimamente processados, acondicionados em diferentes embalagens e armazenados sob refrigeração (3 °C e 65% UR).

Causas de variação	Probabilidade > F		
	L	C	Hue
Tratamentos (A)	0,3261	0,1245	0,2103
Dias de armazen. (B)	0,0009	0,0025	0,0012
Interação (A x B)	0,2033	0,1221	0,2453
Erro padrão	0,261	0,367	0,296
CV (%)	1,33	3,11	1,15

Tabela 7. Análise de variância dos resultados relativos a aparência (AP), teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis acidez titulável (SS/AT) pH, açúcares solúveis (AS) e redutores (AR), ácido ascórbico (AA), pectina solúvel (PS) e total (PT), solubilização (SOL) e atividade da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO) de pêssegos submetidos ao processamento mínimo, em diferentes tipos de cortes (1/2, 4 e 8) e armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C e 65 % UR.

Causas de variação	Probabilidade > F											
	AP	SS	AT	SS/AT	pH	AS	AR	AA	PS	PT	POD	PPO
Temp. (A)	0,0002	0,3257	0,0961	0,0345	0,5280	0,0018	0,0012	0,0019	0,0014	0,0052	0,0003	0,0004
Cortes (B)	0,7123	0,0003	0,4521	0,1005	0,5784	0,0203	0,1254	0,0001	0,7536	0,4562	0,0014	0,2631
D. armazen (C)	0,0009	0,0011	0,8964	0,0000	0,0036	0,0002	0,0016	0,0012	0,0052	0,0025	0,0012	0,0025
Int. (AxB)	0,0126	0,0652	0,0654	0,8768	0,9632	0,5486	0,0006	0,0022	0,2541	0,0042	0,0056	0,0402
Int. (AxC)	0,0010	0,2581	0,2587	0,3231	0,4578	0,0009	0,0023	0,0051	0,0062	0,0030	0,0015	0,0041
Int. (BxC)	0,3692	0,0965	0,1478	0,3695	0,2541	0,0018	0,0063	0,0011	0,0320	0,6923	0,0048	0,0013
Int. (AxBxC)	0,6025	0,1587	0,3692	0,2117	0,0698	0,0041	0,0033	0,0032	0,0071	0,0062	0,0002	0,0028
Erro padrão	0,373	0,425	0,006	0,690	0,029	0,024	0,542	0,062	0,036	0,028	0,006	0,012
CV (%)	13,74	3,91	8,78	8,95	2,29	6,67	4,93	15,84	7,34	9,19	8,27	9,24

Tabela 8. Análise de variância dos resultados relativos a coloração da polpa (luminosidade (L*), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue) de pêssegos submetidos ao processamento mínimo, em diferentes tipos de cortes (1/2, 4 e 8) e armazenados a 3 °C, 6 °C e 9 °C e 65 % UR.

Causas de variação	Probabilidade > F		
	L*	C	Hue
Temp.(A)	0,0036	0,1242	0,1452
Cortes (B)	0,0153	0,0135	0,0022
Dia de armazenamento (C)	0,0241	0,0263	0,0012
Int. (AxB)	0,3102	0,2103	0,1023
Int. (AxC)	0,2801	0,1226	0,0852
Int. (BxC)	0,0362	0,0401	0,0002
Int. (AxBxC)	0,0011	0,0023	0,0010
Erro padrão	0,249	0,213	0,313
CV (%)	5,16	6,93	3,38

Tabela 9. Análise de variância dos resultados relativos a aparência (AP), teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis acidez titulável (SS/AT), pH, açúcares solúveis (AS) e redutores (AR), ácido ascórbico (AA), pectina solúvel (PS) e total (PT), solubilização (SOL), e atividade da peroxidase (POD) e da polifenoloxidase (PPO) de pêssegos minimamente processados, tratados com L-cisteína, ácido ascórbico + cloreto de cálcio, ácido cítrico ou isoascorbato de sódio armazenados sob refrigeração (3°C e 65% UR).

Causas de variação	Probabilidade > F												
	Ap	SS	AT	SS/AT	pH	AS	AR	AA	PS	SOL	PT	POD	PPO
Trat. (A)	0,0002	0,0025	0,0009	0,0000	0,6852	0,0056	0,0014	0,0003	0,0008	0,0000	0,0025	0,0021	0,0002
D. armazen. (B)	0,0062	0,0000	0,0002	0,0000	0,3136	0,0021	0,0060	0,0011	0,000	0,0000	0,0009	0,0060	0,0007
Int. (A x B)	0,0011	0,2711	0,0032	0,0000	0,4678	0,0006	0,0004	0,0071	0,0004	0,0000	0,0004	0,0001	0,0010
Erro padrão	0,149	0,161	0,01	0,601	0,031	0,189	0,056	0,455	0,003	0,525	0,019	0,0001	0,003
CV (%)	7,15	2,66	5,02	6,04	1,25	4,50	5,73	12,46	10,48	12,44	9,68	9,55	9,60

Tabela 10. Análise de variância dos resultados relativos a coloração da polpa (luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo de cor (Hue)) de pêssegos minimamente processados, tratados com L-cisteína, ácido ascórbico + cloreto de cálcio, ácido cítrico ou isoascorbato de sódio armazenados a 3 °C e 65% UR.

Tratamentos	Probabilidade > F		
	L	C	Hue
Tratamentos (A)	0,7521	0,3069	0,0262
Dias de armazenamento (B)	0,0211	0,0366	0,0304
Interação (A x B)	0,1247	0,5063	0,0198
Erro padrão	1,308	1,549	1,245
CV (%)	3,54	5,77	2,66

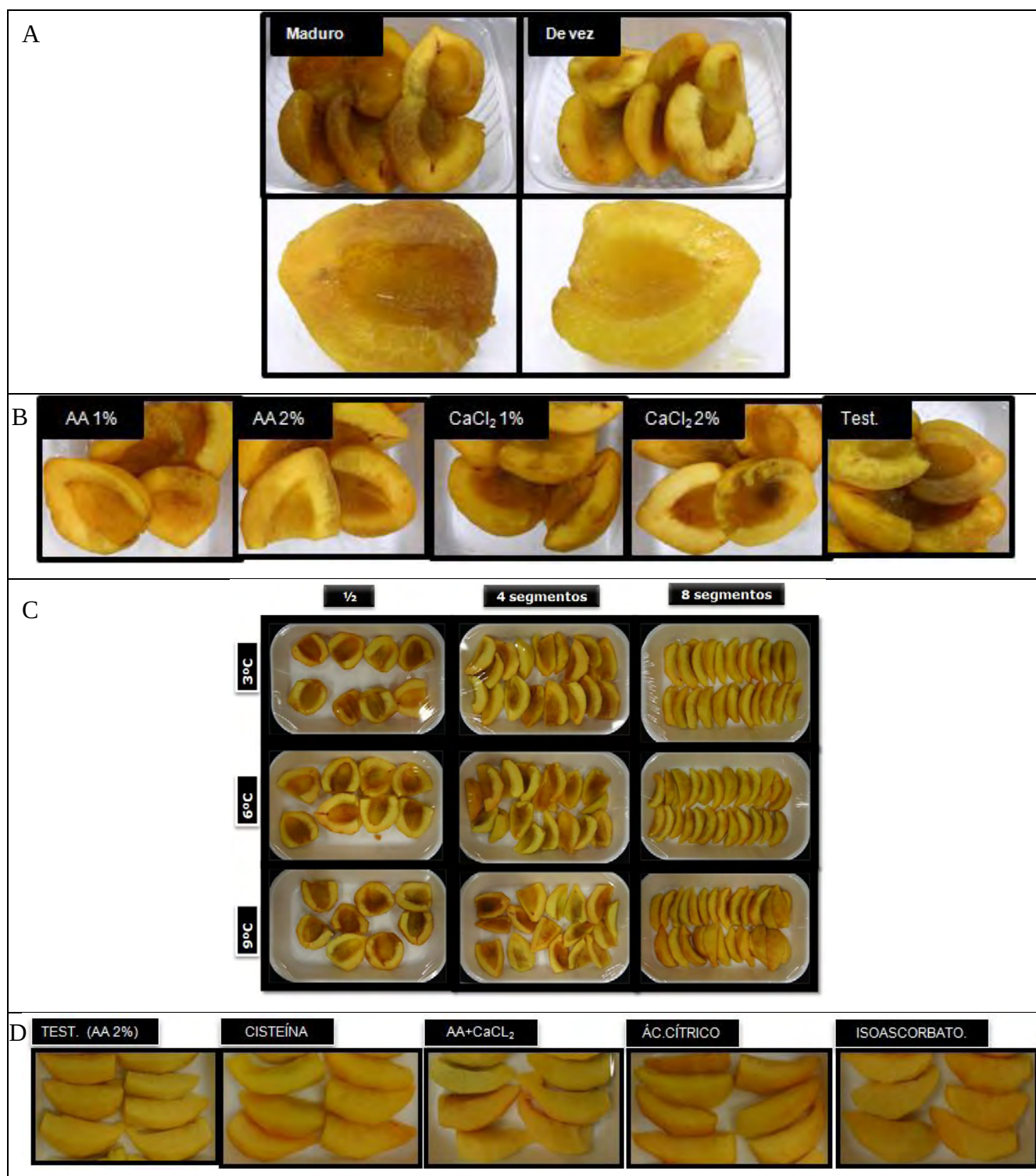


Foto 1. Pêssegos 'Aurora-1' minimamente processados após 12 dias de armazenamento a 3 °C (A) Experimento 1; (B) Experimento 2; (C) Experimento 4 e (D) Experimento 5.



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: PROCESSAMENTO MÍNIMO DE PÊSSEGO 'AURORA-1': ESTÁDIOS DE MATURAÇÃO, EMBALAGENS, TEMPERATURAS DE CONSERVAÇÃO E ADI TIVOS NATURAIS.

AUTOR: RAMILO NOGUEIRA MARTINS

ORIENTADOR: Dr. BEN-HUR MATTIUZ

Co-Orientador(a): Dra. CLAUDIA FABRINO MACHADO MATTIUZ

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) pela Comissão Examinadora:

Dr. BEN-HUR MATTIUZ

Dr. JOSE FERNANDO DURIGAN

Dr. JOSÉ MARIA MONTEIRO SIGRIST

Dra. MARIA LUZENIRA DE SOUZA

Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES

Data da realização: 13 de maio de 2010.

Presidente da Comissão Examinadora
Dr. BEN-HUR MATTIUZ