



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

**QUALIDADE DO MELÃO TIPO ORANGE
FLESH MINIMAMENTE PROCESSADO,
ARMAZENADO SOB ATMOSFERA
MODIFICADA ATIVA**

**FRANCISCA MARTA MACHADO CASADO DE
ARAÚJO**

2003

55847

048006

FRANCISCA MARTA MACHADO CASADO DE ARAÚJO

**QUALIDADE DO MELÃO TIPO ORANGE FLESH MINIMAMENTE
PROCESSADO, ARMAZENADO SOB ATMOSFERA MODIFICADA
ATIVA**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação Strito Sensu em Ciência dos
Alimentos, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador

Prof. Dr. Adimilson Bosco Chitarra

**LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL**

2003

Araújo, Francisca Marta Machado Casado de
Qualidade do melão tipo Orange Flesh minimamente processado,
armazenado sob atmosfera modificada ativa / Francisca Marta
Machado Casado de Araújo. -- Lavras : UFLA, 2003.
69 p. : il.

Orientador: Adimilson Bosco Chitarra.

Tese (Doutorado) - UFLA.

Bibliografia.

I. Melão. 2. Atmosfera modificada. 3. Processamento mínimo. 4.
Qualidade. 5. Parede celular. I. Universidade Federal de Lavras. II.

Título.

CDD-664.80561

FRANCISCA MARTA MACHADO CASADO DE ARAÚJO

**QUALIDADE DO MELÃO TIPO ORANGE FLESH
MINIMAMENTE PROCESSADO, ARMAZENADO SOB ATMOSFERA
MODIFICADA ATIVA**

Tese apresentada à Universidade Federal de
Lavras como parte das exigências do Programa
de Pós-Graduação Strito Sensu em Ciência dos
Alimentos, para obtenção do título de "Doutor".

APROVADA em : 24 de abril de 2003

Profa. Dra. Maria Isabel Fernandes Chitarra UFLA

Profa. Dra. Patrícia de Fátima P. Goulart UNILAVRAS/FACISA

Prof. Dr. Eduardo V. de Barros Vilas Boas UFLA

Profa. Dra. Roberta H. Piccoli-Valle UFLA


Prof. Dr. Admilson Bosco Chitarra
UFLA
(Orientador)

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL**

Aos meus pais, Francisco Casado e Maria do Carmo.

Aos meus irmãos, Márcia, Cícero José e Júnior.

Aos meus familiares e amigos.

OFEREÇO.

*Aos meus amores,
Antônio Vitor e Gabriel,*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por mais uma realização.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos, pela oportunidade de realização deste curso.

A Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, pela liberação e a todos os colegas, pelo incentivo.

A CAPES-PICDT, pela concessão de bolsa para realização deste trabalho.

Ao professor Adimilson Bosco Chitarra, pela orientação, confiança e amizade.

Aos professores Eduardo Valério, Maria Isabel, Patrícia Goulart e Roberta Picolli, pelo apoio e valiosas sugestões.

Aos professores do curso, pelos ensinamentos e companheirismo.

As laboratoristas Tina, Sandra e Mércia, pela contribuição e amizade.

Aos funcionários e colegas do DCA, pelo convívio e apoio.

Aos amigos Herbert, Xisto, Emília Cristina e Marlúcia, pela valiosa amizade.

À amiga Alicia, pelo carinho e eterna amizade.

Ao amigo Rogério Amaro, pela ajuda e sugestões nas análises estatísticas

A Antônio Vitor, meu amado esposo, pelo apoio na montagem do experimento, pela ajuda na condução das análises estatísticas e pelo amor e estímulo durante todo o meu trabalho.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO	03
2.1 Aspectos gerais.....	03
2.2 Fatores de qualidade em melão	04
2.3 Produtos minimamente processados.....	05
2.3.1 Alterações fisiológicas e bioquímicas do tecido vegetal.....	05
2.3.2 Hidrolases de parede celular e degradação de poliuronídeos em produtos minimamente processados.....	08
2.3.3 Fatores que afetam a qualidade dos produtos minimamente processados	10
2.3.4 Métodos de conservação	12
2.3.4.1 Atmosfera modificada.....	13
2.3.5 Aspectos microbiológicos	16
2.3.6 Importância da qualidade sensorial.....	17
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Procedência dos frutos	20
3.2 Processamento dos frutos.....	20
3.3 Avaliações físicas, químicas, físico-químicas e bioquímicas na polpa	21

3.3.1 pH.....	21
3.3.2 Acidez total titulável (ATT).....	21
3.3.3 Sólidos solúveis totais (SST).....	21
3.3.4 Açúcares solúveis totais (AST).....	22
3.3.5 Firmeza	22
3.3.6 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS).....	22
3.3.7 Extração enzimática	22
3.3.8 Atividade da pectinametilesterase (PME)	23
3.3.9 Atividade da poligalacturonase (PG).....	23
3.4 Análise do material de parede celular.....	23
3.4.1 Celulose.....	24
3.4.2 Hemicelulose.....	24
3.4.3 Poliuuronídeos totais	24
3.5 Fracionamento da parede celular.....	24
3.6 Cromatografia gasosa da fração da parede celular solúvel em EDTA 0,5% (fração pectínica) e KOH 24% (hemicelulose).....	25
3.7 Análises microbiológicas.....	25
3.7.1 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C.....	26
3.7.2 Contagem total de fungos e leveduras	26
3.7.3 Contagem total de microrganismos psicrotróficos	26
3.8 Análise sensorial.....	27
3.9 Delimitação experimental e análise estatística	27
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
4.1 pH e acidez total titulável (ATT).....	28
4.2 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST)	30
4.3 Firmeza, pectina total (PT) e pectina solúvel (PS)	32
4.4 Atividades de pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)	34
4.5 Modificações na parede celular.....	35

4.6 Fracionamento da parede celular.....	37
4.6.1 Fração solúvel em EDTA – poliuronídeos	37
4.6.2 Fração solúvel em KOH – hemiceluloses	41
4.7 Análises microbiológicas	44
4.7.1 Coliformes a 35°C e a 45°C	44
4.7.2 Fungos filamentosos e leveduras	46
4.7.3 Microrganismos psicrotróficos.....	47
4.8 Análise sensorial.....	49
4.8.1 Sabor e textura.....	49
5 CONCLUSÕES	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	52
ANEXOS	62

RESUMO

ARAÚJO, F.M.M.C. **Qualidade do melão tipo Orange Flesh minimamente processado armazenado sob atmosfera modificada ativa.** Lavras: UFLA, 2003. P. (Tese-Doutorado em Ciência dos Alimentos)*.

O aumento da demanda por produtos minimamente processados traz um grande desafio para a ciência e tecnologia de alimentos, considerando-se a escassez de informações sobre a manutenção da qualidade desses produtos. O armazenamento desses em condições adequadas é um ponto fundamental para o sucesso dessa tecnologia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da atmosfera modificada ativa na qualidade e conservação do melão tipo Orange Flesh minimamente processado. Os frutos, após o processamento, foram embalados sob atmosfera modificada (AM passiva - controle, AM ativa com 5% de CO₂ e 5% de O₂ e AM ativa com 10% de CO₂ e 2% de O₂), armazenados em câmara fria (6°C ± 1°C e UR 85% ± 5%) durante 8 dias e as amostras retiradas para análises físicas, físico-químicas, químicas, bioquímicas, microbiológicas e sensoriais, a cada 2 dias de armazenamento. A atmosfera modificada ativa pouco influenciou no comportamento das variáveis pH, acidez total titulável, firmeza, pectina total e sabor com relação à atmosfera modificada passiva. Menor solubilização de pectinas e maior retenção de açúcares neutros foram detectadas nas amostras armazenadas sob atmosfera com 10% de CO₂ e 2% de O₂. As práticas de sanificação utilizadas não foram suficientes para inibir o crescimento microbiano durante o experimento. No entanto, os atributos de qualidade, sabor e textura não sofreram deteriorações durante os 8 dias de armazenamento, em todos os tratamentos, de acordo com a análise sensorial.

*Comitê Orientador: Adimilson Bosco Chitarra – UFLA (Orientador), Maria Isabel F. Chitarra - UFLA

ABSTRACT

ARAÚJO, F.M.M.C. Quality of melon 'Orange Flesh' minimally processed packaged under active modified atmosphere. Lavras: UFLA, 2003. P. (Thesis – Doutor's degree in Food Science)¹.

The increase of the demand for products processed minimally brings a great challenge for the food science and technology, being considered the shortage of information about the maintenance of the quality of those products. The storage of those products in appropriate conditions is a fundamental point for the success of that technology. The objective of this work was to evaluate the effect of the active modified atmosphere in the quality and conservation of the melon 'Orange Flesh' processed minimally. The fruits, after the processing were wrapped under modified atmosphere (passive AM - control, active AM with 5% of CO₂ and 5% of O₂ and activate AM with 10% of CO₂ and 2% of O₂), stored in cold camera (6°C ± 1°C and R.H. 85% ± 5%) during 8 days and the retired samples for analyses physics, physical-chemistries, chemistries, biochemistries, microbiológicas and sensorial every 2 days of storage. The variables texture, flavor, acidity total titulável and total pectin, they were not affected for the atmosphere modified active. Smaller solubilização of pectins and larger retention of neutral sugars, they were detected in melons under atmosphere with 10% of CO₂ and 2% of O₂. The employment of atmosphere modified active was effective in the minimização of the microbial contamination and to the prolongation of useful life of melons 'Orange Flesh' processed minimally. The quality attributes, flavor and texture, they didn't suffer deteriorations during the 8 days of storage, in all the treatments, in agreement with the sensorial analysis.

¹Guidance Committee: Adimilson Bosco Chitarra – UFLA (Major Professor), Maria Isabel F. Chitarra - UFLA

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia de produtos minimamente processados (PMP) ou “fresh-cut” vem se desenvolvendo rapidamente como resposta a uma forte demanda desses produtos por parte do consumidor. O objetivo desta tecnologia é proporcionar ao consumidor um produto semelhante ao fresco, com vida útil prolongada e, ao mesmo tempo, com boas qualidades nutritivas e sensoriais.

O processamento mínimo inclui operações de seleção, lavagem, descascamento, corte, fatiamento, sanificação, centrifugação, acondicionamento e armazenamento, realizadas de modo a obter-se um produto comestível fresco e que não necessite de subsequente preparo. Essas operações conduzem a estresses mecânicos que aceleram o metabolismo desses produtos, levando-os à rápida deterioração.

Estes produtos, ligeiramente modificados a partir de seu estado fresco, apresentam tecidos que exibem respostas fisiológicas diferentes daquelas presentes em tecidos vivos intactos. Este comportamento inclui aumento da taxa respiratória e produção de etileno, perda acentuada de água, alterações nos compostos de parede celular, escurecimento oxidativo, etc. Desta maneira, os PMP terão vida útil menor que o produto fresco e requerem condições específicas de manuseio, acondicionamento e armazenamento.

Os principais problemas de deterioração nos PMP ocorrem em virtude da atuação de enzimas ou de microrganismos. Deve-se, portanto, utilizar métodos que controlem ou inibam a ação de ambos os fatores.

A minimização das conseqüências negativas dos ferimentos em frutas e hortaliças minimamente processadas resulta em aumento da vida de prateleira e manutenção da qualidade de “flavor”, aparência e valor nutricional destes produtos. Vários métodos têm sido utilizados para o controle de mudanças

físicas indesejáveis que afetam a qualidade dos PMP. A seleção de cultivar apropriada, juntamente com a determinação do grau de maturação para o processamento mínimo, é também significativamente importante para a obtenção da qualidade do produto. A refrigeração, controle de umidade, adição de químicos e as embalagens em atmosferas modificadas têm sido usados com frequência para preservar a qualidade destes produtos e aumentar a vida de prateleira. No entanto, o conhecimento prévio das características de cada produto é essencial para o sucesso de qualquer tecnologia.

O melão tipo Orange Flesh, apesar de muito bem aceito pelos consumidores devido à qualidade de sua polpa, é pouco conveniente para uso individual, pois seus frutos são grandes e exigem preparo, como o descasque e a eliminação das sementes, antes do consumo. O processamento mínimo deste fruto torna-o muito prático, além de permitir um melhor aproveitamento. Este trabalho teve como objetivo geral avaliar o efeito da atmosfera modificada ativa na qualidade e conservação do melão Orange Flesh minimamente processado, através de análises químicas, físico-químicas, físicas, bioquímicas, microbiológicas e sensoriais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais

O melão (*Cucumis melo* L.) é da família Cucurbitaceae, cujas espécies botânicas variam amplamente quanto à forma, tamanho, cor de polpa, estrutura e cor de casca, aroma e atividade metabólica. Contudo, uma característica comum dos frutos é sua polpa comestível, suculenta, suave e delicadamente adocicada. A planta do melociro é rasteira, de caule anguloso, com folhas grandes e divididas em 3 a 7 lobos, com pilosidade de textura aveludada e com flores amarelas. O seu cultivo é próprio de clima quente e seco, com temperatura ideal entre 25°C e 32°C, solos com baixa umidade e ricos em matéria orgânica. A colheita ocorre de 80 a 100 dias após o plantio.

As diversas variedades de melão existentes no mundo costumam ser agrupadas, do ponto de vista comercial, em diferentes categorias que levam em conta a doçura e o tipo de perfume da polpa. O peso e o tamanho são também determinantes nas diferentes classificações que a fruta alcança no mercado, especialmente quando seu destino é a exportação.

Em termos de importância para o Brasil, destacam-se as seguintes variedades: var. *inodorus*, com frutos apresentando geralmente a forma oval, sem reticulação, sem aroma e maturação tardia; quando maduros permanecem aderidos à planta e representam o principal grupo de cultivares comercializadas no Brasil; var. *reticulatus*, com frutos de tamanho mediano, formato redondo a ovalado, superfície rendilhada, aroma característico e atividade metabólica intermediária; var. *cantaloupensis*, com frutos de tamanho pequeno a mediano, aroma característico e casca normalmente lisa; em geral, o fruto se separa da planta quando maduro (Menezes, 1996).

2.2 Fatores de qualidade em melão

Atualmente, o mercado mundial de frutas é extremamente exigente e define muito bem as características de qualidade dos produtos que chegam à mesa do consumidor. Os atributos de qualidade dizem respeito à aparência, sabor e odor, textura, valor nutritivo e segurança dos produtos. Estes atributos têm importância variada, de acordo com os interesses de cada segmento da cadeia de comercialização, ou seja, desde o produtor até o consumidor (Chitarra e Chitarra, 1990).

O teor de sólidos solúveis da polpa é um fator tradicionalmente usado para assegurar a qualidade do melão, embora, em alguns casos, essa característica não seja a mais indicada. Aulenbach e Worthington (1974), citados por Menezes (1996), consideram que o aroma, o sabor e a doçura deveriam ser fatores de qualidade complementares. Melões que apresentam o teor de sólidos solúveis totais elevado são bastante desejáveis e de grande aceitação, pois esse índice é considerado em alguns países, como um critério de aceitação comercial. Artés et al. (1993) caracterizaram quatro variedades de melão (pele de sapo, amarelo, gália e tendral), usando vários fatores de qualidade, entre eles açúcares, pH, acidez titulável, SST, nutrientes minerais e firmeza. Comparado a outras frutas e hortaliças, o melão é especialmente rico em elementos minerais, particularmente potássio, sódio e fósforo (Artés et al., 1993; Franco, 1992). Sua coloração é determinada pelos carotenóides, que são os pigmentos predominantes nas cultivares de polpa alaranjada e sua textura é reflexo da classe e quantidade de seus compostos pécticos (Bleinroth, 1994).

Os melões tipo Orange Flesh apresentam características externas dos melões Honeydew (casca lisa) e internas dos melões Cantaloupe (polpa alaranjada). Os frutos possuem formato arredondado, com peso médio entre 800 a 2.000g, casca na cor bege alaranjada e polpa firme que exala aroma perfumado. Além de apresentar boa aceitação no mercado interno e externo, os

melões Orange Flesh têm excelente potencial de produção. Contudo, sua vida de prateleira relativamente curta dificulta a comercialização (Vilas Boas et al., 1998).

Embora existam relatos sobre o teor de alguns compostos químicos contribuintes para a qualidade em cultivares de melão, poucas indicações foram feitas para a natureza das alterações que ocorrem nestes compostos durante o processamento e armazenamento do fruto minimamente processado.

2.3 Produtos minimamente processados (PMP)

2.3.1 Alterações fisiológicas e bioquímicas do tecido vegetal

Visto que a integridade destes produtos é alterada durante seu processamento, estes tornam-se mais perceptíveis que o produto original. As lesões causadas durante o próprio processamento produzem a descompartimentação celular das enzimas e substratos, originando alterações bioquímicas, tais como escurecimento, odores desagradáveis e degradação da textura. Além disso, as operações de descascamento e corte facilitam a infecção dos vegetais por microrganismos epifitas e fitopatogênicos.

As situações que originam rupturas dos tecidos se traduzem em ativação metabólica, produzindo como principais manifestações deste fenômeno aumento na velocidade da respiração e, em alguns casos, a produção de etileno. A resposta dos tecidos depende da extensão do estresse a que foi submetido, sendo a velocidade de produção do etileno proporcional à área danificada (Wiley, 1997).

A injúria dos tecidos vegetais ativa uma série de respostas fisiológicas e bioquímicas complexas nas células adjacentes à camada celular rompida. Alguns aspectos fisiológicos de PMP foram citados por Chitarra (2000): modificação

das membranas e paredes celulares, indução da síntese de etileno, elevação da atividade respiratória, oxidação lipídica, biossíntese de fenólicos.

O etileno é ativo em concentrações muito baixas e causa estresse significativo nos produtos pós-colheita intactos ou minimamente processados. O fermento em tecidos vegetais induz à elevação das taxas de produção de etileno, algumas vezes dentro de poucos minutos, mas, geralmente, com picos máximos obtidos dentro de 6 a 12 horas. Níveis de ácido 1-aminociclopropano carboxílico (ACC) e atividade da ACC sintase aumentaram em tomates, abóbora e melões Cantaloupes feridos (Brecht, 1995).

As taxas de respiração dos PMP são geralmente mais altas que seus similares intactos. Taxas de respiração superiores podem resultar em perda mais rápida de ácidos, açúcares e outros componentes que determinem a qualidade do “flavor” e do valor nutritivo (Cantwell, 2000). De modo particular, as taxas de respiração do Muskmelão (*Cucumis melo* var. *reticulatus*), Crenshaws (*Cucumis melo* grupo *inodorus* var. *crenshaws*) e Honeydews (*Cucumis melo* var. *inodorus*), foram semelhantes ou mais baixas que as do fruto intacto a 0°C, 5°C e 10°C, mas drasticamente mais altas a 20°C (Watada et al., 1996).

O fermento também induz a síntese de algumas enzimas envolvidas na reação de escurecimento ou biossíntese de substratos. A fenilalanina amônia liase (FAL) catalisa um passo limitante no metabolismo dos fenilpropanóides. O aumento da atividade da FAL ocorre em intervalo de tempo relativamente pequeno após a injúria (12 a 24h), levando à produção de compostos responsáveis por modificações da cor, sabor, aroma e textura dos produtos (Chitarra, 2000). O escurecimento ocorre quando os produtos do metabolismo dos fenilpropanóides, tais como vários fenólicos, são oxidados em reações catalisadas por fenolases, tais como as polifenoloxidasas (PFO). Ambos, etileno e fermento, induzem a atividade da FAL em muitos tecidos vegetais, mas aparentemente por mecanismos separados. A modificação na coloração

observada em melões Cantaloupe minimamente processados foi atribuída à oxidação de β -caroteno e não à de compostos fenólicos (Lamikanra & Watson, 2000).

O amaciamento acelerado é uma característica notável de frutos minimamente processados. As paredes celulares de tais produtos sofrem modificações em seus componentes estruturais, devido à ação de enzimas hidrolíticas (celulases, pectinases, etc.), resultando no amaciamento dos tecidos. A caracterização das alterações nas massas moleculares de pectinas e hemiceluloses é fundamental na compreensão do processo de amaciamento dos produtos minimamente processados. Bonnas (2002), trabalhando com abacaxi minimamente processado, observou tendência à redução nos resíduos de xilose durante armazenamento do fruto.

Alguns autores têm proposto o H_2O_2 e radicais de oxigênio gerados por peroxidases ou não enzimaticamente, como contribuintes na degradação de polissacarídeos pécnicos e outros de parede celular em PMP (Huber et al., 2001). A contribuição da atividade da lipoxigenase (LOX) para a produção de radicais de oxigênio também tem sido sugerida. A atividade total da LOX do papaia minimamente processado aumentou aproximadamente duas vezes dentro de 24h a $5^\circ C$, comparado com o fruto intacto.

O mecanismo que controla o amaciamento em melão não tem sido claramente definido. Mccollum et al. (1989) relacionaram-no a modificações de polissacarídeos hemicelulósicos e pécnicos, com perda de açúcares neutros não celulósicos.

Considerando-se a natureza complexa da parede celular, há diversos mecanismos responsáveis pelas mudanças na estrutura da parede celular durante o armazenamento dos frutos.

2.3.2 Hidrolases de parede celular e degradação de poliuronídeos em PMP

A perda de textura em frutos minimamente processados é uma das mais óbvias mudanças que ocorrem, resultando, principalmente, de reações degradantes iniciadas por enzimas, tais como as β -galactosidases, pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG), que afetam a estabilidade de armazenamento destes produtos (Bolin & Huxsoll, 1989).

Embora as informações sobre o mecanismo de deterioração de frutos minimamente processados armazenados a baixas temperaturas sejam limitadas, estudos em tecidos feridos confirmam que um grande número de processos, incluindo degradação de polissacarídeos, está envolvido. O aumento na produção de oligouronídeos pode envolver a diminuição da restrição *in vivo* na PG pré-existente ou a síntese da enzima induzida pelo ferimento (Huber et al., 2001). Moretti et al. (1998) mostraram que a atividade da PG aumentou aproximadamente 30% em tecidos feridos de tomates machucados por impacto, fornecendo evidências para o acúmulo de enzimas induzido por ferimento.

As bases bioquímicas para a perda de textura em frutos minimamente processados não são conhecidas. Tendo em vista os danos físicos associados ao processamento, respostas metabólicas rápidas incluem, provavelmente, alterações de membranas e de parede celular. As atividades de algumas enzimas de parede celular, por exemplo, são mínimas sob condições normais, mas são fortemente acentuadas em resposta a injúrias mecânicas (Dumville & Fry, 2000; Huber et al., 2001).

Rolle & Chism (1987) afirmaram que um problema fundamental na extensão da vida de prateleira em frutos minimamente processados é a perda de firmeza devido à ação de enzimas endógenas ligadas à degradação de parede celular e ao crescimento de microrganismos. Vários estudos têm enfatizado o papel de enzimas específicas na deterioração de produtos minimamente

processados, tais como o aumento na atividade da polifenoloxidase e da fenilalanina amônia liase, induzido pelo fermento associado ao escurecimento das superfícies cortadas de alface (Freire JR, 1999; Lopez-Galvez et al., 1996); a descoloração em kiwis minimamente processados relacionada à degradação enzimática da clorofila (Leunda et al., 2000) e a maior solubilização de pectinas em abacaxis associada à maior atividade da PG (Santos, 2002).

Uma acumulação mais rápida e geralmente superior de atividade enzimática em tecidos minimamente processados pode representar uma resposta geral ao fermento. Papayas intactos e minimamente processados, armazenados a 5°C, apresentaram acentuadas diferenças na firmeza dos tecidos e nas tendências de atividade de um número de hidrolases (Karakurt & Huber, 2002). A firmeza e a massa molecular de poliuronídeos de parede celular decresceram mais rapidamente nos frutos minimamente processados que nos intactos. As atividades das hidrolases de membranas e de parede celular (PG, α e β -galactosidases, lipoxigenases, fofolipase D) e das enzimas biossintéticas de etileno (ACC sintase e ACC oxidase), aumentaram em 24 horas nos frutos minimamente processados e permaneceram significativamente superiores quando comparadas aos níveis dos frutos intactos, durante oito dias de armazenamento. A atividade da PME, também avaliada neste trabalho, não apresentou diferença em papaya minimamente processado, comparada a dos frutos intactos.

Níveis de PME e PG nem sempre se correlacionam com as tendências de solubilização e despolimerização de poliuronídeos, indicando que a atividade destas, e provavelmente de outras enzimas, está restrita *in vivo*. Melões Amarelos minimamente processados não apresentaram atividade da enzima PME durante 10 dias de armazenamento, apesar da elevação na solubilização de poliuronídeos (Peroni, 2002). Carvalho (2000) sugere a atuação de outras

hidrolases no amaciamento de kivis minimamente processados, uma vez que não detectou a presença de atividade das enzimas PME e PG.

Experimentos têm tentado correlacionar o amaciamento com a despolimerização de polissacarídeos por hidrolases associadas à parede celular. Uma redução no peso molecular da fração de polissacarídeos pécticos, acompanhada pela perda de resíduos galactosil e arabinosil tem, inúmeras vezes, acompanhado o amaciamento em frutos (Redgwell & Fischer, 2002).

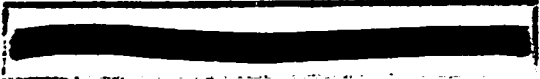
O efeito da degalactosilação nas propriedades físicas das pectinas não é conhecido. β -galactosidases/exo-galactanases de abacate e melão foram indicadas como responsáveis pela indução na redução do peso molecular em frações de poliuronídeos isolados, provavelmente via hidrólise de galactanos pécticos (Ranwala et al., 1992).

Estudos químicos, microscópicos, moleculares e enzimáticos indicam que alterações físico-químicas da parede primária e lamela média são os principais fatores nas alterações texturais. Contudo, como o metabolismo de parede celular conduz ao amaciamento ainda não está claro. Diferenças metodológicas são um obstáculo freqüente (Redgwell & Fischer, 2002).

Embora muitos frutos minimamente processados, incluindo o melão, sofram amaciamento extensivo durante armazenamento, poucos trabalhos foram feitos para caracterizar as alterações em polímeros de parede celular nestes produtos.

2.3.3 Fatores que afetam a qualidade dos produtos minimamente processados

Muitos fatores podem afetar a intensidade da resposta ao fermento em tecidos de PMP. Entre estes, estão as espécies e variedades, estágio de maturação fisiológica, extensão do fermento, temperatura, concentração de gases, pressão de vapor de água e a gravidade do fermento (Brecht, 1995).



A qualidade dos produtos *in natura* necessita ser excelente, para garantir a ótima qualidade do produto processado fresco. Igualmente importante é a regulação da temperatura, umidade relativa e sanificação destes produtos (Watada et al., 1996).

Selecionar variedades com características de vida de prateleira aumentada pode ser importante, tais como a inclusão de mutantes ou vegetais modificados geneticamente, com amadurecimento mais lento, melhor retenção de textura e “flavor” aumentado. Entre quatro variedades de pêras testadas, a cultivar Bartlett foi considerada a mais adequada para o processamento mínimo, por exibir vida de prateleira mais longa após o fatiamento. O estágio de maturação, peso do fruto e o tempo de armazenamento após a colheita são também fatores que afetam a vida de pêras minimamente processadas (Gorny et al., 2000).

O aumento nas taxas de respiração e produção de etileno, bem como outras reações associadas com o ferimento, são minimizados quando o produto fresco é processado a baixas temperaturas. Watada et al. (1996), estudando os fatores que afetam a qualidade dos PMP, mostraram que o melão (Muskmelão) em cubos apresentou taxas variadas de respiração em diferentes temperaturas: 0°C (2,7 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹), 5°C (4,2 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹), 10°C (9,8 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹) e 20°C (81 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹).

O tamanho do corte também afeta fortemente a resposta fisiológica dos frutos minimamente processados. Melões Cantaloupe cortados em pedaços muito pequenos (0,2 mm) tiveram grande aumento na produção de etileno, enquanto pedaços grandes (1 x 2 cm) não foram diferentes, em sua fisiologia, dos frutos intactos (Cantwell, 2000).

A superfície do corte das frutas e hortaliças minimamente processadas perde umidade rapidamente quando exposta a uma atmosfera com menor saturação de água. Quando frutas e hortaliças são preparados como PMP, o

conteúdo celular na superfície pode danificar células intatas e servir como um substrato ideal para o crescimento de microrganismos. Atmosferas modificadas podem estender a vida de prateleira desses produtos por limitarem os processos oxidativos, controlarem a deterioração e reduzirem a perda de água (Smyth et al., 1999).

2.3.4 Métodos de conservação

Para prolongar a vida útil e prevenir as alterações fisiológicas, os PMP requerem manuseio especial na aplicação de métodos de conservação, tais como controle de temperatura, alteração da composição de atmosfera ao redor do produto e uso de aditivos químicos.

Vários são os aspectos que levam à deterioração de frutos minimamente processados. Os principais são as alterações enzimáticas relacionadas com a textura e o desenvolvimento de “off-flavor”, bem como as alterações de caráter microbiano. Vários trabalhos têm sido desenvolvidos objetivando o controle destes problemas, tais como o emprego de aditivos químicos como o ácido ascórbico, ácido cítrico e CaCl_2 (Carvalho, 2000), adição de antimicrobianos (Sapers et al., 2001) e utilização do 1-MCP (Silva et al., 2000).

O uso das técnicas de preservação nestes produtos é bastante complexo porque requer o tratamento das células danificadas pelo corte, as quais apresentam elevada taxa de respiração. Usualmente, utiliza-se a combinação de dois ou mais métodos para a obtenção de produtos seguros microbiologicamente, com boa qualidade e maior vida de prateleira.

A lavagem com água clorada, armazenamento refrigerado e embalagem que modifica a atmosfera, são estratégias utilizadas para prolongar a vida de prateleira e inibir o crescimento de microrganismos em PMP. Ayhan e Chism (1998) citam que melões Cantaloupe minimamente processados, lavados com

água clorada, apresentaram uma significativa redução de microrganismos em suas superfícies, quando comparados aos melões lavados apenas com água.

Baixas temperaturas de armazenamento são efetivas no decréscimo da atividade enzimática e proliferação microbiana (Prakash, 2000). Arruda (2002), estudando o efeito de três tipos de temperatura (3°C, 6°C e 9°C) em melões rendilhados minimamente processados, observou que os produtos armazenados a 3°C apresentaram maior eficiência na manutenção da firmeza e das características sensoriais.

A sanificação é essencial para o sucesso da comercialização de frutas e hortaliças minimamente processadas, uma vez que estas podem sofrer contaminação microbiológica, inclusive por agentes patogênicos.

A perda de umidade de PMP via evaporação reduz a qualidade sensorial, causando murchamento, secagem e perda de turgor. O uso de material de embalagem retarda a perda de umidade e mantém a qualidade sensorial do produto. Frequentemente, filmes poliméricos flexíveis são usados para retardar a taxa de perda de umidade e muitos filmes usados para este propósito têm perfurações que minimizam o potencial para desenvolver condições anaeróbicas dentro da atmosfera de empacotamento. Coberturas comestíveis podem também retardar a perda de umidade nestes produtos (Burns, 1995).

2.3.4.1 Atmosfera modificada (AM)

Frutas e hortaliças minimamente processadas são tecidos vivos, sendo, portanto, ativos em seus processos de atividade respiratória e metabolismo catabólico. O sucesso global de PMP no mercado é pelo menos parcialmente, devido ao uso de embalagens apropriadas que, propiciando atmosferas modificadas, estendem significativamente a vida de prateleira destes produtos. Neste procedimento, os produtos são mantidos em atmosfera adequadamente pobre em O₂ e rica em CO₂ em relação ao ar. A AM pode estender a vida de

prateleira dos frutos e hortaliças minimamente processados, por reduzir a taxa de perda de água, respiração, escurecimento da superfície do corte, crescimento microbiano, biossíntese e ação do C_2H_4 .

A AM pode ser conseguida pelo envolvimento do produto em embalagens plásticas com permeabilidade limitada ao O_2 e ao CO_2 , com conseqüente modificação na concentração destes gases no interior do invólucro. A composição da atmosfera interna irá depender da característica de permeabilidade do material da embalagem e da velocidade de consumo ou de liberação de gases do produto embalado (Chitarra e Chitarra, 1990).

O uso e os efeitos da AM e da atmosfera controlada (AC) para armazenamento de produtos intactos são bem conhecidos; no entanto, pesquisas no uso destas tecnologias para frutas e hortaliças minimamente processadas são relativamente recentes e pouco se conhece sobre suas necessidades para o acondicionamento sob AM.

A modificação da atmosfera em volta do produto pode ser estabelecida por via passiva, ativa ou pela combinação de ambas (Chitarra, 1998). No processo passivo, o ambiente atmosférico desejado é atingido por meio da respiração do produto e das trocas gasosas (difusão de O_2 e CO_2), através da embalagem com o meio externo. A relação entre a taxa de respiração do produto e a taxa de permeabilidade a gases da embalagem modifica passivamente a atmosfera ao redor do produto. Esta modificação passiva da atmosfera pode retardar a respiração, a senescência e, conseqüentemente as alterações de qualidade advindas destes processos (Geraldine, 2000). O processo ativo é estabelecido realizando-se vácuo moderado no produto embalado e injetando-se, na embalagem, a mistura de gases desejada antes da selagem a quente da mesma. Usualmente, o fluxo de gás é uma mistura de O_2 , CO_2 e N_2 . Essa mistura pode ser ajustada pelo uso de absorvedores ou adsorvedores no interior da embalagem para eliminação do oxigênio, CO_2 e etileno. O CO_2 , por exemplo,

pode ser absorvido por hidróxidos (cálcio, sódio ou potássio), por água, pela etanolamina, por penciras moleculares “adsorventes” ou, ainda, pelo carvão ativo (Chitarra & Prado, 2000).

Os frutos têm diferentes limites de tolerância aos níveis reduzidos de O₂ e elevados de CO₂. A redução dos níveis de O₂ a valores abaixo de 2% pode conduzir à respiração anaeróbica, enquanto o acúmulo excessivo de CO₂ também é deletério (Moleyar e Narasimham, 1994). Dessa forma, a seleção de um filme com permeabilidade compatível à taxa de respiração do produto é um requisito importante para o armazenamento em atmosfera modificada. Em geral, atmosferas contendo 2% a 5% de O₂ e 5% a 15% de CO₂ têm se mostrado efetivas no prolongamento da vida útil de grande quantidade de frutas e hortaliças minimamente processadas (Bai et al., 2001; Sarantópoulos et al., 2000; Santos, 2002). O tempo de armazenamento de melões Cantaloupe e Honeydew minimamente processados foi estendido com o uso de uma atmosfera de 5% de O₂ (Ayhan & Chism, 1997). Portela & Cantwell (1998), estudando as mudanças de qualidade em melões minimamente processados e armazenados sob atmosfera controlada (AC), mostraram que atmosfera de 15% de CO₂ reduziu significativamente o desenvolvimento da deterioração nos melões, mas não a perda de firmeza nos pedaços de ambos os tipos: Honeydew e Cantaloupe.

Nas últimas décadas, diversos sistemas de embalagem têm sido desenvolvidos com o objetivo de interagir de forma desejável com o alimento. A maioria dos plásticos utilizados são termoplásticos derivados do etileno (CH₂ = CH₂): polipropileno biorientado coextrusado (BOPPcoex), BOPP/polietileno de baixa densidade (PEBD), policloreto de vinila (PVC), PEBD + minerais, filmes poliolefinicos coextrusados, filmes e chapas perfurados/microperfurados, rótulos com permeabilidade seletiva, polipropileno (PP), PP/PEBD, embalagens rígidas (PP, PET, OS) (Sarantópoulos, 2000). Em adição a estes, revestimentos comestíveis têm recebido bastante atenção dos pesquisadores nos últimos anos,

graças, principalmente, às suas propriedades de barreira e de melhoria da aparência, da integridade estrutural e das propriedades mecânicas do alimento (Azeredo et al., 2000).

2.3.5 Aspectos microbiológicos

Os PMP são mais perecíveis que os produtos naturais, pelos seguintes motivos: o tecido protetor perde o seu efeito de barreira física contra a invasão microbiana; o corte dos tecidos libera nutrientes que servem de alimento para os microrganismos, acelerando o seu crescimento, e o manuseio excessivo torna o produto mais suscetível aos microrganismos.

A microbiota das frutas difere das hortaliças em decorrência de sua acidez mais elevada. Alguns microrganismos, no entanto, são tolerantes ao meio ácido, como fungos, leveduras e bactérias lácticas. A procedência e o tipo de matéria-prima têm efeito importante sobre a microbiota, embora a manipulação destes produtos, após a colheita, seja de igual ou maior importância. Durante os passos do processamento mínimo, a microbiota dos produtos também é afetada. Os gêneros mais comuns de fungos encontrados em frutas incluem *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Mucor sp*, *Alternari sp*, *Cladosporium sp* e *Botrytis sp* (Wiley, 1997).

A qualidade e a segurança alimentar de PMP dependem da contaminação inicial e serão influenciadas pelas etapas de produção. O manuseio impróprio, o uso de equipamentos mal-sanitizados e algumas etapas do processamento mínimo podem comprometer o produto final, diminuindo o seu tempo de conservação. Por outro lado, as técnicas para estender a vida útil desses produtos podem aumentar o risco potencial de desenvolvimento de patógenos e, portanto, devem ser cuidadosamente avaliadas (Vanetti, 2000).

Algumas soluções antimicrobianas têm sido estudadas há algum tempo por pesquisadores da área de higiene de alimentos. Entre elas, podem-se citar as

soluções sanitizantes à base de cloro, compostos de amônia quaternária, ácidos orgânicos, como o ácido cítrico, o ácido láctico, entre outros (Berbari, 2001). Embora o hipoclorito seja largamente usado para sanitizar frutas e hortaliças minimamente processadas, sua eficácia é limitada em alguns produtos. Sapers & Simmons (1998) mostraram que o tratamento de melões Cantaloupe minimamente processados com hipoclorito de sódio a 200 ppm reduziu a contagem total de microrganismos aeróbicos em menos de 1 log e não retardou apreciavelmente a degradação visível.

Esforços para melhorar a vida de prateleira e qualidade microbiológica de melões minimamente processados têm focalizado o amadurecimento e a qualidade do material “in natura” (López-Gálvez et al., 1996), redução de populações microbianas na casca do melão por tratamento com hipoclorito (Ayhan et al., 1996), ou peróxido de hidrogênio (Simmons et al., 1996), rigorosa atenção para sanitização durante o corte (Ayhan et al., 1996), tratamento do melão cortado com CaCl_2 (Luna-Guzman et al., 1996) ou hipoclorito (Cantwell et al., 1996), armazenamento em atmosferas controladas (Portela e Cantwell 1998) e armazenamento a baixas temperaturas (Cantwell et al., 1996; Sapers et al., 2001), (Sapers et al., 2001).

2.3.6 Importância da qualidade sensorial

Para que um alimento possa ser aceito pelo consumidor, várias características que determinam sua qualidade devem ser satisfeitas. Estas características estão relacionadas ao conjunto de atributos referentes à aparência, sabor, odor, textura e valor nutritivo, relacionados com as características físicas e químicas dos frutos. A avaliação destas características é feita por meio de métodos de análise sensorial, que se constitui numa importante ferramenta no desenvolvimento de produtos alimentares e depende do julgamento humano por

meio de órgãos dos sentidos, com a sensação que se experimenta ao observá-los ou ingeri-los (Caneppele, 2000).

Os testes sensoriais afetivos medem atitudes subjetivas como aceitação ou preferência de um produto, por meio de seleção de amostras. Os instrumentos mais empregados como medidas de aceitação de produtos são as diversas formas de escalas, como a hedônica, que varia com base nos atributos gosta e desgosta.

A aparência do produto exerce papel fundamental na decisão de compra do consumidor, uma vez que é por meio da observação deste parâmetro que o consumidor seleciona, escolhe e consome o alimento. A análise sensorial no estudo dos PMP tem sido bastante aplicada e recomendada, uma vez que pode contribuir na descrição dos referidos produtos (Deliza, 2000). Consumidores esperam produtos minimamente processados sem defeitos, com maturidade ótima e em condições frescas. As condições incluem a aparência geral, qualidade sensorial (textura/firmeza e sabor) e qualidade nutricional.

A textura é um dos principais fatores de qualidade em frutas e hortaliças destinadas ao processamento. Estas devem ser firmes o suficiente para suportar os tratamentos a que são submetidas e manter uma boa aparência comercial. Em estágio inicial de degradação, a textura torna-se mais palatável, porém, com o decorrer do tempo, acontece uma desintegração das estruturas do fruto. Das alterações na firmeza da polpa, dois processos podem ser determinantes: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição da pressão de turgor, comum em situação de armazenamento em baixa umidade relativa do ar, e as modificações observadas na lamela média e parede celular, principalmente devido à atividade enzimática. (Ahmed & Labavitch, 1980).

A manutenção da qualidade dos frutos deve-se às técnicas de armazenamento que reduzem as taxas respiratórias, retardam o amadurecimento e previnem as desordens fisiológicas. A perda de água e a decomposição natural do fruto podem ser evitadas pelo abaixamento da temperatura e modificação da

atmosfera ambiente, ou combinação de ambos (Sousa, 2002). Chitarra & Chitarra (1990) recomendam as temperaturas mais baixas para o armazenamento de vegetais, pois retardam o metabolismo, diminuindo a taxa respiratória e a atividade enzimática, evitando ou minimizando alterações no aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade.

A disponibilização no mercado de produtos com qualidade sensorial adequada contribui para a satisfação do consumidor e, conseqüentemente, favorece um maior consumo do produto em questão (Deliza, 2000).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Procedência dos frutos

Os melões tipo Orange Flesh utilizados foram adquiridos em estabelecimento comercial de Lavras, MG, procedentes de pomar comercial de Mossoró-RN. Os frutos foram selecionados em função do estágio de maturação, uniformidade de tamanho e coloração. Preferiu-se aqueles maduros, próprios para o processamento mínimo, com casca bege laranja e sem nenhuma alteração externa aparente. Os 50 frutos com peso médio de 1.500g, acondicionados em caixas de papelão usadas para sua comercialização no mercado interno, foram transportados para o Laboratório de Bioquímica de frutos do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras e armazenados a 5°C por 24 horas, até o início do processamento.

3.2 Processamento dos frutos

Os melões, após lavagem com água, foram imersos em solução de hipoclorito de sódio a 200 ppm por 15 minutos, secos ao ar, descascados manualmente e fatiados em forma de leques com 5 mm de espessura e 30 mm de comprimento com o auxílio de multiprocessador MASTER AT. Em seguida, as fatias foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm, por três minutos, sendo o excesso de água removido por escoamento através de peneiras especiais de plástico. Práticas de higiene foram utilizadas para a desinfecção do ambiente, facas e utensílios, com hipoclorito comercial, utilização de luvas, máscara e touca pelos manipuladores.

Os frutos processados foram acondicionados em embalagem rígida de polipropileno média barreira (13,5 cm de comprimento x 10 cm de largura x 4 cm de altura) e selados com filme flexível de polietileno + polipropileno alta

barreira, em seladora a vácuo, fazendo-se uso de injeção de gases para a obtenção de atmosfera modificada ativa (AMA 5%CO₂ + 5%O₂ e AMA 10%CO₂ + 2%O₂). Melões acondicionados nas mesmas embalagens sem a injeção de gases foram utilizados como controle (atmosfera modificada passiva-AMP)

As embalagens com cerca de 190 g de frutos foram armazenadas em câmara fria (6°C ± 1°C e UR 85% ± 5%) e as amostras retiradas para análises físicas, físico-químicas, químicas, bioquímicas, microbiológicas e sensoriais a cada dois dias, durante um período de oito dias de armazenamento.

As fatias de melão foram trituradas em liquidificador, sem diluição, e filtradas em gaze para a realização das análises de pH, sólidos solúveis e acidez total titulável.

3.3 Avaliações físicas, químicas, físico-químicas e bioquímicas na polpa

3.3.1 pH

O pH foi determinado no filtrado, utilizando-se potenciômetro Micronal modelo B 474, segundo técnica estabelecida pela AOAC (1992).

3.3.2 Acidez total titulável (ATT)

Foi obtida por titulação do filtrado com NaOH 0,1N, segundo a técnica estabelecida pelo Instituto Adolfo Lutz (1985) e expressa em porcentagem de ácido cítrico.

3.3.3 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais foi determinado no filtrado por refratometria, conforme normas da AOAC (1992), utilizando-se refratômetro digital ATAGO PR-1000, e os resultados expressos em °Brix.

3.3.4 Açúcares solúveis totais (AST)

Os açúcares solúveis totais foram extraídos com álcool etílico a 70% e determinados, espectrofotometricamente, a 620 nm, pelo método de antrona (Dische, 1962). Os resultados foram expressos como % de glicose na polpa.

3.3.5 Firmeza

A firmeza do tecido mesocárpico foi determinada com o auxílio de analisador de textura Stable Micro System modelo TAXT2i, que mediu a força de penetração na fatia, por meio de uma sonda de aço inoxidável de 2 mm de diâmetro devidamente calibrada. Valores de velocidade (5mm/s) e distância máxima de penetração (5 mm) foram previamente fixados e a firmeza expressa em Newtons (N).

3.3.6 Pectina total (PT) e pectina solúvel (PS)

Pectinas totais e solúveis foram extraídas segundo a técnica descrita por McCready e McComb (1952), e determinadas colorimetricamente, segundo Bitter e Muir (1962). Os resultados foram expressos em mg de ácido galacturônico por 100 g de polpa.

3.3.7 Extração enzimática

A extração enzimática foi realizada segundo técnica de Buescher e Furmanski (1978) com modificações (Vilas Boas, 1995). O tecido mesocárpico foi triturado em liquidificador com água destilada resfriada (4°C). O homogenato foi filtrado em organza e o resíduo ressuspendido em NaCl 1M resfriado. Após ajuste do pH para 6,0 com NaOH, o homogenato foi incubado a 4°C por 1h. Nova filtragem foi realizada e o sobrenadante utilizado para determinação de atividade enzimática.

3.3.8 Atividade da pectinametilesterase (PME)

A determinação da atividade da PME seguiu as técnicas de Hultin et al. (1966) e Ratner et al. (1969). Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH por minuto, sob as condições de ensaio.

3.3.9 Atividade da poligalacturonase (PG)

A atividade da poligalacturonase foi determinada segundo Markovic et al. (1975). Os açúcares redutores liberados foram doscados pela técnica de Somogyi modificada por Nelson (1944), usando-se glicose anidra como padrão. Uma unidade de atividade de PG foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a formação de 1 nmol de açúcar redutor por minuto sob condições de ensaio.

3.4 Análise do material de parede celular

A parede celular foi extraída do tecido mesocárpico como descrito por Mitcham e Mc Donald (1992), com algumas modificações. O mesocarpo (300g) foi triturado em liquidificador com etanol 80% (300 mL) e filtrado a vácuo. O resíduo foi lavado com tampão fosfato 50mM, pH 6,8 (600 mL) que, após filtração, foi colocado em uma solução de fenol: ácido acético: água (2:1:1 v/v) (200 mL) por 20 minutos e novamente lavado com o mesmo tampão fosfato (600 mL). A parede celular foi obtida lavando-se o resíduo por duas vezes com 400 mL de clorofórmio: metanol (1:1 v/v) e acetona (4 porções de 200 mL), seguida de secagem sob vácuo à temperatura ambiente.

3.4.1 Celulose

A concentração de açúcares (celulose + hemicelulose) foi determinada pelo método da antrona, segundo Dische (1962), após a digestão de 5 mg de parede celular em 5 mL de H₂SO₄ 72% por 2 horas. O teor de celulose foi obtido por diferença [(celulose + hemicelulose) - hemicelulose] e os resultados expressos em percentagem de celulose na parede celular.

3.4.2 Hemicelulose

Cinco miligramas de parede celular foram solubilizados em 3 mL de ácido trifluoracético (TFA 2N) a 120°C por 2 horas, diluídos em 50 mL de água destilada e filtrados em papel filtro. Os açúcares neutros presentes no filtrado foram determinados pelo método da antrona (Dische, 1962) e os resultados expressos em percentagem de hemicelulose na parede celular.

3.4.3 Poliuronídeos totais

Foram digeridos 5 mg de parede celular em 5 mL de H₂SO₄ 72% por 2 horas e o teor de ácidos urônicos foi doseado pelo método do carbazol (Bitter & Muir, 1962). Os resultados foram expressos em percentagem de ácido galacturônico na parede celular.

3.5 Fracionamento da parede celular

O fracionamento da parede foi realizado segundo Ranwala et al. (1992). Um grama do material de parede celular foi incubado em EDTA 0,5% em tampão fosfato 50 mM, pH 6,8 (150 mL) por 4 horas, a 100°C. O extrato, após filtragem, foi designado fração solúvel em EDTA 0,5% (fração péctica). O resíduo foi lavado extensivamente com água destilada (2 litros) e incubado com KOH 24% por 24 horas a 30°C. O extrato, fração solúvel em KOH 24% (fração hemicelulósica), foi neutralizado com ácido acético. A fração péctica foi

precipitada com álcool 95% sob repouso em geladeira por 1 hora, antes da filtração. O precipitado desta fração e também a fração hemicelulósica neutralizada foram submetidos à diálise (membrana de celulose Sigma, com retenção de 12.000 Da), com agitação ininterrupta por 48 horas com 8 trocas de água destilada, seguida de liofilização por 72 horas.

3.6 Cromatografia gasosa da fração da parede celular solúvel em EDTA 0,5% (fração pectica) e KOH 24% (hemicelulose)

A derivatização dos açúcares foi conduzida de acordo com a técnica de Albersheim et al. (1967), mediante hidrólise, redução e acetilação dos açúcares neutros.

As amostras derivatizadas foram diluídas com 200 µL de acetona e injetadas 2 µL em cromatógrafo a gás, modelo VARIAN 3800, com coluna capilar OV-DB 225, com 0,25 mm de diâmetro interno e 25 m de comprimento. Como padrões foram utilizados ramnose, fucose, arabinose, xilose, manose, galactose, glicose e inositol, sendo este último o padrão interno (De Vetem & Huber, 1990). Usou-se o hidrogênio como gás de queima, o ar sintético como mantedor da chama e o 'make up', uma mistura de hidrogênio e nitrogênio (30 mL/min). As temperaturas empregadas foram de 210°C, 250°C e 300°C para coluna, injetor e detector, respectivamente. Adotou-se a sensibilidade 10^{-11} , atenuação 1, pressão da coluna 21 psi com fluxo de 1,0 mL e gás de arraste 3,0 mL/min.

3.7 Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA, segundo as metodologias propostas pelo ICMSF (1983) e Silva et al. (1997).

A cada dois dias de armazenamento as amostras eram coletadas assepticamente para as análises microbiológicas. Foram pesadas 25 g de amostras de cada embalagem e homogeneizadas em liquidificador com 225mL de água peptonada estéril 0,1% (p/v). A seguir, foram realizadas diluições seriadas para a inoculação dos diferentes meios de cultura utilizados no experimento.

3.7.1 Quantificação de coliformes a 35°C e a 45°C

Os coliformes a 35°C foram quantificados utilizando-se a técnica do NMP com séries de três tubos. O meio empregado foi o lauryl sulfato triptose (LST), contendo tubos de Durham invertido para a inoculação das devidas diluições. Os tubos foram incubados a 37°C por 48 horas. Foram considerados positivos para coliformes a 35°C aqueles tubos que apresentaram turvação e formação de gás.

Para a quantificação dos coliformes a 45°C foi utilizada a mesma técnica em que alíquotas foram transferidas dos tubos positivos do teste presuntivo de coliformes a 35°C, para tubos contendo caldo *Escherichia coli* (EC). Os tubos foram incubados a 44,5°C por 48 horas. Os resultados foram expressos em (NMP/g).

3.7.2 Contagem total de fungos e leveduras

Utilizou-se o meio batata dextrose ágar (BDA) acidificado com ácido tartárico a 10% (p/v). As placas, após inoculação, foram incubadas em estufa BOD a 25°C por 5 dias e os resultados foram expressos em UFC/g.

3.7.3 Contagem total de microrganismos psicrotróficos

Utilizou-se a técnica em profundidade com o meio ágar para contagem padrão (PCA). As placas foram incubadas em estufa BOD a 7°C por 7 dias.

Após este período, as colônias foram quantificadas e os resultados expressos em UFC/g.

3.8 Análise sensorial

As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciência dos Alimentos da UFLA.

Os frutos minimamente processados foram avaliados por um grupo de 12 provadores treinados, selecionados de uma equipe de 20 julgadores. Para a avaliação das características de textura e sabor foi utilizada uma escala hedônica de 9 pontos, em que 9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2 e 1 equivalem a ótima, muito boa, moderadamente boa, ligeiramente boa, indiferente, ligeiramente ruim, moderadamente ruim, muito ruim e péssima, respectivamente.

O treinamento e os testes definitivos foram realizados em cabines individuais, com luz vermelha para mascarar a cor das amostras. Os tratamentos eram os mesmos usados para as análises químicas. Os provadores recebiam todas as amostras em duplicata dentro de copos descartáveis codificados com números aleatórios de três dígitos, para que não fossem influenciados ou identificassem os tratamentos.

3.9 Delimitação experimental e análise estatística

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial duplo (3 x 5), com três repetições. Os fatores consistiram dos tratamentos (AMP - controle, AMA-1 com 5% de CO₂ e 5% de O₂ e AMA-2 com 10% de CO₂ e 2% de O₂) e tempo de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8 dias). Cada parcela experimental foi constituída por uma embalagem com cerca de 190g de frutos. Os dados foram analisados utilizando-se o programa Sistema para Análise de Variância (SISVAR), da Universidade Federal de Lavras e as médias comparadas por meio do teste de Tukey (5%).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 pH e acidez total titulável (ATT)

O pH das amostras sofreu influência dos tratamentos apenas no segundo e último dias de armazenamento. No segundo dia, o controle (AMP) apresentou valor de pH superior ao dos demais tratamentos e no oitavo dia, os valores de pH das amostras do controle e do tratamento AMA-1 foram superiores ao AMA-2 (Tabela 1). No presente estudo, os valores de pH variaram de 6,0 a 6,5, próximos aos encontrados por Lamikanra et al. (2000) que foram de 6,3 a 6,5 em melões Cantaloupe minimamente processados.

Alterações no pH podem estar ligadas aos efeitos indesejáveis de elevadas concentrações de CO₂, as quais inibem a atividade da succinato desidrogenase, resultando na acumulação do ácido succínico e conseqüente desarranjo das funções fisiológicas normais (Rolle & Chism, 1987). Em melões, o pH está entre os índices físico-químicos mais utilizados para a caracterização de sua qualidade (Rizzo & Braz, 2001).

Em concordância com o pH, os teores de ATT foram relativamente estáveis, com tendência à redução em todos os tratamentos. Com exceção do segundo dia de armazenamento, onde o controle teve uma grande redução nos valores de ATT, os três tipos de atmosferas não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 1). Essas oscilações, com tendência à redução nos teores de ATT, foram também observadas por Lamikanra et al. (2000). Estes autores identificaram alguns ácidos orgânicos em melões 'Cantaloupe' minimamente processados, com predominância dos ácidos cítrico e málico. O ácido cítrico parece estar presente em todos os melões das espécies *Cucumis melo* L. A presença e quantidade de outros ácidos, tais como málico, succínico, malônico, fórmico, glicólico e oxálico, variam.

TABELA 1 Valores médios de pH e acidez total titulável (ATT) do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (controle - AMP, 5% CO_2 e 5% O_2 - AMA-1, 10% CO_2 e 2% O_2 - AMA-2).

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
	pH				
AMP	6,07 a	6,43 a	6,23 a	6,13 a	6,47 a
AMA-1	6,07 a	6,13 b	6,27 a	6,13 a	6,30 a
AMA-2	6,00 a	6,13 b	6,10 a	6,10 a	6,03 b
	ATT (% ácido cítrico)				
AMP	0,096 a	0,043 b	0,055 a	0,068 a	0,064 a
AMA-1	0,092 a	0,077 a	0,055 a	0,072 a	0,068 a
AMA-2	0,094 a	0,072 a	0,052 a	0,068 a	0,068 a

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Ácidos orgânicos são importantes precursores de “flavor” e fonte de energia respiratória em células vegetais. Kays (1991) afirma que os ácidos orgânicos tendem a declinar na maioria dos frutos após a colheita e durante o armazenamento, devido à larga utilização desses compostos como substratos respiratórios e como esqueletos de carbono para a síntese de novos compostos.

As respostas de vários produtos a atmosferas modificadas podem ser conflitantes. Por exemplo, o aumento de CO_2 auxilia na retenção de ácidos orgânicos em tomate, mas acelera a perda de ácidos em aspargos (Wills et al., 1998). Perdas na acidez em frutos carnosos foram reduzidas pelo uso de atmosferas controladas. Atmosfera com 2,5% de CO_2 manteve a acidez total titulável em maçãs ‘Golden Delicious’ durante oito meses de armazenamento (Kader, 1986).

Menezes (1996) afirma que o teor de ácidos orgânicos apresenta pouca contribuição para o sabor e aroma do melão, uma vez que a variação nos níveis

de ATT durante sua maturação tem pouco significado prático em função da baixa concentração dos mesmos.

4.2 Sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST)

Nos teores de SST, houve uma diminuição no segundo dia de armazenamento para todos os tratamentos analisados, seguida de algumas oscilações, mas com valores finais reduzidos. Apenas no sexto dia de armazenamento foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, tendo o controle apresentado maiores valores de SST (Tabela 2).

Portela & Cantwell (1998) também observaram níveis estáveis de SST em melões Cantaloupe minimamente processados armazenados a baixas temperaturas. Bai et al. (2001), trabalhando com melões Cantaloupe minimamente processados, encontraram níveis de SST abaixo do esperado, provavelmente devido ao influxo de sanificante nos cubos, os quais ganharam peso durante o tratamento de imersão. Neste mesmo trabalho, os teores de SST dos melões armazenados sob atmosfera modificada não sofreram alterações durante o período de armazenamento.

O teor de sólidos solúveis é um fator tradicionalmente usado para caracterizar a qualidade do melão. Ele está diretamente relacionado às condições climáticas durante a produção. A baixa umidade relativa do ar, aliada a altas temperaturas, proporciona a produção de frutos com brix alto, que são os de melhor qualidade comercial e alcançam boas cotações no mercado (Alvarenga & Resende, 2002).

Quanto aos AST, todos os tratamentos mostraram uma elevação em seus teores até o quarto dia de armazenamento (Tabela 2). Após esta data, os valores permaneceram relativamente constantes para os melões armazenados sob atmosfera modificada ativa, enquanto que no controle houve uma diminuição

permanente destes, até o final do armazenamento, provavelmente devido ao consumo de substratos durante o metabolismo respiratório dos frutos.

TABELA 2 Valores médios de sólidos solúveis totais (SST) e açúcares solúveis totais (AST) do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (controle - AMP, 5% CO_2 e 5% O_2 - AMA-1, 10% CO_2 e 2% O_2 AMA-2).

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
	SST ($^\circ\text{Brix}$)				
AMP	9,2 a	9,1 a	8,9 a	9,6 a	9,0 a
AMA-1	9,5 a	8,5 a	8,9 a	8,4 b	8,4 a
AMA-2	9,2 a	8,5 a	8,4 a	8,1 b	8,6 a
	AST (g/ 100g polpa)				
AMP	7,37 a	7,53 a	8,74 a	8,68 a	7,57 a
AMA-1	6,88 b	7,12 b	7,62 b	7,39 b	7,63 a
AMA-2	6,74 b	7,12 b	7,81 b	7,69 b	7,82 a

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A respiração pode ser descrita como a quebra oxidativa dos materiais mais complexos presentes normalmente em células, tais como amido, ácidos orgânicos e açúcares, em moléculas mais simples, tais como dióxido de carbono e água, com a conseqüente produção de energia e outras moléculas que podem ser usadas pela célula para reações sintéticas (Wills et al., 1998). A perda de reservas armazenadas no produto durante a respiração é traduzida pelo avanço da senescência (Kader, 2002).

Níveis de CO_2 entre 5% e 20% reduzem efetivamente a taxa respiratória na maioria dos produtos hortícolas. A inibição da respiração pode ser resultante de alterações na rota glicolítica, no metabolismo fermentativo, no ciclo de Krebs ou no sistema de transporte de elétrons, via efeito do CO_2 sobre a síntese, degradação, inativação ou inibição de algumas enzimas que compõem essas

rotas metabólicas. Também é possível que a inibição ocorra por efeitos antagônicos do CO₂ sobre a ação de etileno ou por sua influência sobre o metabolismo secundário pela alteração do pH da célula (Lana & Finger, 2000).

4.3 Firmeza, pectina total (PT) e pectina solúvel (PS)

Os valores de firmeza no melão minimamente processado diminuíram no decorrer do armazenamento em todos os tratamentos (Tabela 3). Embora não tenha havido diferenças significativas entre os tratamentos a partir do quarto dia de armazenamento, uma menor perda de firmeza foi observada para as fatias do tratamento AMA-2 (5,4%) quando comparada ao controle (20,9%) e AMA-1 (21,2%), no final do armazenamento. Melões Honeydew minimamente processados também reduziram a perda de firmeza quando armazenados a 5°C em atmosfera com 15% CO₂ (Portela & Cantwell, 1998).

Das alterações na firmeza de polpa, dois processos podem ser determinantes: a perda excessiva de água dos tecidos, que causa diminuição da pressão de turgor e as modificações observadas na lamela média e parede celular. A perda de firmeza dos produtos minimamente processados é decorrente das modificações na estrutura e composição da parede celular pela ação de numerosas enzimas, entre as quais as pectinases, celulases e β -galactosidases (Chitarra, 2000). Resultados mostrados por Ranwala et al. (1992) demonstram que β -galactosidases estão envolvidas na modificação de polímeros pécnicos e componentes hemicelulósicos do mesocarpo de melão.

As amostras do tratamento AMA-2 apresentaram, em geral, maiores valores de PT quando comparadas às outras dos outros tratamentos. No entanto, diferenças significativas foram observadas apenas nos tempos 2 e 4 dias de armazenamento (Tabela 3). O fator tempo, apesar da interação significativa com o fator atmosfera, não influenciou esta variável. Menezes (1996), trabalhando

com melões, também não observou diferenças significativas nos níveis de pectina total durante a maturação.

A solubilização de pectinas aumentou a partir do segundo dia de armazenamento para todos os tratamentos analisados (Tabela 3). Atmosferas modificadas ativas proporcionaram menor solubilização de substâncias pécicas, indicando tais tratamentos como mais efetivos neste caso. O aumento na solubilização das substâncias pécicas se associou perfeitamente com a redução da textura observada durante o armazenamento dos frutos à semelhança de outros autores (Vilas Boas, 1998; Teixeira, 2001).

TABELA 3 Valores médios de textura, pectina total (PT) e pectina solúvel (PS) do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (controle – AMP, 5% CO_2 e 5% O_2 – AMA-1, 10% CO_2 e 2% O_2 AMA-2).

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
	Firmeza (N)				
AMP	2,77 a	2,29 b	2,13 a	2,12 a	2,19 a
AMA-1	2,64 ab	3,01 a	2,34 a	2,04 a	2,08 a
AMA-2	2,24 b	2,18 b	2,20 a	2,14 a	2,09 a
	PT (mg ácido galacturônico/100 g polpa)				
AMP	279,32 a	272,35 ab	283,23 a	286,62 a	280,15 a
AMA-1	276,22 a	263,75 b	258,17 b	274,27 a	286,07 a
AMA-2	282,33 a	284,01 a	287,84 a	279,52 a	287,08 a
	PS (mg ácido galacturônico/100 g polpa)				
AMP	35,92 b	39,68 ab	45,10 b	50,05 a	51,64 a
AMA-1	35,89 b	37,54 b	36,16 c	36,50 b	37,65 b
AMA-2	48,35 a	40,74 a	49,87 a	49,73 a	50,32 a

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Atmosferas controladas retardam o amadurecimento e amaciamento dos frutos. Elevada concentração de CO_2 proporciona maiores efeitos na retenção de

firmeza que concentrações de O₂ reduzidas (Kader, 1986), talvez, por sua maior influência na redução da atividade das enzimas pécnicas. Lima et al. (2000), estudando a perda de firmeza em maçãs, observaram que frutos armazenados sob atmosferas com 3kPa CO₂ + 1kPa O₂ apresentaram, em média, menor atividade de pectinametilesterase (PME) que os submetidos a atmosferas com 1kPa CO₂ + 1kPa O₂, demonstrando que esta enzima não foi inibida pelo baixo teor de O₂, mas somente pelo alto de CO₂.

4.4 Pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG)

Neste experimento, não foram detectadas atividades da PME e PG nos melões minimamente processados. Considerando o amaciamento normal dos tecidos durante o armazenamento, o resultado obtido sugere que a PME e PG não tiveram uma relação direta com o mencionado processo, embora possam ter atuado durante as etapas anteriores ao amadurecimento.

O mecanismo que controla o amaciamento do melão não tem sido claramente definido. A PME e a PG, enzimas capazes de degradar as substâncias pécnicas encontradas na parede celular e na lamela média, não têm apresentado atividade substancial durante o amadurecimento do melão (Menezes, 1996). Resultados apresentados por Ranwala et al. (1992) indicam o envolvimento de isoformas de β -galactosidases na modificação de polissacarídeos de parede celular de melão, não excluindo a possibilidade do envolvimento de outras enzimas degradativas em combinação com as mesmas. Estes autores observaram um notável aumento na atividade da β -galactosidase no último estágio de amadurecimento do fruto (50 dias após a antese).

Os baixos níveis ou ausência de PG em alguns frutos, incluindo morango e uva, sugerem que esta enzima não seja um requerimento essencial para a solubilização de pectinas. Fatores responsáveis pela ação limitada da PG *in vivo* não são bem entendidos. A influência do pH apoplástico e de minerais na

regulação do metabolismo de parede celular está clara para outros sistemas vegetais, mas tem recebido pouca atenção em tecidos de frutos. PG de tomate *in vitro* é cataliticamente inativa a pH 6,0, o pH do apoplasto do fruto verde-maturo; enquanto que o pH do apoplasto do fruto maduro, 4,5, é semelhante ao *in vitro* ótimo para a enzima (Huber et al., 2001).

4.5 Modificações na parede celular

O resíduo celulósico representou a principal fração da parede celular, concordando com os resultados encontrados por Menezes (1996). O comportamento do teor de celulose foi semelhante nas fatias dos diversos tratamentos, com tendência de elevação até o quarto dia de armazenamento, seguida de decréscimo (Tabela 4). Esse comportamento também foi observado em goiabas por Carvalho (1999), que considera o aumento nos teores de celulose como um fator na manutenção da firmeza. Os frutos armazenados sob AMA-1 apresentaram valores inferiores de celulose, diferenciando-se do controle em todos os tempos estudados, exceto no tempo 6, e da AMA-2 nos tempos 2 e 4.

Observou-se uma redução no teor de hemicelulose para o tratamento AMA-2 até o quarto dia de armazenamento, seguida de elevação e novamente redução no último dia. Este tratamento apresentou, no geral, valores menores de hemicelulose comparado ao controle e AMA-1, os quais apresentaram algumas oscilações com tendência de elevação até o sexto e último dia de armazenamento, respectivamente (Tabela 4). Os teores de celulose e hemicelulose encontrados no presente trabalho foram condizentes com os obtidos por Vilas Boas et al. (1998) para a mesma cultivar, enquanto os teores de poliuronídeos foram levemente inferiores.

O teor de poliuronídeos apresentou tendência de elevação até o quarto dia de armazenamento, seguido de decréscimo. No entanto, o tratamento AMA-1 teve um leve declínio no sexto dia, com elevação no último dia de

armazenamento, diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos (Tabela 4). Teores estáveis de poliuronídeos de parede celular de abacaxis minimamente processados foram encontrados por Bonnas (2002), que atribuiu estes resultados ao efeito positivo das atmosferas modificadas e da refrigeração no controle da degradação dos polímeros pécnicos. Considerando-se a crescente solubilização de pectinas durante todo o experimento, esperava-se que houvesse uma diminuição nos teores de poliuronídeos. Portanto, é provável a existência de um *turnover* de polímeros pécnicos a fim de repor o material solubilizado.

TABELA 4 Valores médios de compostos de parede celular (%) do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (controle – AMP, 5% CO_2 e 5% O_2 – AMA-1, 10% CO_2 e 2% O_2 AMA-2).

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
	Celulose				
AMP	35,57 a	37,10 a	38,51 a	26,05 b	27,14 a
AMA-1	31,86 b	29,10 b	34,23 b	28,84 ab	23,46 b
AMA-2	34,76 ab	36,67 a	40,14 a	31,12 a	25,33 ab
	Hemicelulose				
AMP	9,87 a	10,32 a	10,01 a	10,23 ab	9,98 b
AMA-1	9,47 a	9,86 a	9,91 a	9,63 b	12,70 a
AMA-2	10,13 a	8,84 b	8,76 b	10,59 a	9,02 c
	Poliuronídeos				
AMP	17,88 a	22,52 a	25,34 a	24,47 a	20,57 b
AMA-1	18,65 a	19,95 b	22,43 b	21,56 b	22,94 a
AMA-2	18,11 a	21,70 a	23,27 b	24,39 a	20,65 b

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

A redução nos níveis de oxigênio e a elevação nos níveis de dióxido de carbono foram descritas por Burton (1974) por afetar o colapso de células vegetais. Ele observou que, em maçãs inteiras, um nível maior que 12% de CO_2 e menor que 2% de O_2 retardou o amaciamento durante armazenamento e que as

reações secundárias associadas com o metabolismo de carboidratos foram também afetadas (Bolin & Huxsoll, 1989).

O amaciamento em melão é acompanhado pela degradação de sua parede celular, embora a perda da integridade da membrana do mesocarpo seja também importante (Lester, 1988). As mudanças na parede celular em melão, durante o amadurecimento, incluem aumento em poliuronídeos solúveis, um decréscimo no peso molecular desses poliuronídeos, perda de resíduos galactosil e alterações no peso molecular de polímeros de hemicelulose. Os mecanismos pelos quais estes eventos são ocasionados e sua relação com as mudanças na textura em melões ainda não são bem entendidos (McCollum et al., 1989).

Um aumento significativo na atividade de glicosidases, incluindo a β -D-galactosidase, foi detectado durante o amadurecimento do melão. Outras enzimas ligadas à parede celular (PME e celulase) permaneceram constantes ou diminuíram durante o período de desenvolvimento, quando reduções significantes na textura estavam ocorrendo (Seymour & McGlasson, 1993). O decréscimo em massa molecular de poliuronídeos não resultou, aparentemente, da atividade da poligalacturonase, que não tem sido detectada em melões.

4.6 Fracionamento da parede celular

4.6.1 Fração solúvel em EDTA - poliuronídeos

A análise de açúcares neutros desta fração revelou que os principais açúcares são arabinose, galactose e ramnose, seguidos de menores quantidades de xilose, glicose, fucose e manose. No tratamento sob atmosfera modificada passiva houve uma redução acentuada nos teores dos açúcares predominantes, no segundo dia de armazenamento, principalmente para os resíduos de arabinose. A partir do segundo dia, os açúcares neutros deste mesmo tratamento tiveram pequenos incrementos seguidos de reduções no último dia de

armazenamento. Já no tratamento AMA-1, os teores de arabinose, galactose e ramnose não apresentaram mudanças consistentes do quarto ao oitavo dia, apesar da tendência de redução ao longo do armazenamento. Um acúmulo de ramnose, arabinose e galactose foi observado até o sexto dia para o tratamento AMA-2, sugerindo a ocorrência de um *turnover* dinâmico destes compostos; uma situação de equilíbrio na parede celular do fruto durante o armazenamento. Considerando-se as concentrações no início e no final do experimento, pode-se observar que as amostras do tratamento AMA-2 apresentaram maior retenção nos seus teores de açúcares neutros (Figuras 1 a 3).

Essa redução observada nos teores de ramnose, arabinose e galactose no final do armazenamento, para todos os tratamentos analisados, sugere uma despolimerização de poliuronídeos por meio da clivagem do esqueleto de ramnogalacturonanas ou de suas cadeias laterais.

Análises *in vitro* de polissacarídeos de parede celular têm demonstrado que eles sofrem solubilização e despolimerização durante o amadurecimento do fruto. O grau de solubilização *in vitro* pode não ser estritamente semelhante à situação *in vivo*.

A despolimerização é uma diminuição da massa molecular pela clivagem do esqueleto das ramnogalacturonanas e/ou cadeias laterais de açúcares neutros, galactose-arabinose. Ela também pode representar a desagregação de complexos polissacarídicos unidos por pontes de hidrogênio, em que as hidrolases não estão envolvidas. Os mecanismos para a solubilização de poliuronídeos permanecem não esclarecidos e podem não ser os mesmos em todos os frutos. Enquanto a despolimerização induzida por enzimas pode ser um mecanismo geral, a extensão deste processo varia amplamente (Redgwell & Fischer, 2002).

A perda de galactose de polímeros pécnicos acompanha geralmente o amadurecimento do fruto; ela pode não estar envolvida na solubilização ou

mudanças texturais. A perda de galactose foi similar em frutos que amaciaram (tomate) e mantiveram a textura (maçã) durante a maturação (Redgwell et al., 1997). Ameixas, que mostraram moderado afrouxamento de parede, considerável amaciamento e solubilização de poliuronídeos, não apresentaram perda líquida de galactose (Redgwell & Percy, 1992 citados por Redgwell & Fischer, 2002). Em kiwis amadurecidos na planta, 80% da galactose foram perdidos da parede celular antes do início de significativo amaciamento ou solubilização de poliuronídeos (Redgwell & Harker, 1995).

Apesar destes dados, a perda de açúcares neutros de polissacarídeos pécnicos parece provavelmente afetar as propriedades físico-químicas da parede do fruto.

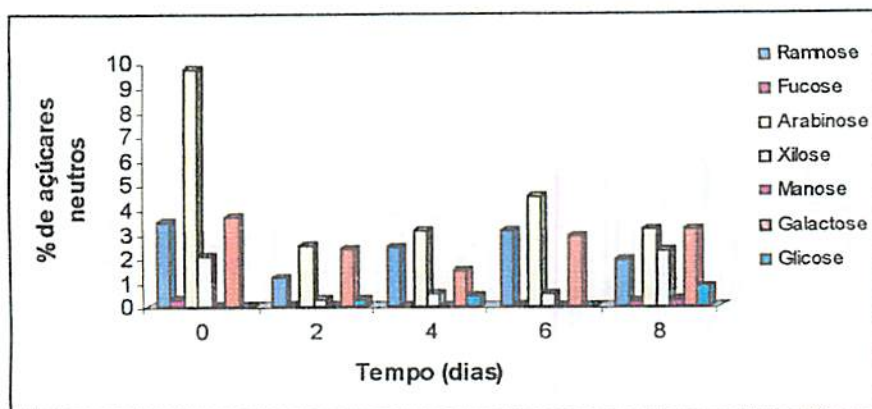


FIGURA 1 Perfil cromatográfico de açúcares neutros da fração pécnica do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (controle - AMP).

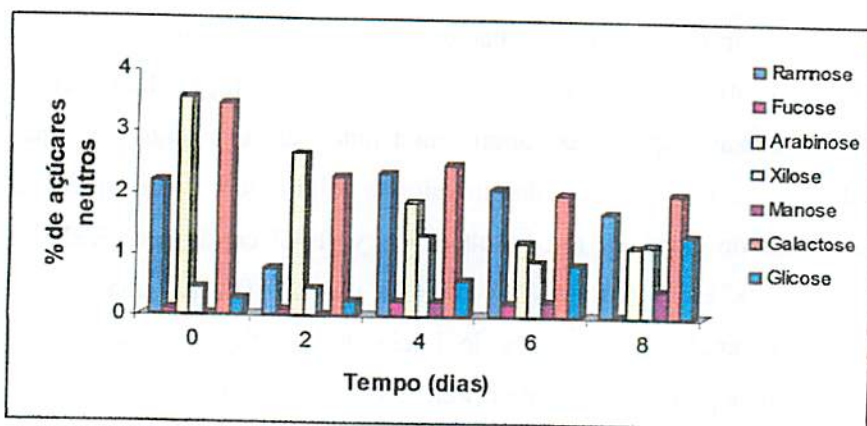


FIGURA 2 Perfil cromatográfico de açúcares neutros da fração pécica do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (AMA 1 - $5\%\text{CO}_2$ $5\%\text{O}_2$).

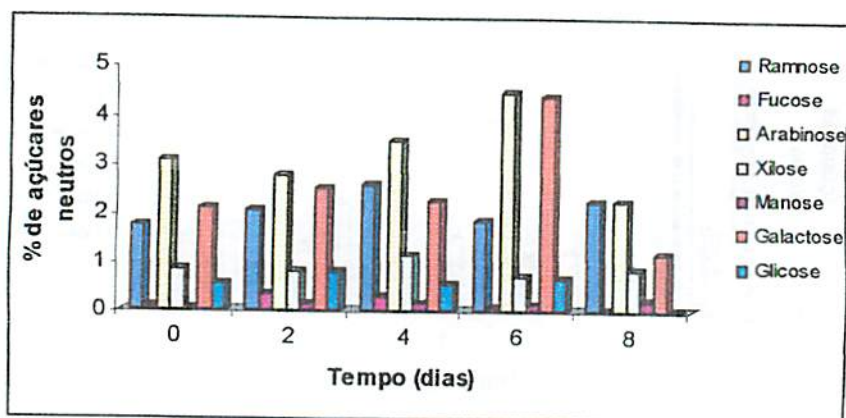


FIGURA 3 Perfil cromatográfico de açúcares neutros da fração pécica do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (AMA 2 - $10\%\text{CO}_2$ $2\%\text{O}_2$).

4.6.2 Fração solúvel em KOH - hemiceluloses

Os principais açúcares encontrados nesta fração foram xilose, glicose e galactose, com predominância do primeiro. O teor relativamente elevado desses

açúcares sugere que o polímero xiloglucana pode ser um dos componentes estruturais responsáveis pela manutenção da integridade dos tecidos do mesocarpo durante o armazenamento. Níveis relativamente elevados de xilose na parede celular de melão foram encontrados por Menezes (1996), em trabalho com a cultivar Galia. Teores elevados de xilose também foram observados em manga (Mitcham & McDonald, 1992), tomates (Vilas Boas, 1998) e goiabas (Carvalho, 1999), entre outros.

Os açúcares neutros, nesta fração, apresentaram comportamentos similares nos diferentes tratamentos analisados, com algumas variações (Figuras 4 a 6). Os açúcares ramnose, fucose, arabinose e manose foram encontrados em pequenas quantidades e apresentaram-se constantes ao longo do armazenamento.

Acentuada redução no teor de xilose foi observada no segundo dia de armazenamento, seguida de elevações nos quarto e sexto dias, e declínio no oitavo. No controle (AMP), esta redução chegou a 73% no final do armazenamento, valor superior aos demais tratamentos. Bonnas (2002), em seu trabalho com abacaxi, também observou uma tendência à redução dos resíduos de xilose, seguida de elevações. Os teores de glicose e galactose também reduziram ao longo do armazenamento, com ligeiras elevações no final. A perda destes açúcares foi novamente mais acentuada no controle que nos tratamentos em atmosfera modificada ativa.

A perda de açúcares neutros de parede celular ocorreu em 15 de 17 frutos estudados por Gross & Sams (1984) durante o amadurecimento. O grau de perda variou de 6% em framboesas a 56% em pimenta. Além das reações degradativas, foi observada também a síntese de açúcares neutros durante o processo de amadurecimento e armazenamento de frutos (Vilas boas, 1998; Carvalho, 1999; Greve & Labavitch, 1991).

Embora a atmosfera modificada aumente a vida de prateleira de frutas e hortaliças, muito pouco é conhecido sobre o seu efeito sobre os componentes

específicos da parede celular (Femenia et al., 1998). Nectarinas armazenadas sob atmosfera controlada (10% CO₂ e 15% O₂) apresentaram diferenças nas alterações dos açúcares neutros quando comparadas aos frutos armazenados ao ar (Lurie et al., 1994). Um maior decréscimo nos teores de arabinose foi observado nas duas frações solúveis em EDTA e Na₂CO₃ para os frutos armazenados ao ar.

No presente estudo verificou-se uma influência positiva das atmosferas modificadas ativas na manutenção dos açúcares neutros de parede celular, principalmente da AMA-2, em que a alta concentração de CO₂ pode ter influenciado direta ou indiretamente neste processo.

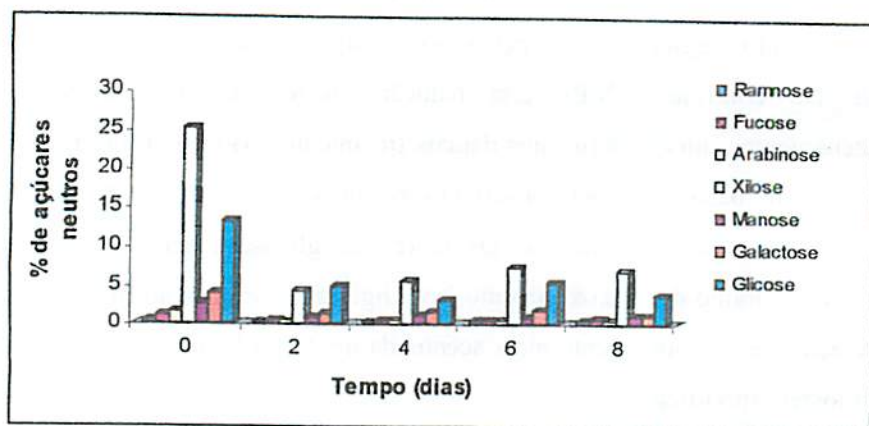


FIGURA 4 Perfil cromatográfico de açúcares neutros da fração hemicelulósica do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (controle-AMP).

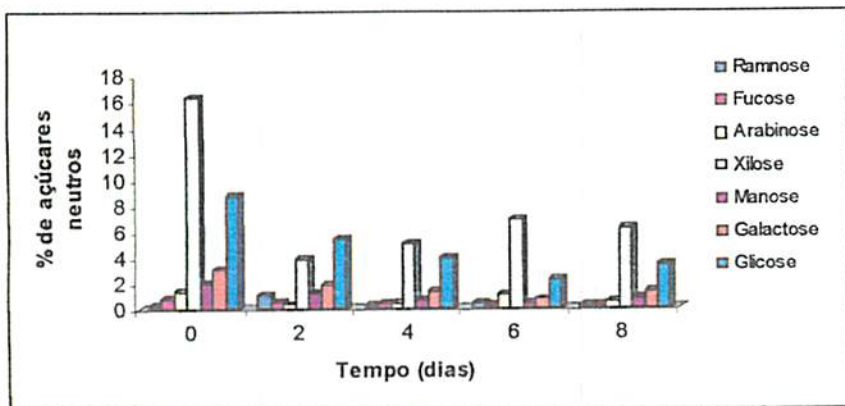


FIGURA 5 Perfil cromatográfico de açúcares neutros da fração hemicelulósica do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (AMA 1 – $5\%\text{CO}_2$ $5\%\text{O}_2$).

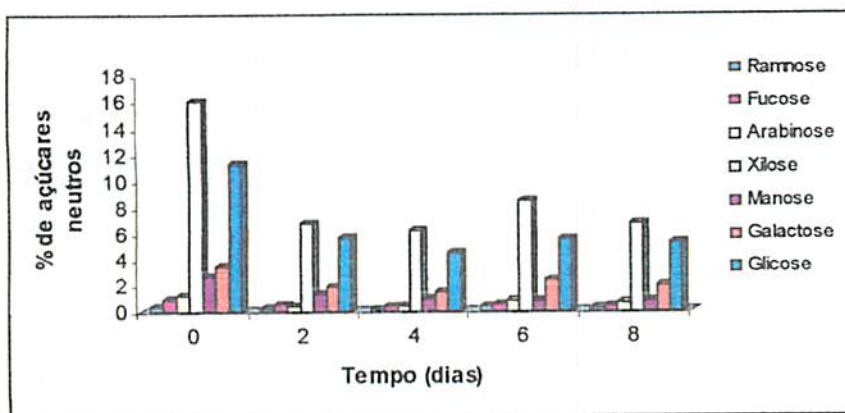



FIGURA 6 Perfil cromatográfico de açúcares neutros da fração hemicelulósica do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (AMA 2 – $10\%\text{CO}_2$ $2\%\text{O}_2$).

4.7 Análises microbiológicas



4.7.1 Coliformes a 35°C e a 45°C

Os maiores valores de coliformes a 35°C foram obtidos no tratamento controle, que alcançou 4,29 ciclos logarítmicos. Uma elevação na contagem microbiológica deste grupo foi detectada até o quarto dia de armazenamento, em todos os tratamentos. A partir de então, essa contagem permaneceu relativamente estável para os tratamentos em atmosfera modificada ativa, com ligeira elevação para o controle no final do armazenamento. Durante todo o experimento, os frutos sob tratamento AMA-2 apresentaram valores inferiores destes microrganismos quando comparados aos demais tratamentos (Figura 7). O mesmo comportamento foi observado para os coliformes a 45°C (Figura 8).

A Resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2002, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde, estabelece como padrão o máximo de 5×10^2 NPM/g de coliformes a 45°C por grama de fruta. Segundo essas normas, as amostras dos tratamentos controle e AMA-1 apresentaram concentrações inaceitáveis após o segundo dia de armazenamento, enquanto no tratamento AMA-2 essas concentrações foram observadas apenas a partir do sexto dia.

Em alimentos processados, a presença de um número considerável destes microrganismos indica processamento inadequado e ou recontaminação pós-processamento. As causas mais frequentes são aquelas provenientes da matéria-prima, equipamento sujo ou manipulação sem cuidados de higiene (Franco & Landgraf, 1996). Uma vez que a manipulação destes frutos foi realizada em condições adequadas de higiene, a explicação para o desenvolvimento destes microrganismos seria a ineficácia na desinfecção da casca do fruto pelo manipulador, ou até mesmo pela possível baixa concentração de hipoclorito utilizada.

Modificações na composição gasosa são capazes de causar alterações na microbiota que sobrevive ou que se multiplica em determinado alimento. Bai et al. (2001) verificaram que a população microbiana foi maior em melões Cantaloupe minimamente processados acondicionados em embalagens microperfuradas que em melões acondicionados sob atmosfera modificada. O benefício de elevadas concentrações de dióxido de carbono em atmosferas modificadas deve-se às suas características contra muitos microrganismos deterioradores que podem crescer a baixas temperaturas. O baixo teor de oxigênio em atmosferas modificadas geralmente inibe o crescimento de microrganismos aeróbicos.

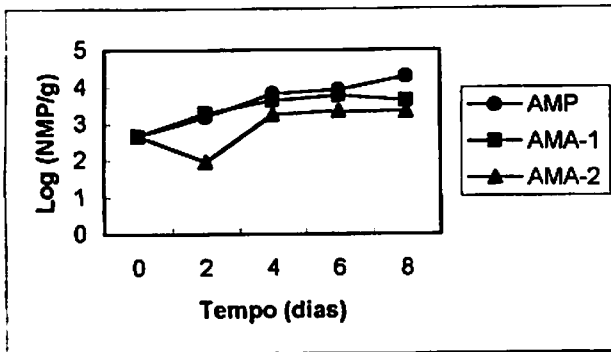


FIGURA 7 Crescimento de coliformes a 35°C em melão Orange Flesh minimamente processado durante 8 dias de armazenamento a 6 ± 1°C e 85% ± 5% de UR.

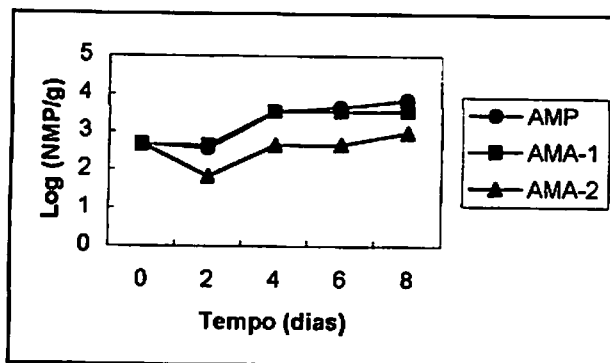


FIGURA 8 Crescimento de coliformes a 45°C em melão Orange Flesh minimamente processado durante 8 dias de armazenamento a 6 ± 1°C e 85% ± 5% de UR.

4.7.2 Fungos filamentosos e leveduras

O crescimento de fungos e leveduras em alimentos é geralmente mais lento que o de bactérias. Portanto, dificilmente serão responsáveis pela deterioração destes, uma vez que a atividade de água seja superior a 0,9. De maneira geral, não houve grandes aumentos das contagens de fungos e leveduras neste trabalho (Figura 9). No tratamento AMA-2, as contagens permaneceram com valores próximos a 10^2 UFC g^{-1} até o sexto dia de armazenamento, elevando-se para 10^3 UFC g^{-1} no oitavo dia. Os tratamentos controle e AMA-1 apresentaram comportamentos bastante similares, com contagens superiores ao tratamento AMA-2, chegando a 10^4 UFC g^{-1} no último dia de armazenamento.

Valores aproximados para este grupo foram encontrados por Peroni (2002) durante armazenamento de melão amarelo minimamente processado.

Ambientes com elevada concentração de CO_2 ($\geq 10\%$) são fungistáticos, retardam a amaciamento dos tecidos e aumentam a resistência às desordens microbianas. A efetividade do CO_2 contra microrganismos geralmente aumenta com o aumento da sua concentração. No entanto, concentrações altas

possibilitam o estabelecimento de condições onde microrganismos anaeróbicos possam crescer.

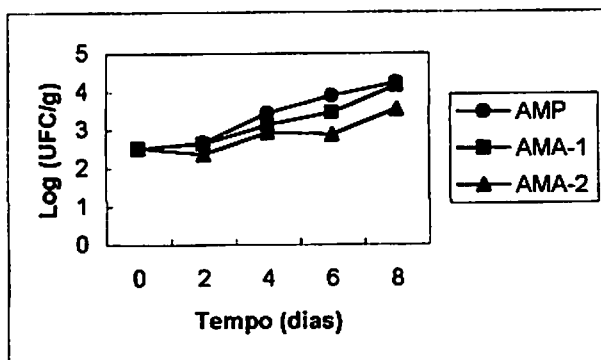


FIGURA 9 Crescimento de fungos e leveduras em melão Orange Flesh minimamente processado durante 8 dias de armazenamento a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR.

4.7.3 Microrganismos psicrotróficos

Em relação ao grupo de psicrotróficos, as contagens iniciais foram de aproximadamente 10^4 UFC g^{-1} com grande incremento do quarto ($2,2 \times 10^4$ UFC g^{-1}) ao sexto dia ($3,2 \times 10^5$ UFC g^{-1}) para as amostras do controle. Apesar das menores contagens apresentadas pelos tratamentos em atmosfera modificada ativa durante o experimento, valores bem próximos aos do controle foram observados para estes, no final do armazenamento (Figura 10).

O processamento mínimo favorece a contaminação de alimentos por microrganismos deterioradores e patogênicos, em razão do manuseio e das injúrias nos tecidos, acelerando mudanças degradativas, diminuindo conseqüentemente a qualidade e o tempo de vida útil do produto. Frutos e hortaliças minimamente processados com altos índices de atividade de água ($>0,85$) e pH ($>4,6$) são considerados altamente perecíveis quando não

submetidos a processos preservativos que retardem as alterações biológicas e bioquímicas (Wiley, 1994). Este grupo inclui geralmente frutos processados tais como os melões. Embora o armazenamento a frio retarde muitos processos bioquímicos em alimentos, reações relacionadas a enzimas e microrganismos psicrotóxicos continuam crescendo a baixas temperaturas. Estes afetam adversamente o “flavor”, a textura, os nutrientes e a qualidade geral do fruto (Lamikanra et al., 2000).

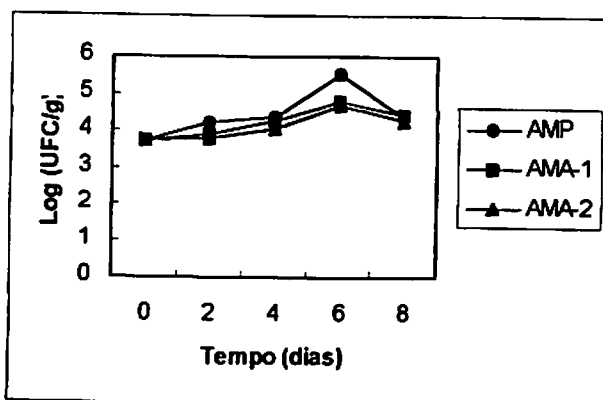


FIGURA 10 Crescimento de psicrotóxicos em melão Orange Flesh minimamente processado durante 8 dias de armazenamento a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR.

4.8 Análise sensorial

4.8.1 Sabor e textura

De acordo com a Tabela 5, é possível observar que as notas para a variável sabor permaneceram na média de 7,4, correspondendo a valores entre “moderadamente boa” e “muito boa”. Diferenças significativas ocorreram

apenas nos tempos 4 e 6, em que o controle recebeu maiores notas, diferenciando-se dos outros tratamentos. Estes resultados podem ser relacionados aos maiores teores de açúcares solúveis totais apresentados nas fatias do controle, nestes dois tempos. Já no oitavo dia, os frutos com AMA-1 e AMA-2 se sobressaíram, tendo uma melhor aceitação entre os provadores.

Não foi detectado pelos provadores sabor não característico, que poderia ter se desenvolvido devido à falta de O_2 e/ou excesso de CO_2 no interior da embalagem.

A textura nos melões minimamente processados não foi afetada pelos tratamentos ao longo do armazenamento (Tabela 5). No entanto, os frutos armazenados em AMP apresentaram melhores notas até o sexto dia, sendo superados pelos tratamentos em atmosfera modificada ativa no final do armazenamento. As notas para esta variável corresponderam também aos valores relativos a “moderadamente boa” e “muito boa”.

Embalagens sob atmosfera modificada têm sido descritas como um método que reduz a perda de textura em frutas minimamente processadas durante o armazenamento. Características sensoriais em melões rendilhados minimamente processados armazenados sob atmosfera modificada com 7% CO_2 e 12% O_2 foram mantidas durante 9 dias a 3°C (Arruda, 2002).

TABELA 5 Valores médios de sabor e textura do melão Orange Flesh minimamente processado, armazenado a $6 \pm 1^\circ\text{C}$ e $85\% \pm 5\%$ de UR, durante 8 dias (controle - AMP, 5% CO_2 e 5% O_2 - AMA-1, 10% CO_2 e 2% O_2 - AMA-2).

Tratamentos	Armazenamento (dias)				
	0	2	4	6	8
	Sabor (notas)				
AMP	7,5 a	7,5 a	7,6 a	7,4 a	7,4 a
AMA-1	7,4 a	7,5 a	6,9 b	7,2 ab	7,5 a
AMA-2	7,1 a	7,8 a	7,5 ab	6,7 b	7,8 a
	Textura (notas)				
AMP	7,5 a	7,5 a	7,7 a	7,7 a	7,6 a
AMA-1	7,0 a	7,2 a	7,2 a	7,7 a	8,0 a
AMA-2	7,1 a	7,7 a	7,5 a	7,2 a	7,8 a

Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, ($p \leq 0,05$).

5 CONCLUSÕES

A atmosfera modificada ativa pouco influenciou no comportamento das variáveis pH, acidez total titulável, firmeza, pectina total e sabor, quando comparada a atmosfera modificada passiva. Mas, embora a firmeza não tenha sido influenciada pela atmosfera modificada ativa, as fatias armazenadas em 10%CO₂ e 2%O₂ apresentaram menor solubilização de pectinas.

Amostras armazenadas sob atmosfera com 5%CO₂ e 5%O₂ apresentaram, no geral, menores teores de celulose e poliuronídeos e maiores teores de hemicelulose com relação aos demais tratamentos.

Os principais açúcares neutros da fração solúvel em EDTA foram arabinose, galactose e ramnose. O tratamento com 10%CO₂ e 2%O₂ proporcionou um acúmulo destes açúcares durante o armazenamento, sugerindo a ocorrência de um *turnover*.

Os principais açúcares neutros da fração solúvel em KOH foram a xilose glicose e galactose. Atmosferas modificadas ativas proporcionaram maior manutenção destes açúcares durante o armazenamento, quando comparados à atmosfera modificada passiva.

Outras enzimas, que não a PME e PG, estão provavelmente envolvidas no amaciamento de melões minimamente processados.

As práticas de higiene e sanificação utilizadas não foram suficientes para inibir o crescimento dos microrganismos presentes no produto.

Atmosferas modificadas (passiva e ativa) foram eficientes na manutenção dos atributos de qualidade, sabor e textura, de melões Orange Flesh minimamente processados, durante os 8 dias de armazenamento previstos, como demonstrado pela análise sensorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, A. E.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruit. *Plant Physiology*, Washington, v. 65, n. 5, p. 1009-1113, May. 1980.
- ALBERSHEIM, P.; NEVINS, D. J.; ENGLISH, P. D.; KARR, A. A method for the analysis of sugars in plant cell wall polysaccharides by gas-liquid chromatography. *Carbohydrate Research*, Amsterdam, v. 5, p. 340-345, 1967.
- ALVARENGA, M. A. R.; RESENDE, G. M. *Cultura do melão*. Lavras: UFLA, 2002. 149 p. (Textos Acadêmicos ; v. 20)
- ARRUDA, M. C. *Processamento mínimo de melão rendilhado: tipo de corte, temperatura de armazenamento e atmosfera modificada*. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- ARTÉS, F.; ESCRICHE, A. J.; MARTÍNEZ, J. A.; MARIN, J. G. Quality factors in four varieties of melon (*Cucumis melo*, L.). *Journal of Food Quality*, Trumbull, v. 16, n. 2, p. 91-100, Apr. 1993.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. *Official methods of the Association of the Official Agricultural Chemists*. 12. ed Washington: AOAC, 1992. 1015 p.
- AYHAN, Z.; CHISM, G. W. The shelf-life of minimally processed fresh cut melons. *Journal of Food Quality*, Trumbull, v. 21, n. 1, p. 29-40, Jan. 1998.
- AZEREDO, H. M. C.; FARIA, J. A. F.; AZEREDO, A. M. C. Embalagens ativas para alimentos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 20, n. 3, p. 337-341, set./dez. 2000.
- BAI, J. H.; SAFTNER, R. A.; WATADA, A. E.; LEE, Y. S. Modified atmosphere maintains quality of fresh-cut cantaloupe (*Cucumis melo* L.). *Journal of Food Science*, Chicago, v. 66, n. 8, p. 1207-1211, Oct. 2001.
- BERBARI, S. A. G.; PASCHOALINO, J. E.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito do cloro na água de lavagem para desinfecção de alface minimamente processado. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 21, n. 2, p. 197-201, maio/ago. 2001.

BITTER, T.; MUIR, H. M. A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry*, New York, v. 34, n. 4, p. 330-334, Feb. 1962.

BLEINROTH, E. W. Determinação do ponto de colheita. In: **NETTO, A. G.** Melão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: MAARA/FRUPEX, 1994. 37 p. (Série Publicações técnicas FRUPEX; 6).

BOLIN, H. R.; HUXSOLL, C. C. Storage stability of minimally processed fruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, Trumbull, v. 13, n. 4, p. 281-292, Aug. 1989.

BONNAS, D. S. Qualidade do abacaxi cv. Smooth Cayenne minimamente processado, embalado sob atmosfera modificada. 2002. 100 p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

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

BUESCHER, R.W.; FURMANSKI, R. J. Role the pectinesterase and polygalacturonase in the formation of woolliness in peaches. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 43, n. 1, p. 264-266, Jan./Feb. 1978.

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

CANEPPELE, M. A. B.; CANEPPELE, C.; MUSIS, C. R.; SANTOS, P. Avaliação da qualidade sensorial de manga passa obtida sob diferentes formas de processamento. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 128-133, abr. 2000.

CANTWELL, M. The dinamic fresh-cut sector of the horticultural industry. In: **ENCONTRO NACIONAL DE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS**, 2., 2000, Viçosa. Palestras... Viçosa: UFV, 2000. p. 156-182.

CARVALHO, A. N. Avaliação da qualidade de kiwis cv. 'Harward' minimamente processados. 2000. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CARVALHO, H. A. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita da goiaba 'Kumagai'. 1999. 115 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

- CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 1998. 88 p.
- CHITARRA, M. I. F. **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 113 p. Apostila.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.
- CHITARRA, A. B.; PRADO, M. E. T. **Utilização de atmosfera modificada e controlada em frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2000. 62 p. Apostila.
- DELIZA, R. Importância da qualidade sensorial em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. Palestras... Viçosa, 2000. p. 73-74.
- DE VETTEN, N. C.; HUBER, D. J. Cell wall changes during the expansion and senescence of carnation (*Dianthus caryophyllus*) petals. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 78, n. 3, p. 447-454, Mar. 1990.
- DISCHE, E. Color reactions of carbohydrates. In: WHISTLER, R. L.; WOLFRAM, M. L. (Ed.). *Methods in carbohydrates chemistry*. New York: Academic Press, 1962. v. 1, p. 477-512.
- DUMVILLE, J. C.; FRY, S. C. Uronic-acid oligosaccharins: their biosynthesis, degradation and signalling roles in non-diseased plant tissues. *Plant Physiology and Biochemistry*, Paris, v. 38, n. 1/2, p. 125-140, Jan./Feb. 2000.
- FEMENIA, A.; SÁNCHEZ, E. S.; SIMAL, S.; ROSSELLÓ, C. Effects of drying pretreatments on the cell wall composition of grape tissues. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, Washington, v. 46, n. 1, p. 271-276, Jan. 1998.
- FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. *Microbiologia dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.
- FRANCO, G. *Tabela de composição química dos alimentos*. São Paulo: Atheneu, 1992. 230 p.

FREIRE JR. M. Efeito da temperatura de armazenamento e influência da atmosfera modificada na qualidade do alface hidropônico cv. Regina minimamente processado. 1999. 120 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GERALDINE, R. M.; SOARES, N. F.; PUSCHMANN, R.; CHAVES, A. R. M. Uso de filmes plásticos na estabilidade do alho minimamente processado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza-CE. Anais... Fortaleza, 2000. v. 1, p. 1-2.

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

GREVE, L. C.; LABAVITCH, J. M. Cell wall metabolism in ripening fruit. V. Analysis of cell wall synthesis in ripening tomato pericarp tissue using a D-[U-¹³C] glucose tracer and gas chromatography-mass spectrometry. *Plant Physiology, Rockville*, v. 97, n. 4, p. 1456-1461, Dec. 1991.

GROSS, K. C.; SAMS, C. E. Changes in cell wall neutral sugar composition during fruit ripening: a species survey. *Phytochemistry, Oxford*, v. 23, n. 11, p. 2457-2461, Nov. 1984.

HUBER, D. J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, Londrina*, v. 13, n. 2, p. 224-241, ago. 2001.

HULTIN, H. O.; SUN, B.; BULGER, J. Pectin methyl esterase of the banana. Purification and properties. *Journal of Food Science, Chicago*, v. 31, n. 3, p. 320-327, May/June 1966.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1985. v. 1, 533 p.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATION FOR FOODS – ICMSF. Técnicas de las análisis microbiológicas. Zaragoza, Espanha: Acribia, 1983. 480 p.

KADER, A. A. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. *Food Technology, Chicago*, v. 40, n. 5, p. 99-104, May 1986.

- KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. California: University of California, 2002. 519 p.
- KARAKURT, Y.; HUBER, D. J. Activities of several membrane and cell-wall hydrolases, ethylene biosynthetic enzymes, and cell wall polyuronide degradation during low-temperature storage of intact and fresh-cut papaya (*Carica papaya*) fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 00, p. 1-11, Aug. 2002.
- KAYS, J. S. **Postharvest physiology of perishables plant products**. New York: AVI, 1991. 534 p.
- LAMIKANRA, O.; CHEN, J. C.; BANKS, D.; HUNTER, P. A. Biochemical and microbial changes during the storage of minimally processed cantaloupe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 48, n. 12, p. 5955-5961, Dec. 2000.
- LAMIKANRA, O.; WATSON, M. A. Cantaloupe melon peroxidase characterization and effects of additives on activity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Nahrung, v. 44, p. 168-172, 2000.
- LANA, M. M.; FINGER, F. L. **Atmosfera modificada e controlada: aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília: EMBRAPA-CTT, 2000. 34 p.
- LESTER, G. Comparisons of 'Honeydew' and netted muskmelon fruit tissues in relation to storage life. **Hortscience**, Alexandria, v. 23, n. 1, p. 180-182, Feb. 1988.
- LEUNDA, M. A.; GUERRERO, S. N.; ALZAMORA, S. M. Color and chlorophyll content changes of minimally processed kiwifruit. **Journal of Food Processing Preservation**, Trumbull, v. 24, n. 1, p. 17-38, Mar. 2000.
- LIMA, L. C.; BRACKMANN, A.; CHITARRA, M. I. F.; MORAES, A. R.; COSTA, J. R. Perda de firmeza da polpa de maçãs (*Malus domestica*, Borkh) "Royal Gala" armazenadas sob refrigeração e atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, p. 26-31, jul. 2000. Especial.
- LOPEZ-GALVEZ, G.; SALTVEIT, M.; CANTWELL, M. Wound-induced phenylalanine ammonia lyase activity: factors affecting its induction and correlation with the quality of minimally processed lettuces. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 223-233, Nov. 1996.

LURIE, S.; LEVIN, A.; GREVE, L. C.; LABAVITCH, J. M. Pectic polymer changes in nectarines during normal and abnormal ripening. *Phytochemistry*, Oxford, v. 36, n. 1, p. 11-17, May 1994.

MARKOVIC, O.; HEINRICHOVÁ, K.; LENKEY, B. Pectolytic enzymes from banana. *Collection Czechoslovak Chemistry Community*, London, v. 40, p. 769-774, 1975.

McCollum, T. G.; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v. 76, p. 303-308, March, 1989.

McCREADY, P. M.; McCOMB, E. A. Extration and determination of total pectic material. *Analytical Chemistry*, Washington, v. 24, n. 12, p. 1586-1588, Dec. 1952.

MENEZES, J. B. *Qualidade pós-colheita de melão tipo galia durante a maturação e o armazenamento*. 1996. 157 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MITCHAM, E. J.; Mc DONALD, R. E. Cell wall modification during ripeneng of 'Keit' and 'Tommy Atkins' mango fruit. *Journal of the american Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 17, n. 6, p. 919-929, Nov. 1992.

MOLEYAR, V.; NARASIMHAM, P. Modified atmosfere packaging of vetetables: na appraisal. *Journal of Food Science and Technology*, Mysore, v. 31, n. 4, p. 267-278, Aug. 1994.

MORETTI, C. L.; SARGENTE, S. A.; HUBER, D. J.; CALBO, A. G.; PUSCHMAN, R. Chemical composition and physical properties of pericarp, locule, and placental tissues of tomatoes with internal bruising. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, Alexandria, v. 123, n. 4, p. 656-660, July 1998.

NELSON, N. A. A photometric adapttion of Somogyi method for the determination of glucose. *The Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, v. 135, n. 1, p. 136-175, 1944.

PERONI, K. M. C. *Influência do cloreto de cálcio sobre a vida de prateleira de melão 'amarelo' minimamente processado*. 2002. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

- PORTELA, S. I.; CANTWELL, M. I. Quality changes of minimally processed honeydew melons stored in air or controlled atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, California, v. 14, p. 351-357, 1998.
- PRAKASH, A.; GUNER, A. R.; CAPORASO, F.; FOLEY, D. M. Effects of low-dose gamma irradiation on the shelf life and quality characteristics of cut romaine lettuce packaged modified atmosphere. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 65, n. 3, p. 549-550, Apr. 2000.
- RANWALA, A. P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. The role of β -galactosidases in the modification of cell wall components during muskmelon ripening. **Plant Physiology**, Rockville, v. 100, n. 3, p. 1318-1325, Nov. 1992.
- RATNER, A.; GOREN, R.; MONSELINE, S. P. Activity of pectin esterase and cellulase in the abscission zone of citrus leaf explants. **Plant Physiology**, Rockville, v. 44, n. 12, p. 1717-1723, Dec. 1969.
- REDGWELL, R. J.; FISCHER, M. Fruit texture, cell wall metabolism and consumer perceptions. In: KNEE, M. (Ed.). **Fruit quality and its biological basis**. Canada, 2002. Cap. 3, p. 46-88.
- REDGWELL, R. J.; FISCHER, M.; KENDAL, E.; MacRAE, E. A. Galactose loss and fruit ripening: high-molecular-weight arabinogalactans in the pectic polysaccharides of fruit cell walls. **Plant**, Berlin, v. 203, n. 2, p. 174-181, Oct. 1997.
- REDGWELL, R. J.; HARKER, R. Softening of kiwifruit dises: effect of inhibition of galactose loss from cell walls. **Phytochemistry**, Oxford, v. 39, n. 6, p. 1319-1323, Aug. 1995.
- RIZZO, A. A. N.; BRAZ, L. T. Características de cultivares de melão rendilhado cultivados em casa de vegetação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 370-373, nov. 2001.
- ROLLE, R. S.; CHISM, G. W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Trumbull, v. 10, p. 157-177, June 1987.
- SANTOS, J. C. B. **Influência da atmosfera modificada ativa sobre a qualidade do abacaxi 'Perola' minimamente processado**. 2002. 74 p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SAPERS, G. M.; MILLER, R. L.; MATTRAZZO, A. M. Antimicrobial treatments for minimally processed cantaloupe melon. *Journal of Food Science*, Chicago, v. 66, n. 2, p. 345-349, Mar. 2001.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L. Embalagens plásticas para hortaliças e frutas. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. *Palestras.... Viçosa*, 2000. p. 53-72.

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; OLIVEIRA, T. Avaliação de embalagens de hortaliças folhosas minimamente processadas do mercado brasileiro. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. *Resumos.... Viçosa*, 2000. p. 49.

SEYMOUR, G. B.; McGLASSON, W. B. Melons. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. (Eds.). *Biochemistry of fruit ripening*. London, 1993. Cap. 9, p. 273-290.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. *Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos*. São Paulo: Livraria Varela, 1997. 295 p.

SILVA, S. M.; MARTINS, L. P.; SANTOS, J. G.; ALVES, R. E.; SANTOS A. F. Efeito de 1-MCP e atmosfera modificada na qualidade de tomates (*Lycopersicum esculentum* L.) minimamente processados em três estádios de maturação. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. *Resumos... Viçosa*, 2000. p. 49.

SMYTH, A. B.; TALASILA, P. C.; CAMERON, A. C. An ethanol biosensor can detect low-oxygen injury in modified atmosphere packages of fresh-cut produce. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 15, n. 2, p. 127-134, Feb. 1999.

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

- TEIXEIRA, G. H. A.; DURIGAN, J. F.; MATTIUZ, B.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Processamento mínimo de mamão 'Formosa'. *Ciência e tecnologia de alimentos*, Campinas, v. 21, n. 1, p. 47-50, jan./abr. 2001.
- VANETTI, M. C. D. Controle microbiológico e higiene no processamento mínimo. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2000, Viçosa. Palestras.... Viçosa, 2000. p. 44-52.
- VILAS BOAS, E. V. de B. Modificações pós-colheita de banana 'Prata' (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana* grupo AAB) γ -irradiada. 1995. 73 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- VILAS BOAS, E. V. de B. Maturação pós-colheita de híbridos de tomate heterozigotos no loco alcobaça. 1998. 105 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- VILAS BOAS, E. V. de B.; CHITARRA, A. B.; MENEZES, J. B. Modificações dos componentes de parede celular do melão "Orange Flesh" submetido a tratamento pós-colheita com cálcio. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Curitiba, v. 41, n. 4, p. 467-474, Dec. 1998.
- WATADA, A. E.; KO, N. P.; MINOTT, D. A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v. 9, n. 2, p. 115-125, Nov. 1996.
- WILEY, R. C. *Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas*. Zaragoza: Acribia, 1997. 362 p.
- WILEY, R. C. (Ed.) *Minimally processed refrigerated fruits & vegetables*. New York: Chapman & Hall, 1994. 368 p.
- WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. *Postharvest - an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals*. Austrália, 1998. 262 p.
- YAHIA, E. M.; RIVERA, M. Modified atmosphere packaging of muskmelon. *Food Science and Technology*, London, v. 25, n. 1, p. 38-42, 1992.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para pH, acidez total titulável (ATT) sólidos solúveis totais (SST), e açúcares solúveis totais (AST) de melões Orange Flesh minimamente processados.....	64
TABELA 2A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para textura, pectina total (PT) e pectina solúvel (PS) de melões Orange Flesh minimamente processados.....	64
TABELA 3A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para os compostos de parede celular de melões 'Orange Flesh' minimamente processados.....	65
TABELA 4A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para sabor e textura de melões 'Orange Flesh' minimamente processados.....	65
TABELA 5A Valores médios de açúcares neutros da fração da parede celular solúvel em EDTA de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO ₂ e 5%O ₂) e AMA-2 (10%CO ₂ e 2%O ₂).....	66
TABELA 6A Valores médios de açúcares neutros da fração da parede celular solúvel em KOH de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO ₂ e 5%O ₂) e AMA-2 (10%CO ₂ e 2%O ₂).....	67

TABELA 7A	Valores médios para coliformes a 35°C e 45°C, fungos e leveduras e psicotróficos de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO₂ e 5%O₂) e AMA-2 (10%CO₂ e 2%O₂).....	69
FIGURA 1A	Fórmula para avaliação de qualidade (sabor e textura) de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO₂ e 5%O₂) e AMA-2 (10%CO₂ e 2%O₂).....	70

TABELA 1A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para pH, ATT, SST, e AST de melões 'Orange Flesh' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $6 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.

FV	GL	Quadrados Médios			
		pH	ATT	SST	AST
Tempo (A)	4	0,7256**	0,0019*	0,6659*	1,7908**
Atmosfera (B)	2	0,1407**	0,0002ns	1,3807*	1,8227**
A x B	8	0,0304*	0,0002ns	0,3879*	0,2906**
Erro	30	0,0071	0,0001	0,1700	0,0399
CV (%)		1,37	14,55	4,68	2,64
Média geral		6,17	0,0697	8,8	7,5

ns, não significativo pelo teste F.

* e ** Significativo pelo teste de F, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 2A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para textura, pectina total (PT) e pectina solúvel (PS) de melões 'Orange Flesh' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $6 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Textura	PT	PS
Tempo (A)	4	0,4033*	154,9023ns	92,5745**
Atmosfera (B)	2	0,2303*	611,164*	482,2277**
A x B	8	0,1655*	162,275*	46,0296**
Erro	30	0,0666	59,7208	1,7063
CV (%)		11,23	2,77	3,04
Média geral		2,297	278,728	43,01

ns, não significativo pelo teste F.

* e ** Significativo pelo teste de F, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 3A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para os compostos de parede celular de melões 'Orange Flesh' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $6 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.

FV	GL	Quadrados Médios		
		Celulose	Hemicelulose	Poliuronídeos
Tempo (A)	4	218,2892**	1,4946**	43,6373**
Atmosfera (B)	2	72,0310**	2,8712**	4,1241*
A x B	8	14,3914*	3,0801**	5,4548**
Erro	30	2,5543	0,1813	0,7040
CV (%)		5,0	4,28	3,88
Média geral		31,99	9,95	21,63

ns, não significativo pelo teste F.

* e ** Significativo pelo teste de F, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 4A Quadrados médios da análise de variância e respectivos níveis de significância, média geral e coeficiente de variação para sabor e textura de melões 'Orange Flesh' minimamente processados submetidos a diferentes tratamentos e armazenados a $6 \pm 1^\circ\text{C}$, 85% UR, durante 8 dias.

FV	GL	Quadrados Médios	
		Sabor	Textura
Tempo (A)	4	1,5333*	1,6861*
Atmosfera (B)	2	0,4222ns	0,4056ns
A x B	8	1,1583*	0,9194ns
Erro	30	0,4530	0,4732
CV (%)		9,10	9,17
Média geral		7,4	7,5

ns, não significativo pelo teste F.

* e ** Significativo pelo teste de F, ao nível de 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

TABELA 5A Valores médios de açúcares neutros da fração da parede celular solúvel em EDTA (%) de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO₂ e 5%O₂) e AMA-2 (10%CO₂ e 2%O₂).

Tempo (dias)	Tratamento	Ram	Fuc	Ara	Xil	Man	Gal	Glu	Total
0	AMP	3,466 (0,20)	0,160 (0,23)	9,669 (1,19)	2,058 (0,71)	0 (0,00)	3,651 (0,31)	0 (0,00)	19,005
	AMA-1	2,178 (0,07)	0,100 (0,01)	3,537 (0,29)	0,358 (0,05)	0 (0,00)	3,432 (0,16)	0,270 (0,02)	9,876
	AMA-2	1,739 (0,08)	0,077 (0,00)	3,063 (0,05)	0,864 (0,05)	0,048 (0,01)	2,107 (0,05)	0,556 (0,04)	8,455
2	AMP	0,201 (0,03)	0,086 (0,00)	2,475 (0,01)	0,284 (0,00)	0,073 (0,00)	2,332 (0,13)	0,268 (0,01)	6,720
	AMA-1	0,780 (0,06)	0,079 (0,00)	2,632 (0,06)	0,432 (0,09)	0 (0,00)	2,277 (0,00)	0,247 (0,00)	6,448
	AMA-2	2,074 (0,06)	0,333 (0,04)	2,749 (0,07)	0,795 (0,03)	0,160 (0,01)	2,511 (0,09)	0,795 (0,02)	9,419
4	AMP	2,413 (0,32)	0 (0,00)	3,078 (0,33)	0,552 (0,03)	0 (0,00)	1,454 (0,03)	0,431 (0,01)	7,930
	AMA-1	2,331 (0,19)	0,234 (0,09)	1,851 (0,01)	1,309 (0,03)	0,241 (0,03)	2,457 (0,13)	0,593 (0,00)	9,016
	AMA-2	2,570 (0,43)	0,314 (0,24)	3,454 (0,19)	1,153 (0,04)	0,168 (0,03)	2,247 (0,22)	0,539 (0,01)	10,446
6	AMP	3,080 (0,07)	0,070 (0,00)	4,477 (0,17)	0,489 (0,00)	0 (0,00)	2,843 (0,05)	0 (0,00)	10,96
	AMA-1	2,090 (0,05)	0,200 (0,02)	1,220 (0,03)	0,899 (0,19)	0,226 (0,01)	2,002 (0,17)	0,847 (0,06)	7,485
	AMA-2	1,846 (0,03)	0,091 (0,01)	4,434 (0,26)	0,701 (0,01)	0,131 (0,02)	4,359 (0,03)	0,665 (0,02)	12,229
8	AMP	1,927 (0,02)	0,237 (0,07)	3,180 (0,29)	2,251 (0,25)	0,293 (0,06)	3,139 (0,28)	0,850 (0,01)	11,879
	AMA-1	1,693 (0,09)	0 (0,00)	1,137 (0,17)	1,178 (0,35)	0,221 (0,31)	2,043 (0,32)	1,360 (0,24)	7,633
	AMA-2	2,247 (0,21)	0 (0,00)	2,228 (0,43)	0,852 (0,34)	0,211 (0,06)	1,173 (0,78)	0 (0,00)	6,712

TABELA 6A Valores médios de açúcares neutros da fração da parede celular solúvel em KOH (%) de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO₂ e 5%O₂) e AMA-2 (10%CO₂ e 2%O₂).

Tempo (dias)	Tratamento	Ram	Fuc	Ara	Xil	Man	Gal	Glu	Total
0	AMP	0,377 (0,01)	1,053 (0,02)	1,510 (0,03)	25,151 (0,16)	2,585 (0,12)	4,002 (0,02)	13,302 (0,09)	47,981
	AMA-1	0,281 (0,01)	0,766 (0,02)	1,316 (0,16)	16,223 (0,65)	1,950 (0,02)	3,043 (0,01)	8,693 (0,05)	32,273
	AMA-2	0,452 (0,05)	0,885 (0,09)	1,195 (0,09)	16,008 (0,16)	2,636 (0,00)	3,397 (0,03)	11,306 (0,01)	35,882
2	AMP	0,236 (0,02)	0,430 (0,02)	0,357 (0,04)	4,221 (0,20)	0,837 (0,02)	1,440 (0,02)	4,792 (0,09)	12,316
	AMA-1	0,191 (0,01)	0,533 (0,03)	0,343 (0,01)	3,841 (0,00)	1,144 (0,01)	1,817 (0,01)	5,408 (0,01)	13,280
	AMA-2	0,262 (0,04)	0,567 (0,03)	0,425 (0,00)	6,755 (0,11)	1,288 (0,06)	1,830 (0,09)	5,692 (0,19)	16,820
4	AMP	0,351 (0,12)	0,373 (0,08)	0,474 (0,08)	5,482 (0,62)	1,117 (0,01)	1,582 (0,00)	3,015 (0,28)	12,397
	AMA-1	0,266 (0,01)	0,441 (0,01)	0,413 (0,00)	4,970 (0,01)	0,686 (0,00)	1,286 (0,00)	3,938 (0,01)	11,992
	AMA-2	0,266 (0,02)	0,354 (0,02)	0,460 (0,00)	6,222 (0,22)	0,897 (0,10)	1,429 (0,06)	4,472 (0,27)	13,969
6	AMP	0,446 (0,13)	0,433 (0,03)	0,454 (0,01)	7,208 (0,37)	0,924 (0,08)	1,774 (0,00)	5,339 (0,15)	16,580
	AMA-1	0,432 (0,08)	0,297 (0,03)	1,032 (0,02)	6,837 (0,01)	0,457 (0,11)	0,740 (0,19)	2,292 (0,05)	12,089
	AMA-2	0,398 (0,03)	0,508 (0,03)	0,774 (0,00)	8,527 (0,63)	0,855 (0,10)	2,371 (0,23)	5,576 (0,07)	19,012
8	AMP	0,377 (0,00)	0,352 (0,02)	0,511 (0,02)	6,857 (0,84)	1,037 (0,19)	1,082 (0,15)	3,819 (0,29)	14,035
	AMA-1	0,229 (0,00)	0,307 (0,02)	0,540 (0,00)	6,228 (0,34)	0,782 (0,08)	1,328 (0,38)	3,478 (0,18)	12,893
	AMA-2	0,320 (0,02)	0,427 (0,03)	0,615 (0,03)	6,698 (0,13)	0,744 (0,01)	2,045 (0,36)	5,308 (0,43)	16,158

TABELA 7A Valores médios para coliformes a 35°C (NPM/g) e 45°C (NPM/g), fungos e leveduras (UFC/g) e psicotróficos (UFC/g) de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO₂ e 5%O₂) e AMA-2 (10%CO₂ e 2%O₂).

Tempo (dias)	Tratamento	Coliformes a 35°C	Coliformes a 45°C	Fungos e leveduras	Psicotróficos
0	AMP	$4,6 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$5,3 \times 10^3$
	AMA-1	$4,6 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$5,3 \times 10^3$
	AMA-2	$4,6 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$3,3 \times 10^2$	$5,3 \times 10^3$
2	AMP	$1,5 \times 10^3$	$3,5 \times 10^2$	$4,7 \times 10^2$	$1,6 \times 10^4$
	AMA-1	$1,9 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$	$7,4 \times 10^3$
	AMA-2	$9,3 \times 10$	$6,8 \times 10$	$2,3 \times 10^2$	$5,9 \times 10^3$
4	AMP	$6,8 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$2,7 \times 10^3$	$2,2 \times 10^4$
	AMA-1	$4,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$1,3 \times 10^3$	$1,8 \times 10^4$
	AMA-2	$1,8 \times 10^3$	$4,3 \times 10^2$	$8,4 \times 10^2$	$1,1 \times 10^4$
6	AMP	$8,4 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$7,9 \times 10^3$	$3,2 \times 10^5$
	AMA-1	$5,9 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$2,8 \times 10^3$	$6,0 \times 10^4$
	AMA-2	$2,2 \times 10^3$	$4,4 \times 10^2$	$7,5 \times 10^2$	$4,7 \times 10^4$
8	AMP	$1,9 \times 10^4$	$6,8 \times 10^3$	$1,7 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$
	AMA-1	$4,3 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^4$	$2,4 \times 10^4$
	AMA-2	$2,1 \times 10^3$	$9,0 \times 10^2$	$3,5 \times 10^3$	$1,8 \times 10^4$

TESTE DE QUALIDADE

Nome: _____

Data: ____/____/____

Produto:

Você está recebendo 4 amostras de melão. Por favor, prove-as da esquerda para direita e avalie sua qualidade (sabor e textura) de acordo com a escala abaixo.

1. Péssima
2. Muito ruim
3. Moderadamente ruim
4. Ligeiramente ruim
5. Indiferente
6. Ligeiramente boa
7. Moderadamente boa
8. Muito boa
9. Ótima

Amostras: _____

Sabor: _____

Textura: _____

Comentários: _____

FIGURA 1A Fórmula para avaliação de qualidade (sabor e textura) de melões 'Orange Flesh' minimamente processados em função dos tratamentos AMP (controle), AMA-1 (5%CO₂ e 5%O₂) e AMA-2 (10%CO₂ e 2%O₂)