UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA

SILVANA ALBERTINI

**Efeito de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e
irradiação na conservação de mamões minimamente
processados**

Piracicaba
2011

SILVANA ALBERTINI

**Efeito de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e
irradiação na conservação de mamões minimamente processados**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010

Tese apresentada ao Centro de Energia
Nuclear na Agricultura da Universidade de São
Paulo para obtenção do título de Doutor em
Ciências

Área de Concentração: Energia Nuclear na
Agricultura e no Ambiente

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marta Helena Fillet
Spoto

**Piracicaba
2011**

AUTORIZO A DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Seção Técnica de Biblioteca - CENA/USP

Albertini, Silvana

Efeito de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e irradiação na conservação de mamões minimamente processados / Silvana Albertini; orientadora Marta Helena Fillet Spoto. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 5890 de 2010. - - Piracicaba, 2011.

186 f.: il.

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Ciências. Área de Concentração: Energia Nuclear na Agricultura e no Ambiente) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.

1. Análise sensorial de alimentos 2. Conservação de alimentos 3. Pós-colheita
4. Processamento de alimentos 5. Vida-de-prateleira I. Título

CDU 664.85:634.651

Dedicatória

Aos meus filhos Adriano e Alexandre, pelo apoio e compreensão.

Ao meu filho do coração Celso Mariano, um anjo em minha vida, que na minha ausência, por vezes se fez pai e mãe dos meninos, imprescindível para realização deste trabalho.

Ao meu querido pai, que com sua magnífica humildade me inspirou, e a cada dia me recordo e cresço.

*O sonho inicia-se feito uma semente em nosso coração,
Desenvolve-se feito um feto em nossa alma,
E gera-se em forma de sucesso em nossa vida...*

(C.L.M.Jr)

*Aos meus filhos
Adriano Albertini da Silva (in memoriam),
Alexandre Albertini da Silva,
e Celso Luis Mariano Júnior,
Ofereço.*

AGRADECIMENTOS

À Deus por demonstrar constantemente sua presença em minha vida.

Ao Mestre Prof. Dr. Luiz Gonzaga do Prado Filho por todos os ensinamentos.

À Profª Drª. Marília Oetterer, pela oportunidade de crescimento profissional.

À Profª Drª. Marta Helena Fillet Spoto, pela oportunidade e orientação.

Ao Prof. Gabriel Adrián Sarriés e Andrés Enrique Lai Reyes pelo planejamento, análise estatística e interpretação dos resultados.

Aos membros da banca de qualificação, Profª. Drª. Marta Regina Verruma Bernardi, Prof. Dr. Valter Arthur e Profª. Drª. Solange Guidolin Canniatti Brazaca, pelas importantes contribuições para esta pesquisa.

Aos membros da banca de defesa, Profª. Drª. Marta Regina Verruma Bernardi, Profª. Drª. Anna Lucia Casañas Haasis Villavencio, Prof. Tit. Dr. José Fernando Durigan e Prof. Dr. José Maria Monteiro Sigrist, pelas sugestões finais.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, por permitir a realização desta pesquisa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo financiamento desta pesquisa.

Ao Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CENEN/USP, por viabilizar a realização experimental, em especial aos colaboradores: Drª. Yasko Kodama, Paulo de Souza Santos e Manoel Enésio da Silva.

Às empresas Vitopel do Brasil Ltda, pela doação do filme de polipropileno e Murta Especialidades Químicas Ltda, pela doação da carboximetilcelulose.

Às mestrandas Juliana Moreno Trigo e Márcia Dias Antonio Corrêa Goldschmidt pelo desempenho incondicional de todas as atividades desenvolvidas durante a realização desta pesquisa.

À Marília Ribeiro Garcia Henyei, bibliotecária do CENA/USP, pela correção das referências e formatação da tese e

À Beatriz Helena Giongo, bibliotecária do LAN-ESALQ/USP, pela correção das referências bibliográficas dos relatórios científicos enviados à FAPESP.

À Gislaine Maria Martins Nóbilo, Fabio Benedito Rodrigues, Luis Carlos Rodrigues, Midiam Gustinelli e Juliana Moreno Trigo pela amizade e incentivo.

Ao meu querido pai por todo amor e dedicação...

Aos meus filhos Adriano e Alexandre por respeitarem minha escolha profissional.

À Celso Luis Mariano Júnior pela amizade, amor, cumplicidade, companheirismo, dedicação, respeito, e principalmente, pelo dom de ser pai e amigo.

Às adversidades, que me encorajaram a jamais desistir de meus sonhos...

RESUMO

ALBERTINI, S. **Efeito de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e irradiação na conservação de mamões processados minimamente**. 2011. 186 f. Tese (Doutorado)–Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

Avaliou-se o efeito de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e irradiação na conservação de mamões processados minimamente. Após seleção, lavagem e sanitização, os mamões foram descascados e cortados em meias rodela, as quais foram submetidas a diferentes tratamentos, embaladas e armazenadas a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$. Os mamões PM foram avaliados após 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias. As análises microbiológicas foram fundamentadas na quantificação de coliformes totais e termotolerantes, bactérias psicrófilas, bolores e leveduras, assim como na verificação da presença de *Salmonella*. As avaliações físico-químicas basearam-se na determinação da concentração de CO_2 no interior das embalagens, perda de massa, cor, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e pH. As características sensoriais aparência, aroma, sabor e textura foram avaliadas por meio de testes com escala hedônica. No primeiro experimento os tratamentos foram: controle, aldeído cinâmico a 0,1%, cloreto de cálcio a 0,75% e combinação de aldeído cinâmico a 0,1% com cloreto de cálcio a 0,75%. O uso de tratamentos químicos em mamões PM resultou em: maior controle de coliformes totais para os mamões PM tratados com aldeído cinâmico e com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio; menor concentração de CO_2 e maior manutenção da firmeza para mamões PM tratados com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio; e maior concentração de CO_2 para os mamões PM tratados apenas com aldeído cinâmico. A imersão nos tratamentos químicos resultou em maior descoloração da polpa dos mamões PM e redução do teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento. No segundo experimento foram utilizados os tratamentos: controle, amido de arroz a 3%, alginato de sódio a 0,5% e carboximetilcelulose a 0,25%. O uso desses três tipos de revestimento resultou em maior controle de coliformes totais do que o observado no controle. Mamões PM revestidos com amido de arroz e carboximetilcelulose apresentaram redução e aumento da concentração de CO_2 , respectivamente. Os mamões PM revestidos apresentaram menores teores de sólidos solúveis e seus valores de pH se tornaram menores após 9 dias de armazenamento refrigerado. O revestimento com carboximetilcelulose proporcionou maior firmeza da polpa no 15º dia. No terceiro experimento foram utilizados os tratamentos: controle, radiação nas doses de 2kGy e 4kGy. O uso de radiação gama em mamões PM resultou em: maior controle de coliformes totais; menor concentração de CO_2 nos mamões PM tratados com 2kGy; maior concentração de CO_2 e maior descoloração da polpa nos mamões PM tratados com 4kGy; redução da firmeza nos mamões PM tratados com 2kGy e 4kGy; ligeira redução do teor de sólidos solúveis e pequenas variações da acidez titulável em todos os tratamentos. As características sensoriais dos mamões PM tratados com radiação gama não diferiram significativamente do controle durante os 15 dias de armazenamento.

Palavras-chave: Aldeído cinâmico. Cloreto de cálcio. Amido de arroz. Alginato de sódio. Carboximetilcelulose. Radiação gama.

ABSTRACT

ALBERTINI, S. **Effect of chemical treatments, edible coatings, and irradiation on fresh-cut papaya conservation**. 2011. 186 f. Thesis (Doctoral)–Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

The effect of chemical treatments, edible coatings, and irradiation on fresh-cut papaya conservation was evaluated. After selection, washing, and sanitation the papayas were peeled and cut into half slices, which were submitted to different treatments, packed, and stored at $5\pm1^{\circ}\text{C}$ and $90\pm2\%\text{RH}$. The fresh-cut papayas were evaluated after 1, 3, 6, 9, 12, and 15 days. The microbiological analyses were based on the count of total coliform, thermotolerant and psychrotrophic bacteria, molds and yeasts, as well as on the presence of *Salmonella*. The physicochemical evaluations were based on the determination of CO_2 concentration inside the package, weight loss, color, firmness, soluble solids, titratable acidity, ratio, and pH. The sensory characteristics appearance, aroma, flavor, and texture were evaluated using a hedonic scale. In the first experiment, the treatments tested were: control, cinnamic aldehyde 0.1%, calcium chloride 0.75%, and the combination of cinnamic aldehyde 0.1% and calcium chloride 0.75%. Using chemical treatments to preserve fresh-cut papaya resulted in: higher control of total coliforms in fresh-cut papayas treated with cinnamic aldehyde and with the combination of cinnamic aldehyde and calcium chloride; lower CO_2 concentration and increased maintenance of firmness in fresh-cut papayas treated with the combination of cinnamic aldehyde and calcium chloride; and increased in the CO_2 concentration in fresh-cut papayas treated only with cinnamic aldehyde. Immersion in chemical treatments caused higher pulp discoloration and reduction in soluble solids during storage. In the second experiment, the treatments tested were: control, rice starch 3%, sodium alginate 0.5%, and carboxymethylcellulose 0.25%. The use of these three coatings resulted in higher control of total coliforms compared to the control treatment. The fresh-cut papayas coated with rice starch and carboxymethylcellulose presented reduction and increase in the CO_2 concentration, respectively. Coated fresh-cut papayas presented lower soluble solids and pH values were lower after 9 days of cold storage. Carboxymethylcellulose coating increased firmness maintenance at day 15. In the third experiment, the following treatments were used: control, radiation at the doses of 2kGy and 4kGy. The use of Gamma radiation in fresh-cut papaya resulted in: higher control of total coliforms; lower CO_2 concentration in fresh-cut treated with 2kGy; increased CO_2 concentration and increased pulp discoloration in fresh-cut papayas treated with 4kGy; reduction in firmness in fresh-cut papayas treated with 2kGy and 4kGy; slight reduction in soluble solids and small changes in titratable acidity in all treatments. The sensory characteristics of fresh-cut papayas treated with gamma radiation did not significantly differ from the control during the 15 days of storage.

Keywords: Cinnamic aldehyde. Calcium chloride. Rice starch. Sodium alginate. Carboxymethylcellulose. Gamma radiation.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DA LITERATURA	17
2.1 Mamão	17
2.2 Processamento Mínimo (PM)	18
2.2.1 Alterações fisiológicas nos tecidos submetidos ao processamento mínimo (PM)	19
2.2.2 Consequências do processamento mínimo à qualidade microbiológica	20
2.3 Sanificação	21
2.4 Temperatura	23
2.5 Umidade Relativa (UR)	24
2.6 Embalagem	24
2.7 Tratamentos Químicos	26
2.7.1 Cloreto de cálcio	26
2.7.2 Aldeído cinâmico	26
2.8 Revestimentos Comestíveis	29
2.8.1 Amido	31
2.8.2 Alginato	33
2.8.3 Carboximetilcelulose	35
2.9 Irradiação	37
2.10 Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos	40
2.10.1 Concentração de O ₂ e CO ₂	40
2.10.2 Perda de massa	42
2.10.3 Cor	43
2.10.4 Firmeza	44
2.10.5 Sólidos Solúveis	46
2.10.6 Acidez Titulável e pH	47
2.10.7 Relação SS/AT	48
2.11 Análise Sensorial	48
2.11.1 Testes de aceitação	50
REFERÊNCIAS	52

3. Efeito de tratamentos químicos na conservação de mamões minimamente processados	66
RESUMO	66
ABSTRACT	67
3.1 INTRODUÇÃO	68
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	69
3.2.1 Material	69
3.2.2 Preparo das soluções	69
3.2.3 Processamento	70
3.2.4 Análises físicas e físico-químicas	75
3.2.4.1 Concentração de CO ₂ no interior das embalagens	75
3.2.4.2 Perda de massa	76
3.2.4.3 Cor	76
3.2.4.4 Firmeza	76
3.2.4.5 Sólidos Solúveis	76
3.2.4.6 Acidez Titulável	76
3.2.4.7 Relação SS/AT	76
3.2.4.8 pH	77
3.2.5 Análises Microbiológicas	77
3.2.6 Análise Sensorial	77
3.2.7 Análise Estatística	80
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	81
3.3.1 Análises físicas e físico-químicas	81
3.3.1.1 Concentração de CO ₂ no interior das embalagens	81
3.3.1.2 Perda de massa	83
3.3.1.3 Cor	84
3.3.1.3.1 Luminosidade	84
3.3.1.3.2 Hue	85
3.3.1.3.3 Cromaticidade	86
3.3.1.4 Firmeza	88
3.3.1.5 Sólidos Solúveis	89
3.3.1.6 Acidez Titulável	91
3.3.1.7 Relação SS/AT	92
3.3.1.8 pH	94

3.3.2 Análises Microbiológicas	95
3.3.3 Análise Sensorial	98
3.3.3.1 Aparência	98
3.3.3.2 Aroma	99
3.3.3.3 Sabor	100
3.3.3.4 Textura	102
3.3.3.5 Intenção de compra	103
3.4 CONCLUSÃO	104
REFERÊNCIAS	105
4 Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados	109
RESUMO	109
ABSTRACT	110
4.1 INTRODUÇÃO	111
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	112
4.2.1 Material	112
4.2.2 Preparo das soluções	112
4.2.3 Processamento	114
4.2.4 Análises físicas e físico-químicas	119
4.2.4.1 Concentração de CO ₂ no interior das embalagens	119
4.2.4.2 Perda de massa	119
4.2.4.3 Cor	120
4.2.4.4 Firmeza	120
4.2.4.5 Sólidos Solúveis	120
4.2.4.6 Acidez Titulável	120
4.2.4.7 Relação SS/AT	120
4.2.4.8 pH	121
4.2.5 Análises Microbiológicas	121
4.2.6 Análise Sensorial	121
4.2.7 Análise Estatística	124
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	125
4.3.1 Análises físicas e físico-químicas	125
4.3.1.1 Concentração de CO ₂ no interior das embalagens	125
4.3.1.2 Perda de massa	126

4.3.1.3 Cor	127
4.3.1.3.1 Luminosidade	127
4.3.1.3.2 Hue	128
4.3.1.3.3 Cromaticidade	129
4.3.1.4 Firmeza	131
4.3.1.5 Sólidos Solúveis	131
4.3.1.6 Acidez Titulável	132
4.3.1.7 Relação SS/AT	133
4.3.1.8 pH	135
4.3.2 Análises microbiológicas	136
4.3.3 Análise sensorial	138
4.3.3.1 Aparência	138
4.3.3.2 Aroma	139
4.3.3.3 Sabor	140
4.3.3.4 Textura	141
4.3.3.5 Intenção de compra	143
4.4 CONCLUSÃO	144
REFERÊNCIAS	145
5 Efeito da irradiação na conservação de mamões minimamente processados	149
RESUMO	149
ABSTRACT	150
5.1 INTRODUÇÃO	151
5.2 MATERIAL E MÉTODOS	153
5.2.1 Material	153
5.2.2 Aplicação da radiação gama	153
5.2.3 Processamento	154
5.2.4 Análises físicas e físico-químicas	159
5.2.4.1 Concentração de CO ₂ no interior das embalagens	159
5.2.4.2 Perda de massa	159
5.2.4.3 Cor	159
5.2.4.4 Firmeza	160
5.2.4.5 Sólidos Solúveis	160
5.2.4.6 Acidez Titulável	160
5.2.4.8 pH	161

5.2.5 Análises Microbiológicas	161
5.2.6 Análise Sensorial	161
5.2.7 Análise Estatística	164
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	165
5.3.1 Análises físico-químicas	165
5.3.1.1 Concentração de CO ₂ no interior das embalagens	165
5.3.1.2 Perda de massa	166
5.3.1.3 Cor	167
5.3.1.3.1 Luminosidade	168
5.3.1.3.2 Hue	168
5.3.1.3.3 Cromaticidade	169
5.3.1.4 Firmeza	170
5.3.1.5 Sólidos Solúveis	171
5.3.1.6 Acidez Titulável	172
5.3.1.7 Relação SS/AT	173
5.3.1.8 pH	174
5.3.2 Análises microbiológicas	174
5.3.3 Análise Sensorial	177
5.3.3.1. Aparência	177
5.3.3.2 Aroma	178
5.3.3.3 Sabor	178
5.3.3.4 Textura	179
5.3.3.5 Intenção de compra	180
5.4 CONCLUSÃO	181
6 CONCLUSÃO FINAL	182
REFERÊNCIAS	183

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos tempos, a sociedade vem sofrendo muitas alterações no seu estilo de vida, o que pode ser notado pela mudança de hábitos e padrões de consumo de alimentos. A diversificação de hábitos e as diferentes tendências no âmbito do consumo de produtos alimentícios são mundiais, bem como a preocupação com a qualidade e, através dessa, a preocupação com o natural, higiênico, nutritivo, e que represente segurança para o consumidor que, envolvido pelos fatores oriundos da globalização como as mudanças de paradigmas, avanços tecnológicos, maior participação da mulher no mercado de trabalho, maior número de pessoas morando sozinhas, entre outros, tem demandado cada vez mais por produtos práticos, convenientes, de rápido preparo e baixo desperdício, além de gerarem poucos resíduos (MORETTI, 2001; ROSA; CARVALHO, 2004).

Para atender as exigências do consumidor, as indústrias alimentícias lançaram no mercado os produtos processados minimamente devido às várias operações unitárias associadas a métodos de conservação não definitivos aos quais são submetidos (IFPA, 2000).

Contudo, o desafio desta tecnologia consiste em preservar os atributos de qualidade semelhantes ao do produto fresco (PEREIRA; PEREIRA; MIYA, 2004), uma vez que ao remover a camada protetora natural dos frutos pode aumentar a perecibilidade e assim reduzir a conservação do produto (CANTWELL, 2000).

Por serem muito perecíveis, os produtos processados minimamente são comercializados de maneira geral, no período máximo de cinco dias. O aumento da vida pós-colheita destes produtos para 10 a 15 dias traria grandes benefícios para o mercado, possibilitando maior expansão e flexibilidade de comercialização, além da redução de perdas. Para que isso seja alcançado, extensivos trabalhos de pesquisa devem ser realizados, buscando desenvolver tecnologias de armazenamento que permitam aumentar a conservação destes produtos, minimizando a perda de qualidade. Neste contexto, tornam-se necessários estudos referentes aos efeitos fisiológicos, qualitativos e microbiológicos causados pelo processamento mínimo, os quais visam obter conhecimentos básicos importantes para a seleção e desenvolvimento de tecnologias de armazenamento (ROSA, 2002).

Atualmente, as alternativas tecnológicas disponíveis no mercado para melhor conservação destes produtos baseiam-se no emprego de embalagens, na presença de ar ou de atmosfera modificada e na manutenção constante sob refrigeração.

O mamão é um fruto climatérico, com vida útil relativamente curta, cujas pesquisas estão voltadas, principalmente, para análise da qualidade de frutos inteiros.

Visando um melhor aproveitamento, a agregação de valor, o aumento na conveniência e a segurança para o consumo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e irradiação na conservação de mamões processados minimamente, durante armazenamento refrigerado a 5°C.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Mamão

Originária da América do Sul, a espécie *Carica papaya* L. é a mais cultivada em todo o mundo (CHAN JUNIOR; TANIGUCHI, 1985). Trata-se de uma planta herbácea tipicamente tropical com fruto de natureza frágil, casca fina, suscetível às doenças da pós-colheita e danos mecânicos e que, apresenta intolerância às baixas temperaturas e rápido amadurecimento em temperatura ambiente, dificultando seu armazenamento (PIMENTEL, 2007).

Por ser um fruto nutritivo e com boas características sensoriais (FAGUNDES; YAMANISHI, 2001), o mamão é consumido principalmente *in natura*, mas sua industrialização permite o aproveitamento integral do fruto e a oferta de extensa gama de produtos e subprodutos, que podem ser utilizados pelas indústrias de alimentos, farmacêuticas e de ração para animais (HINOJOSA; MONTGOMERY, 1988). A papaína, extraída do látex do fruto verde, é usada no amaciamento de carnes, na clarificação de cervejas, no isolamento de proteínas, na indústria de couros, extração de látex de seringueira e como medicamento. A pectina, extraída do fruto integral "riscado", após a extração do látex, é usada na confecção de geléias e doces e empregada na indústria farmacêutica (LIMA, 2008).

Nos últimos anos as frutas brasileiras conquistaram o paladar dos consumidores estrangeiros. Neste contexto, o mamão ganha destaque dentre uma cesta de opções com mais de 20 itens, pois é visto com frequência na mesa de consumidores europeus e norte-americanos (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2009). Em 2008 os maiores produtores brasileiros, Bahia e Espírito Santo, foram responsáveis pela safra de 902.525 mil toneladas e 630.124 mil toneladas, respectivamente (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2008). Atualmente o Brasil ocupa o primeiro lugar no ranking mundial, contribuindo com 26% da oferta mundial (FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO, 2010).

Em relação ao mercado da fruta, o mamão encontra-se classificado como a sexta fruta fresca em valor exportado. Mesmo ocupando essa posição, e apresentando um grande potencial de exportação em função da compatibilidade das variedades produzidas com a demanda do mercado externo, a quantidade exportada corresponde a menos de 2,5% da produção nacional (CRUZ, 2008).

O mamão é um fruto climatérico, ou seja, ao ser separado da planta mantém seu processo de amadurecimento, cujas características são de aumento da taxa respiratória, produção autocatalítica de etileno e alterações sensoriais substanciais durante o seu amadurecimento, tais como cor, sabor, amaciamento e produção de compostos voláteis aromáticos (PEREIRA et al., 2006). Devido a esta alta perecibilidade, cerca de 30% da produção fica comprometida (PAUL; CHEN, 1997).

Sob condições ambientais o mamão completa o seu amadurecimento em aproximadamente uma semana, no entanto esse período pode ser reduzido devido a vários fatores de pré e pós-colheita, os quais podem se manifestar nos frutos isoladamente ou em conjunto, proporcionando perdas quantitativas ou qualitativas nas diferentes fases da comercialização (COSTA; BALBINO, 2002).

Considerando que a produção nacional do mamão baseia-se nos grupos 'Havai' e 'Formosa' e que este último, apesar de muito bem aceito pelos consumidores, é pouco conveniente para uso individual, devido à necessidade de operações como o descasque e a eliminação das sementes antes do consumo, o processamento mínimo deste fruto poderia torná-lo muito mais prático, uma vez que, adequadamente embalado, poderia ser ofertado em diversas ocasiões, ampliando a utilização nos diferentes segmentos varejistas (GODOY et al., 2003).

Além disso, ao se comprar uma fruta processada minimamente com tamanho ou peso adequado ao seu consumo, o consumidor reduz consideravelmente, ou até mesmo, elimina o risco de perdas na sua geladeira (MELO; SILVA; ALVES, 2009). Dessa forma, ocorre a maximização do aproveitamento da produção, o que, no caso do mamão, é um fator bastante positivo, já que se trata de um fruto altamente perecível, com possibilidade de grandes perdas na fase pós-colheita.

2.2 Processamento Mínimo (PM)

De acordo com a International Fresh-cut Produce Association – IFPA (2000) apud Garcia e Barret (2005) produtos minimamente processados são frutas e hortaliças cortadas ou descascadas, 100% aproveitáveis, ensacadas ou pré-embaladas, que ofereçam ao consumidor alto valor nutritivo, conveniência e sabor, mantendo ainda o estado fresco original. No Brasil, similarmente ao verificado no mercado norte-americano, o início da atividade de processamento mínimo de frutas e hortaliças ocorreu no final da década de 70, com a chegada das redes de

alimentação rápida. Inicialmente, as técnicas empregadas eram quase em sua totalidade copiadas de outros países, pois o Brasil ainda carecia de informações e de tecnologia própria.

Somente em meados dos anos 90 iniciou-se, de forma consistente e sistematizada, a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologia de processamento mínimo, o que possibilitou que muitos empresários pudessem atuar no setor de forma mais organizada, sustentável e competitiva. Nos últimos anos, fatores como as significativas mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores, a maior participação da mulher no mercado de trabalho, a diminuição no número de indivíduos por família, o maior número de pessoas morando sozinhas e o aumento do setor de refeições coletivas, têm impulsionado o mercado de produtos processados minimamente (MORETTI, 2007).

O processamento mínimo oferece produtos com qualidade, frescor e conveniência e, no caso de frutas, permite ainda a avaliação imediata de sua qualidade interna, além de contribuir para o aumento da rentabilidade dos produtores, fixação da mão-de-obra nas regiões produtoras e facilitar o manejo do lixo (JACOMINO et al., 2004).

2.2.1 Alterações fisiológicas nos tecidos submetidos ao processamento mínimo (PM)

Diferente da maioria das técnicas de processamento, que buscam a estabilização e o prolongamento da conservação dos alimentos, o processamento mínimo pode aumentar a perecibilidade dos mesmos, uma vez que, ao remover a camada protetora natural dos frutos, expõem-se as células da polpa, que possuem um grande percentual de água, ácidos orgânicos e outras substâncias (CANTWELL, 2000).

Quando as frutas e hortaliças atingem o ponto de colheita adequado, os tecidos vegetais iniciam o processo de senescência, no qual a integridade da membrana e a estrutura celular se enfraquecem, tornando os tecidos maduros extremamente suscetíveis às injúrias e danos causados pelo processamento mínimo (WATADA et al., 1990).

De acordo com Cantwell (1992), os cortes e as raspagens levam a mudanças fisiológicas que resultam em prejuízos à aparência. A perda da integridade celular,

na superfície cortada, destrói a compartimentalização de enzimas e substratos. As reações de escurecimento e a formação de metabólitos secundários indesejáveis podem ser desenvolvidas, com a aceleração da respiração e da produção de etileno nos tecidos próximos à superfície cortada.

2.2.2 Consequências do processamento mínimo à qualidade microbiológica

Nos produtos processados minimamente, as alterações ocorrem em função das respostas fisiológicas do vegetal e da atividade microbiana. Os cortes da casca superficial e a disponibilidade de nutrientes proveniente do suco celular das células danificadas pelo processamento, associados ao intenso manuseio e fracionamento do produto, fornecem o meio para o aumento do número e o tipo de microrganismos (SAAVEDRA Del AGUILA, 2004; SANTOS, 2003). Contudo, para avaliação das alterações microbiológicas sofridas pelas frutas processadas minimamente, faz-se necessário, primeiramente, o conhecimento da composição inicial da microbiota predominante (GUNES; LEE, 1997).

Dentre os microrganismos encontrados em produtos processados minimamente podem ser destacados as leveduras, coliformes termotolerantes, coliformes totais, bolores e mesófilos. Para reduzir a predisposição à deterioração dos produtos minimamente processados, o emprego de práticas tecnologicamente adequadas é indispensável. O correto controle da temperatura de armazenamento, o uso de embalagens e o emprego de cloro como sanificante, diminuem de maneira considerável o desenvolvimento de agentes patogênicos (NGWYEN; CARLIN, 1994).

Existem também outros tratamentos que, associados ao armazenamento refrigerado, permitem o aumento da conservação de mamões, como por exemplo, a utilização de atmosfera modificada, tratamento hidrotérmico, aplicação de compostos de cálcio e filmes plásticos sobre a superfície do fruto (BICALHO et al., 2000).

O emprego de diferentes tratamentos químicos, revestimentos comestíveis e doses de radiação, também podem reduzir a formação de colônias e subseqüentes contaminações.

Embora não se tenha informações na legislação brasileira quanto aos limites de contagens tolerados para microrganismos em frutas e hortaliças processadas

minimamente, é usual basear-se na Resolução RDC n° 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Tal resolução deve ser utilizada como referência para garantir a sanidade desses produtos uma vez que prevê padrões microbiológicos para hortaliças e frutas frescas *in natura*, preparadas (descascadas, selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas, destinadas ao consumo direto, de ausência de *Salmonella* sp. em 25g, e no máximo de 5×10^2 UFC g⁻¹ para coliformes termotolerantes.

2.3 Sanificação

A sanificação é considerada uma etapa das mais importantes do processamento mínimo, por reduzir a carga microbiana a níveis seguros para o consumidor e eliminar patógenos, garantindo a qualidade do produto. Esse procedimento deve ser realizado antes das operações de descascamento e corte e após o processamento. Os sanificantes mais utilizados na indústria de alimentos são à base de cloro em função do baixo custo e da disponibilidade do produto (SANTOS; VALLE, 2005). Cerca de 90% das instalações utilizam cloro ativo para a sanificação (BEUCHAT, 1992), embora outros produtos possam ser utilizados como o hipoclorito de sódio, dióxido de cloro, peróxido de hidrogênio, ácido peracético e ozônio (FOOD DRUG ADMINISTRATION – FDA, 1999).

Os sanificantes à base de cloro têm demonstrado eficiência na desinfecção de pisos e utensílios domésticos e indústrias, contribuindo para a diminuição de doenças vinculadas à contaminação microbiológica de alimentos (HERNÁNDEZ; GONZÁLEZ, 2006). Estes compostos reagem com as proteínas da membrana da célula microbiana, interferindo no transporte de nutrientes e promovendo a perda de componentes celulares.

Apesar do hipoclorito de sódio ser o sanificante mais utilizado no processamento de alimentos, o uso de derivados organoclorados constitui uma alternativa de uso valiosa (DYCHDALA, 1991). São fabricados essencialmente para o consumo humano, não possuem metais pesados ou qualquer substância indesejável, oferecendo segurança durante o manuseio (LEVER INDUSTRIAL, 1995); evitam a formação de trihalometanos (THM), compostos carcinogênicos

resultantes da combinação do cloro com a matéria orgânica, e de cloraminas, subprodutos da sanificação (PARK; LEE, 1995; MACEDO, 1997).

A manutenção do pH da solução entre 6,5 e 7,5 é de extrema importância para o sucesso da operação, pois mantém o cloro na sua forma ativa, como ácido hipocloroso (HERNÁNDEZ; LOBO; GONZÁLEZ, 2007).

No momento da colheita, frutas e hortaliças possuem uma carga microbiológica superior a 100UFC g⁻¹ de matéria fresca. Reduções significativas desta população podem ser obtidas com o emprego de sanificantes, sendo a eficiência da solução dependente de fatores que atuam isoladamente ou em conjunto, como pH, temperatura da água, tempo de contato, natureza da superfície dos produtos, carga microbiana inicial, matéria orgânica e concentração de cloro livre presente no sanificante, específica para cada produto. Embora concentrações muito elevadas de cloro livre possam causar problemas como descoloração, perda de qualidade, além de aumentar a corrosão de equipamentos (MORETTI, 2007), concentrações de 50 a 200ppm de cloro livre podem inativar células vegetativas de bactérias e fungos (SIMONS; SANGUANSRI, 1997).

A concentração e o tempo de permanência do composto clorado em contato com o produto dependem das características das frutas e da intensidade desejada de remoção dos microrganismos, embora seja sugerida a concentração de 200mg L⁻¹, em pH=6,5, com temperatura ajustada para 15°C e no tempo determinado pelo processador (IFPA, 2001). Para frutas como manga, abacaxi, mamão, carambola e melão, a concentração recomendada é de 200mg L⁻¹ por 5 minutos (BASTOS et al., 2000).

Para produtos processados minimamente, uma segunda sanitização, feita por imersão em soluções cloradas, com concentração e tempo determinados de acordo com a fruta, vem procedida pela drenagem, que para as frutas pode variar de 1 a 3 minutos (MORETTI, 2007).

Embora não exista na legislação brasileira vigente, norma específica para mamões processados minimamente, em termos de padrões microbiológicos, tem sido preconizado que alimentos contendo contagens microbianas superiores a 10⁵ e 10⁶UFC g⁻¹ podem ser considerados impróprios para o consumo humano por causa da perda do valor nutricional, alterações sensoriais e riscos de contaminação (VITTI et al., 2004).

2.4 Temperatura

A temperatura é o fator mais importante para as perdas de qualidade dos vegetais em geral (KADER, 1992; BRECHT, 1995; VERLINDEN; NICOLAI, 2000).

Temperaturas baixas reduzem o metabolismo e a taxa de respiração de frutas e hortaliças, além de retardarem outros processos fisiológicos, bioquímicos e microbiológicos, causadores de deterioração (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Segundo a lei de Vant'Hoff, para vegetais, cada aumento de 10°C na temperatura, dentro de uma faixa biológica, há um incremento de duas a três vezes na velocidade das reações metabólicas, porém no caso de vegetais processados minimamente a velocidade das reações pode ser maior, devido ao estresse causado pelo processamento.

A redução da respiração pode ser conseguida com o abaixamento da temperatura, favorecendo a diminuição nas perdas de aroma, sabor, textura, cor e demais atributos de qualidade (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Para González e Lobo (2006) a cadeia do frio deve ser mantida durante o processamento, armazenamento e a comercialização, uma vez que o emprego de baixa temperatura retarda as alterações fisiológicas indesejáveis e possibilita o prolongamento da conservação de frutas processadas minimamente.

Embora alguns autores recomendem temperaturas próximas de 0°C para o armazenamento de produtos processados minimamente, no Brasil tem se tornado freqüente a utilização de temperaturas ao redor de 5°C, e algumas vezes de 10°C. (CANTWELL, 2000; SIGRIST, 1998, VITTI; KLUGE, 2002).

Apesar do uso da refrigeração ser indispensável, para cada tipo de produto existe uma faixa de temperatura adequada para evitar a ocorrência de injúrias de natureza fisiológica (SAAVEDRA Del AGUILA, 2004). Temperaturas de armazenamento entre 0°C e 3°C podem ampliar a conservação dos vegetais processados minimamente entre 5 e 18 dias (CANTWELL, 2000).

A temperatura da água utilizada na sanificação e no enxágüe de frutas processadas, deve estar próxima a 5°C. A sala de processamento deve estar com temperatura acima de 12°C, mas abaixo de 18°C a 20°C (ARRUDA, 2002; CANTWELL, 1992).

2.5 Umidade Relativa (UR)

A umidade relativa pode ser definida como a relação existente entre a pressão de vapor de água presente no ar e a pressão de vapor de água presente num ar saturado, a uma mesma temperatura (KLUGE et al., 2002).

Como a maioria das frutas e hortaliças possui entre 80% e 95% de água em relação ao peso, e a umidade relativa dos espaços intercelulares é muito próxima à 100%, a tendência é quase sempre do vapor d'água escapar destes espaços, através do processo de transpiração. Este processo ocorre justamente porque a umidade relativa do ambiente onde se encontram é freqüentemente menor que 100%. E quanto maior a relação superfície/volume, maior a taxa de transpiração da fruta ou hortaliça (HARDENBURG; WATADA; WANG, 1986).

Hortaliças processadas minimamente, devido ao corte, apresentam sempre maior relação superfície/volume do que quando inteiras, facilitando ainda mais a perda de água de seus tecidos (TATSUMI; WATADA; WERGIN, 1991). A perda de água é uma das principais causas de deterioração de frutas e hortaliças após a colheita, por produzirem o amarelecimento e o enrugamento de seus tecidos (SIGRIST, 1998).

2.6 Embalagem

Uma embalagem adequada pode ser definida como um sistema que protege um produto perecível de danos físicos e possíveis contaminantes, extremas condições de temperatura e umidade ou atmosferas que contenham gases que possam degradar o produto. Assim, o uso de embalagens seladas, as quais apresentam características próprias de permeabilidade ao vapor d'água e gases como O_2 e CO_2 , em associação com a tecnologia apropriada de preparo tem sido uma das maneiras mais eficientes de prolongar a conservação dos produtos minimamente processados (CHITARRA, 2000).

A seleção da embalagem apropriada para produtos processados minimamente exige o conhecimento prévio das características do produto, como a atividade respiratória e produção de etileno. Da mesma maneira, a permeabilidade a gases, característica de cada filme polimérico, é determinada pela qualidade e espessura do material e do método de processamento (SARANTÓPOULOS, 1999).

Dentre os filmes mais utilizados nas embalagens deste tipo de produto destacam-se o cloreto de polivinila, polipropileno e polietileno (CANTWELL, 2002). Um filme plástico adequado é aquele no qual a permeabilidade permite a entrada de O_2 na embalagem, para compensar o consumo pelo processo respiratório do vegetal, e, também a saída de CO_2 para compensar a produção pelo vegetal (ZAGORY; KADER, 1988).

Para a maioria dos frutos, exceto aqueles que toleram altos níveis de CO_2 , um filme adequado deve ser mais permeável ao CO_2 que ao O_2 . Segundo Kader (1992), é necessário preservar uma concentração mínima de O_2 dentro das embalagens para que a respiração aeróbia continue ocorrendo normalmente; entretanto, reduções bruscas na concentração de O_2 podem levar a uma condição de anaerobiose.

Os produtos processados minimamente são normalmente embalados em filmes semipermeáveis. Os vegetais respiram, modificando a atmosfera dentro da embalagem. Os gases combinados com a refrigeração reduzem a respiração do produto e diminuem o crescimento microbiano e o metabolismo fisiológico do vegetal, estendendo a conservação do alimento (O'BEIRN; BALLANTYNE, 1987).

A modificação da atmosfera ao redor do produto pode ser estabelecida de forma passiva ou ativa. Pela forma passiva o produto é colocado dentro de uma embalagem selada, permeável a gases, cuja modificação ocorre em função consumo de O_2 e produção de CO_2 pela respiração. Enquanto que na forma ativa, após colocar o produto na embalagem, é criado vácuo parcial seguido pela injeção da mistura gasosa desejada dentro da embalagem (ZAGORY; KADER, 1988). O uso inadequado de embalagens pode ocasionar problemas microbiológicos como os processos fermentativos, os quais se refletem no aparecimento de odores e sabores estranhos, fazendo com que os produtos percam seu valor comercial (GONZÁLEZ; LOBO, 2006).

Considera-se um material de embalagem como de alta barreira ao vapor d'água quando sua taxa de permeabilidade é inferior a $8g\ m^2\ dia^{-1}\ atm^{-1}$ (OLIVEIRA, 1990). De acordo com Smith et al. (1987) a magnitude das alterações das concentrações de gases do espaço livre das embalagens depende da natureza e da espessura da barreira, da taxa respiratória do produto, da relação entre área superficial da barreira e a massa do produto e da temperatura e umidade.

2.7 Tratamentos Químicos

2.7.1 Cloreto de cálcio

A presença do cálcio é importante na manutenção da qualidade pós-colheita de frutos, pois esse elemento forma ligações covalentes entre as moléculas de pectina da parede celular e da lamela média, originando pectato de cálcio, que limita a ação de enzimas como a pectinametilesterase e poligalacturonase, responsáveis pela perda da textura (SALUNKE; BOLIN; REDDY, 1991).

Em frutos inteiros tratados com cálcio na pós-colheita, a penetração deste elemento se dá principalmente por meio de lenticelas; entretanto, fendas na cutícula e epiderme também podem favorecer a sua absorção pela polpa do fruto. Gonçalves, Carvalho e Gonçalves (2000) constataram que a maior parte do cálcio introduzido nos tecidos de frutos se acumula na parede celular e na lamela média.

Na forma de sal clorado, o cálcio tem grande potencial na melhoria da qualidade pós-colheita de produtos processados minimamente, além de ser um produto natural, barato e comestível. Nos Estados Unidos é aprovado pela FDA para uso nos tratamentos pós-colheita de frutas (CONWAY; SAMS; KELMAN, 1984). A eficiência da aplicação de cloreto de cálcio tem sido comprovada em estudos realizados com produtos processados minimamente (HERNÁNDEZ; LOBO; GONZÁLEZ, 2007).

A Resolução nº 386 de 05 de agosto de 1999 menciona que, através de avaliação toxicológica, a FAO estabeleceu valores de Ingestão Diária Aceitável – IDA “não especificada” para diversos aditivos, incluindo a carboximetilcelulose. Isso significa que o aditivo pode ser utilizado em quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário (BRASIL, 1999).

2.7.2 Aldeído cinâmico

A deterioração e a contaminação de alimentos por microrganismos é um problema que ainda não está sob controle adequado apesar da gama de técnicas de preservação disponíveis, como congelamento, esterilização, secagem e preservativos. Neste contexto, as indústrias de alimentos recorrem a técnicas de preservação mais brandas para atender a demanda do consumidor por alimentos

com uma aparência mais natural, de qualidade nutritiva e, preparados sem conservantes de origem química (SMID; GORRIS, 2005).

Nos últimos anos, as tecnologias mais estudadas são as de inativação de microrganismos por métodos não-térmicos, como o uso de alta pressão hidrostática, utilização de pulsos eletromagnéticos, sistemas de embalagens ativas ou com atmosfera modificada, utilização de compostos antimicrobianos naturais e bioconservação (DEVLIEGHERE; VERMEIREN; DEBEVERE, 2004).

Muitas plantas contêm compostos com alguma atividade antimicrobiana, como é o caso das especiarias e condimentos, que são bem conhecidos pela inibição de bactérias, leveduras e bolores e têm tradicionalmente encontrado um largo uso na preservação de alimentos (SMID; GORRIS, 2005). Especiarias são conceituadas como vegetais de origem tropical, possuidores de substâncias aromáticas ou picantes, usadas para dar sabores e odores aos alimentos, incluindo folhas, caules, flores e germinações, bulbos, rizomas e outras partes das plantas (BEDIN; GUTKOSKI; WIEST, 1999).

Recentemente, o interesse no uso de especiarias como agentes antimicrobianos decorre dos constantes questionamentos sobre a segurança dos aditivos químicos, e da cogitação da diminuição da quantidade de sal e de açúcar em alimentos, por razões dietéticas (ISMAIEL; PIERSON, 1990). Para Araújo (1995), o grande interesse pelas indústrias na utilização de extratos de plantas aromáticas deve-se à maior conservação, manutenção do aroma e difícil contaminação por microrganismos, que estes proporcionam aos produtos processados.

Em estudos de cunho científico as especiarias e seus produtos derivados como extratos, óleos essenciais e constituintes químicos, têm sempre mostrado resultados satisfatórios na inibição de microrganismos patógenos oportunistas, patógenos primários, deteriorantes, ou na inibição da produção de toxinas microbianas (ARORA; KAUR, 1999; AL-JEDAH; ALI; ROBINSON, 2000; JUGLAL; GOVINDEN; ODHAV, 2002; KIZIL; SOGUT, 2003).

Marino, Bersani e Comi (2001) explicam que as plantas aromáticas e as especiarias são ricas em óleos essenciais caracterizados por uma notável atividade antimicrobiana e, por esta razão, seus produtos derivados podem ser usados para retardar ou inibir o crescimento de microrganismos patogênicos ou deteriorantes.

De maneira geral, os óleos essenciais ou óleos voláteis constituem uma mistura muito complexa de hidrocarbonetos, alcoóis e aromáticos, encontrados em

todo tecido vivo de plantas, em geral concentrados nas cascas, flores, folhas, rizomas e sementes (ARAÚJO, 1995), na faixa de 0,05% a 10% (SANTOS; TALAMINI; CHIUCHETTA, 2000).

O seu uso como substância antimicrobiana é bastante limitado, pois doses eficazes contra os microrganismos podem mudar a aceitabilidade do produto (KOUTSOUMANIS; LAMBROPOULOU; NYCHAS, 1999). Para Shelef (1983) a concentração inibitória pode variar de 1% a 5%, ao passo que, para fins culinários, utiliza-se de 0,5% a 1%.

Os óleos essenciais extraídos de vegetais têm sido avaliados como inibidores de crescimento de patógenos em alimentos e em humanos como *Escherichia coli*, *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Streptococcus*, *Salmonella*, *Mycobacterium*, *Vibrio vulnificus*, dentre outros (COWAN, 1999; KALEMBA; KUNICKA, 2003; BAGAMBOULA et al., 2004).

Óleos essenciais de canela a 200mg mL⁻¹ e de cravo a 250mg mL⁻¹ foram inibidores do desenvolvimento e da produção de toxina de *Aspergillus parasiticus*, ao passo que o aldeído cinâmico e o eugenol, principais constituintes desses óleos essenciais, apresentaram efeito inibidor, respectivamente, a 150mg mL⁻¹ e 125mg mL⁻¹ (BULLERMAN; LIEU; SEIER, 1977).

Estudos envolvendo 32 óleos essenciais extraídos de condimentos demonstraram que os óleos de pimenta-da-jamaica, canela, cravo, cebola, alho, orégano, segurelha e tomilho foram, em ordem decrescente, os maiores inibidores de oito gêneros de levedura (CONNER et al., 1984a; 1984b).

Souza et al. (2004) avaliaram o efeito “in vitro” de óleos essenciais dos condimentos alho, canela, cravo da índia e tomilho, testados nas concentrações de 500, 1000, 1500 e 2000µg mL⁻¹ sobre o desenvolvimento micelial de *Rhizopus sp.*, *Penicillium spp.*, *Eurotium repens* e *Aspergillus Níger*, e observaram que o óleo essencial de canela apresentou um controle total do desenvolvimento micelial de todos os fungos testados a partir da concentração de 500µg mL⁻¹, confirmando dados anteriores sobre a eficiência desse condimento, quando adicionado sob a forma de pó e óleo essencial (BULLERMAN; LIEU; SEIER, 1977; TIWARI; DIKSHIT; CHANDAN, 1983; PATKAR et al., 1993; SINHÁ; SINHÁ; GANJENDRA, 1993).

Oussalah et al. (2007), avaliando o efeito antibacteriano de 28 óleos essenciais sobre *Escherichia coli*, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* e *Listeria monocytogenes*, encontraram resultado positivo para os óleos essenciais de *Corydothymus capitatus*, *Cinnamomum cassia*, *Origanum heracleoticum*, *Satureja montana* e *Cinnamomum verum*.

Essa atividade foi atribuída ao carvacrol, identificado como composto majoritário dos óleos essenciais de *Corydothymus capitatus* e *Origanum heracleoticum*, ao aldeído cinâmico, composto presente em maior proporção no óleo de *Cinnamomum cassia* e *Cinnamomum verum*, e ao timol, presente no óleo de *Satureja montana*.

Denominada de canela verdadeira, canela-da-índia e canela-do-ceilão, a caneleira *Cinnamomum zeylanicum*, pertence à família Lauraceae, nativa do Sri Lanka, sul da Ásia e foi introduzida no Brasil pelos jesuítas (PINTO, 2008). Trata-se de uma das mais antigas especiarias conhecidas, cujo uso é relatado desde os tempos bíblicos e o controle de seu comércio foi um dos motivos das grandes explorações marítimas (KOKETSU et al., 1997; LIMA et al., 2005).

O óleo essencial da canela pode ser obtido tanto das cascas quanto das folhas, porém a composição é completamente distinta. O óleo da casca é utilizado para aromatizar alimentos, e o das folhas é empregado na cosmética e na aromaterapia (GROSSMAN, 2005).

2.8 Revestimentos Comestíveis

A utilização de revestimentos comestíveis tem recebido a atenção de pesquisadores e vem sendo explorada para reduzir a predisposição à deterioração de produtos submetidos ao processamento mínimo. Filmes e coberturas diferem em sua forma de aplicação: as coberturas são aplicadas e formadas diretamente sobre o alimento, enquanto os filmes são pré-formados separadamente e posteriormente aplicados sobre o produto (GUILBERT; GONTARD; GORRIS, 1996).

Esta prática tecnológica tem a finalidade de inibir ou reduzir a migração de umidade, oxigênio, dióxido de carbono, aroma, dentre outros, pois promovem barreiras semipermeáveis (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Além disso, podem veicular ingredientes alimentícios como antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes ou melhorar a integridade mecânica ou as características de manuseio do alimento (KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997).

Embora a aplicação de revestimentos em frutas e hortaliças seja uma tecnologia emergente, não consiste exatamente em uma prática recente. Emulsões derivadas de óleos minerais têm sido empregadas desde o século XIII na China, para aumentar a conservação de frutos cítricos e demais produtos perecíveis que eram transportados por longas distâncias, principalmente por via marítima. Na década de 50, a cera de carnaúba foi amplamente empregada para esse fim, mas devido à aparência fosca resultante de sua aplicação, para melhor resultado visual, polietileno e parafinas foram adicionados. Nos anos 60, ceras e vernizes processados a partir de gomas solúveis em água se tornaram populares no revestimento de citros e frutas em geral. As coberturas ganharam espaço em função da expansão da oferta de produtos processados e da necessidade de maior preservação (ASSIS, 2006).

As possíveis aplicações dos revestimentos comestíveis são diversas, a depender de suas propriedades, principalmente de barreira: controle das trocas gasosas com o ambiente, no caso de alimentos frescos; controle da entrada de O_2 , no caso de alimentos oxidáveis; controle de transferência de umidade, em casos de elevado gradiente de umidade relativa entre o alimento e o ambiente (CUQ; GONTARD; GUILBERT, 1995); retenção de aditivos, promovendo uma resposta funcional mais significativa na superfície do produto (GUILBERT, 1988); controle da incorporação de óleos e solutos para os alimentos durante o processamento (DANIELS, 1973). Além disso, essas embalagens têm a vantagem da biodegradabilidade, o que as torna "ambientalmente corretas" (GONTARD, 1997).

Embora o processo de preparo das soluções precursoras para revestimentos comestíveis requeira protocolos e sequências reativas específicas, o revestimento em si é um procedimento simples e passível de aplicação em larga escala, o que pode ser feito por imersão ou nebulização do composto protetor em condição líquida. Após o escoamento do excesso, parte do material aderido à superfície é parcialmente absorvido, e a fração superficial sofre o processo de cura ou polimerização por evaporação espontânea ou forçada do solvente, formando um revestimento invisível (ASSIS, 2006).

Dentre os biopolímeros mais utilizados podem ser citados: as proteínas (gelatina, caseína, ovoalbumina, glúten de trigo, zeína e proteínas miofibrilares), os polissacarídeos (amido e seus derivados, pectina, celulose e seus derivados, alginato e carragena) e os lipídios (monoglicerídeos acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou ainda a combinação dos mesmos (CUQ; GONTARD; GUILBERT, 1995).

Os revestimentos a base de polissacarídeos oferecem pouca barreira à perda de umidade devido a sua natureza hidrofílica (BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO; BAKER, 1995), embora alguns possam retardar a perda de umidade desidratando-se antes do produto revestido (KESTER; FENNEMA, 1986; KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997). Por outro lado, constituem boas barreiras ao oxigênio (WHISTLER; BEMILLER, 1997), podem retardar a oxidação lipídica dos alimentos e melhorar o sabor, a textura e a adesão (KESTER; FENNEMA, 1986).

Diversos polissacarídeos e derivados têm sido testados como revestimentos comestíveis em frutos (KESTER; FENNEMA, 1986), visando o aumento da conservação, devido à redução da perda de umidade e ao controle da transmissão de gases. Dentre estes revestimentos, pode-se citar o amido, o alginato e a celulose, cujos principais aspectos estão descritos a seguir.

2.8.1 Amido

O amido é formado por dois tipos de polímeros de glicose, a amilose e a amilopectina, com estruturas e funcionalidades diferentes. A amilose é um polímero linear composto por unidades de D-glicose ligadas por ligações α -(1 $\rightarrow$ 4), com grau de polimerização de 200 a 3000, dependendo da fonte do amido. A amilopectina é um polímero altamente ramificado, com unidades de D-glicose ligadas através de ligações α -(1 $\rightarrow$ 4) e ramificações em α -(1 $\rightarrow$ 6) (ELLIS et al., 1998). Variações nas proporções entre estes componentes e em suas estruturas e propriedades podem resultar em grânulos de amido com propriedades físico-químicas e funcionais muito diferentes, que podem afetar as suas aplicações industriais (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).

As principais fontes mundiais de amido alimentício são o milho, a batata, o trigo, a mandioca e o arroz (ELLIS et al., 1998). No Brasil, o polissacarídeo é

extraído do milho e da mandioca, no entanto as indústrias de alimentos estão interessadas na identificação e no desenvolvimento de espécies que produzam amidos nativos com características físicoquímicas especiais, como é o caso do arroz (ZAVAREZE et al., 2009).

Na farinha de arroz, os carboidratos são representados basicamente pelo amido. O segundo componente em maior quantidade é a proteína, respondendo por cerca de 7% a 9% da sua composição. Segundo a Resolução CNNPA nº 12 de 24 de julho de 1978, a farinha de arroz pode ser denominada e vendida como amido de arroz se tiver no mínimo 80% de amido. Além disso, as proteínas presentes no grão de arroz estão fortemente associadas com a superfície do grânulo de amido dificultando assim sua remoção (BRASIL, 1978).

Embora o amido de arroz não possua um volume de produção expressivo, suas características especiais deveriam ser bem mais exploradas. O pequeno tamanho dos grânulos confere textura extremamente suave com o cozimento e sabor brando; não é um produto alergênico, podendo ser consumido por portadores de doença celíaca como substituto do trigo na elaboração de produtos sem glúten (POLANCO et al., 1995; NABESHIMA; EL-DASH, 2004). Além disso, durante o beneficiamento do arroz, aproximadamente 14% dos grãos são quebrados (CASTRO et al., 1999) e, portanto, apresentarão menor valor comercial. Uma das alternativas para agregar valor aos grãos quebrados seria a extração de amido, transformando essa matéria-prima em um produto com maior interesse industrial e comercial (ZAVAREZE et al., 2009).

Neste contexto, o aproveitamento do amido de arroz para a elaboração de coberturas comestíveis torna-se viável, notadamente pela capacidade de formação de películas de amilose, a qual apresenta estrutura linear apropriada (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Quando o amido é aquecido em excesso de água: com o aumento da temperatura, ocorre o rompimento da estrutura do grânulo, extravasando os seus constituintes que se transformam em substâncias gelatinosas, denominada gel de amido. Admite-se que o gel é formado pela amilopectina, retendo em sua estrutura a amilose. A temperatura na qual se dá a geleificação varia com o tipo de amido (MEDCALF, 1973). De acordo com Cereda et al. (1995) na retrogradação pontes de hidrogênio são estabelecidas e o material disperso volta a se organizar em macromolécula, originando uma cobertura protetora em volta do fruto.

Devido às suas propriedades de gelatinização e retrogradação, os revestimentos à base de amido propiciam a criação de películas resistentes, flexíveis, atóxicas, biodegradáveis e transparentes que, quando aplicadas na superfície dos vegetais, melhoram o aspecto visual, por lhes conferir brilho, e sua conservação, por alterar sua permeabilidade aos gases (CEREDA; BERTOLINI; EVANGELISTA, 1992). No entanto, o uso de coberturas hidrofílicas, como a do amido, tem limitações quanto às propriedades de barreira ao vapor d'água, em suas propriedades mecânicas e, de certa forma, por conferirem aparência untuosa a alguns produtos. Entretanto, o amido exibe propriedades termoplásticas quando um plastificante, como o glicerol ou o sorbitol, é adicionado à formulação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.8.2 Alginato

Os alginatos, comercialmente disponíveis na forma de sais de sódio do ácido algínico (GLICKSMAN, 1982), são polímeros lineares de alto peso molecular, variando de 20.000 a 600.000 Dalton, encontrados na parede celular e espaço intercelular de algas marrons (ONSOYEN, 1997) como *Macrocystis pyrifera*, *Ascophyllum nodosum*, *Laminaria hyperborea* e *Laminaria digitata* (DZIEZAK, 1991).

O sal do ácido algínico é um ácido poliurônico, com ligações do tipo α -1,4, constituído por três tipos de segmentos de polímeros: poli- β -D-ácido manurônico (M), poli- α -L-ácido gulurônico (G) e segmentos com resíduos alternados de ácidos D-manurônico e L-gulurônico (KING, 1983; ONSOYEN, 1997).

O ácido algínico possui solubilidade limitada, podendo ser transformado em uma grande variedade de alginatos comerciais pela incorporação de diferentes sais como cálcio, potássio, magnésio e sódio, sendo este último, o mais utilizado e hidrofílico (ONSOYEN, 1997). O ácido algínico é um polissacarídeo autodegradável quando aquecido por tempo prolongado, cuja viscosidade aumenta em pH abaixo de 4,0 e na presença de íons de cálcio ou cátions polivalentes, chegando a formar géis (BOBBIO; BOBBIO, 2001).

A propriedade de geleificação é útil na formação do revestimento, sendo os sais de cálcio os agentes geleificantes mais efetivos: quando a solução de alginato e o cálcio entram em contato, um gel instantâneo é formado na interface

(GLICKSMAN, 1982). Os íons de cálcio têm por função manter as cadeias de alginato unidas pelas interações iônicas, após a formação de pontes de hidrogênio entre as cadeias, produzindo gel com estrutura de rede tridimensional (KING, 1983).

As coberturas de alginato constituem boas barreiras ao oxigênio (WHISTLER; BEMILLER, 1997), são impermeáveis a óleos e gorduras (WHISTLER; BEMILLER; PASCHALL, 1984), podem retardar a oxidação lipídica dos alimentos e melhorar o sabor, a textura e a adesão (KESTER; FENNEMA, 1986) e, apesar de serem barreiras deficientes quanto à umidade (WHISTLER; BEMILLER; PASCHALL, 1984), podem reduzir significativamente a perda de água pelos alimentos, isto porque a umidade é perdida pela cobertura antes do alimento se desidratar (WHISTLER; BEMILLER, 1997). No entanto, alginatos com maior porcentagem de segmentos poli- α -L-ácido gulurônico (G) na sua estrutura formam géis mais rígidos e quebradiços, que podem sofrer sinérese (COTTRELL; BAIRD, 1980), motivo pelo qual se recomenda a adição do plastificante glicerol (MOLDÃO-MARTINS; EMPIS, 2000), o qual modifica as propriedades mecânicas dos filmes, aumentando a resistência e a flexibilidade e reduzindo as rachaduras (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os alginatos são compatíveis com um grande número de compostos utilizados nos alimentos como amidos, dextrinas, sacarose, pectinas, proteínas como caseína e polióis. São também parcialmente compatíveis com etanol e sais como sulfato de sódio, cloreto de sódio e incompatíveis com ácidos fortes, que reduzem o pH a valores abaixo de 3,5 (MACDOWELL, 1973).

A Resolução nº 386 de 05 de agosto de 1999 menciona que, através de avaliação toxicológica, a FAO estabeleceu valores de Ingestão Diária Aceitável – IDA “não especificada” para diversos aditivos, incluindo o alginato. Isso significa que o aditivo pode ser utilizado em quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário (BRASIL, 1999).

2.8.3 Carboximetilcelulose

O uso da celulose como material para formação de filmes comestíveis, pode ser obtido por meio de modificações químicas apropriadas e sob medida na sua estrutura, obtendo-se os éteres-ésteres de metil-celulose (MC), hidroxipropil-metilcelulose (HPMC), hidroxipropil-celulose (HPC) e carboximetilcelulose (CMC) (ARVANITOYANNIS; BILIADERIS, 1999). Dentre estes produtos, a CMC é um dos que mais se destaca, em função da sua importância econômica como agente espessante e pela variedade de aplicações (JUSTE; MAJEWICZ, 1985).

A CMC consiste em um éter de celulose que possui a estrutura baseada no polímero de $\beta(1\rightarrow4)$ -D-glucopiranosose da celulose (MERLE et al., 1999). Produzida via reação de Williamson, que consiste no tratamento da celulose com ácido monocloroacético em presença de excesso de hidróxido de sódio, a CMC geralmente é isolada e comercializada como sal de sódio, o qual, quando dissolvido, apresenta-se como éter aniônico de celulose (FUJIMOTO et al., 2002).

As propriedades e aplicações da CMC dependem, essencialmente, da viscosidade de suas soluções aquosas, do grau médio de substituição (GS), definido como o número médio de grupos hidroxila substituído por unidade D-glicopiranosil da cadeia polimérica, e da distribuição dos grupos carboximetila ao longo das cadeias. Este último fator influencia fortemente suas propriedades, o comportamento reológico de suas soluções e a abrangência de suas aplicações. Os produtos industrialmente importantes apresentam graus médios de substituição inseridos em uma faixa relativamente restrita ($0,5 < GS < 1,5$) e, considerando que eles são obtidos por reação heterogênea, a distribuição dos substituintes inseridos nas cadeias de celulose depende da acessibilidade dos reagentes aos sítios reativos da macromolécula, sendo uma característica de difícil controle (CARASCHI; CAMPANA FILHO, 1999).

Não obstante, a CMC apresenta algumas vantagens em relação à maioria dos ésteres de celulose: pode ser produzida à pressão atmosférica; apresenta grupos carboxilatos que lhe conferem solubilidade em água quando seu grau médio de substituição (GS) é maior que 0,5; possui grau de polimerização (GP) que lhe confere maior peso molecular e conseqüentemente maior viscosidade quanto maior for o GP e pode ser obtida de biomassa vegetal abundante e barata, como o bagaço de cana-de-açúcar (FUJIMOTO et al., 2002).

Além disso, os biofilmes a base de CMC são flexíveis, transparentes, sem odor; têm resistência moderada à ruptura; são resistentes a óleos e à migração de gorduras; solúveis em água e funcionam como barreira moderada à umidade e ao oxigênio (KESTER; FENNEMA, 1986; KROCHTA; MULDER-JOHNSTON, 1997). Suas propriedades mecânicas e de barreira são dependentes do seu peso molecular, sendo que quanto maior o peso molecular, melhores são as propriedades (KROCHTA; BALDWIN; NISPEROS-CARRIEDO, 1994).

Diferentes pesquisas têm sugerido o uso de CMC como uma cobertura apropriada para diversos produtos (DEL-VALLE et al., 2005; DEBEAUFORT; VOILLEY, 1997; AYRANCI; TUNC, 2001). A CMC tem sido extensivamente aplicada como película para retardar a perda de qualidade de produtos frescos como tomates, cerejas, feijões frescos, morangos, mangas e bananas (ZHUANG et al., 1996; BALDWIN et al., 1999; KITTUR; SAROJA; THARANATHAN, 2001; AYRANCI; TUNC, 2003).

A Resolução nº 386 de 05 de agosto de 1999 menciona que, através de avaliação toxicológica, a FAO estabeleceu valores de Ingestão Diária Aceitável – IDA “não especificada” para diversos aditivos, incluindo a carboximetilcelulose. Isso significa que o aditivo pode ser utilizado em quantidade suficiente para obter o efeito tecnológico necessário (BRASIL, 1999).

2.9 Irradiação

Embora o consumo de frutas e legumes frescos e processados minimamente venha apresentando crescimento em função de sua conveniência e benefícios nutricionais, este aumento tem sido acompanhado de um aumento do número de surtos de contaminação por patógenos humanos. Este risco potencial de contaminação se deve ao fato destes produtos geralmente crescerem em campos abertos com exposição à patógenos do solo, irrigação da água, adubo, animais e outras fontes, sendo consumidos sem cocção ou outro tratamento que possa eliminar a presença de patógenos. A irradiação pode proporcionar um grau de inativação para melhorar a segurança de produtos frescos e processados minimamente (FAN; NIEMIRA; PRAKASH, 2008). Trata-se de um processo básico de tratamento comparável à pasteurização térmica, ao congelamento ou

enlatamento e que envolve a exposição do alimento, embalado ou não, a um dos três tipos de energia ionizante: raios gama, raios x ou feixe de elétrons. A fonte mais comum de raios gama, para processamento de alimentos, é o radioisótopo ^{60}Co . O alimento é tratado por raios gama, originados do Cobalto 60 em uma instalação conhecida como irradiador. Quando é dissipada a energia de 1 joule (J) em 1 quilograma (kg) de qualquer material diz-se que o material recebeu a dose de 1 gray (Gy) (CAMPOS, 2003).

O emprego do processo já foi aprovado por 34 países, em mais de 40 variedades de alimentos, para desinfestação de grãos de cereais, controle de microrganismos patogênicos e prolongamento da conservação em carnes, frutas e hortaliças, desinfestação e maturação de frutas, inibição de brotamento em tubérculos e bulbos, entre outros efeitos (BRADFORD et al., 1993). Foi um dos tratamentos mais estudados e avaliados justamente pela controvérsia que a acompanha. Os resultados obtidos, em diferentes condições e países, indicam que o consumo de alimentos irradiados não apresenta efeitos nocivos desde que esse tratamento seja realizado dentro de certos limites e em condições controladas. Nestes trabalhos, que foram realizados com o objetivo de assegurar a inocuidade dos alimentos irradiados, estudou-se o efeito de dietas submetidas a diferentes doses de radiação, em animais, ao longo de várias gerações. A partir dos resultados obtidos, o Comitê Misto de Especialistas FAO/OIEA/OMS e a Comissão do Codex Alimentarius consideraram que os tratamentos com doses de radiação iguais ou inferiores a 10kGy não representavam nenhum perigo para a saúde humana, assegurando a inocuidade dos alimentos assim tratados. Nessas doses, a presença de produtos de radiólise no alimento é mínima. Estima-se que a quantidade de substâncias de nova formação que podem aparecer em 1 quilograma de alimentos com a composição-modelo(%): 80 umidade, 6,6 lipídeos, 6,6 glicídeos e 6,6 proteínas, tratado com dose de radiação de 10kGy, seja inferior a 20mg (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Atualmente são consideradas como doses baixas de radiação aquelas de até 1kGy, enquanto que as doses médias abrangem a faixa de 1 a 10kGy e as doses elevadas compreendem a faixa de 10 a 50kGy. Essa classificação permite agrupar de forma mais precisa os efeitos e os objetivos alcançados e deve ser considerada, pois, dependendo da dosagem, a radiação pode apresentar alguns inconvenientes, tais como, escurecimento, amaciamento, aparecimento de depressões superficiais,

amadurecimento anormal e perda de aroma e sabor dos produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Radiações ionizantes podem induzir modificações químicas que alteram, em maior ou menor grau, a qualidade sensorial e nutritiva dos alimentos dependendo, principalmente, da dose absorvida (ORDÓÑEZ et al., 2005). Para doses menores que a considerada dose-limite, as mudanças não são detectáveis, enquanto que as doses elevadas causam modificações de sabor, cor e textura, podendo tornar o alimento inaceitável. Tais alterações podem ser minimizadas irradiando-se o alimento acondicionado a vácuo ou em atmosferas modificadas, em estado congelado ou em presença de antioxidantes; isto é, desde que se reduza o efeito secundário da irradiação (FAN; NIEMIRA; PRAKASH, 2008). Em algumas frutas, a perda da firmeza induzida pela irradiação, pode ser minimizada pela imersão em uma solução de cálcio previamente à aplicação da dose (GUNES; WATKINS; HOTCHKISS, 2000; PRAKASH et al., 2007) e por armazenamento dos produtos em embalagem com atmosfera modificada (BOYNTON et al., 2006).

Assim, uma boa prática de irradiação deve compatibilizar sua capacidade de prolongar a conservação dos alimentos com o mínimo efeito em seus componentes (radiólise), para evitar perdas no valor nutritivo e na qualidade sensorial e, como qualquer outro processo industrial de tecnologia alimentar, é fundamental que os detalhes metodológicos de tempo, temperatura, manuseio e protocolo de irradiação sejam submetidos a um processo de validação para o produto a ser tratado (FAN; NIEMIRA; PRAKASH, 2008).

A eficiência antimicrobiana da irradiação é influenciada por um número de fatores, incluindo o patógeno alvo, o tipo de produto que está sendo tratado, a condição do vegetal (inteiro ou partido, descascado, cortado, picado, etc...), a atmosfera na qual ele é acondicionado, além de outros fatores específicos do produto (NIEMIRA; FAN, 2005).

Pesquisas têm mostrado que a irradiação reduz eficientemente patógenos bacterianos em produtos frescos e minimamente processados (SMITH; PILLAI, 2004; NIEMIRA; FAN, 2005). Esta eficácia segura patógenos bacterianos tais como *E. coli* O157:H7, *Salmonella*, e *Listeria monocytogenes*, tanto quanto em fitopatógenos bacterianos e organismos deteriorantes (FAN; NIEMIRA; PRAKASH, 2008).

Segundo United Fresh Fruit – Vegetable Association (1986), para utilizar-se radiações ionizantes na desinfecção de alimentos e no aumento da conservação

pós-colheita de frutas e hortaliças, alguns critérios devem ser levados, em conta, a saber: o alimento precisa ter tolerância mais elevada do que o inseto ou o microorganismo; o tratamento requerido deve ser tão ou mais econômico que outros tratamentos efetivos; o tratamento deve ser compatível com os aspectos legais estabelecidos pelas autoridades sanitárias, isto é, deve ser inócuo à saúde do consumidor; e, sobretudo, obedecer à legislação vigente do país importador.

O uso da técnica de irradiação para a conservação de alimentos, por si só, não soluciona todos os problemas de perdas, pois, ao contrário dos métodos químicos convencionais, a irradiação não possui efeito residual, devendo-se preservar em condições assépticas o alimento após ser irradiado, evitando assim uma nova reinfestação. Os custos líquidos da irradiação oscilam entre 10 e 15 dólares americanos por tonelada, no caso da aplicação de uma dose baixa (até 1 kGy), como, por exemplo, para inibir a germinação em batatas e cebolas ou retardar o amadurecimento de frutos. Variam entre 100 e 250 dólares americanos por tonelada, no caso de aplicação de uma dose alta (acima de 10 kGy), como, por exemplo, para garantir a qualidade higiênica de algumas especiarias (MORRISSON; ROBERTS, 1990).

Estes custos são competitivos com os de outros tratamentos convencionais, e, em alguns casos, a irradiação pode ser mais barata, dependendo do tipo de produto, quantidade e distância do campo de produção até a fonte irradiadora (GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS – Gciia, 1991).

Segundo a Resolução RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001 no "Regulamento Técnico para a Irradiação de Alimentos", com vista à qualidade sanitária do produto final, se permite a utilização da técnica de irradiação, com a condição de que a dose máxima absorvida seja inferior àquela que comprometa as propriedades funcionais dos alimentos, preservando seus atributos sensoriais e que a dose mínima absorvida seja suficiente para alcançar o objetivo pretendido (Brasil, 2001)

2.10 Avaliação das características físicas e físico-químicas dos frutos

2.10.1 Concentração de O₂ e CO₂

O armazenamento de produtos processados minimamente em condições adequadas é um ponto fundamental para o sucesso dessa tecnologia (VANETTI, 2000). A temperatura, umidade relativa e composição atmosférica do interior da embalagem são condições ambientais que podem ser manipuladas para diminuir a respiração do vegetal e minimizar o crescimento microbiano (SHEWFELT, 1987).

Na atmosfera normal o O₂ está presente na concentração de 21%, enquanto que o CO₂ apresenta-se com concentrações de 0,03% (LANA; FINGER, 2000). Baixas concentrações de O₂ e altas de CO₂ retardam a composição da atmosfera, os níveis de produção de etileno, bem como outras alterações fisiológicas que resultam na mudança de cor, firmeza, qualidade sensorial e nas propriedades nutricionais (KADER, 1995). Neste contexto, o sistema de atmosfera modificada, que consiste no acondicionamento do produto hortícola em uma embalagem selada e com permeabilidade seletiva a gases, tem como objetivo reduzir as concentrações de O₂ e aumentar as concentrações de CO₂ (ZAGORY; KADER, 1988).

De maneira geral, embalagens contendo 2% a 8% de O₂ e 5% a 15% de CO₂ têm potencial para aumentar a conservação dos produtos minimamente processados, contudo, para cada vegetal existe uma composição de gases específica que aumenta sua durabilidade (CANTWELL, 1992). Para mamão, essa composição varia entre 3% a 5% de O₂ e 5% a 10% de CO₂. Concentrações de O₂ menor do que 2% e de CO₂ maior do que 10% podem induzir modificações no sabor e falhas no amadurecimento dos frutos (KADER, 1997).

Sob condições de altos níveis de CO₂, embora os microrganismos aeróbicos responsáveis pela deterioração sejam inibidos, o crescimento de patógenos potenciais pode ser estimulado. Além disso, concentrações de CO₂ de 10 % a 20% resultam na supressão do processo metabólico aeróbico ainda que a presença de O₂ seja suficiente para reduzir a influência negativa sobre a qualidade sensorial (WATKINS, 2000). A falta de O₂ também pode induzir o desenvolvimento de *off-flavors* devido à mudança do metabolismo aeróbico para o anaeróbico.

Segundo Beaudry (2000) tanto as altas concentrações de CO₂ como as baixas de concentrações de O₂, poderão indiretamente induzir a formação de *off-flavors* por

estimular o crescimento de bactérias homo e hetero-fermentativas e leveduras, que produzem ácidos orgânicos, etanol e ésteres voláteis.

Deste modo, a seleção de filme plástico adequado, que tenha taxa de permeabilidade a gases compatível com a respiração do vegetal, pode colaborar para que se atinja uma atmosfera de equilíbrio no interior das embalagens e, conseqüentemente, prolongar a conservação pós-colheita do produto armazenado (CANTWELL, 1992).

Reduções nas concentrações médias de O_2 de 20,62% para 17,10%, bem como o acréscimo nas concentrações médias de CO_2 de 2,34% para 3,96%, foram insuficientes para a manutenção da qualidade sensorial e microbiológica de carambolas minimamente processadas (DONAZOLLO et al., 2003). Reduções não inferiores a 17,02% nas concentrações médias de O_2 bem como concentrações médias de CO_2 oscilando entre 2,41% e 3,26%, foram ineficazes para a preservação da qualidade sensorial e microbiológica, reduzindo a conservação de mangas minimamente processadas (NEVES et al., 2009).

Embora as embalagens sob atmosfera modificada para frutas e hortaliças minimamente processadas possam aumentar a conservação destes produtos, elas não conseguem superar os efeitos negativos causados pelo aumento da temperatura. Portanto, a utilização de temperaturas baixas torna-se essencial. Portela, Nie e Suslow (1997) relataram que melões do tipo Cantaloupe minimamente processados mantidos em alta concentração de CO_2 (15%) mantiveram a qualidade visual acima do limite de aceitabilidade por 9 dias a 10°C e por 15 dias a 5°C.

2.10.2 Perda de massa

A perda de massa fresca de frutas e hortaliças durante o armazenamento tem sido atribuída à redução na umidade e no material de reserva pela transpiração e respiração, respectivamente. A transpiração, que é a maior responsável pela perda de massa, é o mecanismo pelo qual a água é perdida devido à diferença de pressão de vapor d'água entre a atmosfera circundante e a superfície do fruto (BHOWMIK; PAN, 1992). Quando essa perda d'água é suficientemente alta, ocorre alteração da aparência e, conseqüentemente, da aceitabilidade do produto como alimento (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

A respiração, por sua vez, também causa redução de massa, pois átomos de carbono são liberados pelo fruto toda vez que uma molécula de CO_2 é produzida e transferida para a atmosfera (BHOWMIK; PAN, 1992).

A perda de umidade de produtos armazenados não só resulta em perda de massa, mas também em perda de qualidade, principalmente pelas alterações na textura. Alguma perda de água pode ser tolerada, mas aquela responsável pelo murchamento ou enrugamento deve ser evitada.

O murchamento pode ser retardado, reduzindo-se a taxa de transpiração, o que pode ser feito por aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura, redução do movimento do ar e uso de embalagens protetoras (BARROS et al., 1994). Dentre as embalagens protetoras encontram-se os filmes plásticos, as ceras e os filmes comestíveis (VICENTINI; CEREDA; CÂMARA, 1999).

A perda de umidade é usualmente expressa como perda percentual de massa e pode ser determinada por pesagem do produto após o processamento e ao longo do armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Finger e Vieira (1997) afirmam que a perda de peso máxima, sem aparecimento de murchamento ou enrugamento da superfície, oscila entre 5 a 10% e que a perda de peso aceitável para os produtos hortícolas varia em função da espécie e do nível de exigência dos consumidores.

Tecidos vegetais estão em equilíbrio com a atmosfera numa mesma temperatura e umidade relativa (UR) variando entre 99,0 e 99,5% (GAFNEY; BAIRD; CHAU, 1985; ROOKE; VANDEN BERG, 1985). Qualquer redução na pressão de vapor d'água abaixo desse patamar resulta em perda de água, que é um sério problema para frutas e hortaliças processadas minimamente. Nos órgãos intactos, a água intercelular não está diretamente exposta à atmosfera externa. Mas estresses de corte ou descascamento expõem os tecidos interiores, aumentando drasticamente a taxa de evaporação de água, a qual pode variar de 5 a 500 vezes, dependendo da natureza do produto (BURTON, 1982).

Alguma perda de água é inevitável, uma vez que a retirada de calor da respiração por resfriamento externo gera gradiente de potencial hídrico, levando água da superfície do produto para a superfície de resfriamento, identificada como a parte interna da embalagem. Esta condensação de água evaporada do produto na superfície interna da embalagem mostra que esse movimento concomitante de calor e água ocorre de maneira generalizada (BRECHT et al., 2007).

2.10.3 Cor

A cor dos frutos é um importante atributo de qualidade (CLYDESDALE, 1993), utilizada como parâmetro para a seleção de muitos produtos em classes e categorias comerciais e relaciona-se com a percepção da aparência pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

É analisada através dos parâmetros L^* , a^* , b^* , Hue e Croma, os quais representam as medidas objetivas de cor avaliadas pelo olho humano (MINOLTA CORP., 1994).

Os valores a^* e b^* representam a cor propriamente dita, variando do vermelho ao verde (valor a^*) e do amarelo ao azul (valor b^*). Neste círculo se encerra toda a gama de cores representativa do universo (Croma); sendo que, quanto mais se afastam do centro do círculo, mais vívidas ou mais fortes são as cores; ao contrário, quanto mais se aproximam do centro, mais mescladas estas se tornam, até que o conjunto se torne uma única tonalidade: cor cinza.

O Hue (tom) se caracteriza pelo ângulo formado em relação ao eixo x, podendo variar de 0° a 360° , sendo que o 0° corresponde à cor vermelha, 90° corresponde ao amarelo, 180° ao verde e 270° ao azul. Esse ângulo nos indica a variação entre as cores: vermelho, amarelo, verde, etc. e também suas nuances: alaranjado, avermelhado, etc. (Figura 1) (MINOLTA CORP., 1994). De acordo com o sistema CIELAB (ADOBE, 1976), se o ângulo estiver entre 0° e 90° , quanto maior ele for mais amarelo é o fruto e quanto menor ele for mais vermelho é o fruto.

O valor L^* representa a luminosidade da cor do produto, variando de zero (negro) a cem (branco). Portanto, amostras que apresentam a mesma cor, ou seja, os mesmos valores de a^* , b^* , Hue e Croma podem ser diferentes entre si pela variação da luminosidade, apresentando-se como claras ou pálidas, mais próximo de cem, ou escuras, mais próximas de zero (Figura 2) (MINOLTA CORP., 1994).

Figura 1 – Valores de a^* , b^* , Hue e Croma no Sistema Hunter Lab Cromo Meter
Fonte: Minolta Corp., 1994

Figura 2 – Valor de L^* no Sistema Hunter Lab Cromo Meter
Fonte: Minolta Corp., 1994

2.10.4 Firmeza

A firmeza, considerada um dos mais importantes componentes do atributo textura, é representada pelas substâncias pécticas que compõem as paredes celulares dos vegetais, e é determinada pelas forças de coesão entre as pectinas (KLUGE; JACOMINO, 2002).

As mudanças na textura que ocorrem durante o armazenamento de frutas e hortaliças PM podem ser provenientes do amadurecimento, da senescência ou da perda de líquido. O amadurecimento e a senescência são responsáveis pelo aumento da permeabilidade das membranas e pelo extravasamento do conteúdo celular, resultando em mudanças texturais como amolecimento da polpa, separação celular e aumento da quantidade de suco dos tecidos (SMITH et al., 2003), enquanto que a perda de líquido, que pode ser proveniente da evaporação d'água ou do vazamento do suco celular, resulta em tecidos amolecidos e flácidos. Já a suculência evidente em frutos maduros, está relacionada com características sensoriais, tamanho das células, espessura da parede celular e facilidade com que as células são rompidas e o seu conteúdo liberado durante o consumo (SZCZESNIAK; ILKER, 1988).

A pectina corresponde a uma cadeia do ácido poligalacturônico com grau variável de esterificação e metilação e que, juntamente com a celulose, a hemicelulose e o cálcio, formam o material estrutural das paredes celulares dos

vegetais, estando em maior quantidade na lamela média. A combinação destes compostos forma a protopectina, que é insolúvel em água (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Durante o crescimento da fruta, a protopectina mantém uma forte coesão das células e, conseqüentemente, a fruta apresenta-se extremamente firme antes da maturação. No transcorrer da maturação, após a fruta atingir o tamanho máximo, o cálcio é desprendido da protopectina pela ação da enzima protopectinase, iniciando a solubilização da pectina.

Outras duas enzimas são importantes na modificação da textura: a poligalacturonase (PG) que atua na despolimerização ou encurtamento da cadeia do ácido poligalacturônico e a pectinametilesterase (PME) que promove a desesterificação ou remoção dos grupos metílicos ou acetil das cadeias. Com a atividade destas enzimas, a pectina passa da forma insolúvel para a forma solúvel, promovendo amaciamento da polpa das frutas (KLUGE et al., 2002).

De acordo com Kader (1995), o uso de baixas temperaturas, dentro de certos limites para cada fruto, e o armazenamento em atmosfera modificada ou controlada pode minimizar o amaciamento dos frutos durante a maturação.

A perda de firmeza, após a mudança de cor, é a transformação mais evidente que ocorre durante a maturação (TUCKER, 1993) e pode influenciar no período de conservação e na resistência ao manuseio, transporte e ataque de microrganismos (CARVALHO, 1994).

Mohsenin (1986) descreve que a avaliação da firmeza de frutas e hortaliças é importante na determinação do ponto de colheita, na avaliação da qualidade durante o armazenamento de produtos frescos e na correlação entre a qualidade do material *in natura* e o correspondente produto processado.

As medições com penetrômetro, aparelho munido de uma ponteira para penetração no produto, são bem correlacionadas com a percepção humana de firmeza e com a vida de armazenamento, dando uma idéia das transformações na estrutura celular, coesão das células e alterações bioquímicas no produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.10.5 Sólidos Solúveis

Comumente expresso em °Brix, o teor de sólidos solúveis é medido com auxílio de refratômetro (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e indica a quantidade de todas as substâncias dissolvidas na polpa das frutas, sendo constituída majoritariamente por açúcares, principalmente sacarose, frutose e glucose, juntamente com ácidos cítricos, málico, tartárico e outros (SALUNKE; DESAI, 1984).

À medida que a fruta amadurece, há um aumento significativo dos açúcares presentes, podendo ou não ocorrer aumento dos ácidos e, quando isso ocorre, esse aumento é muito menor; de tal maneira que a relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (*ratio*) se apresenta elevada para o fruto maduro, indicando o grau de maturação da fruta, com conseqüente balanço entre o doce e o ácido, agradáveis ao consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Enquanto o aumento dos teores de sólidos solúveis pode ser resultante da biossíntese, degradação de polissacarídeos ou perda de água, a redução destes teores ocorre em função da taxa de respiração do vegetal, uma vez que os mesmos são substratos utilizados no processo respiratório (LIDSTER; FORSYTH; LIGHTFOOT, 1980).

2.10.6 Acidez Titulável e pH

A acidez de um fruto é dada pela presença dos ácidos orgânicos, que servem de substratos para a respiração, e encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células, tanto na forma livre, como combinada com sais, ésteres, glicosídeos. Em frutos, não só contribuem para a acidez, como também para o aroma característico, já que alguns componentes são voláteis. O teor de ácidos orgânicos tende a diminuir, devido à sua oxidação no ciclo dos ácidos tricarboxílicos, em decorrência do processo respiratório ou de sua conversão em açúcares, pois nesta fase ocorre maior demanda energética pelo aumento do metabolismo (BRODY, 1996; CHITARRA; CHITARRA, 1990).

A acidez é usualmente calculada com base no ácido presente em maior quantidade, expressando-se o resultado em acidez titulável e nunca em acidez total, devido aos componentes ácidos voláteis que não são detectados (CHITARRA; CHITARRA, 1990).

Para os mamões predominam os ácidos málico e cítrico, os quais estão presentes em quantidades baixas, porém iguais, seguidos pelo α -cetoglutárico em menor teor (CHAN JUNIOR et al., 1971). Arriola, Menchu e Rolz (1976) relataram que para o mamão o ácido orgânico predominante é o ácido cítrico, cujo teor diminui com a maturação. Segundo Folegatti e Matsuura (2002) o teor de acidez do mamão é muito baixo, em torno de 0,10%, o que contribui para que seu pH seja relativamente alto, em média 5,5-5,9.

O método de medição da acidez titulável mais utilizado é o da neutralização química de todos os ácidos livres presentes no suco do fruto com uma solução padronizada de NaOH 0,1N.

Esta acidez titulável normalmente é expressa em miliequivalentes por litro, ou também em gramas por litro do ácido orgânico dominante ou em percentagem (g ácido 100g^{-1} de suco ou mL ácido 100mL^{-1} de suco), que podem ser convertidos em meq L^{-1} mediante massa molecular do ácido correspondente e sua valência (VALERO; RUIZ ALTISENT, 1998).

A capacidade tampão de alguns sucos permite que ocorram grandes variações na acidez titulável sem variações apreciáveis no pH (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Contudo, numa faixa de concentração de ácidos entre 2,5% e 0,5%, o pH aumenta com a redução da acidez, sendo utilizado como indicativo dessa variação.

A determinação do pH é normalmente realizada com potenciômetro que converte a concentração de íons hidrogênio em unidades de pH. As células para medidas potenciométricas são formadas por um eletrodo de referência e um eletrodo indicador ligados a um instrumento capaz de medir a diferença de potencial entre eles. A relação entre o pH e a concentração de íons hidrogênio é dada pela fórmula: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$ (LEAL et al., 2008).

Os mamões apresentam baixa acidez quando comparado a outras frutas tropicais, sendo uma vantagem nutricional, pois permite seu consumo por pessoas sensíveis a frutos ácidos, porém esta baixa acidez é um problema enfrentado pelos processadores, pois seu alto pH favorece a atividade das enzimas e o crescimento de microrganismos (LIMA et al., 2009).

2.10.7 Relação SS/AT

A a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável (SS/AT), conhecida como *ratio*, é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do gosto, sendo mais representativa que a medida isolada de açúcares ou da acidez, pois dá uma boa idéia do equilíbrio entre esses dois componentes (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

2.11 Análise Sensorial

A NBR 12806 define análise sensorial com uma disciplina científica usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações das características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT, 1993).

O instrumento de medida utilizado pela análise sensorial é o homem e, segundo Meilgaard, Civille e Carr (1999), nenhum instrumento ou combinação de instrumentos poderia substituir os sentidos humanos, os quais são capazes de registrar uma expressão integral da complexidade de um alimento.

Nos últimos anos, a indústria alimentícia moderna tem utilizado a análise sensorial como ferramenta, considerando a avaliação das características sensoriais dos produtos como componente essencial no desenvolvimento, manutenção, otimização, controle de qualidade e avaliação do potencial de mercado de um determinado alimento (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999; STONE; SIDEL, 1993b; BI, 2003).

Os testes sensoriais são importantes por serem capazes de identificar a presença ou ausência de diferenças perceptíveis, definirem características sensoriais de um produto, serem capazes de detectar particularidades dificilmente detectadas por outros procedimentos analíticos, e ainda, avaliarem se um produto é aceito pelo consumidor (MUÑOZ; CIVILLE; CARR, 1992).

Stone e Sidel (1993b) dividem os métodos de análise sensorial em discriminativos (testes de diferença: teste triangular, duo-trio; comparação múltipla, sensibilidade e ordenação), descritivos (perfil de sabor, perfil de textura, análise descritiva quantitativa, tempo e intensidade, e avaliação de atributos) e os afetivos (teste de aceitação/preferência: preferência pareada, ordenação de preferência, escala hedônica; escala relativa ao ideal).

Os testes discriminativos ou de diferença são muito utilizados para investigar se há diferença ou não entre produtos e, em algumas metodologias, o grau dessa diferença. Os testes de diferença têm como vantagem serem de rápida análise, pois é necessário apenas contabilizar o número de resposta no teste aplicado e consultar a tabela estatística adequada para a metodologia utilizada. Em contrapartida, dependendo do teste, o resultado apenas demonstrará se há ou não diferença entre os produtos testados, mas não avaliará o quão diferente são. Além disso, não é possível determinar se o produto testado agradou ou não ao provador (ROUSSEAU, 2004).

Os testes descritivos são considerados os melhores métodos para se estabelecer um perfil sensorial. A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é um dos métodos descritivos mais utilizados (Stone e Sidel, 1993b). A técnica é capaz de descrever qualitativa e quantitativamente o produto, baseada na percepção de um grupo de pessoas previamente selecionadas e treinadas (MURRAY et al., 2001; BI, 2003). Os resultados obtidos fornecem a descrição sensorial completa dos produtos e, quando realizados junto com testes afetivos, permitem identificar os atributos sensoriais que são importantes para a aceitabilidade do consumidor (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). No entanto, a aplicação desta metodologia requer que os provadores sejam recrutados e treinados, implicando na necessidade de tempo prolongado até se obter um resultado, além dos custos serem mais elevados que nos testes discriminativos e afetivos (ROUSSEAU, 2004).

Os testes afetivos têm como objetivo avaliar a resposta dos indivíduos com relação à preferência e ou à aceitação de um produto ou características específicas de um produto pelos consumidores habituais ou potenciais do mesmo. A utilização de testes afetivos encontra-se em expansão entre as empresas que valorizam a informação obtida de estudos de consumidor, assegurando assim que sejam atendidas as expectativas do consumidor final (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999). Os julgadores não são treinados, mas são selecionados para representar uma população alvo (INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS – IFT, 1981).

2.11.1 Testes de aceitação

A aceitabilidade de um produto foi definida como o grau de aceitação de um produto, por um indivíduo ou população, em termos de propriedades sensoriais (ABNT, 1993). As propriedades sensoriais são influenciadas diretamente pela composição química e propriedades físicas de um produto. São percebidas pelo indivíduo como atributos de aparência, aroma, sabor e textura, os quais influenciam a qualidade e a competitividade entre os produtos (MOLNAR; TOTH; BOROSS, 1993).

A condução de testes de aceitação ou de preferência geralmente visa atender quatro objetivos principais: verificação do posicionamento do produto no mercado, otimização da formulação do produto, desenvolvimento de novos produtos e avaliação do potencial de mercado (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1991).

Os testes de aceitação realizados em laboratórios geralmente são formados por uma equipe de 25 a 50 pessoas, que sejam representativas do público que se deseja atingir, de tal forma que os resultados obtidos proporcionem maiores oportunidades de ação (STONE; SIDEL, 1993a).

A escala hedônica de nove pontos é a mais utilizada para testes de aceitação, devido à confiabilidade dos resultados e a fácil compreensão pelos consumidores. Considerando que o teste de aceitação utilizando escala hedônica pode medir, com certa segurança, o grau de gostar e a aceitação de um produto, é possível obter por meio dos resultados desses testes, uma indicação do produto ou produtos com possibilidade de alcançarem sucesso no mercado (STONE; SIDEL, 1993b).

REFERÊNCIAS

- ADOBE. **Color models:** CIE, CIELAB, CIELUV, CIEXYZ, HSB/HLS, Main, Munsekk and RGB/CMY. 1976. Disponível em: <http://www.dba.med.sc.edu/price/irf/Adobe_tg/models/main.html>. Acesso em: 13 fev. 2009.
- AL-JEDAH, J.H.; ALI, M.Z.; ROBINSON, R.K. The inhibitory action of spices against pathogens that might be capable of growth in a fish sauce (mehiawah) from the Middle East. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 57, n. 1-2, p. 129-133, 2000.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2009. 128p.
- ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos:** Teoria e prática - Óleos essenciais. 2. ed. Viçosa: UFV. 1995. 58p.
- ARORA, D.; KAUR, J. Antimicrobial activity of spices. **International Journal of Antimicrobial Agents**, London, v. 12, n. 3, p. 257-262, 1999.
- ARRIOLA, M.C.; MENCHU, J.F.; ROLZ, C. Characterization, handling and storage of some tropical fruits. **Central American Resource Institute (ICAITI)**, La Nueva Guatemala de la Asunción, v. 1, n. 1, p. 19-47, 1976.
- ARRUDA, M.C. **Processamento mínimo de melão rendilhado; tipo de corte, tempo de armazenamento e atmosfera modificada.** 2002. 71p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- ARVANITOYANNIS, I.; BILIARDERIS, C.G. Physical properties of polyol-plasticized edible blends made of methyl cellulose and soluble starch. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 38, n. 1, p. 47-58, 1999.
- ASSIS, O.B.G. Revestimentos protetores comestíveis em frutas: uma tecnologia emergente. **Toda Fruta.** 2006. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14349>. Acesso em: 21 jan. 2009.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR12806.** Análise sensorial de alimentos e bebidas – terminologia. São Paulo, 1993.
- AYRANCI, E.; TUNC, S. The effect of fatty acid content on water vapour and carbon dioxide transmissions of cellulose-based edible films. **Food Chemistry**, Barking, v. 72, n. 2, p. 231-236, 2001.
- _____. A method for the measurement of the oxygen permeability and the development of edible films to reduce the rate of oxidative reactions in fresh foods. **Food Chemistry**, Barking, v. 80, n. 3, p. 423-431, 2003.

BAGAMBOULA, C.F.; UYTENDAELE, M.; CANDAN, F.; DAFERRERA, D.; UNLI, G.V.; POLISSIOU, M.; SOKMEN, A. Antimicrobial and antioxidative activities of the essential oils and methanol extracts of *S. cryptantha* (Montbret et Aucher ex Benth) and *S. multicaulis*. **Food Chemistry**, Barking, v. 84, n. 4, p. 519-525, 2004.

BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O.; BAKER, R.A. Use of edible coatings to preserve quality of lightly (and slightly) processed products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 35, n. 6, p. 509-524, 1995.

BALDWIN, E.A.; BURNS, J.K.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J.K.; HAGENMAIER, R.D.; BENDER, R.J.; PESIS, E. Effect of two edible coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, p. 215-226, 1999.

BARROS, J.C. da S.M. de; GOES, A. de; MINAMI, K. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 2, p. 363-368, 1994.

BASTOS, M.S.R.; TAPIA, M.S.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C.; BORGES, M.F. Processamento mínimo de abacaxi e melão. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000. Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 89-94.

BEAUDRY, R.M. Responses of horticultural commodities to low oxygen: Limits to the expanded use of modified atmosphere packaging. **Hort Technology**, Alexandria, v. 10, p. 491-500, 2000.

BEDIN, C.; GUTKOSKI, S.B.; WIEST, J.M. Atividade antimicrobiana das especiarias. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13, n. 65, p. 26-29, 1999.

BEUCHAT, L.R. Surface disinfection of raw produce. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**, Ames, v. 12, n. 1, p. 6-9, 1992.

BHOWMIK, S.R.; PAN, J.C. Shelf life of mature green tomatoes stored in controlled atmosphere and high humidity. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 57, n. 4, p. 948-953, 1992.

BI, J. Agreement and reliability assessments for performance of sensory descriptive panel. **Journal of Sensory Studies**, Malden, v. 18, n. 1, p. 61-76, 2003.

BICALHO, U.O.; CHITARRA, A.B.; CHITARRA, M.I.F.; COELHO, A.H.R. Vida útil pós-colheita de papaya submetido a tratamento com cálcio e embalagem de PVC. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 1, p. 136-146, 2000.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001. 143p.

BOYNTON, B.B.; WELT, B.A.; SIMS, C.A.; BALABAN, M.O.; BRECHT, J.K.; MARSHAL, M.R. Effects of low-dose electron beam irradiation on respiration, microbiology, texture, color and sensory characteristics of fresh-cut cantaloupe stored in modified-atmosphere packages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 2, p. S149-S155, 2006.

BRADFORD, R.; LOAHARANV, P.A. Harmonized approach to regulating food irradiation based on groups of foods. In: SEMINAR ON HARMONIZATION OF REGULATIONS ON FOOD IRRADIATION IN ASIA AND THE PACIFIC, 1993, Kuala Lumpur, Malaysia. Vienna: WHO/IAEA/FAO, 1993. p. 155-160. (IAEA TECDOC, 696).

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – CNNPA nº 12, de 24 de julho de 1978: normas técnicas especiais. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 jul. 1978. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/12_78_amidos.htm>. Acesso em: 28 jul. 2010.

_____. Ministério da Saúde. Agência de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução nº 386, de 5 de agosto de 1999: regulamento técnico sobre aditivos utilizados segundo as boas práticas de fabricação e suas funções. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 09 ago. 1999. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/386_99.htm>. Acesso em: 8 ago. 2010.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução –RDC12, nº12, de janeiro de 2001: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Poder Executivo, 10 jan. 2001. Disponível em: <http://anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 jan. 2008.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 21 de 26 de janeiro de 2001. Regulamento técnico para a Irradiação de Alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF 29 jan. 2001. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/legis/resol/21_01rdc.htm>. Acesso em 14 dez. 2011.

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

BRECHT, J.K.; SALTVEIT, M.E.; TALCOTT, S.T.; MORETTI, C.L. Alterações metabólicas. In: Moretti, C. L. (Ed.). **Manual do processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças; SEBRAE, 2007. cap. 2, p. 41-98.

BRODY, A. L. **Envasado de alimentos en atmosferas controladas, modificadas y vacío**. Zaragoza: Acribia, 1996. 220p.

BULLERMAN, C.U.; LIEU, F.Y.; SEIER, S. Inhibition of growth and aflatoxin production by cinnamon and cloves oils, cinnamic aldehyde and eugenol. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 42, n. 6, p. 1107-1109, 1977.

BURTON, W.G. **Postharvest physiology of food crops**. London: Longman, 1982. 289p.

CAMPOS, S. **Radiação / Ambiente** - Irradiação de alimentos. São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.drashirleydecampos.com.br/noticias/2258>>. Acesso em: 30 mar. 2008.

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

CANTWELL, M. The dynamic fresh-cut sector of the horticultural industry. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2., 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p. 147-155.

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

CARASCHI, J.C.; CAMPANA FILHO, S.P. Influência do grau de substituição e da distribuição de substituintes sobre as propriedades de equilíbrio de carboximetilcelulose em solução aquosa. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 9, n. 2, p. 70-77, 1999.

CARVALHO, V.D. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 48-54, 1994.

CASTRO, E.M.; VIEIRA, N.R.A.; RABELO, R.R.; SILVA, S.A. **Qualidade de grãos em arroz**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. 30p.

CEREDA, M.P.; BERTOLINI, A.C.; EVANGELISTA, R.M. Uso do amido em substituição às ceras na elaboração de 'filmes' na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 7., 1992, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Mandioca, 1992. 107p.

CEREDA, M.P.; BERTOLINI, A.C.; SILVA, A.P.; OLIVEIRA, M.A.; EVANGELISTA, R.M. Películas de almidón para la preservación de frutas. In: POLÍMEROS BIODEGRADABLES, AVANCES Y PERSPECTIVAS, 1995, Buenos Aires, Argentina. **Anais...** Buenos Aires, Argentina, 1995.

CHAN JUNIOR, H.T.; TANIGUCHI, M.H. Changes in fatty acid composition of papaya lipids (*Carica papaya* L.) during ripening. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 50, n. 4, p. 1092-1094, 1985.

CHAN JUNIOR., H.T.; CHAMG, T.S.K.; STAFFORD, A.E.; BREKKE, J.E. Nonvolatile acids of papaya. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 19, n. 2, p. 263-265, 1971.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL, FAEPE, 1990. 320p.

_____. Segurança alimentar. In: _____ **Processamento mínimo de frutos e hortaliças**. Lavras: UFLA-FAEPE, 2000.

_____. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. – Lavras: UFLA, 2005. 785p.

CLYDESDALE, F.M. Color as a factor in food choice. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 33, n. 1, p. 83-101, 1993.

CONNER, D.E.; BEUCHAT, L.R. Effects of essential oils from plants on growth of food spoilage yeasts. **Journal Food Science**, Chicago, v. 49, p. 429-434, 1984a.

CONNER, D.E.; BEUCHAT, L.R. Sensitivity of heat stressed yeasts to essential oils of plants. **Applied Environmental Microbiology**, Baltimore, v. 47, n. 2, p. 229-233, 1984b.

CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; KELMAN, A. Enhancing the natural resistance of plant tissues to postharvest diseases through calcium applications. **HortScience**, Alexandria, v. 29, n. 7, p. 751-754, 1994.

COSTA, A.F.S.; BALBINO, J.M.S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. **Mamão: pós-colheita**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 2, p. 12-18. (Frutas do Brasil, 21).

COTTRELL, I.W.; BAIRD, J.K. Gums. In: KIRK, R.E.; OTHMER, D.F. **Encyclopedia of Chemical Technology**. New York: John Wiley, 1980. v. 12, p. 45-56.

COWAN, M.M. Plant products as antimicrobial agents. **Clinical Microbiology Review**, Washington, DC, v. 12, n. 4, p. 564-582, 1999.

CRUZ, J.L. **Certificação em produção integrada de mamão**: Informações básicas. InforBios – Informações Tecnológicas, 2008. Disponível em: <http://www.infobios.com/Artigos/2008_1/mamao/index.htm>. Acesso em: 27 mar. 2009.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible film and coating as active layers. In: ROONEY, M.L. (Ed.) **Active food packaging**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 111-142.

DANIELS, R. **Edible coatings and soluble packaging**. New Jersey: Noyes Data Corporation, 1973.

DEBEAUFORT, F.; VOILLEY, A. Methycellulose-based edible films and coating: 2. Mechanical and thermal properties as a function of plasticizer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 45, n. 3, p. 685-689, 1997.

DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M.J. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. **Food Chemistry**, Barking, v. 91, n. 4, p. 751-756, 2005.

DEVLIEGHERE, F.; VERMEIREN, L.; DEBEVERE, J. New preservation technologies: possibilities and limitations. **International Dairy Journal**, Oxford, v. 14, n. 4, p. 273-285, 2004.

DONAZOLLO, J.; HUNSCHE, M.; BRACKMANN, A.; WACLAWOVSKY, A.J. Utilização de filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) para prolongar a vida pós-colheita de morangos, cv. Oso Grande. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 27, n. 1, p. 165-172, 2003.

DZIEZAK, J.D. A focus on gums: building in textures, stability and emulsification are just some of ways in which gums aid products development. **Food Technology**, Chicago, v. 45, n. 3, p. 116-132, 1991.

DYCHDALA, G.R. Chlorine and chlorine compounds, In: BLOCK, S.S.; BARKLEY, W.E. (Ed.). **Desinfection, sterilization and preservation**. Philadelphia: Lea & Febbigier, 1991. p. 131-151.

ELLIS, R.P.; COCHRANE, M.P.; DALE, M.F.B.; DUFFUS, C.M.; LYNN, A.; MORRISON, I.M.; PRENTICE, R.D.M.; SWANSTON, J.S.; TILLER, SA. Starch production and industrial use. **Journal of the Science Food and Agriculture**, London, v. 77, n. 3, p. 289-311, 1998.

FAGUNDES, G.R.; YAMANISHI, O.K. Características físicas e químicas de frutos de mamoeiro do grupo "Solo" comercializados em 4 estabelecimentos de Brasília –DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 541-545, 2001.

FAN, X.; NIEMIRA, B.A.; PRAKASH, A. Irradiation of fresh fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 2, n. 3, p. 36-43, 2008.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos minimamente processados**. Viçosa: UFV, 1997. 29p.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Mamão. In: _____. **Agrianual 2010: Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, 2010. p. 367-374.

FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F.C.A.U. **Mamão: pós-colheita**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca Fruticultura; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 59p. (Frutas do Brasil, 21).

FOOD DRUG ADMINISTRATION – FDA. Secondary direct food additives permitted in food for human consumption. Code of federal regulations. Title 21 – Foods and Drugs, v.3. Revised in april 2002. Parte 173. 315. **Federal Register**, Washington, DC, v. 64, n. 156, p. 44122-44123, 1999. Disponível em: <<http://www.fda.gov/OHRMS/DOCKETS/98fr/081399a.txt>>. Acesso em: 10 jan. 2010.

FUJIMOTO, J.; REIS, E.A.O.; PETRI, D.F.S.; CAMPANA FILHO, S.P. Formação de multicamadas de polissacarídeos e proteína. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 757-761, 2002.

GAFNEY, J.J.; BAIRD, C.D.; CHAU, K.V. Influence of airflow rate, respiration, evaporative cooling, and other factors affecting weight loss calculation for fresh fruits and vegetables. **Transactions of the American Society of Heating, Refrigeration and Air Conditioning**, Atlanta, v. 91, n. 1, p. 690-707, 1985.

GARCIA, E.; BARRETT, D.M. Fresh-cut fruits. In: BARRETT, D.M. SOMOGYI, L.P.; RAMASWAMY, H.S. (Ed.). **Processing fruits**. 2 ed. Boca Raton: CRC Press, 2005. cap. 3. Disponível em: <<http://www.crcnetbase.com/doi/pdfplus/10.1201/9781420040074.ch3>>. Acesso em: 13 ago. 2010.

GLICKSMAN, M. Origin and classification of hydrocolloids. In: _____. (Ed.). **Food hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press, 1982. p. 3-15.

GODOY, R.C.B.; MATOS, E.L.S.; SANTOS, A.P.; SILVA LEDO, C.A.; AMORIN, T.S.; PEREIRA, M.E.C. Avaliação das alterações físico-químicas e químicas de mamão minimamente processado, variedade solo, armazenado em embalagens PET e em bandejas com PVC. In: MARTINS, D. dos S. (Ed.). **Papaya Brasil: Qualidade do mamão para o mercado interno**. Vitória, ES: Incaper, 2003. p. 677-680.

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

GONTARD, N. Active packaging. In: WORKSHOP SOBRE BIOPOLÍMEROS, 1997, Pirassununga. Pirassununga: FZEA/USP, 1997. p. 23-27.

GONZÁLEZ, M.; LOBO, M.G. Estado actual de los productos mínimamente processados em Espana. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS. 4., 2006, São Pedro. **Palestras, resumos, fluxogramas e oficinas...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2006. p. 77-92.

GROSSMAN, L. **Óleos essenciais na culinária, cosmética e saúde**. São Paulo: Optinline, 2005. 300p.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS. **A irradiação de alimentos: ficção ou realidade**. GCIIA/FAO/AIEA, 1991. 38p.

GUILBERT, S. Use of superficial edible layer to protect intermediate moisture foods: application to the protection of tropical fruit dehydrated by osmosis. In: SEOW, C.C. (Ed.). **Food preservation by moisture control**. New York: Elsevier Applied Science, 1988. p. 199-219.

GUILBERT, S.; GONTARD, N.; GORRIS, L.G.M. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **Food Science and Technology**, London, v. 29, n. 1, p. 10-17, 1996.

GUNES, G.; LEE, C. Color of minimally processed potatoes as affected by modified atmosphere packaging and browning agents. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 62, n. 3, p. 572-572, 1997.

GUNES, G.; WATKINS, C.B.; HOTCHKISS, J.H. Effects of irradiation on respiration and ethylene production of apple slices. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, n. 8, p. 1169-1175, 2000.

HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist, and nursery stocks**. Washington, DC: USDA, 1986. 130p. (Agriculture Handbook, 66).

HERNÁNDEZ, Y.; GONZÁLEZ, M. Calidad organoléptica, nutricional e higiénico-sanitária de hortalizas mínimamente procesadas. In: GONZÁLEZ, M.; LOBO, M.G. **Hortalizas producidas en Canarias: comercialización, postcosecha y procesamiento mínimo**. La Laguna: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 2006. p. 93-109.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. Evaluación de la calidad microbiológica en papaya fresca cortada. In: LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. **Procesado mínimo de frutas**. La Laguna: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 2007. p. 99-109.

HINOJOSA, R.L.; MONTGOMERY, M.W. Industrialização do mamão. Aspectos bioquímicos e tecnológicos da produção de purê asséptico. In: RUGGIERO, C. (Ed.). **Papaya**. Jaboticabal: FCAV, 1988. p. 89-110.

INSTITUTE OF FOOD TECHNOLOGISTS - IFT. Sensory evaluation guide for testing food and beverage products. **Food Technology**, Chicago, v. 35, n. 11, p. 50-57, 1981.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION - IFPA. **Food safety guidelines for the fresh-cut produce industry**. 4. ed. Washington, DC, 2001. 213p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Produção Agrícola Municipal**: culturas temporárias e permanentes. Rio de Janeiro, 2008. v.35, 93p. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2008/pam2008.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2009.

ISMAIEL, A.; PIERSON, M.D. Inhibition of growth and germination of *C. botulinum* 33^A, 40^B and 1623E by essential oil of spices. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 55, n. 6, p. 1676-1678, 1990.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C; MOREIRA, R.C.; KLUGE, R.A. **Processamento mínimo de frutas no Brasil**. In: SIMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EM IBEROAMÉRICA, 2004, San José, Costa Rica. **Anais...** San José, Costa Rica, 2004.p. 79-86. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/22238911/oleric>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

JUGLAL, S.; GOVINDEN, R.; ODHAV, B. Spice oils for the control of co-occurring mycotoxin-producing fungi. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 65, n. 4, p. 683-687, 2002.

JUSTE, K.E.; MAJEWICZ, T.G. Cellulose ethers. In: KROSCWITZ, II (Ed.). **Encyclopedia of polymer science and engineering**. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1985. v. 3, p. 226-269.

KADER, A.A. **Postharvest & technology of horticultural crops**. Davis: University of California, 1992. 519p.

_____. Regulation of fruit physiology by controlled/ modified atmospheres. **Acta Horticulture**, The Hague, n. 398, p. 59-70, 1995.

_____. A summary of CA requirements and recommendations for fruits other than apples and pears. In: INTERNATIONAL CONTROLLED RESEARCH CONFERENCE, 7., Davis, 1997. **Proceedings...** Davis: University of California, 1997. v. 3, p.1-34.

KALEMBA, D.; KUNICKA, A. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. **Current Medicinal Chemistry**, San Francisco, v. 10, n. 24, p. 813-829, 2003.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.

KING, A.H. Brown seaweed extracts (alginates). In: GLICKSMAN, M.E.D. (Ed.). **Food hydrocolloids**. Boca Raton: CRC Press, 1983. v. 2, chap. 6, p. 115-190.

KITTUR, F.S.; SAROJA, N.; HABIBUNNISA, E.; THARANATHAN, N.R. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. **European Food Research and Technology**, Heidelberg, v. 213, n. 4-5, p. 306-311, 2001.

KIZIL, S.; SOGUT, T. Investigation of antibacterial effects of spices. **Crop Research**, Hisar, India, v. 3, n. 1, p. 86-90, 2003.

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

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

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S.L.; GODOY, R.L.O.; LOPES, D.; MORSEBACH, N. Óleos essenciais de cascas e folhas de canela (*Cinnamomum verum* Presl) cultivada no Paraná. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 281-285, 1997.

KOUTSOUMANIS, K.; LAMBROPOULOU, K.; NYCHAS, G.J.E. A predictive model for the non-thermal inactivation of *Salmonella enteridis* in a food model system supplemented with a natural antimicrobial. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 49, n. 1-2, p. 63-74, 1999.

KROCHTA, J.M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. **Food Technology**, Chicago, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.

KROCHTA, J.M.; BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. Basel: Technomic Publishing Company, 1994.

LANA, M.M.; FINGER, F.L. **Atmosfera modificada e controlada: Aplicação na Conservação de produtos hortícolas**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000. 34p.

LEAL, A.A.X.; HENRIQUES, C.A.; LUNA, A.S. Revalidação do método analítico de determinação de pH associado à troca de equipamento. **Revista Analytica**, São Paulo, n. 33, p. 52-55, 2008.

LEVER INDUSTRIAL. **Sumaveg-Hazard classification**. London: Unilever Central Resources, 1995. 4p.

LIDSTER, P.D.; FORSYTH, F.R.; LIGHTFOOT, H.J. Low oxygen and carbon dioxide atmospheres for storage of 'McIntosh' apples. **Canadian of Journal Plant Science**, Ottawa, v. 60, p. 299-301, 1980.

LIMA, U.A. Mamão. In: _____. **Agroindustrialização de frutas**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2008.

LIMA, M.P.; ZOGHBI, M.G.; ANDRADE, E.H.; SILVA, T.M.; FERNANDES, C.S. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 363-366, 2005.

LIMA, L.M.; MORAIS, P.L.D.; MEDEIROS, E.V.; MENDONÇA, V.; XAVIER, I.F.; LEITE, G.A. Qualidade pós-colheita do mamão Formosa 'Tainung 01' comercializado em diferentes estabelecimentos no município de Mossoró-RN. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 532-538, 2009.

MACEDO, J.A.B. **Determinação de trihalometanos em águas de abastecimento público e indústria de alimentos**. 1997. 90p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

MACDOWELL, R.H. Los alginatos en la alimentación. In: _____. **Properties of alginates**. 3. ed. London: Alginates Industries Limited, 1973. p. 1-60.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n.1, p.137-156, 2010.

MARINO, M.; BERSANI, C.; COMI, G. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from *Lamiaceae* and *Compositae*. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 67, n. 3, p. 187-195, 2001.

MEDCALF, D.G. Structure and composition of cereal components as related to their potencial industrial utilization: starch. In: POMERANZ, Y. (Ed.). **Industrial use of cereal**. Minnessota: American Association of Cereal Chemists, 1973. p. 121-137.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. 287p.

_____. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 1999. 281p.

MELO, B.; SILVA, C.A.; ALVES, P.R.B. **Processamento mínimo de hortaliças e frutas**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, Núcleo de Estudos em Fruticultura no Cerrado, 2003. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/pminimo.htm>. Acesso em: 26 jan. 2009.

MERLE, L.; CHARPENTIER, D.; MOCANU, G.; CHAPELLE, S. Comparison of the distribution pattern of associative carboxymethylcellulose derivatives. **European Polymer Journal**, Oxford, v. 35, n. 1, p. 1-7, 1999.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Ransey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994.

MOHSENIN, N.N. **Physical properties of plant and animal materials**. 2. ed. New York: Gordon and Breach, 1986. 891p.

MOLDÃO-MARTINS, M.; EMPIS, J. **Processamentos mínimos**. Porto, Portugal: SPI, 2000. (Produtos Hortofrutícolas Frescos ou Minimamente Processados).

MOLNAR, P.; TOTH, M.; BOROSS, M, F. Sensory evaluation of select fruit juices and nectars by a panel group and by consumers. **Food Control**, Guildford, v. 3, n. 4, p. 213-217, 1993.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo. **Cultivar Hortalças e Frutas**, Pelotas, v. 1, n. 5, p. 32-33, 2000/2001.

_____. Panorama do processamento mínimo de frutas e hortalças. In: MORETTI, C.L. (Ed.). **Manual do processamento mínimo de frutas e hortalças**. Brasília, DF: Embrapa Hortalças; SEBRAE, 2007. cap.1, p. 26-40.

MORRISON, R.M.; ROBERTS, T. **Cost variables for food irradiators in developing countries**: food irradiation for developing countries in Africa. IAEA – TECDOC, 1990. 576p

MUÑOZ, A.M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation in quality control**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1992. 240p.

MURRAY, J.M.; DELAHUNTY, C.M.; BAXTER, I. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, Essex, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

NABESHIMA, H.A.; EL-DASH, A. Modificação química da farinha de arroz como alternativa para o aproveitamento dos subprodutos do beneficiamento do arroz. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 22, n. 1, p. 107-120, 2004.

NEVES, L.C.; SILVA, V.X. da; FERRAZ, L.R.; PRILL, M.A. de S; ROBERTO, S.R. Utilização de diferentes embalagens plásticas para a conservação de produto minimamente processado de Mangas ‘TommyAtkins’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 856-864, 2009.

NGWYEN, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 34, n. 4, p. 371-401, 1994.

NIEMIRA, B.A.; FAN, X. Low-dose irradiation of fresh and fresh-cut produce: safety, sensory and shelf-life. In: SOMMERS, C.; FAN, X. (Ed.). **Food irradiation research and technology**. Ames: Blackwell Publishing and Institute of Food Technologists, 2005. p. 169-181.

O’BEIRN, D.; BALLANTYNE, A. Some effects of modified atmosphere packaging and vacuum packaging in combination with antioxidants on quality and storage life of chilled potato strips. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 22, n. 5, p. 515-523, 1987.

OLIVEIRA, L.M. As opções em alta barreira para embalagens de alimentos. **Informativo CETEA – Centro de Tecnologia de Embalagem**, Campinas, v. 2, n. 4, 1990.

ONSOYEN, S. Alginates. In: IMENSON, A. **Thickening and gelling agents for food**. 2. ed. London: Blackie Academic & Professional, 1997. p. 22-44.

ORDÓÑEZ PEREDA, J.A.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.G.F.; PERALES, L La HOZ; CORTECERO, M.D.S. (Ed.). Utilização de radiações eletromagnéticas na indústria alimentícia. Irradiação de alimentos. In: _____. **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: ARTMED, 2005. v. 1, cap. 9, p. 125-154, 2005.

OUSSALAH, M.; CAILLET, S.; SAUCIER, L.; LACROIX, M. Inhibitory effects of selected plant essential oil on the growth of four pathogenic bacteria: *E. coli* O15.7:H7, *Salmonella typhimurium*, *Staphylococcus aureus* and *Listeria monocytogenes*. **Food Control**, Guildford, v. 18, n. 5, p. 414-420, 2007.

PARK, W.P.; LEE, D.S. Effect of chlorine treatment on cut watercress and onion. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 18, n. 5, p. 415-424, 1995.

PATKAR, K.L.; USHA, C.M.; SHETTY, H.S.; PASTER, N.; LACEY, J. Effect of spice essential oils on growth and aflatoxin B1 production by *Aspergillus flavus*. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 17, n. 2, p. 49-51, 1993.

PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

PEREIRA, K.S.; PEREIRA, J.L.; MIYA, N.T.N. Análises microbiológicas de manga, cultivar Palmer, congelada e minimamente processada. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 119, p. 47-50, 2004.

PEREIRA, M.E.C.; SILVA, A.S.; BISPO, A.S.R.; SANTOS, D.B.; SANTOS, S.B.; SANTOS, V. J. Amadurecimento de mamão 'Formosa' com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PIMENTEL, R.M. de A.; MARCONDES, Y.E. de M.; WALDER, J.M.M. Qualidade do mamão cv. Solo submetido ao choque térmico e tratamento quarentenário por radiação gama. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 483-487, 2007.

PINTO, A.C. **O país da canela, Orellana, Pizarro e a química de produtos naturais brasileira**. São Paulo, SP: SBQ, 2008. 3 p. Disponível em: http://www.s bq.org.br/filiais/adm/Upload/subconteudo/pdf/Historias_Interessantes_de_Produtos_Naturais10.pdf. Acesso em: 22 fev. 2008.

POLANCO, I.; MOLINA, M.; PIETRO, G.; CARRACO, S.; LAMA, R. Dieta y enfermedad celíaca. **Alimentaria**, Madrid, v. 33, n. 264, p. 91-93, 1995.

PORTELA, S.; NIE, X.; SUSLOW, T. Changes in sensory quality and fermentative volatile concentrations of minimally processed cantaloupe stored in controlled atmospheres. In: INTERNATIONAL CONTROLLED RESEARCH CONFERENCE, 7., Davis, 1997. **Proceedings...** Davis: University of California, 1997. p. 123-129.

PRAKASH, A.; CHEN, P.C.; PILLING, R.; JOHNSON, N.; FOLEY, D. 1% calcium chloride treatment in combination with gamma irradiation improves microbial and physicochemical properties of diced tomatoes. **Foodborne Pathogens Disease**, New Rochelle, v. 4, n. 1, p. 89-97, 2007.

ROOKE, E.A.; VANDEN BERG, L. Equilibrium relative humidity of plant tissue. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Ottawa, v. 18, p. 85-88, 1985.

ROSA, O.O.; CARVALHO, E.P. Implementação do sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC) para o controle de qualidade de produtos minimamente processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 18, n. 123, p. 30-36, 2004.

ROUSSEAU, B. Sensory evaluation techniques. In: NOLLET, L.M.L. **Handbook of food analysis**. New York: Marcel Dekker, 2004. v. 1, p. 21-37.

SAAVEDRA Del AGUILA, J. **Processamento mínimo de rabanete: estudos físico-químicos, fisiológicos e microbiológicos**. 2004. 123p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

SALUNKE, D.K.; DESAI, B.B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 2, 194p.

SALUNKE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage processing and nutritional quality of fruits and vegetables: fresh fruits and vegetables**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. v. 1, 323p.

SANTOS, H.P. **Influência da sanificação sobre a qualidade de melão ‘Amarelo’ minimamente processado**. 2003. 80p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

SANTOS, H.P.; VALLE, R.H.P. Influência da sanificação sobre a qualidade de melão ‘Amarelo’ minimamente processado: parte II. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1034-1038, 2005.

SANTOS, J.I.; TALAMINI, D.J.D.; CHIUCHETTA, O. Panorama avícola. **Avicultura Industrial** (Anuário), São Paulo, p. 38-42, 2000.

SARANTÓPOULOS, C.I.G.L. Embalagens para vegetais minimamente processados fresh-cut. In: SEMINÁRIO SOBRE HORTALIÇAS MINIMAMENTE PROCESSADAS, 1999, Piracicaba. **Palestra...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1999. 6p.

SHELEF, L.A. Antimicrobial effects of spices. **Journal Food Safety**, Westport, v. 6, n. 1, p. 29-44, 1983.

SHEWFELT, R.L. Quality of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, Westport, v. 10, n. 3, p. 143-156, 1987.

SIGRIST, J.M.M. Hortaliças minimamente processadas e fatores que afetam asua Qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. **Anais...** Petrolina: SOB, 1998.

SIMONS, L.K.; SANGUANSRI, P. Advances in the washing of minimally processed fruits and vegetables. **Food Australia**, Sydney, v. 49, n. 2, p. 75-80, 1997.

SMID, E.J.; GORRIS, L.G.M. Natural antimicrobials for food preservation. In: TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Drogas antimicrobianas**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. cap. 20.

SMITH, J.S.; PILAI, S. Irradiation and food safety. An IFT Scientific Status Summary. **Food Technology**, Chicago, v. 58, n. 11, p. 48-55, 2004.

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

SMITH, A.C.; WALDRON, W.; MANESS, N.; PERKINS-VEAZIE, P. Vegetable texture: measurement and structural implications. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. (Ed.). **Postharvest physiology and pathology of vegetables**. New York: Marcel Dekker, 2003. p. 297-329.

SINHÁ, K.K.; SINHÁ, A.K.; GANJENDRA, P. The effect of clove and cinnamon oils on growth of aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. **Letters in Applied Microbiology**, Oxford, v. 16, n. 3, p. 114-117, 1993.

STONE, H.; SIDEL, J.L. The role of sensory evaluation in the food industry. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 4, n. 1-2, p. 65-73, 1993a.

_____. **Sensory evaluation practices**. 2. ed. New York: Academic Press, 1993b. 338p.

SZCZESNIAK, A.S.; ILKER, R. The meaning of textural characteristics – juiciness in plant foods tuffs. **Journal of Texture Studies**, Westport, v. 19, n. 1, p. 61-78, 1988.

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

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. **Biochemistry of fruit ripening**. London: Champmal & Hall, 1993. cap. 1, p. 2-51.

UNITED FRESH FRUIT – VEGETABLE ASSOCIATION **Food irradiation for the produce industry**. Alexandria, 1986. 11p.

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

VALERO, C.; RUIZ ALTISENT, M. Equipos de la medida del calidad organoléptica en frutales. **Fruticultura Profesional**, Barcelona, v.2, n. 95, p. 38-45, 1998.

VERLINDEN, B.E.; NICOLAI, B.M. Fresh-cut fruits and vegetables. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 518, p. 223-231, 2000.

VICENTINI, N.M.; CEREDA, M.P.; CÂMARA, F.L.A. Revestimentos de fécula de mandioca, perda de massa e alteração da cor de frutos de pimentão. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 3, p. 713-716, 1999.

VITTI, M.C.D.; KLUGE, R.A. Prontos para o consumo: Produtos minimamente processados. In: SEMINÁRIO DE FLORES, FRUTAS E HORTALIÇAS: PANORAMA DA PÓS-COLHEITA E COMERCIALIZAÇÃO, Piracicaba, 2002. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 1v.

VITTI, M.C.D.; KLUGE, R.A.; GALLO, C.R.; SCHIAVINATO, M.A.; MORETTI, C.L.; JACOMINO, A.P. Aspectos fisiológicos e microbiológicos de beterrabas minimamente processadas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, n. 10, p. 1027-1032, 2004.

WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Physiological activities of partially processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 44, n. 5, p. 116-122, May.1990.

WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N. **Carbohydrate chemistry for food scientists**. San Diego: Academic Press, 1997. 214p.

WHISTLER, R.L.; BEMILLER, J.N.; PASCHALL, E.F. **Starch chemistry and technology**. San Diego: Academic Press, 1984. 718p.

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

ZAVAREZE, E.R.; HALAL, S.L.M.; PEREIRA, J.M.; RADÜNZ, A.L.; ELIAS, M.C.; DIAS, A.R.G. Caracterização química e rendimento de extração de amido de arroz com diferentes teores de amilose. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, p. 24-30, 2009. *Versão on line*. Disponível em: http://www.ital.sp.gov.br/bj/artigos/especiais/especial_2009/v11_edesp_06.pdf. Acesso em: 16 ago. 2010.

ZHUANG, R.; BEUCHAT, L.R.; CHINNAN, M.S.; SHEWFELT, R.L.; HUANG, Y.W. Inactivation of Salmonella montevideo on tomatoes by applying cellulose-based edible films. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 59, n. 8, p. 808-812, 1996.

3. Efeito de tratamentos químicos na conservação de mamões processados minimamente

RESUMO

Avaliou-se o efeito de tratamentos químicos na conservação de mamões processados minimamente. Após seleção em função de tamanho, cor e ausência de danos ou podridões, os frutos foram lavados, sanitizados com cloro a 200mg L^{-1} e armazenados a 12°C e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 horas. O processamento foi feito manualmente a 12°C . Os mamões foram descascados e cortados em meias rodela com 2,5cm de espessura, as quais foram imersas em NaDCC a 100mg L^{-1} , drenadas por 2 minutos, imersas por 2 minutos em aldeído cinâmico a 0,1%, ou cloreto de cálcio a 0,75%, ou aldeído cinâmico a 0,1% e cloreto de cálcio a 0,75%, e drenadas por 2 minutos. Os mamões PM foram acondicionados em bandejas de polipropileno recobertas com filme de polipropileno e armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$. Os produtos foram avaliados após 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias. As análises microbiológicas foram fundamentadas na quantificação de coliformes totais e termotolerantes, bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras, assim como na verificação da presença de *Salmonella*. As avaliações físico-químicas basearam-se na determinação da concentração de CO_2 no interior das embalagens, perda de massa, cor, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e pH. As características sensoriais aparência, aroma, sabor e textura foram avaliados após 1, 3, 6, 9 e 12 dias por meio de testes com escala hedônica. O uso de tratamentos químicos resultou em: maior controle de coliformes totais para os mamões PM tratados com aldeído cinâmico e com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio; menor concentração de CO_2 e maior manutenção da firmeza para os mamões PM tratados com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio; e maior concentração de CO_2 para os mamões PM tratados apenas com aldeído cinâmico. A imersão nos tratamentos químicos resultou em maior descoloração da polpa dos mamões PM e redução do teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento. Todos os tratamentos obtiveram elevado índice de aceitabilidade; entretanto, para as características sabor e aroma, a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio foi o tratamento mais efetivo, evidenciando a contribuição do cloreto de cálcio na amenização do sabor e aroma característicos da canela.

Palavras-chave: *Carica papaya*. Pós-colheita. Aldeído cinâmico. Cloreto de cálcio

Effects of chemical treatments on fresh-cut papaya conservation

ABSTRACT

The effect of chemical treatments on fresh-cut papaya conservation was evaluated. After selection based on size, color, and absence of physical damage or decay, the fruits were washed, sanitized with chlorine at 200mg L^{-1} , and stored at 12°C and $90\pm 2\%\text{RH}$ for 12 hours. Processing was carried out manually at 12°C . The papayas were peeled and cut into 2.5cm thick half slices, submerged in NaDCC at 100mg L^{-1} , drained for 2 minutes, submerged for 2 minutes in cinnamic aldehyde 0.1%, or calcium chloride 0.75%, or cinnamic aldehyde 0.1% and calcium chloride 0.75%, and drained for 2 minutes. The fresh-cut papayas were packed in polypropylene trays covered with polypropylene film and stored at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 2\%\text{RH}$. The products were evaluated after 1, 3, 6, 9, 12, and 15 days. The microbiological analyses were based on the count of total coliforms, thermotolerant and psychrotrophic bacteria, molds and yeasts, as well as on the presence of *Salmonella*. The physicochemical evaluations were based on the determination of CO_2 concentration inside the package, weight loss, color, firmness, soluble solids, titratable acidity, ratio, and pH. The sensory characteristics appearance, aroma, flavor, and texture were evaluated at days 1, 3, 6, 9, and 12 using a hedonic scale. Using chemical treatments to preserve fresh-cut papaya resulted in: higher control of total coliforms in fresh-cut papayas treated with cinnamic aldehyde and with the combination of cinnamic aldehyde and calcium chloride; lower CO_2 concentration and increased maintenance of firmness in fresh-cut papayas treated with the combination of cinnamic aldehyde and calcium chloride; and increased in the CO_2 concentration in fresh-cut papayas treated only with cinnamic aldehyde. Immersion in chemical treatments caused higher pulp discoloration and reduction in soluble solids during the storage. All the treatments had high acceptability rate; however, for the characteristics flavor and aroma, the combination of cinnamic aldehyde and calcium chloride was the most effective treatment, indicating the contribution of calcium chloride in alleviating the typical flavor and aroma of cinnamon.

Keywords: *Carica papaya*. Post-harvest. Cinnamic aldehyde. Calcium chloride.

3.1 INTRODUÇÃO

Muitas plantas contêm compostos com alguma atividade antimicrobiana, como é o caso das especiarias e condimentos que são bem conhecidos pela inibição de bactérias, leveduras e bolores e têm tradicionalmente encontrado um largo uso na preservação de alimentos (SMID; GORRIS, 2005). O valor condimentar de uma planta está quase sempre associado ao teor de óleos essenciais, que são compostos químicos gerados durante o desenvolvimento da planta (FURLAN, 1998). Especiarias são conceituadas como vegetais de origem tropical, possuidores de substâncias aromáticas ou picantes, usadas para dar sabores e odores aos alimentos, incluindo folhas, caules, flores e germinações, bulbos, rizomas e outras partes das plantas (BEDIN; GUTKOSKI; WIEST, 1999).

Os óleos essenciais ou óleos voláteis são conhecidos como um conjunto de substâncias orgânicas de estrutura química heterogênea que ocorrem em determinados gêneros de plantas e microrganismos (BELL; CHARLWOOD, 1980). De uma maneira geral constituem uma mistura muito complexa de hidrocarbonetos, alcoóis e aromáticos, encontrados em todo tecido vivo de plantas, em geral concentrados nas cascas, flores, folhas, rizomas e sementes (ARAUJO, 1995).

Embora os óleos essenciais sejam bem estudados, o seu uso como substância antimicrobiana é bastante limitado devido ao seu sabor, pois doses eficazes contra os microrganismos podem mudar a aceitabilidade do produto (KOUTSOUMANIS; LAMBROPOULOU; NYCHAS, 1999).

A canela é uma das mais antigas especiarias conhecidas, cujo uso é relatado desde os tempos bíblicos e o controle de seu comércio foi um dos motivos das grandes explorações marítimas (KOTETSU et al., 1997; LIMA et al., 2005).

O óleo essencial da canela pode ser obtido tanto das cascas quanto das folhas, porém a composição é completamente distinta. O óleo da casca, de cor amarelo-amarronzada, é utilizado para aromatizar alimentos, ao passo que o das folhas é empregado na cosmética e na aromaterapia.

Visando um melhor aproveitamento, a agregação de valor, o aumento na conveniência e a segurança para o consumo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de tratamentos químicos na conservação de mamões processados minimamente, durante armazenamento refrigerado a 5°C.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Material

Foram utilizados mamões ‘Formosa’ com cerca de 70% a 80% da casca amarela (PAULL; CHEN, 1997; KAUR et al., 1997), produzidos em uma única área de produção no município de Barreiras-BA, e obtidos na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP.

Para os tratamentos dos mamões minimamente processados foram utilizados:

- Aldeído cinâmico P.A. 98%, marca MERCK , com peso molecular de 132,16;
- Cloreto de cálcio P.A. dihidratado, marca VETEC, com peso molecular de 147,01,

3.2.2 Preparo das soluções

Devido à necessidade de resfriamento a 5°C para aplicação no mamão processado minimamente as soluções foram preparadas com 2 horas de antecedência.

Aldeído cinâmico a 0,1%: a concentração e o preparo foram definidos em testes preliminares com mamão PM. A solução foi preparada dissolvendo-se 0,3g de lactato de cálcio e 0,4g de ácido cítrico em 100mL de água potável. Em seguida, foram adicionados 0,1g de aldeído cinâmico, e a emulsão mantida em banho maria a 70 °C, sob agitação.

• Cloreto de cálcio a 0,75%: a concentração e o preparo foram definidos em testes preliminares com mamão PM. A solução foi preparada dissolvendo-se 0,75g de cloreto de cálcio em 100mL de água potável, sob agitação (ANDRADE; BASTOS; ANTUNES, 2007).

3.2.3 Processamento

O processamento foi realizado na Planta de Processamento do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição – LAN, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, da Universidade de São Paulo - USP.

A higiene do processo foi assegurada através dos procedimentos estabelecidos pelas boas práticas de fabricação. Equipamentos, acessórios e utensílios utilizados durante o processamento foram sanitizados com solução de Dicloroisocianurato de sódio – NaDCC (200mg L^{-1} de cloro ativo), por cinco minutos. Todas as operações de preparo dos frutos foram conduzidas manualmente em ambiente climatizado a 12°C .

Os mamões foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos mecânicos ou podridões, lavados com detergente neutro em água corrente, visando à eliminação das sujidades presentes na superfície dos frutos (JACOMINO et al., 2004), e sanitizados com solução de NaDCC (200ppm L^{-1} de cloro ativo) a 5°C por dez minutos, para eliminar microrganismos e retirar parte do calor de campo dos frutos. Em seguida, foram colocados sobre papel absorvente por dez minutos para remoção da solução em excesso e mantidos em câmara refrigerada a 12°C por 12 horas (SOUZA et al., 2005).

Após serem cortados ao meio para retirada das sementes e placenta, os frutos foram descascados manualmente, com auxílio de um descascador. Em seguida foram cortados em meias rodela com aproximadamente 2,5cm de espessura (HERNÁNDEZ; LOBO; GONZÁLEZ, 2007), que depois de imersas por 2 minutos em solução de NaDCC (100mg L^{-1} de cloro ativo) a 5°C e drenadas por 2 minutos (ARRUDA et al., 2003), foram submetidas aos seguintes tratamentos:

-Tratamento 1: Controle

As meias rodela de mamão não foram imersas em tratamento químico.

-Tratamento 2: Aldeído cinâmico a 0,1%

As meias rodela de mamão foram imersas em solução de aldeído cinâmico a 0,1% por 2 minutos, e drenadas por 2 minutos.

-Tratamento 3: Cloreto de cálcio a 0,75%

As meias rodela de mamão foram imersas em solução de cloreto de cálcio a 0,75% por 2 minutos, e drenadas por 2 minutos.

-Tratamento 4: Aldeído cinâmico a 0,1% e Cloreto de cálcio a 0,75%

As meias rodela de mamão foram imersas em aldeído cinâmico a 0,1% por 2 minutos, drenadas por 2 minutos, e a seguir, imersas em solução de cloreto de cálcio a 0,75% por 2 minutos e drenadas por 2 minutos.

Os mamões PM foram acondicionados em bandejas de polipropileno (220x167x56mm), as quais foram recobertas com filme de polipropileno biaxialmente orientado de 0,050mm de espessura, taxa de transmissão de O₂ (23°C/90%UR) de 785cc m² dia⁻¹ e taxa de permeabilidade ao vapor de água (38°C/90%UR) de 2,36g m² dia⁻¹. A selagem do filme na bandeja foi realizada em termosseladora semi-automática Ulma Packaging Smart 500, na qual a selagem é realizada por calor e pressão exercidos por um sistema pneumático. A máquina operou com temperatura de selagem regulada para 110°C e tempo de solda para 2 segundos, condições determinadas em pré-testes e que possibilitaram o selamento completo do filme nas bandejas. Cada bandeja continha duas meias rodela de mamão e peso médio de 150g. Os produtos foram mantidos em câmara fria a 5±1°C e 90±2%UR (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2007). As análises físicas e físico-químicas foram realizadas com 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias. As análises sensoriais foram realizadas somente após o recebimento dos resultados microbiológicos, com 1, 3, 6, 9 e 12 dias,.

O processamento dos mamões foi conduzido conforme o fluxograma da Figura 3 e ilustrações das Figuras 4 e 5.

Figura 3 – Fluxograma de mamão minimamente processado submetido a tratamento com tratamentos químicos. Legenda: AC = aldeído cinâmico; CC = cloreto de cálcio

Matéria-prima

Lavagem em água corrente

Sanitização (200 mg L⁻¹ de cloro livre)

Drenagem em papel absorvente

Refrigeração a 12°C por 12 horas

Descascamento

Corte em meias rodela

Imersão (100 mg L⁻¹ de cloro livre)

Figura 4 – Etapas iniciais do processamento mínimo de mamão

Drenagem em escorredor

Imersão em aldeído cinâmico

Imersão em cloreto de cálcio

Imersão em aldeído cinâmico e cloreto de cálcio

Drenagem

Acondicionamento em bandejas

Embalagem

Armazenamento a 5°C por 15 dias

Figura 5 – Etapas de imersão, embalagem e armazenamento do mamão minimamente processado

3.2.4 Análises físicas e físico-químicas

As análises físicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química e Processamento de Frutas e Hortaliças do LAN na ESALQ/USP.

3.2.4.1 Concentração de CO₂ no interior das embalagens

A concentração de CO₂ no interior das embalagens foi quantificada em analisador de gases portátil PBI Dansensor, modelo Check Point O₂/CO₂. Os resultados foram expressos em porcentagem de CO₂ (AGUILA, 2006).

3.2.4.2 Perda de massa

A perda de massa foi determinada pesando-se os pedaços de mamão em balança semi-analítica Mettler, modelo AJ150. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial da meia rodela de mamão e o obtido em cada período avaliado (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

3.2.4.3 Cor

A cor instrumental foi avaliada utilizando-se o Chroma Meter CR 400b. Para maior representatividade da unidade experimental, foram colhidos três estímulos automáticos de luz por bandeja, sendo dois nas extremidades de uma meia rodela e um na região central da outra meia rodela de mamão. Os resultados foram expressos nos valores L*, a* e b*. A partir dos valores de a* e b* calculou-se a Cromaticidade (C*) [eq. (1)] e o ângulo Hue (h°) [eq. (2)] (MINOLTA CORP., 1994):

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + \sqrt{(b^*)^2}} \quad (1)$$

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{a^*}{b^*} \right) \quad (2)$$

3.2.4.4 Firmeza

A firmeza foi determinada utilizando-se o Penetrômetro Fruit Pressure Test, mod. FT 327. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras por bandejas, duas nas extremidades de uma meia rodela e outra na região central da outra meia rodela. Foi utilizada ponteira com diâmetro de 8mm, profundidade de penetração de 4mm e tempo de penetração de 3 segundos. Os resultados foram expressos em Newton (CHITARRA; CHITARRA, 2005; WAGNER INSTRUMENTERS, 2011).

3.2.4.5 Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta utilizando-se o refratômetro manual Atago nº1. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras de cada amostra previamente homogeneizada com “mixer” marca Black Decker, sem diluição da polpa em água. Os resultados foram expressos em °Brix, segundo o método 932.12 (AOAC, 2005).

3.2.4.6 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi obtida por titulação com solução de NaOH a 0,1N até o ponto de viragem, usando como indicador o azul de bromotimol. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras de cada amostra preparada pesando-se 10g de polpa homogeneizada em 50mL de água destilada. Os resultados foram expressos em g ácido cítrico 100g⁻¹ de amostra, segundo o método 942.15 (AOAC, 2005).

3.2.4.7 Relação SS/AT

A relação SS/AT ou *ratio* foi calculada pela divisão do teor de sólidos solúveis pelo de acidez titulável.

3.2.4.8 pH

O pH foi determinado utilizando-se o pHmetro TEC3–MP. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras diretas de cada amostra, previamente homogeneizada com “mixer”, marca Black Decker, segundo o método 981.12 (AOAC, 2005).

3.2.5 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas pela Bioagri Alimentos, São Paulo - SP. O transporte das amostras foi feito em caixas de isopor contendo gelo reciclável.

Para atender o que preconiza a Resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) foram feitas análises de *Salmonella* e coliformes termotolerantes, e para estabelecer um padrão de qualidade para as amostras de mamão minimamente processado, foram determinados coliformes totais, bactérias psicrotróficas e bolores e leveduras.

A contagem de coliformes totais, termotolerantes, bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras e a análise de *Salmonella* foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

3.2.6 Análise Sensorial

Este projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da ESALQ/USP em 27/06/2007 (Folha de Rosto nº189328 e Documento de Aprovação nº038), por estar de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP em cabines individuais, utilizando-se luz branca. Os horários dos testes foram pela manhã entre 9:00 e 12:00 horas e a tarde entre 14:00 e 17:00 horas.

Os testes de aceitação das quatro amostras de mamões minimamente processados (controle, aldeído cinâmico a 0,1%, cloreto de cálcio a 0,75%, combinação de aldeído cinâmico a 0,1% e cloreto de cálcio a 0,75%), foram realizados com 1, 3, 6, 9 e 12 dias de armazenamento.

Em cada período, 30 provadores não treinados, incluindo homens e mulheres na faixa etária entre 18 anos e 50 anos, consumidores de mamão e com disponibilidade e interesse em participar dos testes, avaliaram os mamões minimamente processados.

As quatro amostras foram apresentadas simultaneamente aos provadores em potes descartáveis de cor branca. Cada amostra foi servida em cubos de aproximadamente 40g à 12°C e acompanhada de um copo com água mineral em temperatura ambiente, para lavagem do palato entre uma amostra e outra, e de uma ficha para avaliação sensorial das amostras (Figura 6).

Em cada tempo de análise experimental, os provadores avaliaram as características de aparência, aroma, sabor e textura utilizando o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos (PERYAM; GIRARDOT, 1952; ABNT, 1993). Nesta escala a nota nove correspondia a gostei extremamente e a nota um correspondia a desgostei extremamente, sendo que a nota cinco foi considerada como limite de aceitabilidade. Na mesma ficha constavam perguntas sobre o que o provador mais gostou ou desgostou na amostra, de acordo com a metodologia utilizada por Behrens, Silva e Wakeling (1999) e intenção de compra de mamão processado minimamente.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo quatro amostras codificadas de mamão minimamente processado. Use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou de cada uma delas.

9 - gostei extremamente

8 - gostei muito

7 - gostei regularmente

6 - gostei ligeiramente

5 - não gostei nem desgostei

4 - desgostei ligeiramente

3 - desgostei regularmente

2 - desgostei muito

1 - desgostei extremamente

Aparência Geral		Aroma		Sabor		Textura	
Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor

Por favor, indique o que em particular você mais gostou ou menos gostou neste produto (use palavras ou frases):

Código

Mais gostei:

Menos gostei:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Por favor, use a escala abaixo para indicar a sua intenção de compra (assinale) Você compraria mamão minimamente processado se encontrasse este produto à venda?

() Certamente compraria

() Provavelmente compraria

() Talvez comprasse/Talvez não comprasse

() Provavelmente não compraria

() Certamente não compraria

Figura 6 – Ficha do teste de aceitação utilizando a escala hedônica de nove pontos

3.2.7 Análise Estatística

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em parcela subdividida no tempo com dois fatores, tratamento com quatro níveis na parcela e período com seis níveis na subparcela. Foram nove repetições para as variáveis pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, cor e firmeza e três repetições para perda de massa e concentração de CO₂.

Na análise sensorial foram 30 repetições (questionários) para cada combinação de tratamento x período. Os tratamentos na parcela foram: controle, aldeído cinâmico a 0,1%, cloreto de cálcio a 0,75%, aldeído cinâmico a 0,1% e cloreto de cálcio a 0,75%. Os tratamentos na subparcela foram avaliações feitas nos dias 1, 3, 6, 9, 12 e 15, para as análises físico-químicas, e nos dias 1, 3, 6, 9 e 12 para a análise sensorial, período avaliado microbiologicamente.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, foram feitos testes de comparações múltiplas utilizando-se o Teste de Tukey com 5% de significância (95% de confiança) para o fator tratamento (qualitativo). Para o fator período (quantitativo) foram feitas análises de regressão polinomial, aceitando as equações que apresentaram pelo menos 5% de significância pelo teste de F. Para as análises, utilizou-se o WinSTAT versão 2.11 (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

Para atender aos pressupostos da ANOVA de aleatoriedade e independência das amostras, distribuição normal dos erros e homogeneidade da variância, os dados de concentração de CO₂ foram transformados em $\log_{10}(x)$, os dados de acidez em $\sqrt{x}$ e os dados de *ratio* e firmeza em $1/\sqrt{x}$.

Na análise sensorial, como as variáveis de resposta foram estruturadas em nove níveis, para se aplicar a ANOVA os dados de aroma foram transformados em x^2 e os de aparência, sabor e textura foram transformados em $y = \arcseno(\sqrt{x/n})$, de maneira a garantir a normalidade, onde n representa o número de níveis de resposta. Para o caso de aparência, sabor e textura, para expressar valores entre 1 e 9, e facilitar a compreensão dos resultados, as médias obtidas dos dados transformados foram retransformadas em $x = n [\text{seno}(y)]^2$. Para verificar os pressupostos foi utilizado o Software SAS versão 9.2 (SAS INSTITUTE INC., 2009).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Análises físicas e físico-químicas

3.3.1.1 Concentração de CO₂ no interior das embalagens

O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio e o tratamento controle não diferiram significativamente entre si durante todo armazenamento (Tabela 1). Foram observadas diferenças estatísticas entre o tratamento com o aldeído cinâmico e o tratamento com o cloreto de cálcio no primeiro dia.

No sexto dia o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou média da concentração de CO₂ significativamente menor que os demais tratamentos químicos.

Tabela 1 – Médias das concentrações de CO₂ no interior das embalagens para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	1,48 ab	2,63 a	3,02 ab	3,09 a	3,24 a	3,72 a
Aldeído cinâmico 0,1%	2,29 a	3,47 a	3,80 a	3,47 a	3,09 a	4,57 a
Cloreto de cálcio 0,75%	1,35 b	2,75 a	3,39 a	3,39 a	3,31 a	3,89 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	1,45 ab	2,29 a	1,99 b	3,31 a	2,09 a	3,16 a
CV = 11,09%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

As menores médias apresentadas pelo tratamento que combinou aldeído cinâmico e cloreto de cálcio ocorreram no 3°, 6°, 12° e 15° dia, o que pode ser atribuído tanto à presença do cálcio introduzido nos tecidos por imersão e que se acumulou na parede celular e lamela média (GONÇALVES; CARVALHO; GONÇALVES, 2000), bem como à fração já existente no fruto, como constituinte da parede celular, na forma de pectato de cálcio.

De acordo com Peroni (2002), a aplicação de cálcio tem o objetivo de retardar ou minimizar as mudanças que ocorrem durante o amadurecimento, resultando em menores perdas de massa, devido à diminuição da intensidade respiratória e

transpiração. Outro fator a ser considerado é o efeito inibidor do aldeído cinâmico sobre o desenvolvimento microbiano e, por conseguinte, sobre a injúria e taxa respiratória do fruto.

Valores próximos ao deste experimento também foram obtidos por Arruda et al. (2003) ao avaliarem a qualidade de melões processados minimamente e armazenados a 3°C em atmosfera modificada passiva utilizando diferentes embalagens. O filme multicamada BB-200 da Cryovac, com espessura de 65µm (0,065mm) e classificado como de alta barreira, não apresentou modificação significativa da composição gasosa no interior da embalagem como era esperado. Segundo os autores a relação entre a área efetiva de permeação da embalagem (896cm²) e a massa de mamão (240g), associada à baixa taxa respiratória pode ter contribuído para este comportamento.

O filme de polipropileno fornecido pela Vitopel, utilizado neste experimento para fechar a embalagem selada na embaladora ULMA, apresenta espessura de 50µm (0,050mm) e permeabilidade ao vapor d'água de 2,36g m² dia⁻¹. Assim, podemos inferir que a espessura do filme e sua permeabilidade ao vapor d'água, a concentração de CO₂ no interior das embalagens e a relação entre a área superficial da barreira e a massa do produto (Smith et al., 1987) podem ter contribuído com os resultados obtidos.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados [$\log_{10}(x)$] somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 7). Todos os tratamentos apresentaram estabilidade durante todo armazenamento. O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou tendência de aumento inferior aos demais tratamentos, o que pode ser decorrente do efeito associado do cloreto de cálcio com o aldeído cinâmico, reduzindo a concentração de CO₂ no interior da embalagem.

Figura 7 – Concentração de CO_2 [$\log_{10}(x)$] para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

3.3.1.2 Perda de massa

Os tratamentos apresentaram ganho de massa, pois houve condensação de umidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Médias de perda de massa para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	-0,10 a	0,05 a	0,27 a	-0,15 a	0,53 a	-0,70 a
Aldeído cinâmico 0,1%	-0,12 a	0,00 a	0,22 a	-0,24 a	0,10 a	-0,10 a
Cloreto de cálcio 0,75%	-0,14 a	-0,07 a	0,17 a	-0,16 a	0,06 a	-0,11 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	-0,27 a	0,12 a	-0,01 a	-0,13 a	0,05 a	-0,13 a
CV = - 875,33%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

3.3.1.3 Cor

3.3.1.3.1 Luminosidade

O tratamento controle apresentou média de luminosidade significativamente maior que os tratamentos químicos no primeiro dia. No sexto dia o tratamento com o cloreto de cálcio e com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio não diferiram entre si, mas apresentaram médias significativamente maiores que o tratamento controle e o tratamento com o aldeído cinâmico (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias de luminosidade (L^*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	55,50 a	52,44 a	51,36 b	52,92 ab	54,46 a	54,21 a
Aldeído cinâmico 0,1%	49,80 b	53,17 a	51,18 b	55,73 a	53,89 a	54,16 a
Cloreto de cálcio 0,75%	50,75 b	51,40 a	56,57 a	52,57 b	55,02 a	55,23 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	50,68 b	53,36 a	55,47 a	55,29 ab	54,07 a	52,58 a
CV = 4,61%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 8). O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou tendência de aumento do 3° ao 12° dia, a qual foi superior aos demais tratamentos químicos, o que pode ser atribuído à maior lixiviação decorrente da dupla imersão.

Figura 8 – Luminosidade (L^*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

3.3.1.3.2 Hue

O tratamento com o cloreto de cálcio e com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio não diferiram entre si, mas apresentaram médias de hue significativamente menores que o tratamento controle e que o tratamento com o aldeído cinâmico no primeiro dia (Tabela 4).

No terceiro dia o tratamento com o cloreto de cálcio apresentou média significativamente menor que o tratamento com o aldeído cinâmico e que o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio. A partir do sexto dia os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si.

Tabela 4 – Médias de hue (h°) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	56,82 a	53,63 bc	55,43 a	56,63 a	57,64 a	57,33 a
Aldeído cinâmico 0,1%	55,11 a	55,95 a	54,82 a	56,73 a	55,85 a	57,72 a
Cloreto de cálcio 0,75%	52,20 b	53,30 c	56,27 a	56,29 a	56,78 a	56,42 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	52,10 b	55,63 ab	56,80 a	54,70 a	55,46 a	56,32 a
CV = 4,10%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 9). O tratamento com o cloreto de cálcio e o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentaram aumento do ângulo hue até o sexto dia e se estabilizaram, aproximando-se dos demais tratamentos.

As menores médias observadas para o tratamento com o cloreto de cálcio podem ser devidas ao efeito do cálcio presente na solução de imersão, o qual provavelmente minimizou a lixiviação dos pigmentos causada pela imersão dos mamões PM em solução de NaDCC, usada durante a sanitização.

O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou tendência de aumento superior ao tratamento feito apenas com cloreto de cálcio, o que pode ser justificado pela maior lixiviação decorrente da dupla imersão, ou pelo fato do aldeído cinâmico ter sido aplicado primeiro, impossibilitando o efeito do cálcio com a mesma intensidade apresentada no tratamento com cloreto de cálcio.

Figura 9 – Hue (h°) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

3.3.1.3.3 Cromaticidade

O tratamento controle e o tratamento com o aldeído cinâmico não diferiram entre si no primeiro dia, apresentando médias de cromaticidade significativamente menores que o tratamento com o cloreto de cálcio e que o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio (Tabela 5).

O tratamento com o aldeído cinâmico apresentou médias significativamente maiores que o tratamento controle no 12º e 15º dia, sem diferir significativamente do tratamento com o cloreto de cálcio e do tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio.

Tabela 5 – Médias de cromaticidade (C*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	43,12 c	46,51 a	43,39 b	46,08 a	43,34 b	43,43 b
Aldeído cinâmico 0,1%	41,06 c	46,66 a	44,17 b	48,98 a	47,06 a	46,59 a
Cloreto de cálcio 0,75%	51,13 a	48,52 a	45,95 ab	45,97 a	45,74 ab	45,91 ab
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	47,30 b	48,24 a	48,77 a	47,93 a	44,62 ab	44,35 ab
CV = 5,54%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 10). O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou estabilidade até o nono dia, com redução nos períodos subseqüentes.

O tratamento com o aldeído cinâmico apresentou tendência de aumento até o nono dia, a partir do qual se estabilizou, demonstrando manutenção da intensidade da coloração dos mamões PM. Este tratamento pode ser útil quando o interesse for comercializar o produto no final do armazenamento, por exemplo quando houver necessidade de distribuição do produto em regiões distantes da área processadora.

A menor intensidade de cor apresentada pelo tratamento com o aldeído cinâmico até o sexto dia, pode ser devido a sua constituição oleosa de cor amarela, que provavelmente influenciou a coloração natural da polpa.

Figura 10 – Cromaticidade (C*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\%$ UR por 15 dias

3.3.1.4 Firmeza

O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou médias de firmeza significativamente maiores que o tratamento com o cloreto de cálcio até o terceiro dia (Tabela 6).

Tabela 6 – Médias de firmeza para mamão processado minimamente submetido a diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\%$ UR por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	2,89 a	3,42 a	1,25 b	1,25 c	2,13 b	1,80 b
Aldeído cinâmico 0,1%	2,86 a	3,20 ab	2,59 a	1,59 bc	1,82 b	1,06 c
Cloreto de cálcio 0,75%	1,61 b	2,28 b	1,37 b	2,76 a	3,20 a	1,46 bc
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	2,69 a	3,46 a	1,69 b	2,28 ab	2,16 b	3,65 a
CV = 16,01%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados ($\sqrt{x}$) somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 11). O tratamento com o cloreto de cálcio apresentou tendência de aumento até o 12º dia, atestando a eficiência do cálcio na manutenção da firmeza de mamões PM.

A redução da firmeza observada no 15º dia para o tratamento controle e para os tratamentos com o aldeído cinâmico e com o cloreto de cálcio, pode ser decorrente do processo natural de amaciamento e senescência dos frutos, quando se observa um aumento da pectina solúvel resultante da degradação da protopectina presente na lamela média e parede celular.

O tratamento com o cloreto de cálcio e o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentaram tendência de manutenção da firmeza superior aos demais tratamentos, provavelmente em função do cálcio presente na solução de imersão, o qual tende a retardar o amadurecimento.

Figura 11 – Firmeza ($\sqrt{x}$) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm1^\circ\text{C}$ e $90\pm2\%\text{UR}$ por 15 dias

3.3.1.5 Sólidos Solúveis

No primeiro dia todos os tratamentos apresentaram diferenças significativas entre si, enquanto no terceiro dia o tratamento com o cloreto de cálcio e o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio não diferiram entre si, mas apresentaram médias de sólidos solúveis significativamente maiores que o tratamento controle e que o tratamento com o aldeído cinâmico (Tabela 7).

Tabela 7 – Médias de sólidos solúveis (°Brix) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	11,82 d	12,82 b	11,98 a	12,01 bc	11,92 a	11,93 a
Aldeído cinâmico 0,1%	12,31 c	12,01 c	12,14 a	12,41 a	12,23 a	11,40 bc
Cloreto de cálcio 0,75%	14,06 a	13,52 a	12,06 a	12,27 ab	12,02 a	11,30 c
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	13,22 b	13,23 a	11,98 a	11,88 c	11,95 a	11,67 ab
CV = 1,82%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Pinto et al. (2006) avaliando a qualidade do mamões 'Golden' PM armazenados a 10°C não observaram alteração nos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento, provavelmente devido ao retardamento da maturação provocado pela modificação da atmosfera. Oliveira Júnior (2007) avaliando a qualidade de mamões 'Golden' armazenados em diferentes temperaturas, também não observou efeito significativo dos tratamentos durante o armazenamento.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 12). O tratamento com o cloreto de cálcio e o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentaram tendência de redução dos sólidos solúveis superior aos demais tratamentos até o sexto dia, a partir do qual as médias de todos os tratamentos tornaram-se mais próximas e estáveis.

O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou teores de sólidos solúveis menores que os apresentados pelo tratamento com o cloreto de cálcio até o sexto dia, muito provavelmente devido a uma maior lixiviação dos pigmentos, decorrente da dupla imersão dos mamões PM nas soluções deste tratamento.

Figura 12 – Sólidos solúveis (°Brix) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

3.3.1.6 Acidez Titulável

O tratamento com o aldeído cinâmico não diferiu estatisticamente do tratamento com o cloreto de cálcio, apresentando média de acidez titulável significativamente maior que o tratamento controle e que o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio no primeiro dia (Tabela 8).

No sexto dia o tratamento com o aldeído cinâmico apresentou média significativamente maior que o tratamento controle, sem no entanto diferir dos demais tratamentos. A partir do nono dia não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 8 – Médias de acidez titulável para mamão minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	0,21 b	0,22 a	0,30 b	0,32 a	0,35 a	0,40 a
Aldeído cinâmico 0,1%	0,29 a	0,25 a	0,36 a	0,34 a	0,30 a	0,48 a
Cloreto de cálcio 0,75%	0,32 a	0,22 a	0,35 ab	0,32 a	0,29 a	0,32 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	0,21 b	0,21 a	0,32 ab	0,34 a	0,35 a	0,38 a
CV = 7,58%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados ($\sqrt{x}$) somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 13). Todos os tratamentos apresentaram estabilidade durante o armazenamento e as maiores médias observadas para o tratamento com o aldeído cinâmico no início do armazenamento, provavelmente foi em função do valor da acidez do produto (0,98).

Durante o amaciamento e senescência ocorre degradação da protopectina presente na parede celular e lamela média, promovendo aumento da pectina solúvel. Além do acréscimo da pectina solúvel e do acúmulo de CO_2 no interior das embalagens, o desenvolvimento de microrganismos também pode ter contribuído com a acidificação dos mamões PM no final do armazenamento.

Figura 13 – Acidez titulável ($\sqrt{x}$) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

3.3.1.7 Relação SS/AT

O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio não diferiu do tratamento controle apresentando média de *ratio* significativamente maior que os tratamentos com o aldeído cinâmico e com o com o cloreto de cálcio no primeiro dia (Tabela 9).

No terceiro dia o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou média significativamente maior que o tratamento com o aldeído cinâmico.

Tabela 9 – Médias de *ratio* para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	59,17 a	59,17ab	44,44 a	39,06 a	34,60 b	30,86 a
Aldeído cinâmico 0,1%	44,44 b	51,02 b	34,60 b	39,06 a	39,06 ab	25,00 b
Cloreto de cálcio 0,75%	44,44 b	59,17ab	39,06 ab	39,06 a	44,44 a	34,60 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	62,00 a	60,94 a	39,06 ab	34,60 b	34,60 b	30,86 a
CV = 2,17%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados ($1/\sqrt{x}$) somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 14). O tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio apresentou as maiores médias de *ratio* até o terceiro dia, mas no geral todos os tratamentos apresentaram redução das médias, resultando em retardo do amadurecimento.

No tratamento controle o *ratio* diminuiu principalmente devido ao aumento da acidez titulável. Para o tratamento com o aldeído cinâmico a redução do *ratio* é resultado principalmente do aumento da acidez titulável e da estabilidade dos sólidos solúveis, observada até o 12º dia.

O tratamento com o cloreto de cálcio apresentou leve redução do *ratio* em função da redução de sólidos solúveis, uma vez que a acidez titulável se manteve estável. No tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio a redução do *ratio* foi resultado do aumento da acidez titulável e da diminuição dos sólidos solúveis.

Figura 14 – $Ratio (1/\sqrt{x})$ para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

3.3.1.8 pH

O tratamento controle apresentou média de pH significativamente maior que dos demais tratamentos no primeiro dia, e até o sexto dia diferiu do tratamento com o aldeído cinâmico, apresentando médias maiores (Tabela 10).

No 9º e 12º dia o tratamento controle e o tratamento com o aldeído cinâmico não diferiram entre si, apresentando médias menores que o tratamento com o cloreto de cálcio e que o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio.

Tabela 10 – Médias de pH para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	5,45 a	5,31 a	5,30 a	5,21 b	5,20 b	4,78 b
Aldeído cinâmico 0,1%	5,31 b	5,20 b	5,21 b	5,19 b	5,23 ab	4,84 b
Cloreto de cálcio 0,75%	5,36 b	5,36 a	5,26 ab	5,25 b	5,23 ab	5,04 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	5,28 b	5,28 a	5,27 ab	5,31 a	5,31 a	5,11 a
CV = 1,42%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 15). Todos os tratamentos apresentaram tendência de estabilidade até o 9º dia, a partir do qual houve redução.

As menores médias de pH observadas para todos os tratamentos no final do armazenamento estão em concordância com as maiores médias de acidez titulável constatadas, o que pode ser decorrente do desenvolvimento microbiano ou do acúmulo da concentração de CO₂.

Figura 15 – pH para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

3.3.2 Análises Microbiológicas

Em nenhuma das amostras analisadas houve detecção de *Salmonella* e as contagens de coliformes termotolerantes foram inferiores a 10UFC g⁻¹ (Tabela 11), indicando boas práticas de sanitização e higiene durante o processamento do produto. Estes resultados colocam as amostras analisadas conforme o limite estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), que preconiza ausência de *Salmonellas* em 25g de amostra, e no máximo 5x10²UFC de coliformes termotolerantes em 1g de fruta fresca. Oliveira Junior et al. (2007), comparando os efeitos das temperaturas de armazenamento de 5°C e 10°C na conservação de mamão MP, também verificaram ausência de *Salmonella* sp e contagem de *E. coli* inferior a 10²UFC g⁻¹.

As contagens de microrganismos aeróbios psicrotróficos estritos e facultativos viáveis foram inferiores a 10UFC g^{-1} , para todos os tratamentos durante os 12 dias de armazenamento. Abóboras MP armazenadas por 12 dias a 5°C e 80% a 85%UR apresentaram redução de $3,2 \times 10^3\text{UFC g}^{-1}$ na matéria prima para menos que 10UFC g^{-1} , após sanitização com NaDCC a 200mg L^{-1} (ROSA, 2002).

Contagens de coliformes totais inferiores a 10 e 10^2UFC g^{-1} , respectivamente, para o tratamento com o aldeído cinâmico e para o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio até o 12º dia, e para o tratamento controle e o tratamento com o cloreto de cálcio até o nono dia, indicaram ausência destes microrganismos, além de evidenciar a eficiência das condições higiênicas em que se deu o processamento dos frutos e a ação positiva do NaDCC na desinfecção do produto, bem como o efeito da temperatura de armazenamento (5°C). Mamões 'Golden' PM, estocados por oito dias a 5°C , também apontaram contagens inferiores a 10^2UFCg^{-1} para coliformes totais (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2007). O controle e o cloreto de cálcio apresentaram crescimento de coliformes totais somente no 12º dia, sugerindo que o aldeído cinâmico contribuiu para a redução desses microrganismos, atuando na conservação dos mamões PM.

Contagens de bolores e leveduras inferiores a 10UFC g^{-1} , para o tratamento controle e para o tratamento com o cloreto de cálcio até o sexto dia, e para o tratamento com o aldeído cinâmico e a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio até o nono dia, nos permite deduzir que a inibição do desenvolvimento destes microrganismos se deu em função da temperatura de armazenamento (5°C), bem como das boas práticas de fabricação.

Mamões PM também apresentaram contagens inferiores a 10^2UFC g^{-1} durante os oito dias de armazenamento a 5°C e contagens superiores a $5,1 \times 10^4\text{UFCg}^{-1}$ após seis dias de armazenamento a 10°C , evidenciando a relação entre o aumento da temperatura e o aumento do crescimento microbiano (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2007)

Ocorreu crescimento de bolores e leveduras somente a partir do nono dia para o tratamento controle e para o tratamento com o cloreto de cálcio, e a partir do 12º dia para o tratamento com o aldeído cinâmico e para o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio, ratificando a eficiência do aldeído cinâmico na conservação dos mamões MP. Tomates tratados com cinamaldeído 13 mM e estocados a 18°C em embalagens plásticas seladas, não

apresentaram crescimento de fungos até o nono dia de armazenamento, demonstrando assim a eficiência do cinamaldeído como agente antimicrobiano natural (SMID et al., 1996)

O uso de filme para embalagem impregnado com cinamaldeído 30ppm reduziu a incidência e a gravidade da podridão-final da haste, antracnose e mancha marrom, responsáveis pelo curto armazenamento e conservação de Rabuntan, armazenado por 14 dias a 13,5°C (SIVAKUMAR et al., 2002).

Tabela 11 – Análises microbiológicas para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Tempo (dias)	<i>Salmonella</i> sp. (presença (+))	Coliformes termotolerantes	Coliformes totais	Psicrotróficos	Bolores e leveduras
				UFC g ⁻¹		
Controle	1	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	3,1x10 ²
	12	[-]	< 10	5,2x10 ²	< 10	5,9x10 ²
Aldeído cinâmico 0,1%	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	< 10	< 10	3,0x10 ¹
Cloreto de cálcio 0,75%	1	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	< 10 ²
	3	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10 ²	< 10	1,7x10 ²
	12	[-]	< 10	4,6x10 ²	< 10	3,8x10 ²
Aldeído cinâmico 0,1% + Cloreto de cálcio 0,75%	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	< 10	< 10	1,1x10 ²

[-]: ausência

3.3.3 Análise Sensorial

3.3.3.1 Aparência

A aparência obteve 100% de aceitação em todos os tratamentos, ou seja, todas as médias ficaram acima de 6,0, cujo valor incide sobre gostei ligeiramente (Tabela 12).

Os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si durante todo armazenamento, e as menores médias observadas para o tratamento controle até o terceiro dia, foram devidas ao aspecto superficial ressecado, colocado em evidência pelos provadores.

Tabela 12 – Médias de aparência para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm2\%\text{UR}$ por 12 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	1	3	6	9	12
Controle	6,61 a	6,85 a	7,50 a	7,29 a	7,69 a
Aldeído cinâmico 0,1%	6,77 a	7,22 a	6,77 a	7,22 a	7,36 a
Cloreto de cálcio 0,75%	7,29 a	7,07 a	6,85 a	7,15 a	7,69 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	7,22 a	7,63 a	7,56 a	7,29 a	7,43 a
CV = 21,63%					

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa

Para os períodos foi obtida equação de regressão dos dados transformados $[\arcseno(\sqrt{x/n})]$ somente para o tratamento que foi significativo (Figura 16). O tratamento controle apresentou tendência de aumento das notas ao longo do armazenamento, o que pode ser explicado pela condensação de umidade

Figura 16 – Aparência [arcseno ($\sqrt{x/n}$)] para mamão processado minimamente submetido ao controle e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 dias. n= número de opções da escala de Likert

3.3.3.2 Aroma

O aroma também obteve 100% de aceitação e a partir do terceiro dia os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si (Tabela 13).

O tratamento com o aldeído cinâmico apresentou média significativamente menor que o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio no primeiro dia, o que pode ser atribuído aos compostos aromáticos do aldeído cinâmico, responsáveis pelo aroma de canela, que sobrepujaram os componentes voláteis, descaracterizando o produto no início do armazenamento.

Em mamões do grupo ‘Formosa’ os principais componentes voláteis responsáveis pelo aroma do fruto são o óxido cis, geralmente em maior proporção, e o óxido trans de linalol, segundo componente mais abundante (FRANCO; RODRIGUEZ-AMAYA, 2003).

Os provadores descreveram que a partir do terceiro dia as amostras tratadas com aldeído cinâmico deixaram de apresentar aroma de canela, o que provavelmente ocorreu pela volatilização dos compostos aromáticos.

Tabela 13 – Médias de aroma para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	1	3	6	9	12
Controle	6,78 ab	7,21 a	7,18 a	7,26 a	7,31 a
Aldeído cinâmico 0,1%	6,03 b	6,64 a	7,02 a	6,57 a	7,12 a
Cloreto de cálcio 0,75%	6,72 ab	7,18 a	6,38 a	6,60 a	6,99 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	6,97 a	7,41 a	6,91 a	7,01 a	6,86 a
CV = 38,40%					

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foi obtida equação de regressão dos dados transformados (X^2) somente para o tratamento que foi significativo (Figura 17). O tratamento com o aldeído cinâmico apresentou tendência de aumento do aroma até o terceiro dia, a partir do qual se estabilizou.

Figura 17 – Aroma (X^2) para mamão processado minimamente submetido ao aldeído cinâmico e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 dias. n= número de opções da escala de Likert

3.3.3.3 Sabor

Os provadores perceberam diferenças entre os tratamentos somente nos três primeiros dias (Tabela 14), quando o tratamento com aldeído cinâmico apresentou as menores médias de sabor, diferindo dos demais tratamentos no primeiro dia, e do tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio no terceiro

dia, o que pode ser atribuído à presença de compostos aromáticos inerentes à canela. A partir do sexto dia não foram percebidas diferenças entre os tratamentos, indicando que a volatilização dos compostos aromáticos pode ter contribuído para amenizar o sabor de canela do tratamento com aldeído cinâmico.

Tabela 14 – Médias de sabor para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento				
	1	3	6	9	12
Controle	7,00 a	6,93 ab	7,94 a	6,85 a	7,76 a
Aldeído cinâmico 0,1%	5,26 b	6,53 b	7,63 a	6,29 a	7,29 a
Cloreto de cálcio 0,75%	7,36 a	7,82 ab	7,22 a	7,00 a	7,50 a
Aldeído 0,1% + Cloreto 0,75%	7,63 a	8,11 a	7,50 a	7,50 a	7,15 a
CV = 25,18%					

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foi obtida equação de regressão dos dados transformados [arcseno ($\sqrt{x/n}$)] somente para o tratamento que foi significativo (Figura 18). O tratamento com o aldeído cinâmico apresentou aumento de sabor até o sexto dia, a partir do qual se estabilizou.

Figura 18 – Sabor [arcseno ($\sqrt{x/n}$)] para mamão processado minimamente submetido ao tratamento com aldeído cinâmico e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 dias. n= número de opções da escala de Likert

3.3.3.4 Textura

Com exceção do terceiro dia, os tratamentos não apresentaram diferença significativa entre si, e com 100% de aceitação a textura firme dos mamões foi bastante apreciada pelos provadores (Tabela 15).

No terceiro dia o tratamento controle apresentou média significativamente menor que o tratamento com o cloreto de cálcio e que o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio.

Tabela 15 – Médias de textura para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 dias

Tratamentos	Dias de Armazenamento				
	1	3	6	9	12
Controle	7,43 a	6,69 b	7,56 a	7,43 a	8,11 a
Aldeído cinâmico 0,1%	6,69 a	7,22 ab	7,50 a	7,29 a	7,50 a
Cloreto de cálcio 0,75%	7,43 a	7,88 a	7,43 a	7,15 a	7,43 a
Aldeído 0,1%+Cloreto 0,75%	7,69 a	8,16 a	7,99 a	7,43 a	7,43 a
CV = 22,02%					

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

3.3.3.5 Intenção de Compra

A maior porcentagem de intenção de compra (84,45%) para os mamões minimamente processados incidu sobre as notas 4 e 5, com 52,78% referente à “certamente compraria” e 31,67% referente a “provavelmente compraria” (Figura 19).

Figura 19 – Teste de intenção de compra para mamões processados minimamente

As respostas do teste de aceitação, referentes à pergunta sobre o que os provadores mais e menos apreciaram nas amostras são apresentadas na Tabela 16.

Tabela 16 – Avaliação geral das amostras de mamão minimamente processado (“mais gostei” e “menos gostei”)

Mais gostei	Menos gostei
Aparência de fresco	Aparência de “passado”
Aroma característico	Aroma de canela
Sabor adocicado	Sabor de canela
Textura firme	Textura mole

3.4 CONCLUSÃO

Se considerarmos o custo da tecnologia relacionado ao preço dos tratamentos químicos, a melhor opção, até seis dias de armazenamento, consiste em fazer apenas uma boa sanitização dos mamões PM, como feito no tratamento controle. Mas, se o interesse for preservar a vida útil dos mamões PM por um período maior, de até 12 dias, o tratamento com a combinação de aldeído cinâmico e cloreto de cálcio pode ser utilizado, desde que respeitadas as condições de temperatura e umidade utilizadas na presente pesquisa ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$).

REFERÊNCIAS

AGUILA, J.S.; HEIFFIG, L.S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F.F.; KLUGE, R.A.; ORTEGA, E.M.M. Qualidade de rabanete minimamente processado e armazenado em embalagens com atmosfera modificada passiva e refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 19-24, 2006.

ANDRADE, N.J.; BASTOS, M.S.R.; ANTUNES, M.A. Higiene e sanitização. In: MORETTI, C. L. (Ed.). **Manual do processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças; SEBRAE, 2007. cap. 3, p. 101-119.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos: teoria e prática - Óleos essenciais**. 2. ed. Viçosa: UFV, 1995. 58p.

ARRUDA, M.C.; JACOMINO, A.P.; SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; MORETTI, C.I. Qualidade de melão minimamente processado armazenado em atmosfera modificada passiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 4, p. 665-659, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 12806**. Análise sensorial de alimentos e bebidas – terminologia. São Paulo, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 18. ed. Gaithersburg, 2005.

BEDIN, C.; GUTKOSKI, S.B.; WIEST, J.M. Atividade antimicrobiana das especiarias. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13, n. 65, p. 26-29, 1999.

BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P.; WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 214-220, 1999.

BELL, E.A.; CHARLWOOD, B.V. **Secondary plant products**. New York: Springer Verlag, 1980.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de set. 2003. Seção 1, p.14.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1. Disponível em: <http://anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 jan. 2008.

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

FRANCO, M.R.B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Aroma de frutas tropicais: manga e mamão. In: FRANCO, M.R.B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003.

FURLAN, M.R. **Ervas e temperos: cultivo e comercialização**. Cuiabá: SEBRAE/MT, 1998. v. 15, 128p.

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

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. Evaluación de la calidad microbiológica en papaya fresca cortada. In: LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. **Procesado mínimo de frutas**. La Laguna: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 2007. p. 99-109.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C.; KLUGE, R.A. Processamento mínimo de frutas no Brasil. In: SIMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADODE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EM IBEROAMÉRICA, 2004, San José, Costa Rica. **Anais...** San José, Costa Rica, 2004. p. 79-86. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/22238911/oleric>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

KAUR, T.; SINGH, S.; VERMA M.; GANGULY, N.K.; PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

KOKETSU, M.; GONÇALVES, S.L.; GODOY, R.L.O.; LOPES, D.; MORSBACH, N. Óleos essenciais de cascas e folhas de canela (*Cinnamomum verum* Presl) cultivada no Paraná. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 3, p. 281-285, 1997.

KOUTSOUMANIS, K.; LAMBROPOULOU, K.; NYCHAS, G.J.E. A predictive model for the non-thermal inactivation of *Salmonella enteridis* in a food model system supplemented with a natural antimicrobial. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 49, n. 1-2, p. 63-74, 1999.

LIMA, M.P.; ZOGHBI, M.G.; ANDRADE, E.H.; SILVA, T.M.; FERNANDES, C.S. Constituintes voláteis das folhas e dos galhos de *Cinnamomum zeylanicum* Blume (Lauraceae). **Acta Amazônica**, Manaus, v. 35, n. 3, p. 363-366, 2005.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat**. Sistema para análise estatística para Windows. Versão 2.11 Pelotas: UFPel/NIA. 2003.

MINOLTA INC. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Ransey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994.

MORETTI, C.L. Processamento mínimo. **Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 1, n. 5, p. 32-33, 2000/2001.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; CARLOS, L.A.; CORDEIRO, C.A.M.; COELHO, E.M.; ARAÚJO, T.R. Qualidade de mamão 'Golden' minimamente processado armazenado em diferentes temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 219-224, 2007.

PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

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

PERYAM, D.R.; GIRARDOT, N.F. Advanced taste test method. **Food Engineering**, New York, v. 24, n. 7, p. 58-61, 1952.

PINTO, L.K.A.; MARTINS, M.L.L.; RESENDE, E.D.; ALMEIDA, R.F.; VITORAZI, L.; PEREIRA, S.M.F. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 4, p. 744-748, 2006.

ROSA, O.O. **Microbiota associada a produtos hortícolas minimamente processados comercializados em supermercados**. 2002. 120p. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

SAS INSTITUTE INC. **SAS® software Version 9.2**. Cary, NC, 2009.

SIVAKUMAR, D.; WILSON WIJERATNAM, R.S.; WIJESUNDERA, R.L.C.; ABEYESEKERA, M. Control of postharvest diseases of rambutan using cinnamaldehyde. **Crop Protection**, Guildford, v. 21, n. 9, p. 847-852, 2002.

SMID, E.J.; GORRIS, L.G.M. Natural antimicrobials for food preservation. In: TORTORA, G.J.; FUNKE, B.R.; CASE, C.L. **Drogas antimicrobianas**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. cap. 20.

SMID, E.J.; HENDRIKS, L.; BOERRIGTER, H.A.M.; GORRIS, L.G.M. Surface disinfection of tomatoes using the natural plant compound trans-cinnamaldehyde. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 9, n. 3, p. 343-350, 1996.

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

SOUZA, S.M.C.; PEREIRA, M.C.; ANGÉLICO, C.L.; PIMENTA, C.J. Avaliação de óleos essenciais de condimentos sobre o desenvolvimento micelial de fungos associados a produtos de panificação. **Ciência Agrotecnológica de Lavras**, Lavras, v. 28, n. 3, p. 685-690, 2004.

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

TIWARI, R.; DIKSHIT, R.P.; CHANDAN, N. Inhibition of growth and aflatoxin B₁ production of *Aspergillus parasiticus* by spice. **Journal of Food Science and Technology**, Heidelberg, v. 20, n. 1, p. 131-132, 1983.

WAGNER INSTRUMENTS FRUIT TEST™. Manuals. Disponível em: http://www.fruittest.com/ft_fruit_test.php. Acesso em 03 dez. 2011.

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

4 Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões processados minimamente

RESUMO

Avaliou-se o efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões processados minimamente. Após seleção em função de tamanho, cor e ausência de danos ou podridões, os frutos foram lavados, sanitizados com cloro a 200mg L^{-1} e armazenados a 12°C e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 horas. O processamento foi feito manualmente a 12°C . Os mamões foram descascados e cortados em meias rodela com 2,5cm de espessura, as quais foram imersas em cloro a 100mg L^{-1} , drenadas por 2 minutos, imersas por 2 minutos em cloreto de cálcio 0,75% e drenadas por 2 minutos. Em seguida os mamões PM foram revestidos com soluções de amido de arroz 3%, ou de alginato de sódio 0,5%, ou de carboximetilcelulose 0,25% e drenadas por 2 minutos. Os mamões PM foram acondicionados em bandejas de polipropileno recobertas com filme de polipropileno e armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$. Os produtos foram avaliados após 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias. As análises microbiológicas foram fundamentadas na quantificação de coliformes totais e termotolerantes, bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras, assim como na verificação da presença de *Salmonella*. As avaliações físico-químicas basearam-se na determinação da concentração de CO_2 no interior das embalagens, perda de massa, cor, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e pH. As características sensoriais aparência, aroma, sabor e textura foram avaliados por meio de testes com escala hedônica. O uso desses três tipos de revestimento resultou em maior controle de coliformes totais do que o observado no tratamento controle. Mamões PM revestidos com amido de arroz e carboximetilcelulose apresentaram redução e aumento da concentração de CO_2 , respectivamente. Os mamões PM revestidos apresentaram menores teores de sólidos solúveis e seus valores de pH se tornaram menores após 9 dias de armazenamento refrigerado. As características sensoriais dos mamões PM com revestimentos não diferiram do tratamento controle durante 15 dias de armazenamento.

Palavras-chave: *Carica papaya*. Pós-colheita. Amido de arroz. Alginato de sódio. Carboximetilcelulose.

Effect of edible coatings on fresh-cut papaya conservation

ABSTRACT

The effect of edible coatings on fresh-cut papaya conservation was evaluated. After selection according to size, color, and absence of physical damage or decay, the fruits were washed, sanitized with chlorine at 200mg L^{-1} , and stored at 12°C and $90\pm 2\%\text{RH}$ for 12 hours. Processing was performed manually at 12°C . The papayas were peeled and cut into 2.5cm thick half slices, submerged in chlorine at 100mg L^{-1} , drained for 2 minutes, submerged for 2 minutes in calcium chloride 0.75% and drained for 2 minutes. and coated with solutions of rice starch 3%, or sodium alginate 0.5%, or carboxymethylcellulose 0.25%. The fresh-cut papayas were packed in polypropylene trays covered with polypropylene film and stored at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 2\%\text{RH}$. The products were evaluated after 1, 3, 6, 9, 12, and 15 days. The microbiological analyses were based on the count of total coliforms, thermotolerant and psychrotrophic bacteria, molds and yeasts, as well as on the presence of *Salmonella*. The physicochemical evaluations were based on the determination of CO_2 concentration inside the package, weight loss, color, firmness, soluble solids, titratable acidity, ratio and pH. The sensory characteristics appearance, aroma, flavor, and texture were evaluated using a hedonic scale. The use of these three coatings resulted in higher control of total coliforms compared to the control. The fresh-cut papayas coated with rice starch and carboxymethylcellulose presented reduction and increase in the CO_2 concentration, respectively. Coated fresh-cut papayas presented lower soluble solids and pH values were lower after 9 days of cold storage. Coated papayas sensory attributes did not differ from control during 15 days of storage.

Keywords: *Carica papaya*. Post-harvest. Rice starch. Sodium alginate. Carboxymethylcellulose.

4.1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos o uso de revestimentos comestíveis tem recebido a atenção de pesquisadores. Filmes e coberturas diferem em sua forma de aplicação: as coberturas são aplicadas e formadas diretamente sobre o alimento, enquanto os filmes são pré-formados separadamente e posteriormente aplicados sobre o produto (GUILBERT; GONTARD; GORRIS, 1996).

Embora a aplicação de revestimentos em frutas e hortaliças seja uma tecnologia emergente, não consiste exatamente em uma prática recente. Emulsões derivadas de óleos minerais têm sido empregadas desde o século XIII na China, para elevar a conservação de frutos cítricos e demais produtos perecíveis que eram transportados por longas distâncias, principalmente por via marítima. As coberturas atualmente denominadas 'comestíveis' são mais recentes e datam das décadas finais do século passado. Essas ganharam espaço em função da expansão da oferta de produtos processados e da necessidade de maior preservação (ASSIS, 2006).

As possíveis aplicações dos revestimentos comestíveis são diversas, a depender de suas propriedades, principalmente de barreira: controle das trocas gasosas com o ambiente, no caso de alimentos frescos; controle da entrada de O₂, no caso de alimentos oxidáveis; controle de transferência de umidade, em casos de elevado gradiente de umidade relativa entre o alimento e o ambiente (CUQ; GONTARD; GUILBERT, 1995); retenção de aditivos, promovendo uma resposta funcional mais significativa na superfície do produto (GUILBERT, 1988); e controle da incorporação de óleos e solutos para os alimentos durante o processamento (DANIELS, 1973). Além disso, essas embalagens têm a vantagem da biodegradabilidade, que as torna 'ambientalmente corretas' (GONTARD, 1997).

Diversos polissacarídeos e seus derivados têm sido testados como revestimentos comestíveis em frutos (KESTER; FENNEMA, 1986), visando o aumento da vida de prateleira, devido à redução da perda de umidade e ao controle da transmissão de gases. Dentre estes revestimentos, pode-se citar o amido, o alginato e a celulose.

Visando um melhor aproveitamento, a agregação de valor, o aumento na conveniência e a segurança para o consumo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de revestimentos comestíveis na conservação de mamões PM, durante armazenamento refrigerado a 5°C.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Material

Foram utilizados mamões 'Formosa' com cerca de 70% a 80% da casca amarela (PAULL; CHEN, 1997; KAUR et al., 1997), produzidos em uma única área de produção no município de Barreiras - BA, e obtidos na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP.

Para os tratamentos dos mamões minimamente processados foram utilizados:

- Cloreto de cálcio P.A. dihidratado com peso molecular de 147,01, 99,0-105,0% de pureza, pH de 4,5-8,5 (solução a 5%, 25°C), marca VETEC;
- Amido de arroz (50g do produto) apresentava 183kcal, 40g de carboidratos, 3g de proteínas, 0,7g de gorduras totais e 1,2g de fibra alimentar - adquirido na Cerealista São José, São Paulo - SP;
- Alginato de sódio com umidade máxima de 16%, pH de 4,0 a 7,0 (solução a 1%, 20°C) e viscosidade de 1000-1300 cp, (solução a 1%, 20°C), marca VETEC;
- Carboximetilcelulose com 99,7% de pureza (base seca), 0,7 de grau de substituição, 6,5% de umidade, pH de 6,8 (solução a 1%, 25°C) e 800cp de viscosidade Brookfield (solução a 1%, 25°C), cedida pela empresa *Murta Especialidades Químicas Ltda*, Cotia - SP.

4.2.2 Preparo das soluções

Devido ao tempo requerido no preparo e à necessidade de resfriamento a 5°C para aplicação no mamão minimamente processado, todas as soluções filmogênicas foram preparadas no dia anterior ao processamento, sem nenhuma implicação visual nos resultados obtidos.

- Cloreto de cálcio a 0,75%: a concentração e o preparo foram definidos em testes preliminares com mamão PM. A solução foi preparada dissolvendo-se 0,75g de cloreto de cálcio em 100mL de água potável, sob agitação (ANDRADE; BASTOS; ANTUNES, 2007).

- Amido de arroz a 3%: a concentração baseou-se no trabalho de Fakhouri et al. (2007) com uvas 'Crimson'.

A suspensão foi preparada adicionando-se 3g de amido em 100mL de água potável e 10% de sorbitol em relação à massa de amido, aquecida em banho a 85°C, sob agitação, por três minutos. Este tempo foi determinado visualmente em testes preliminares, considerando o tempo necessário para o aumento da viscosidade e a perda de opacidade da suspensão, relacionado à gelatinização do amido.

- Alginato de sódio a 0,5%: a concentração de 1%, utilizada por Miguel et al. (2008) em melão 'Amarelo', por Groppo et al. (2009) em laranja 'Pêra' e por Pilon (2003) em abacaxi 'Pérola', formou um revestimento muito espesso para mamão PM. A concentração de 0,5% apresentou melhor aderência e menos brilho, preservando o estado natural do mamão MP.

A suspensão foi preparada adicionando-se 0,5g de alginato de sódio em 100mL de água potável aquecida em banho maria a 70°C, sob agitação constante (FONTES et al., 2008; GROPPPO et al., 2009).

- Carboximetilcelulose a 0,25%: as concentrações de 1% e 0,5%, utilizadas por Amariz et al. (2007) em manga, resultaram em um gel espesso para mamão PM. A concentração de 0,25% resultou em uma solução filmogênica mais fluida, preservando o estado natural do mamão PM.

A suspensão foi preparada adicionando-se 0,25g de carboximetilcelulose em 100mL de água potável e 10% de sorbitol em relação à massa de carboximetilcelulose, aquecida em banho maria a 70°C, sob agitação constante.

4.2.3 Processamento

O processamento foi realizado na Planta de Processamento do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição – LAN, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, da Universidade de São Paulo – USP.

A higiene do processo foi assegurada através dos procedimentos estabelecidos pelas boas práticas de fabricação. Equipamentos, acessórios e utensílios utilizados durante o processamento foram sanitizados com solução de Dicloroisocianurato de sódio-NaDCC (200mg L^{-1} de cloro ativo) por cinco minutos. Todas as operações de preparo dos frutos foram conduzidas manualmente em ambiente climatizado a 12°C .

Os mamões foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos mecânicos ou podridões, lavados com detergente neutro em água corrente, visando à eliminação das sujidades presentes na superfície dos frutos (JACOMINO et al., 2004), e sanitizados com solução de NaDCC (200mg L^{-1} de cloro ativo) a 5°C por dez minutos, para eliminar microrganismos e retirar parte do calor de campo dos frutos. Em seguida, foram colocados sobre papel absorvente por dez minutos para remoção da solução em excesso e mantidos em câmara refrigerada a 12°C por 12 horas (SOUZA et al., 2005).

Após serem cortados ao meio para retirada das sementes e placenta, os mamões PM foram descascados manualmente com auxílio de um descascador. Em seguida, foram cortados em meias rodela com aproximadamente 2,5cm de espessura (HERNÁNDEZ; LOBO; GONZÁLEZ, 2007), que depois de imersas por 2 minutos em solução de NaDCC (20mg L^{-1} de cloro ativo) a 5°C e drenadas por 2 minutos (TEIXEIRA et al., 2001; SOUZA et al., 2005; OLIVEIRA JUNIOR et al., 2007), foram submetidas aos tratamentos:

-Tratamento 1: Controle – Cloreto de cálcio 0,75%

As meias rodela de mamão foram imersas em solução de cloreto de cálcio a 0,75% por 2 minutos e drenadas por 2 minutos.

-Tratamento 2: Cloreto de cálcio a 0,75% e Amido de arroz a 3%

As meias rodela de mamão foram imersas em solução de cloreto de cálcio a 0,75% por 2 minutos, drenadas por 2 minutos, imersas em solução de amido de arroz a 3%, e drenadas por mais 2 minutos.

-Tratamento 3: Cloreto de cálcio a 0,75% e Alginato de sódio a 0,5%

As meias rodela de mamão foram imersas em solução de cloreto de cálcio a 0,75% por 2 minutos, drenadas por 2 minutos, imersas em solução de alginato de sódio a 0,5% por 2 minutos e drenadas por mais 2 minutos.

-Tratamento 4: Cloreto de cálcio a 0,75% e Carboximetilcelulose a 0,25%

As meias rodela de mamão foram imersas em solução de cloreto de cálcio a 0,75% por 2 minutos, drenadas por 2 minutos, imersas em solução de carboximetilcelulose a 0,25% por 2 minutos e drenadas por mais 2 minutos.

Os mamões PM foram acondicionados em bandejas de polipropileno (220x167x56mm), as quais foram recobertas com filme de polipropileno biaxialmente orientado de 0,050mm de espessura, taxa de transmissão de O₂ (23°C/90%UR) de 785cc m² dia⁻¹ e taxa de permeabilidade ao vapor de água (38°C/90%UR) de 2,36g m² dia⁻¹. A selagem do filme na bandeja foi realizada em termosseladora semi-automática Ulma Packaging Smart 500, na qual a selagem é realizada por calor e pressão exercidos por um sistema pneumático. A máquina operou com temperatura de selagem regulada em 110°C e tempo de solda de 2 segundos, condições determinadas em pré-testes e que possibilitaram o selamento completo do filme nas bandejas. Cada bandeja continha duas meias rodela de mamão e peso médio de 150g. Os produtos foram mantidos em câmara fria a 5±1°C e 90±2%UR (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2007). As análises microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais foram realizadas com 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento, sendo que as análises sensoriais dependiam dos resultados microbiológicos para serem realizadas.

O processamento dos mamões foi conduzido conforme o fluxograma da Figura 20 e ilustrações das Figuras 21 e 22.

Figura 20 – Fluxograma de mamão minimamente processado submetido a tratamento com cloreto de cálcio e revestimentos comestíveis. Legenda: AA = amido de arroz; AS = alginato de sódio; CMC = carboximetilcelulose

Matéria-prima

Lavagem em água corrente

Sanitização (200 mg L⁻¹ de cloro livre)

Drenagem em papel absorvente

Refrigeração a 12°C por 12 horas

Descascamento

Corte em meias rodela

Enxágue (20 mg L⁻¹ de cloro livre)

Figura 21 – Etapas iniciais do processamento mínimo de mamão

Drenagem em escurador

Imersão em cloreto de cálcio

Imersão em amido de arroz

Imersão em alginato de sódio

Imersão em carboximetilcelulose

Drenagem

Embalagem

Armazenamento a 5°C por 15 dias

Figura 22 – Etapas de imersão, embalagem e armazenamento do mamão minimamente processado

4.2.4 Análises Físicas e Físico-Químicas

As análises físicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química e Processamento de Frutas e Hortaliças do LAN na ESALQ/USP.

4.2.4.1 Concentração de CO₂ no Interior das Embalagens

A concentração de CO₂ no interior das embalagens foi quantificada em analisador de gases portátil PBI Dansensor, modelo Check Point O₂/CO₂. Os resultados foram expressos em porcentagem de CO₂ (AGUILA, 2006).

4.2.4.2 Perda de Massa

A perda de massa foi determinada pesando-se os pedaços de mamão em balança semi-analítica Mettler, modelo AJ150. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial da meia rodela de mamão e o obtido em cada período avaliado (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

4.2.4.3 Cor

A cor instrumental foi avaliada utilizando-se o Chroma Meter CR 400b. Para maior representatividade da unidade experimental, foram colhidos três estímulos automáticos de luz por bandeja, sendo dois nas extremidades de uma meia rodela e um na região central da outra meia rodela de mamão. Os resultados foram expressos nos valores L*, a* e b*. A partir dos valores de a* e b* calculou-se a Cromaticidade (C*) [eq. (3)] e o ângulo Hue (h°) [eq. (4)] (MINOLTA CORP., 1994):

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3)$$

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{a^*}{b^*} \right) \quad (4)$$

4.2.4.4 Firmeza

A firmeza foi determinada utilizando-se o Penetrômetro Fruit Pressure Test, mod. FT 327. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras por bandejas, duas nas extremidades de uma meia rodela e uma na região central da outra meia rodela. Foi utilizada ponteira com diâmetro de 8mm, profundidade de penetração de 4mm e tempo de penetração de 3 segundos. Os resultados foram expressos em Newton (CHITARRA; CHITARRA, 2005; WAGNER INSTRUMENTERS, 2011).

4.2.4.5 Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta utilizando-se o refratômetro manual Atago n°1. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras de cada amostra previamente homogeneizada com “mixer” marca Black Decker, sem diluição da polpa em água. Os resultados foram expressos em °Brix, segundo o método 932.12 (AOAC, 2005).

4.2.4.6 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi obtida por titulação com solução de NaOH a 0,1N até o ponto de viragem, usando como indicador o azul de bromotimol. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras de cada amostra preparada pesando-se 10g de polpa homogeneizada em 50mL de água destilada. Os resultados foram expressos em g ácido cítrico 100g⁻¹ de amostra, segundo o método 942.15 (AOAC, 2005).

4.2.4.7 Relação SS/AT

A relação SS/AT ou *ratio* foi calculada pela divisão do teor de sólidos solúveis pelo de acidez titulável.

4.2.4.8 pH

O pH foi determinado utilizando-se o pHmetro TEC3–MP. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras diretas de cada amostra, previamente homogeneizada com “mixer”, marca Black Decker, segundo o método 981.12 (AOAC, 2005).

4.2.5 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas pela Bioagri Alimentos, São Paulo-SP. O transporte das amostras foi feito em caixas de isopor contendo gelo reciclável.

Para atender o que preconiza a Resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) foram feitas análises de *Salmonella* e coliformes termotolerantes, e para estabelecer um padrão de qualidade para as amostras de mamão minimamente processado, foram determinados coliformes totais, bactérias psicrotróficas e bolores e leveduras.

A contagem de coliformes totais, termotolerantes, bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras e a análise de *Salmonella* foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

4.2.6 Análise Sensorial

Este projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da ESALQ/USP em 27/06/2007 (Folha de Rosto nº189328 e Documento de Aprovação nº038), por estar de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP em cabines individuais, utilizando-se luz branca. Os horários dos testes foram pela manhã entre 9:00 e 12:00 horas e a tarde entre 14:00 e 17:00 horas.

Os testes de aceitação das quatro amostras de mamões minimamente processados (cloreto de cálcio a 0,75%; cloreto de cálcio a 0,75% e amido de arroz a 3%; cloreto de cálcio a 0,75% e alginato de sódio a 0,5%; cloreto de cálcio a 0,75% e carboximetilcelulose a 0,25%) foram realizados com 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento.

Em cada período, 30 provadores não treinados, incluindo homens e mulheres na faixa etária entre 18 anos e 50 anos, consumidores de mamão e com disponibilidade e interesse em participar dos testes, avaliaram os mamões minimamente processados.

As quatro amostras foram apresentadas simultaneamente aos provadores em potes descartáveis de cor branca. Cada amostra foi servida em cubos de aproximadamente 40g à 12°C e acompanhada de um copo com água mineral em temperatura ambiente, para lavagem do palato entre uma amostra e outra, e de uma ficha para avaliação sensorial das amostras (Figura 23).

Em cada tempo de análise experimental, os provadores avaliaram as características de aparência, aroma, sabor e textura utilizando o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos (PERYAM; GIRARDOT, 1952; ABNT,1993). Nesta escala a nota nove correspondia a gostei extremamente e a nota um a desgostei extremamente, sendo que a nota cinco foi considerada como limite de aceitabilidade. Na mesma ficha constavam perguntas sobre o que o provador mais gostou ou desgostou na amostra, de acordo com a metodologia utilizada por Behrens, Silva e Wakeling (1999) e intenção de compra de mamão processado minimamente.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo quatro amostras codificadas de mamão minimamente processado. Use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou de cada uma delas.

- 9 - gostei extremamente
- 8 - gostei muito
- 7 - gostei regularmente
- 6 - gostei ligeiramente
- 5 - não gostei nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 - desgostei regularmente
- 2 - desgostei muito
- 1 - desgostei extremamente

Aparência Geral		Aroma		Sabor		Textura	
Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor

Por favor, indique o que em particular você mais gostou ou menos gostou neste produto (use palavras ou frases):

Código

Mais gostei:

Menos gostei:

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Por favor, use a escala abaixo para indicar a sua intenção de compra (assinale) Você compraria mamão minimamente processado se encontrasse este produto à venda?

- () Certamente compraria
- () Provavelmente compraria
- () Talvez comprasse/Talvez não comprasse
- () Provavelmente não compraria
- () Certamente não compraria

Figura 23 – Ficha do teste de aceitação utilizando a escala hedônica de nove pontos

4.2.7 Análise Estatística

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em parcela subdividida no tempo com dois fatores, tratamento com quatro níveis na parcela e período com seis níveis na subparcela. Foram 9 repetições para as variáveis pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, cor e firmeza e três repetições para perda de massa e concentração de CO₂. Na análise sensorial, foram 30 repetições (questionários) para cada combinação de tratamento x período. Os tratamentos na parcela foram: controle; amido de arroz a 3%; alginato de sódio a 0,5%; e carboximetilcelulose a 0,25%. Os tratamentos na subparcela foram avaliações nos dias 1, 3, 6, 9, 12 e 15.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, foram feitos testes de comparações múltiplas utilizando-se o Teste de Tukey com 5% de significância para o fator tratamento. Para o fator período foram feitas análises de regressão polinomial, aceitando as equações que apresentaram pelo menos 5% de significância pelo teste de F. Para as análises, utilizou-se o WinSTAT versão 2.11 (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

Para atender aos pressupostos da ANOVA de aleatoriedade e independência das amostras, distribuição normal dos erros e homogeneidade da variância, os dados de concentração de CO₂ foram transformados em $1/x$, os de luminosidade em X^2 , os de firmeza em $\sqrt{x}$ e os de acidez e *ratio* em $\log_{10}(x)$.

Na análise sensorial, como as variáveis de resposta foram estruturadas em nove níveis, para se fazer a ANOVA os dados foram transformados em $y = \arcseno(\sqrt{x/n})$, de maneira a garantir a normalidade, onde n representa o número de níveis de resposta.

No entanto, para expressar valores entre 1 e 9 e facilitar a compreensão dos resultados, as médias obtidas dos dados transformados foram retransformadas em $x = n [\text{seno}(y)]^2$. Para verificar os pressupostos foi utilizado o Software SAS versão 9.2 (SAS INSTITUTE INC., 2009).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.3.1 Análises físicas e físico-químicas

4.3.1.1 Concentração de CO₂ no interior das embalagens

O tratamento com o amido de arroz apresentou médias das concentrações de CO₂ significativamente menores que o tratamento com a carboximetilcelulose no 12º e 15º dia (Tabela 17).

As menores médias apresentadas pelo tratamento com amido de arroz do 3º ao 15º dia, muito provavelmente ocorreram em função da estrutura linear formada do amido, a qual apresenta boas propriedades de barreira ao O₂ (MALI; GROSSMANN; YAMASHITA, 2010).

Tabela 17 – Médias das concentrações de CO₂ no interior das embalagens para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	1,78 a	3,12 a	5,00 a	5,56 a	5,88 ab	6,67 ab
Amido 3%	1,72 a	2,70 a	3,23 a	3,33 a	3,23 a	3,57 a
Alginato 0,5%	1,54 a	3,12 a	5,00 a	5,88 a	6,67 ab	7,69 ab
CMC 0,25%	1,56 a	3,45 a	6,25 a	7,14 a	8,33 b	10,0 b
CV = 11,74%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR = umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados ($1/x$) somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 24). Todos os tratamentos apresentaram tendência de aumento da concentração de CO₂, com estabilidade durante todo armazenamento. Contudo, o tratamento com o amido de arroz apresentou as menores concentrações de CO₂ do 3º ao 15º dia, o que nos permite inferir que a barreira ao O₂ oferecida pela estrutura linear do amido pode ter reduzido o acúmulo de CO₂ durante o armazenamento.

Figura 24 – Concentração de CO₂ (1/X) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

4.3.1.2 Perda de Massa

Os tratamentos não apresentaram perda significativa de massa, pois o filme utilizado no experimento não permitiu a perda de umidade para o ambiente (Tabela 18).

Tabela 18 – Médias de perda de massa para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	0,00 a	0,11 a	0,09 a	0,02 a	1,13 a	1,44 a
Amido 3%	0,00 a	0,10 a	0,08 a	0,00 a	0,99 a	1,04 a
Alginato 0,5%	0,00 a	0,06 a	0,06 a	0,10 a	0,10 a	0,10 a
CMC 0,25%	0,00 a	0,00 a	0,05 a	0,29 a	0,29 a	0,29 a

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

4.3.1.3 Cor

4.3.1.3.1 Luminosidade

No primeiro dia o tratamento com a carboximetilcelulose apresentou média de luminosidade significativamente maior que o tratamento com o alginato de sódio (Tabela 19). No terceiro dia o tratamento com a carboximetilcelulose apresentou média significativamente maior que os demais tratamentos, enquanto que no 15º dia esta diferença foi em relação somente ao tratamento com o amido de arroz e ao tratamento com o alginato de sódio.

No 3º e 15º dia o tratamento com o amido de arroz e o tratamento com o alginato de sódio não diferiram entre si, apresentando médias significativamente menores que o tratamento com a carboximetilcelulose. Durante todo armazenamento o tratamento com a carboximetilcelulose apresentou as maiores médias de luminosidade, denotando coloração mais clara da polpa.

Tabela 19 – Médias de luminosidade (L^*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	53,04 ab	54,82 b	56,38 a	57,18 a	57,54 a	59,62 ab
Amido 3%	52,50 ab	56,29 b	59,54 a	56,00 a	58,79 a	55,71 b
Alginato 0,5%	48,86 b	55,77 b	58,15 a	57,23 a	57,87 a	54,77 b
CMC 0,25%	57,49 a	62,34 a	60,99 a	59,65 a	58,83 a	61,14 a
CV = 15,74%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados (x^2) somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 25). O tratamento com amido de arroz e o tratamento com o alginato de sódio apresentaram estabilidade do 3º ao 15º dia.

A menor média apresentada pelo tratamento com o alginato de sódio no primeiro dia, provavelmente foi devido a não formação imediata da película, cuja coloração natural da solução tende para o marrom.

Figura 25 – Luminosidade (x^2) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

4.3.1.3.2 Hue

O tratamento controle apresentou médias de hue significativamente menores que o tratamento com a carboximetilcelulose no terceiro dia, e menores que o tratamento com o amido de arroz no sexto dia, a partir do qual os tratamentos não apresentaram diferenças significativas (Tabela 20).

Tabela 20 – Médias de hue (h°) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	56,88 a	56,74 b	58,11 b	59,37 a	59,04 a	60,22 a
Amido 3%	58,25 a	58,76 ab	61,90 a	60,64 a	59,38 a	60,63 a
Alginato 0,5%	56,33 a	59,13 ab	60,75 ab	59,23 a	60,67 a	59,56 a
CMC 0,25%	59,09 a	60,38 a	60,41 ab	59,34 a	58,37 a	60,58 a
CV = 3,96%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 26). Todos os tratamentos apresentaram tendência de aumento. As menores médias apresentadas pelo tratamento controle a partir do terceiro dia, muito provavelmente foram devidas à menor lixiviação, uma vez que o controle não foi imerso em solução filmogênica.

A menor média apresentada pelo tratamento com o alginato de sódio no primeiro dia, provavelmente devido a coloração marron da solução, se estabilizou com a formação da película, apresentando comportamento semelhante ao do amido de arroz até o final do armazenamento.

Figura 26 – Hue (h°) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

4.3.1.3.3 Cromaticidade

O tratamento controle apresentou as maiores médias de cromaticidade do 3° ao 12° dia, diferindo significativamente do tratamento com o amido de arroz no nono dia (Tabela 21).

O tratamento com alginato de sódio apresentou média significativamente menor que o tratamento com o amido de arroz e que o tratamento com a carboximetilcelulose no primeiro dia, provavelmente devido a não formação imediata da película, cuja coloração natural da solução tende para o marrom.

Tabela 21 – Médias de cromaticidade (C*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	42,63 ab	45,02 a	44,36 a	43,35 a	42,97 a	41,83 ab
Amido 3%	44,01 a	41,68 a	42,52 a	38,27 b	40,71 a	44,11 a
Alginato 0,5%	39,36 b	43,01 a	41,92 a	40,43 ab	39,88 a	40,05 b
CMC 0,25%	45,12 a	42,60 a	42,25 a	43,06 a	41,62 a	42,43 ab
CV= 7,92%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foi obtida equação de regressão somente para o tratamento que foi significativo (Figura 27). O tratamento com o amido de arroz apresentou as maiores médias no 1° e 15° dia, e estabilidade do 3° ao 12° dia, onde a cromaticidade possivelmente foi influenciada pela própria coloração da película, que é levemente esbranquiçada.

Figura 27 – Cromaticidade (C*) para mamão processado minimamente submetido ao cloreto de cálcio e ao amido de arroz e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

4.3.1.4 Firmeza

Os resultados são inconclusivos pois as diferenças constatadas durante o armazenamento não são sistemáticas e é possível que estejam relacionadas com uma alta variabilidade da matéria-prima utilizada, já que a amostragem foi feita aleatoriamente.

4.3.1.5 Sólidos Solúveis

Do 3° ao 12° dia o tratamento controle apresentou médias de sólidos solúveis significativamente maiores que os demais tratamentos (Tabela 22), indicando que a imersão dos frutos nas soluções filmogênicas poderia estar lixiviando os sólidos solúveis dos mamões PM.

Fontes et al. (2008) também constataram que os tratamentos com fécula e dextrina de mandioca resultaram em maçãs PM com menores teores de sólidos solúveis que o tratamento controle.

Tabela 22 – Médias de sólidos solúveis (°Brix) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	11,51 a	11,66 a	11,53 a	10,84 a	10,68 a	10,43 a
Amido 3%	10,97 b	10,64 b	10,11 b	9,68 b	9,32 c	10,05 a
Alginato 0,5%	10,98 b	10,57 b	10,46 b	9,46 b	8,88 d	9,65 b
CMC 0,25%	11,20 ab	10,46 b	10,26 b	9,62 b	9,85 b	9,52 b
CV = 2,99%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos foram significativos (Figura 28). Todos os tratamentos com revestimentos apresentaram redução dos sólidos solúveis até o nono dia, a partir do qual se estabilizaram.

O tratamento controle apresentou tendência de redução dos sólidos solúveis superior aos demais tratamentos, o que pode ser devido à menor lixiviação e à maior perda de umidade, o que teria concentrado o teor de sólidos solúveis.

Figura 28 – Sólidos solúveis (°Brix) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\text{UR}$ por 15 dias

4.3.1.6 Acidez Titulável

O tratamento com o amido de arroz apresentou médias de acidez titulável significativamente menores que o tratamento controle até o terceiro (Tabela 23) e em relação ao tratamento com a carboximetilcelulose no 3° e 15° dia.

Tabela 23 – Médias de acidez titulável para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	0,19 a	0,25 a	0,16 a	0,21 ab	0,31 ab	0,31 a
Amido 3%	0,13 b	0,19 b	0,14 a	0,20 ab	0,33 a	0,19 b
Alginato 0,5%	0,13 b	0,19 b	0,16 a	0,19 b	0,26 b	0,30 a
CMC 0,25%	0,13 b	0,27 a	0,15 a	0,24 a	0,31 ab	0,30 a
CV = -9,88%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Ao final do armazenamento o tratamento com o amido de arroz apresentou média significativamente menor que os demais tratamentos

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados $[\log_{10}(x)]$ somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 29). Todos os tratamentos apresentam estabilidade até o nono dia, e aumento da acidez mais pronunciado a partir do 12º dia, o que muito provavelmente pode ser devido ao aumento da pectina solúvel, acúmulo de CO_2 no interior das embalagens ou desenvolvimento microbiano.

Figura 29 – Acidez titulável $[\log_{10}(x)]$ para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

4.3.1.7 Relação SS/AT

A redução do *ratio* é resultado do aumento da acidez titulável e redução dos sólidos solúveis (Tabela 24).

No primeiro dia o tratamento controle apresentou média de *ratio* significativamente menor que os demais tratamentos, provavelmente em função da maior concentração de sólidos solúveis, enquanto que no 12º dia apresentou média significativamente maior que o tratamento com o amido de arroz.

Tabela 24 – Médias de *ratio* para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	60,26 b	45,71 b	72,44 a	52,48 a	34,67 a	33,11 b
Amido3%	87,10 a	54,95 a	72,44 a	48,98 ab	28,18 b	53,70 a
Alginato 0,5%	85,11 a	54,95 a	64,57 a	50,12 a	33,11 ab	31,62 b
CMC 0,25%	87,10 a	43,65 b	67,60 a	39,81 b	31,62 ab	31,62 b
CV = 3,95%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados $[\log_{10}(x)]$ somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 30). Durante o armazenamento todos os tratamentos apresentam redução do *ratio*, a qual foi mais acentuada para os tratamentos com os revestimentos a partir do nono dia.

A maior média de *ratio* observada no 15° dia para o tratamento com o amido de arroz provavelmente foi em função da menor acidez titulável e do aumento de sólidos solúveis.

Figura 30 – *Ratio* $[\log_{10}(x)]$ para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

4.3.1.8 pH

Os tratamentos não diferiram entre si até o sexto dia, a partir do qual o tratamento com amido de arroz apresentou médias de pH significativamente menores que o controle (Tabela 25).

No 12° e no 15° dia todos os tratamentos com revestimentos apresentaram médias significativamente menores que o controle.

Tabela 25 – Médias de pH para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	4,78 a	5,10 a	4,98 a	5,00 a	5,17 a	5,03 a
Amido 3%	4,67 a	5,11 a	4,92 a	4,70 b	4,86 b	4,50 c
Alginato 0,5%	4,76 a	5,15 a	4,89 a	5,09 a	4,92 b	4,67 b
CMC 0,25%	4,67 a	5,15 a	5,00 a	4,78 b	4,85 b	4,64 b
CV = 2,00%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 31). O tratamento controle apresentou estabilidade até o 15° dia, enquanto os tratamentos com os revestimentos apresentaram estabilidade até o 12° dia, com leve redução no 15° dia.

Figura 31 – pH para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

4.3.2 Análises Microbiológicas

Em nenhuma das amostras analisadas houve detecção de *Salmonella* e as contagens de coliformes termotolerantes foram inferiores a 10UFC g⁻¹ (Tabela 26), indicando boas práticas de sanitização e higiene durante o processamento do produto. Tais resultados colocam as amostras analisadas conforme o limite estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), que preconiza ausência de *Salmonella* em 25g de amostra e no máximo 5,0x10²UFC de coliformes termotolerantes em 1g de fruta fresca.

As contagens de microrganismos aeróbios psicrotróficos estritos e facultativos viáveis foram inferiores a 10UFC g⁻¹, para todos os tratamentos durante os 15 dias de armazenamento.

Contagens de coliformes totais inferiores a 10UFC g⁻¹ e 10²UFC g⁻¹, respectivamente, para os tratamentos com os revestimentos e para o tratamento controle, indicaram ausência destes microrganismos, além de evidenciar a eficiência das condições higiênicas em que se deu o processamento dos frutos e a ação positiva do NaDCC na desinfecção do produto, bem como o efeito da temperatura de armazenamento (5°C). Somente o tratamento controle apresentou crescimento de coliformes totais a partir do 12º dia, sugerindo que os revestimentos testados podem ter servido de barreira contra o desenvolvimento microbiano. Oliveira Junior et al. (2007) encontraram contagens de 4,2x10², 5,4x10³ e 5,3x10³UFC g⁻¹ de coliformes totais em mamões PM armazenados a 10°C, respectivamente, no 4º, 6º e 8º dia.

As contagens de bolores e leveduras foram inferiores a 10UFC g⁻¹ até o nono dia, sugerindo que a inibição do desenvolvimento de bolores e leveduras se deu em função da temperatura de armazenamento (5°C), das boas práticas de fabricação e, provavelmente, também em função da atmosfera modificada, promovida pela embalagem, que resultou em baixos níveis de O₂ e altos de CO₂, conforme descrevem Zagory e Kader (1988), Lee et al. (1991) e Oliveira Junior, Coelho e Coelho (2004). Todos os tratamentos apresentaram crescimento somente a partir do 12º dia. Oliveira Junior et al. (2007) obtiveram contagens inferiores a 10²UFC g⁻¹ para mamões PM durante os oito dias de armazenamento a 5°C e contagens superiores a 5,1x10⁴UFC g⁻¹ após seis dias de armazenamento a 10°C, evidenciando a relação entre o aumento da temperatura e o aumento do crescimento microbiano.

Tabela 26 – Análises microbiológicas do mamão minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Tempo (dias)	<i>Salmonella</i> sp. (presença (+))	Coliformes termotolerantes	Coliformes totais	Psicrotróficos	Bolors e leveduras
Controle	1	[-]	< 10	< 10^2	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10^2	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10^2	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10^2	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	5×10^2	< 10	$5,6 \times 10^4$
	15	[-]	< 10	5×10^2	< 10	$5,6 \times 10^4$
Amido de arroz 3%	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	< 10	< 10	$5,6 \times 10^4$
	15	[-]	< 10	< 10	< 10	$5,6 \times 10^4$
Alginato de sódio 0,5%	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	< 10	< 10	$5,6 \times 10^4$
	15	[-]	< 10	< 10	< 10	$5,6 \times 10^4$
Carboximetil celulose 0,25%	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	< 10	< 10	$5,6 \times 10^4$
	15	[-]	< 10	< 10	< 10	$5,6 \times 10^4$

[-]: ausência

4.3.3 Análise Sensorial

4.3.3.1 Aparência

A aparência obteve 100% de aceitação para todos os tratamentos, ou seja, todas as médias estão acima de 6,0, cujo valor incide sobre gostei ligeiramente (Tabela 27). O tratamento controle apresentou as menores médias nos três primeiros dias, diferindo do tratamento com o alginato de sódio somente no terceiro dia.

As diferenças entre os tratamentos, observadas pelos provadores no terceiro dia de armazenamento, foram justificadas pelo aspecto de frescor, provido pelas películas. A partir do sexto dia os tratamentos não diferiram entre si.

Tabela 27 – Médias de aparência para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	6,85 a	6,61 b	7,15 a	6,21 a	7,63 a	7,15 a
Amido 3%	7,43 a	7,15 ab	7,29 a	6,69 a	7,22 a	6,04 a
Alginato 0,5%	7,00 a	7,82 a	7,22 a	7,29 a	7,63 a	6,93 a
CMC 0,25%	7,22 a	7,29 ab	7,56 a	6,77 a	6,85 b	6,93 a
CV = 20,96%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foi obtida equação de regressão dos dados transformados $[\arcseno(\sqrt{x/n})]$ somente para o tratamento que foi significativo (Figura 32).

A redução das notas de aparência obtidas pelo tratamento com o amido de arroz, provavelmente foram decorrentes do aspecto superficial esbranquiçado observado pelos provadores no final do armazenamento.

Figura 32 – Aparência [arcseno ($\sqrt{x/n}$)] para mamão minimamente processado submetido ao cloreto de cálcio e amido de arroz e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias. n = número de opções da escala de Likert

4.3.3.2 Aroma

Igualmente para aparência, o aroma também obteve 100% de aceitação e os tratamentos não diferiram entre si durante todo armazenamento (Tabela 28). Contudo, no final do armazenamento todos os tratamentos apresentaram redução das notas.

Tabela 28 – Médias de aroma para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	7,43 a	6,69 a	7,15 a	6,77 a	7,76 a	6,93 a
Amido 3%	7,36 a	7,00 a	7,29 a	7,43 a	7,29 a	6,69 a
Alginato 0,5%	6,93 a	7,36 a	7,56 a	7,00 a	7,50 a	6,37 a
CMC 0,25%	7,63 a	6,85 a	7,56 a	7,07 a	7,07 a	6,77 a
CV = 20,76%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

4.3.3.3 Sabor

Os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si durante todo armazenamento, e seguindo a mesma tendência do aroma, com 100% de aceitação, as notas de sabor diminuíram somente no 15º dia (Tabela 29), quando algumas amostras apresentaram sabor amargo, especialmente as tratadas com carboximetilcelulose, que foram justamente as que apresentaram maiores concentrações de CO₂, indicando que pode ter havido anaerobiose no interior dos tecidos, estimulando o crescimento de bactérias homo e hetero-fermentativas e leveduras, que produzem ácidos orgânicos, etanol e ésteres voláteis, depreciando o sabor da fruta, conforme explicado por Beaudry (2000).

Tabela 29 – Médias de sabor para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	7,56 a	7,07 a	7,29 a	6,53 a	7,29 a	6,12 a
Amido 3%	7,76 a	7,36 a	6,69 a	7,43 a	7,00 a	5,87 a
Alginate 0,5%	7,00 a	7,82 a	7,15 a	7,36 a	7,15 a	6,53 a
CMC 0,25%	7,07 a	7,56 a	7,56 a	6,93 a	6,69 a	6,61 a
CV = 21,65%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados [$\arcseno(\sqrt{x/n})$] somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 33). O tratamento com o amido de arroz e o tratamento com a carboximetilcelulose apresentaram estabilidade até o nono dia, a partir do qual ocorreu redução, enquanto que para o tratamento controle a estabilidade foi até o 12º dia, com redução no 15º dia.

Figura 33 – Sabor [arcseno ($\sqrt{x/n}$)] para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias. n= número de opções da escala de Likert

4.3.3.4 Textura

Conforme observado nas características avaliadas anteriormente, a textura firme dos mamões foi bastante apreciada pelos provadores, obtendo 100% de aceitação, e os tratamentos não apresentaram diferenças estatísticas entre si durante todo armazenamento (Tabela 30). Fakhouri et al. (2007) também verificaram que revestimentos comestíveis compostos à base de diferentes tipos de amido (arroz, batata, sorgo e trigo) e gelatina, não exerceram influência significativa no aroma, sabor e textura, sendo aceitas pelo consumidor em todos os parâmetros.

Tabela 30 – Médias de textura para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	7,69 a	7,56 a	7,63 a	7,15 a	7,94 a	7,00 a
Amido 3%	7,88 a	7,15 a	7,50 a	7,63 a	7,07 a	6,45 a
Alginato 0,5%	7,56 a	7,69 a	7,56 a	7,63 a	7,63 a	6,85 a
CMC 0,25%	7,56 a	7,76 a	7,94 a	7,36 a	6,85 a	7,00 a
CV = 20,08%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa. CMC= carboximetilcelulose.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados $[\arcseno(\sqrt{x/n})]$ somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 34). O tratamento com o amido de arroz e o tratamento com a carboximetilcelulose apresentaram redução da textura ao longo do armazenamento.

Figura 34 – Textura $[\arcseno(\sqrt{x/n})]$ para mamão processado minimamente submetido ao amido de arroz e carboximetilcelulose e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias. n= número de opções da escala de Likert

4.3.3.5 Intenção de Compra

A maior porcentagem de intenção de compra (80,00%) para os mamões minimamente processados incidiu sobre as notas 4 e 5, com 50,00% referentes à “certamente compraria” e 30,00% referente a “provavelmente compraria” (Figura 35).

Figura 35 – Teste de intenção de compra para mamões processados minimamente

As respostas do teste de aceitação, referentes à pergunta sobre o que os provadores mais e menos apreciaram nas amostras são apresentadas na Tabela 31.

Tabela 31 – Avaliação geral das amostras de mamão minimamente processado (“mais gostei” e “menos gostei”)

Mais gostei	Menos gostei
Aparência de fresco/maduro	Aparência de “passado”/ressecado
Aroma característico	Ausência/redução de aroma
Sabor adocicado	Sabor amargo/“aguado”
Textura firme	Textura firme/mole

Algumas dessas respostas foram também obtidas por Franco e Rodriguez-Amaya (2003), em Análise Descritiva Quantitativa de Mamão ‘Formosa’, onde os frutos desse grupo se caracterizaram por aroma com notas ‘verde’, sabor mais amargo e aguado.

4.4 CONCLUSÃO

Considerando o custo da tecnologia relacionado ao preço dos revestimentos, a melhor opção, até nove dias de armazenamento, consiste em fazer apenas uma boa sanitização dos mamões PM, como feito no tratamento controle. No entanto, se o interesse for preservar a vida útil dos mamões PM por um período maior, de até 12 dias, o tratamento com o amido de arroz pode ser utilizado com resultados satisfatórios, desde que respeitadas as condições de temperatura e umidade utilizadas na presente pesquisa ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$).

REFERÊNCIAS

AGUILA, J.S.; HEIFFIG, L.S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F.F.; KLUGE, R.A.; ORTEGA, E.M.M. Qualidade de rabanete minimamente processado e armazenado em embalagens com atmosfera modificada passiva e refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 19-24, 2006.

AMARIZ, A.; LIMA, M.A.C.; TRINDADE, D.C.G.; RIBEIRO, T.P.; SANTOS, A.C.N.; COSTA, A.C.S.; SOUZA, S.O. Aplicação de revestimentos de carboximetilcelulose combinados a dextrina e armazenamento refrigerado de manga 'Tommy Atkins'. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2., 2007, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007.

ANDRADE, N.J.; BASTOS, M.S.R.; ANTUNES, M.A. Higiene e sanitização. In: MORETTI, C.L. (Ed.). **Manual do processamento mínimo de frutas e hortaliças**, Brasília: Embrapa Hortaliças; SEBRAE, 2007. cap. 3 .p. 101-119.

ASSIS, O.B.G. Revestimentos protetores comestíveis em frutas: uma tecnologia emergente. **Toda Fruta**, São Paulo, 2006. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=14349>. Acesso em: 21 jan. 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR12806**. Análise sensorial de alimentos e bebidas – terminologia. São Paulo, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 18. ed. Gaithersburg, 2005.

BEAUDRY, R.M. Responses of horticultural commodities to low oxygen: Limits to the expanded use of modified atmosphere packaging. **Hort Technology**, Alexandria, v. 10, p. 491-500, 2000.

BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P.; WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 214-220, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de set. 2003. Seção 1, p.14.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1. Disponível em: <http://anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 jan. 2008.

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

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. Edible film and coating as active layers. In: ROONEY, M.L. **Active food packaging**. London: Blackie Academic & Professional, 1995. p. 111-142.

DANIELS, R. **Edible coatings and soluble packaging**. New Jersey: Noyes Data Corporation, 1973.

FAKHOURI, F.M.; FONTES, L.C.B.; GONÇALVES, P.V.M.; MILANEZ, C.R.; STEEL, C.J.; COLLARES-QUEIROZ, F.P. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FONTES, L.C.B.; SARMENTO, S.B.S.; SPOTO, M.H.F.; DIAS, C.T.S. Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 872-880, 2008.

FRANCO, M.R.B.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Aroma de frutas tropicais: manga e mamão. In: FRANCO, M.R.B. **Aroma e sabor de alimentos: temas atuais**. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 47-62.

GONTARD, N. Active packaging. In: WORKSHOP SOBRE BIOPOLÍMEROS, 1997, Pirassununga. Pirassununga: FZEA/USP, 1997. p. 23-27.

GROPPO, V.D.; SPOTO, M.H.F.; GALLO, C.R.; SARMENTO, S.B.S. Uso de películas comestíveis em laranja 'Pêra' minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 1, p. 1-7, 2009.

GUILBERT, S. Use of superficial edible layer to protect intermediate moisture foods: application to the protection of tropical fruit dehydrated by osmosis. In: SEOW, C.C. (Ed.). **Food preservation by moisture control**. New York: Elsevier Applied Science, 1988. p. 199-219.

GUILBERT, S.; GONTARD, N.; GORRIS, L.G.M. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. **Food Science and Technology**, London, v. 29, n. 1, p. 10-17, 1996.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. Evaluación de la calidad microbiológica en papaya fresca cortada. In: LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. **Procesado mínimo de frutas**. La Laguna: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 2007. p. 99-109.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C.; KLUGE, R.A. **Processamento mínimo de frutas no Brasil**. In: SIMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EN IBEROAMÉRICA, 2004, San José, Costa Rica. **Anais...** San José, Costa Rica, 2004. p. 79-86. Disponível: <<http://www.scribd.com/doc/22238911/oleric>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

KAUR, T.; SINGH, S.; VERMA, M.; GANGULY, N.K.; PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

KESTER, J.J.; FENNEMA, O.R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 12, p. 47-59, 1986.

LEE, D.S.; HAGGAR, P.E.; LEE, J.; YAM, K.L. Model for fresh produce respiration in modified atmospheres based on principle of enzyme kinetics. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 6, p. 1580-1585, 1991.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat**, Sistema para análise estatística para Windows. Versão 2.11. Pelotas: UFPel/NIA. 2003.

MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 137-156, 2010.

MIGUEL, A.C.A.; BEGIATO, G.F.; DIAS, J.R.P.S.; ALBERTINI, S. SPOTO, M.H.F. Efeito de tratamentos químicos na respiração e parâmetros físicos de melão 'Amarelo' minimamente processado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 26, n. 4, p. 458-463, 2008.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Ransey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; COELHO, E.M.; COELHO, F.C. Armazenamento de mamão 'Golden', em condições de atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 139-142, 2004.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; CARLOS, L.A.; CORDEIRO, C.A.M.; COELHO, E.M.; ARAÚJO, T.R. Qualidade de mamão 'Golden' minimamente processado armazenado em diferentes temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 219-224, 2007.

PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

PERYAM, D.R.; GIRARDOT, N.F. Advanced taste test method. **Food Engineering**. New York, v. 24, n. 7, p. 58-61, 1952.

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

POSTE, L.M.; MACKIE, D.A.; BUTLER, G.; LARMOND, E. **Laboratory methods for sensory analysis of food**. Ottawa: Research Branch, Agriculture Canada, 1991. 90p.

ROCHA, R.H.C.; NASCIMENTO, S.R.C.; MENEZES, J.B.; NUNES, G.H.S.; SILVA, E.O. Qualidade pós-colheita do mamão 'Formosa' armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 386-389, 2005.

SAS INSTITUTE INC. **SAS® software Version 9.2**. Cary, NC, 2009.

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

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

5 Efeito da irradiação na conservação de mamões minimamente processados

RESUMO

Avaliou-se o efeito da irradiação na conservação de mamões processados minimamente. Após seleção em função de tamanho, cor e ausência de danos ou podridões, os mamões foram lavados, sanitizados com cloro a 200mg L^{-1} e armazenados a 12°C e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 horas. O processamento foi feito manualmente a 12°C . Os mamões foram descascados e cortados em meias rodela com 2,5cm de espessura, as quais foram imersas em cloro a 100mg L^{-1} e drenadas por 2 minutos. Os mamões PM foram acondicionados em bandejas de polipropileno recobertas com filme de polipropileno, tratados com doses de radiação de 2kGy e 4kGy, armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ e avaliados após 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias. As análises microbiológicas foram fundamentadas na quantificação de coliformes totais termotolerantes, bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras, assim como na verificação da presença de *Salmonella*. As avaliações físico-químicas basearam-se na determinação da concentração de CO_2 no interior das embalagens, perda de massa, cor, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e pH. As características sensoriais aparência, aroma, sabor e textura foram avaliadas por meio de testes com escala hedônica. O uso de radiação gama em mamões PM resultou em: maior controle de coliformes totais; menor concentração de CO_2 para os mamões PM tratados com 2kGy; maior concentração de CO_2 e maior descoloração da polpa para os mamões PM tratados com 4kGy; redução da firmeza para os mamões PM tratados com 2kGy e 4kGy; ligeira redução do teor de sólidos solúveis e pequenas variações da acidez titulável para todos os tratamentos. As características sensoriais dos mamões PM tratados com radiação gama, entretanto, não diferiram significativamente do controle durante 15 dias de armazenamento.

Palavras-chave: *Carica papaya*. Pós-colheita. Radiação gama. Cobalto⁶⁰

Effects of irradiation on fresh-cut papaya conservation

ABSTRACT

The effect of irradiation on fresh-cut papaya conservation was evaluated. After selection according to size, color, and absence of physical damage or decay, the fruits were washed, sanitized with chlorine at 200mg L^{-1} , and stored at 12°C and $90\pm 2\%\text{RH}$ for 12 hours. Processing was carried out manually at 12°C . The papayas were peeled and cut into 2.5cm thick half slices, submerged in chlorine at 100mg L^{-1} and drained for 2 minutes. The fresh-cut papayas were packed in polypropylene trays covered with polypropylene film, treated with radiation doses of 2kGy and 4kGy, packed in polypropylene trays covered with polypropylene film, stored at $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ and $90\pm 2\%\text{RH}$, and evaluated after 1, 3, 6, 9, 12, and 15 days. The microbiological analyses were based on the count of total coliforms, thermotolerant and psychrotrophic bacteria, molds and yeasts, as well as on the presence of *Salmonella*. The physicochemical evaluations were based on the determination of CO_2 concentration inside the package, weight loss, color, firmness, soluble solids, titratable acidity, ratio and pH. The sensory characteristics appearance, aroma, flavor, and texture were evaluated using a hedonic scale. The use of gamma radiation in fresh-cut papayas resulted in: higher control of total coliforms; lower CO_2 concentration in fresh-cut papayas treated with 2kGy; increased CO_2 concentration and increased pulp discoloration in fresh-cut papayas treated with 4kGy; reduction of firmness in fresh-cut papayas treated with 2kGy and 4kGy; slight reduction in soluble solids and small changes in titratable acidity in all treatments. The sensory characteristics of fresh-cut papayas treated with gamma radiation, however, did not significantly differ from control during 15 days of storage.

Keywords: *Carica papaya*. Post-harvest. Gamma radiation.

5.1 INTRODUÇÃO

A irradiação é considerada um método seguro e eficiente de processamento de alimentos que pode reduzir o risco de infecção alimentar e preservá-los sem que ocorra qualquer efeito prejudicial à saúde e com o mínimo de impacto em seu valor nutricional. Esta asserção tem sido endossada por organizações internacionais como a Organização Mundial de Saúde (WHO), a Organização das Nações Unidas (FAO) e pelo *Codex Alimentarius*.

Por outro lado, preocupados principalmente com a qualidade e a segurança do alimento, consumidores de muitos países começam a aceitar cada vez mais alimentos irradiados, sendo que atualmente, mais de 60 produtos têm a aprovação para serem tratados com irradiação em mais de 40 países. Segundo pesquisa realizada por Ornellas (2006), 89% dos entrevistados consumiriam alimentos irradiados se soubessem que a irradiação aumentaria a segurança alimentar contra inúmeras doenças.

Além dos aspectos de qualidade e de segurança do alimento, a irradiação é particularmente de grande valia quando se requer medidas quarentenárias e uma maior conservação pós-colheita de frutas tropicais para que elas possam alcançar mercados distantes e mais exigentes (SIGRIST; MADI, 2003).

A técnica de irradiação surge então como uma alternativa segura no processo de redução dos microrganismos patogênicos e tem sido empregada em produtos alimentícios bastante diversificados para este fim e também para o aumento de vida de prateleira dos mesmos, já que proporciona a diminuição da contaminação à níveis aceitáveis pela legislação brasileira (FARKAS, 2006).

As necessidades mundiais de alimentos seguem aumentando e os problemas, advindos da demanda de estruturas adequadas de armazenagem e processamento, nos obrigam a buscar novos métodos de preservação. Nesta época de grandes transformações, a aplicação de radiação ionizante, com o propósito de preservar e desinfetar os alimentos surge como uma prática promissora, utilizada pra estender a conservação e reduzir as perdas das safras, durante a armazenagem do produto (SIGRIST; MADI, 2003). Segundo Villavicencio (1998) a irradiação de alimentos é disponibilizada como um método de preservação, tanto da matéria-prima in natura quanto como coadjuvante de processos industriais.

De forma isolada ou combinada com outros tratamentos, a irradiação oferece certas vantagens em comparação com métodos clássicos, dentre elas podemos destacar a possibilidade de tratar os alimentos depois de acondicionados e de conservá-los em estado fresco por períodos relativamente longos. Contudo, esse tratamento requer maiores medidas de controle e segurança, e sua escolha deve ser feita quando, em face de outras formas de processar os alimentos, as vantagens superam em muito as desvantagens (ORDÓÑEZ et al., 2005).

Para que a irradiação obtenha sucesso, é necessário adequar a dose aplicada a cada fruto, de modo a evitar reações indesejáveis, como amolecimento indiscriminado ou escurecimento da casca. Deve-se considerar a cultivar, o tamanho e o estágio de amadurecimento do fruto, uma vez que a eficácia do tratamento varia com estas características (IADEROZA; BLEINROTH; AZUMA, 1988).

Para se adotar a irradiação como processo de conservação do alimento é importante avaliar os efeitos químicos, físicos e sensoriais provocados pela interação ionizante com o produto irradiado, a fim de se obter o tempo e a dose de radiação, ideais para aumentar a conservação do produto (SILVA; ROZA, 2010).

As formas de radiação utilizadas no processo de irradiação do alimento provocam ionização, ou seja, criam cargas positivas ou negativas; o que resulta em efeitos químicos e biológicos que impedem a divisão celular em bactérias pela ruptura de sua estrutura molecular. O alimento, em hipótese alguma, entra em contato com a fonte de radiação. A irradiação pode induzir a formação de algumas substâncias, chamadas de produtos radiolíticos, na constituição dos alimentos. Estas substâncias não são nocivas e não são exclusivas dos alimentos irradiados. Muitas delas são substâncias encontradas naturalmente nos alimentos ou produzidas durante o processo de aquecimento como a glicose, ácido fórmico, dióxido de carbono (MELLO, 2007).

Uma área de recente foco de pesquisa reside na determinação da habilidade da irradiação de matar patógenos interiorizados, associados a biofilmes ou protegidos de outra forma. Esses ambientes protegidos reduzem drasticamente a eficácia de produtos químicos, e outras opções de tratamento convencional, sempre por ordem de magnitude (NIEMIRA; FAN, 2005). Dados iniciais deste campo emergente de pesquisa sugerem que *Salmonella* e *E. coli* O157:H7 em biofilmes são efetivamente eliminadas por irradiação, apesar de respostas específicas dependerem do tipo e da maturidade do patógeno (NIEMIRA, 2007).

Visando um melhor aproveitamento, a agregação de valor, o aumento na conveniência e a segurança para o consumo, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da irradiação na conservação de mamões processados minimamente, durante armazenamento refrigerado a 5°C.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Material

Foram utilizados mamões 'Formosa' com cerca de 70% a 80% da casca amarela (PAULL; CHEN, 1997; KAUR et al., 1997), produzidos em uma única área de produção no município de Barreiras - BA, e obtidos na Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP.

Para os tratamentos dos mamões minimamente processados foram utilizados:

- Dose de radiação na concentração de 0kGy
- Dose de radiação na concentração de 2kGy
- Dose de radiação na concentração de 4kGy

5.2.2 Aplicação da radiação gama

A aplicação da radiação gama foi realizada no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN. Foi utilizado o irradiador multipropósito de Cobalto-60, sendo empregadas doses de 2kGy e 4kGy. A quantidade da dose absorvida pelas amostras foi validada através de dosímetros (Amber 3042 Bacth S – 630nm) colocados nas faces externas das caixas térmicas e lidas em Espectrofotômetro Genesys 20 (2). Pelo relatório técnico fornecido pela empresa, a dose nominal de 2kGy apresentou dose mínima de 1,6kGy para as duas caixas (metálica e isopor), enquanto a dose de 4kGy apresentou dose mínima de 3,6kGy para as duas caixas (isopor).

5.2.3 Processamento

O processamento foi realizado na Planta de Processamento do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição – LAN, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, da Universidade de São Paulo – USP.

A higiene do processo foi assegurada através dos procedimentos estabelecidos pelas boas práticas de fabricação. Equipamentos, acessórios e utensílios utilizados durante o processamento foram sanitizados com solução de Dicloroisocianurato de sódio-NaDCC (200mg L^{-1} de cloro ativo) por cinco minutos. Todas as operações de preparo dos frutos foram conduzidas manualmente em ambiente climatizado a 12°C .

Os mamões foram selecionados em função do tamanho, cor e ausência de danos mecânicos ou podridões, lavados com detergente neutro em água corrente, visando à eliminação das sujidades presentes na superfície dos frutos (JACOMINO et al., 2004), e sanitizados com solução de NaDCC (200mg L^{-1} de cloro ativo) a 5°C por dez minutos, para eliminar microrganismos e retirar parte do calor de campo dos frutos. Em seguida, foram colocados sobre papel absorvente por dez minutos para remoção da solução em excesso e mantidos em câmara refrigerada a 12°C por 12 horas (SOUZA et al., 2005).

Após serem cortados ao meio para retirada das sementes e placenta, os frutos foram descascados manualmente com auxílio de um descascador. Em seguida, foram cortados em meias rodela com aproximadamente 2,5cm de espessura (HERNÁNDEZ; LOBO; GONZÁLEZ, 2007), que depois de imersas por 2 minutos em solução de NaDCC (100mg L^{-1} de cloro ativo) a 5°C e drenadas por 2 minutos (ARRUDA et al., 2003), foram embaladas e conduzidas ao IPEN/USP – SP, para serem submetidas aos tratamentos:

-Tratamento 1: Controle–dose de 0kGy.

As meias rodela de mamão não receberam radiação.

-Tratamento 2: dose de 2kGy.

As meias rodela de mamão receberam dose de radiação de 2kGy.

-Tratamento 3: dose de 4kGy.

As meias rodela de mamão receberam dose de radiação de 4kGy.

Os mamões PM foram acondicionados em bandejas de polipropileno (220x167x56mm), as quais foram recobertas com filme de polipropileno biaxialmente

orientado de 0,050mm de espessura, taxa de transmissão de O_2 (23°C/90%UR) de 785cc m² dia⁻¹ e taxa de permeabilidade ao vapor de água (38°C/90%UR) de 2,36g m² dia⁻¹. A selagem do filme na bandeja foi realizada em termoseladora semi-automática Ulma Packaging Smart 500, na qual a selagem é realizada por calor e pressão exercidos por um sistema pneumático. A máquina operou com temperatura de selagem regulada para 110°C e tempo de solda para 2 segundos, condições determinadas em pré-testes e que possibilitaram o selamento completo do filme nas bandejas. Cada bandeja continha duas meias rodela de mamão e peso médio de 150g. Os produtos foram mantidos em câmara fria a 5±1°C e 90±2%UR (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2007). As análises microbiológicas, físicas, físico-químicas e sensoriais foram realizadas com 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento, sendo que as análises sensoriais dependiam dos resultados microbiológicos para serem realizadas.

O processamento dos mamões foi conduzido conforme o fluxograma da Figura 36 e ilustrações das Figuras 37 e 38.

Figura 36 – Fluxograma de mamão minimamente processado submetido as doses de 0kGy; 2kGy e 4kGy

Matéria-prima

Lavagem em água corrente

Sanitização (200 mg L⁻¹ de cloro livre)

Drenagem em papel absorvente

Refrigeração a 12°C por 12 horas

Descascamento

Corte em meias rodela

Imersão (100 mg L⁻¹ de cloro livre)

Figura 37 – Etapas iniciais do processamento mínimo de mamão

Drenagem em escurador

Embalagem

Acondicionamento a 5°C (4kGy)

Acondicionamento a 5°C (2kGy)

Condução das bandejas ao irradiador

Irradiador Multipropósito

Preparo das caixas

Armazenamento a 5°C por 15 dias

Figura 38 – Processamento mínimo de mamão submetido a doses de radiação de 0 kGy; 2kGy e 4kGy

5.2.4 Análises Físicas e Físico-Químicas

As análises físicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Química e Processamento de Frutas e Hortaliças do LAN na ESALQ/USP.

5.2.4.1 Concentração de CO₂ no interior das embalagens

A concentração de CO₂ no interior das embalagens foi quantificada em analisador de gases portátil PBI Dansensor, modelo Check Point O₂/CO₂. Os resultados foram expressos em porcentagem de CO₂ (AGUILA, 2006).

5.2.4.2 Perda de massa

A perda de massa foi determinada pesando-se os pedaços de mamão em balança semi-analítica Mettler, modelo AJ150. Os resultados foram expressos em porcentagem, considerando-se a diferença entre o peso inicial da meia rodela de mamão e o obtido em cada período avaliado (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

5.2.4.3 Cor

A cor instrumental foi avaliada utilizando-se o Chroma Meter CR 400b. Para maior representatividade da unidade experimental, foram colhidos três estímulos automáticos de luz por bandeja, sendo dois nas extremidades de uma meia rodela e um na região central da outra meia rodela de mamão. Os resultados foram expressos nos valores L*, a* e b*. A partir dos valores de a* e b* calculou-se a Cromaticidade (C*) [eq. (5)] e o ângulo Hue (h°) [eq. (6)] (MINOLTA CORP., 1994):

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + \sqrt{(b^*)^2}} \quad (5)$$

$$h = \tan^{-1} \left(\frac{a^*}{b^*} \right) \quad (6)$$

5.2.4.4 Firmeza

A firmeza foi determinada utilizando-se o Penetrômetro Fruit Pressure Test, mod. FT 327. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras por bandejas, duas nas extremidades de uma meia rodela e uma na região central da outra meia rodela. Foi utilizada ponteira com diâmetro de 8mm, profundidade de penetração de 4mm e tempo de penetração de 3 segundos. Os resultados foram expressos em Newton (CHITARRA; CHITARRA, 2005; WAGNER INSTRUMENTERS, 2011).

5.2.4.5 Sólidos Solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis foi determinado por leitura direta utilizando-se o refratômetro manual Atago n°1. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras de cada amostra previamente homogeneizada com “mixer”, marca Black Decker, sem diluição da polpa em água. Os resultados foram expressos em °Brix, segundo o método 932.12 (AOAC, 2005).

5.2.4.6 Acidez Titulável (AT)

A acidez titulável foi obtida por titulação com solução de NaOH a 0,1N até o ponto de viragem, usando como indicador o azul de bromotimol. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras de cada amostra preparada pesando-se 10g de polpa homogeneizada em 50mL de água destilada. Os resultados foram expressos em g ácido cítrico 100g⁻¹ de amostra, segundo o método 942.15 (AOAC, 2005).

5.2.4.7 Relação SS/AT

A relação SS/AT ou *ratio* foi calculada pela divisão do teor de sólidos solúveis pelo de acidez titulável.

5.2.4.8 pH

O pH foi determinado utilizando-se o pHmetro TEC3–MP. Para maior representatividade da unidade experimental, foram feitas três leituras diretas de cada amostra, previamente homogeneizada com “mixer”, marca Black Decker, segundo o método 981.12 (AOAC, 2005).

5.2.5 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas pela Bioagri Alimentos, São Paulo-SP. O transporte das amostras foi feito em caixas de isopor contendo gelo reciclável.

Para atender o que preconiza a Resolução RDC nº12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001) foram feitas análises de *Salmonella* e coliformes termotolerantes, e para estabelecer um padrão de qualidade para as amostras de mamão minimamente processado, foram determinados coliformes totais, bactérias psicrotróficas e bolores e leveduras.

A contagem de coliformes totais, termotolerantes, bactérias psicrotróficas, bolores e leveduras e a análise de *Salmonella* foram realizadas de acordo com a Instrução Normativa nº62, de 26 de agosto de 2003 (BRASIL, 2003).

5.2.6 Análise Sensorial

Este projeto foi avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da ESALQ/USP em 27/06/2007 (Folha de Rosto nº 189328 e Documento de Aprovação nº 038), por estar de acordo com a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde.

Os testes foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da ESALQ/USP em cabines individuais, utilizando-se luz branca. Os horários dos testes foram pela manhã entre 9:00 e 12:00 horas e a tarde entre 14:00 e 17:00 horas.

Os testes de aceitação das três amostras de mamões minimamente processados (controle, dose de 2kGy, dose de 4kGy) foram realizados com 1, 3, 6, 9, 12 e 15 dias de armazenamento.

Em cada período, 30 provadores não treinados, incluindo homens e mulheres na faixa etária entre 18 anos e 50 anos, consumidores de mamão e com disponibilidade e interesse em participar dos testes, avaliaram os mamões minimamente processados.

As quatro amostras foram apresentadas simultaneamente aos provadores em embalagens descartáveis de cor branca. Cada amostra foi servida em cubos de aproximadamente 40g à 12°C e acompanhada de um copo com água mineral em temperatura ambiente, para lavagem do palato entre uma amostra e outra, e de uma ficha para avaliação sensorial das amostras (Figura 39).

Em cada tempo de análise experimental, os provadores avaliaram as características de aparência, aroma, sabor e textura utilizando o teste de aceitação com escala hedônica estruturada de nove pontos (PERYAM; GIRARDOT, 1952; ABNT, 1993). Nesta escala a nota nove correspondia a gostei extremamente e a nota um a desgostei extremamente, sendo que a nota cinco foi considerada como limite de aceitabilidade. Na mesma ficha constavam perguntas sobre o que o provador mais gostou ou desgostou na amostra, de acordo com a metodologia utilizada por Behrens, Silva e Wakeling (1999) e intenção de compra de mamão processado minimamente.

Nome: _____ Data: _____

Você está recebendo três amostras codificadas de mamão minimamente processado. Use a escala abaixo para indicar o quanto você gostou de cada uma delas.

- 9 - gostei extremamente
- 8 - gostei muito
- 7 - gostei regularmente
- 6 - gostei ligeiramente
- 5 - não gostei nem desgostei
- 4 - desgostei ligeiramente
- 3 - desgostei regularmente
- 2 - desgostei muito
- 1 - desgostei extremamente

Aparência Geral		Aroma		Sabor		Textura	
Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor	Amostra	Valor

Por favor, indique o que em particular você mais gostou ou menos gostou neste produto (use palavras ou frases):

Código

Mais gostei:

Menos gostei:

Por favor, use a escala abaixo para indicar a sua intenção de compra (assinale) Você compraria mamão minimamente processado se encontrasse este produto à venda?

- () Certamente compraria
- () Provavelmente compraria
- () Talvez comprasse/Talvez não comprasse
- () Provavelmente não compraria
- () Certamente não compraria

Figura 39 – Ficha do teste de aceitação utilizando a escala hedônica de nove pontos

5.2.6 Análise Estatística

Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado em parcela subdividida no tempo com dois fatores, tratamento com três níveis na parcela e período com seis níveis na subparcela. Foram nove repetições para as variáveis pH, sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio*, cor e firmeza e três repetições para perda de massa e concentração de CO₂. Na análise sensorial, foram 30 repetições (questionários) para cada combinação de tratamento x período. Os tratamentos na parcela foram: controle, dose de 2kGy, dose de 4kGy. Os tratamentos na subparcela foram avaliações feitas nos dias 1, 3, 6, 9, 12 e 15.

Todas as variáveis foram submetidas à análise de variância (ANOVA) e, posteriormente, foram feitos testes de comparações múltiplas utilizando-se o Teste de Tukey com 5% de significância para o fator tratamento. Para o fator período foram feitas análises de regressão polinomial, aceitando as equações que apresentaram pelo menos 5% de significância pelo teste de F. Para as análises, utilizou-se o WinSTAT versão 2.11 (MACHADO; CONCEIÇÃO, 2003).

Para atender aos pressupostos da ANOVA de aleatoriedade e independência das amostras, distribuição normal dos erros e homogeneidade da variância, os dados de concentração de CO₂, firmeza e brix foram transformados em $\log_{10}(x)$, os de acidez em $1/\sqrt{x}$ e os de pH em x^2 . Para verificar os pressupostos foi utilizado o Software SAS versão 9.2. (SAS INSTITUTE INC., 2009).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.3.1 Análises físicas e físico-químicas

5.3.1.1 Concentração de CO₂ no interior das embalagens

O tratamento controle e o tratamento com a dose de 2kGy não diferiram entre si, apresentando médias significativamente menores que o tratamento com a dose de 4kGy até o terceiro dia (Tabela 32).

No 9° e 12° dia o tratamento com a dose de 2kGy diferiu significativamente da dose de 4kGy, apresentando as menores médias.

Tabela 32 – Médias das concentrações de CO₂ no interior das embalagens para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	3,89 b	5,50 b	8,63 a	12,02 ab	14,13 ab	17,78 a
Dose de 2kGy	4,90 ab	6,76 ab	8,66 a	10,72 b	12,02 b	14,45 a
Dose de 4kGy	5,62 a	8,51 a	11,37 a	14,79 a	16,60 a	18,20 a
CV = 3,25%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados [$\log_{10}(x)$] somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 40). Todos os tratamentos apresentaram estabilidade e tendência de aumento ao longo do armazenamento.

Apesar do tratamento controle ter apresentado as menores concentrações de CO₂ até o sexto dia, a dose de 2kGy foi que melhor controlou a acúmulo de CO₂ no interior das embalagens.

Figura 40 – Concentração de CO_2 [$\log_{10}(x)$] para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ C$ e $90 \pm 2\% UR$ por 15 dias

5.3.1.2 Perda de Massa

Os tratamentos não apresentaram perda significativa de massa, pois o filme utilizado no experimento não permitiu a perda de umidade para o ambiente (Tabela 33).

Tabela 33 – Médias de perda de massa para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ C$ e $90 \pm 2\% UR$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a
Dose de 2kGy	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,02 a	0,02 a
Dose de 4kGy	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a	0,01 a

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.1.3 Cor

5.3.1.3.1 Luminosidade

O tratamento com a dose de 2kGy apresentou médias de luminosidade significativamente maiores que os demais tratamentos no 1° e 6° dia (Tabela 34), enquanto que o tratamento com a dose de 4kGy apresentou médias maiores que os demais tratamentos no 3°, 12° e 15° dia.

Tabela 34 – Médias de luminosidade (L^*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	54,65 b	53,92 b	53,99 b	56,03 a	53,99 b	55,62 b
Dose de 2kGy	57,32 a	51,73 b	58,02 a	55,03 a	53,96 b	51,92 c
Dose de 4kGy	52,61 b	56,60 a	52,32 b	55,98 a	57,72 a	61,48 a
CV = 4,34%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 41).

Figura 41 – Luminosidade (L^*) para mamão processado minimamente submetido às doses de 2kGy e 4kGy e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

O tratamento com a dose de 2kGy apresentou estabilidade até o 15º dia, enquanto a dose de 4kGy apresentou estabilidade até o nono dia, a partir do qual aumentou denotando descoloração da polpa ao final do armazenamento.

5.3.1.3.2 Hue

O tratamento com a dose de 2kGy não diferiu significativamente do tratamento controle durante todo armazenamento, mas apresentou médias de hue significativamente maiores que o tratamento com a dose de 4kGy no 1º, 6º e 9º dia (Tabela 35).

O tratamento com a dose de 4kGy apresentou valores do ângulo hue com comportamento semelhante à avaliação da luminosidade, com aumento pronunciado no final do armazenamento.

Tabela 35 – Médias de hue (hº) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	56,66 ab	56,00 a	59,19 ab	57,93 a	55,73 a	59,15 b
Dose de 2kGy	58,67 a	56,49 a	59,33 a	58,22 a	58,53 a	56,09 b
Dose de 4kGy	54,94 b	58,18 a	56,16 b	53,57 b	57,96 a	63,72 a
CV = 4,98%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.1.3.3 Cromaticidade

O tratamento controle diferiu significativamente dos demais tratamentos no terceiro dia, do tratamento com a dose de 2kGy no sexto dia, e do tratamento com a dose de 4kGy no 15º dia (Tabela 36).

O tratamento com a dose de 2kGy não diferiu significativamente do tratamento com a dose de 4kGy, exceto no sexto dia quando apresentou média significativamente menor.

Tabela 36 – Médias de cromaticidade (C*) para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	45,51 a	47,63 a	46,81 a	44,68 a	43,88 a	45,68 a
Dose de 2kGy	45,56 a	43,81 b	43,46 b	46,08 a	46,04 a	44,83 ab
Dose de 4kGy	46,20 a	43,65 b	46,30 a	45,14 a	43,97 a	43,23 b
CV = 4,59%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

No 1º, 9º e 12º dia os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si. Nos demais dias, mesmo apresentando diferenças estatísticas, foram observadas pequenas variações entre os tratamentos, o que nos permite concluir que a intensidade da coloração inicial da polpa foi mantida durante todo armazenamento em todos os tratamentos, indicando que as doses de radiação gama de 2kGy e 4kGy, empregadas neste experimento, não interferiram na cromaticidade da polpa.

5.3.1.4 Firmeza

Os tratamentos com as doses de 2kGy e de 4kGy não apresentaram diferenças estatísticas durante todo armazenamento e o tratamento controle apresentou média significativamente menor que os demais tratamentos no 1º dia, e maior no 9º e 15º dia. (Tabela 37).

Tabela 37 – Médias de firmeza para mamão processado minimamente submetido a diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	2,04 b	2,24 b	1,74 a	4,09 a	3,76 a	4,55 a
Dose de 2kGy	3,16 a	2,42 ab	1,68 a	1,68 b	3,23 a	1,81 b
Dose de 4kGy	3,24 a	3,34 a	2,17 a	1,99 b	2,77 a	1,84 b
CV = 32,34%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados $[\log_{10}(x)]$ somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 42). Embora o tratamento controle tenha apresentado médias inferiores aos demais tratamentos até o sexto dia, a apresentou estabilidade com tendência de aumento ao longo do armazenamento, enquanto que os tratamentos com as doses de 2kGy e de 4kGy apresentaram redução tendendo a estabilidade. Estas maiores médias podem ser decorrentes da perda de umidade, levando à formação de um tecido superficial mais resistente (SOUZA et al., 2005).

Figura 42 – Firmeza [$\log_{10}(x)$] para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

5.3.1.5 Sólidos Solúveis

O tratamento controle diferiu dos tratamentos com as doses de 2kGy e de 4kGy, apresentando média de sólidos solúveis significativamente menor no primeiro dia e maior no terceiro dia (Tabela 38).

O tratamento com a dose de 4kGy diferiu dos demais tratamentos apresentando média significativamente maior no nono dia e menor no 15º dia.

Tabela 38 – Médias de sólidos solúveis para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	11,22 b	12,02 a	11,75 a	10,96 b	11,22 a	10,96 a
Dose de 2kGy	12,02 a	11,48 b	11,48 a	10,96 b	10,96 a	10,72 a
Dose de 4kGy	12,02 a	11,22 b	11,22 a	11,75 a	10,96 a	10,00 b
CV = 1,43%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

Para os períodos foram obtidas equações de regressão dos dados transformados $[\log_{10}(x)]$ somente para os tratamentos que foram significativos (Figura 43).

Figura 43 – Sólidos solúveis $[\log_{10}(x)]$ para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^\circ\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Todos os tratamentos apresentaram redução dos sólidos solúveis ao longo do armazenamento, sendo mais acentuada para o tratamento com a dose de 4kGy no 15º dia, o que pode ser explicado pelo processo de senescência, onde o consumo de açúcares simples supera a degradação do amido. Giannoni (2004) também constatou redução dos teores de sólidos solúveis durante o armazenamento de mamões PM tratados com doses de 0,2; 0,6; 0,8 e 1,0kGy.

5.3.1.6 Acidez Titulável

No primeiro dia o controle apresentou média significativamente maior que o tratamento com a dose de 4kGy, enquanto no sexto dia os tratamentos com radiação gama não diferiram entre si, apresentando médias maiores que o tratamento controle (Tabela 39).

No 3º e 9º dia, o tratamento controle e o tratamento com a dose de 2kGy não diferiram entre si, apresentando médias menores que o tratamento com a dose de 4kGy. Nos dois últimos períodos o tratamento controle apresentou médias significativamente maiores que os demais tratamentos, o que muito provavelmente foi devido à carga microbiana.

Tabela 39 – Médias de acidez titulável para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	0,33 a	0,27 ab	0,23 b	0,23 b	0,24 a	0,57 a
Dose de 2kGy	0,28 ab	0,24 b	0,28 a	0,24 b	0,17 b	0,31 b
Dose de 4kGy	0,26 b	0,33 a	0,35 a	0,30 a	0,17 b	0,33 b
CV = 8,92%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.1.7 Relação SS/AT

O tratamento controle diferiu significativamente dos tratamentos com as doses de 2kGy e de 4kGy no 1°, 12° e 15° dia, apresentando a maior média de *ratio* no 1° dia, e as menores médias no 12° e 15° dia (Tabela 40).

Tabela 40 – Médias de *ratio* para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	53,50 a	55,58 a	38,98 a	48,95 a	40,69 b	22,14 b
Dose de 2kGy	42,00 b	46,78 a	31,58 a	47,19 a	64,52 a	37,62 a
Dose de 4kGy	38,33 b	50,89 a	33,34 a	40,42 a	66,36 a	34,05 a
CV = 20,78%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.1.8 pH

Até o nono dia de armazenamento os tratamentos não apresentaram diferenças significativas entre si (Tabela 41).

O tratamento controle apresentou médias de pH significativamente menores que os demais tratamentos no 12º e 15º dia, as quais estão em concordância com as maiores médias de acidez titulável constatadas, o que pode ser devido ao desenvolvimento microbiano ou acúmulo de CO₂ no interior das embalagens. Pimentel e Walder (2004) avaliando a influência da radiação gama em mamões colhidos em diferentes pontos de maturação, também não verificaram efeito sobre o pH.

Tabela 41 – Médias de pH para mamão processado minimamente submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a 5±1°C e 90±2%UR por 15 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	5,09 a	5,18 a	5,48 a	5,14 a	4,88 b	5,00 c
Dose de 2kGy	5,19 a	5,37 a	5,52 a	5,14 a	5,17 a	5,56 a
Dose de 4kGy	5,15 a	5,19 a	5,46 a	5,09 a	5,23 a	5,32 b
CV = 6,08%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.2 Análises Microbiológicas

Em nenhuma das amostras analisadas houve detecção de *Salmonella* e as contagens de coliformes termotolerantes foram inferiores a 10UFC g⁻¹ (Tabela 42), indicando boas práticas de sanitização e higiene durante o processamento do produto. Estes resultados estão em conformidade com o limite estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), que preconiza ausência de *Salmonellas* em 25g de amostra e no máximo 5x10²UFC de coliformes termotolerantes em 1g de fruta fresca.

Para os microrganismos aeróbios psicrotróficos estritos e facultativos viáveis foram encontradas contagens inferiores a 10UFC g⁻¹ para os tratamentos com as

doses de 2kGy e de 4kGy durante todo armazenamento. O tratamento controle apresentou crescimento destes microrganismos somente a partir do nono dia.

Giannoni (2004) trabalhando com mamões 'Formosa' PM tratados com doses de 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e 1,0kGy, constatou que a média populacional de microrganismos psicrotróficos passou de $3,7 \times 10^3 \text{UFC mL}^{-1}$ para $1,6 \times 10^3 \text{UFC mL}^{-1}$, respectivamente, do 1º para o 5º dia, promovendo uma redução de 75,56%, demonstrando assim, que de uma maneira geral, o grau de redução populacional esteve relacionado com doses mais elevadas de radiação gama, como também sugerido por Lima, Costêlha e Luchese (2001).

Moreira, Vieites e Evangelista (2009), avaliando melões Cantaloupe PM irradiados e armazenados a 5°C encontraram contagens de psicrotróficos inferiores a 10^3UFC g^{-1} para os mamões PM tratados com dose de 0,5kGy, quando comparados ao tratamento controle, que no final do armazenamento era de $5,48 \times 10^3 \text{UFC g}^{-1}$.

Contagens de coliformes totais inferiores a 10UFC g^{-1} para os tratamentos com as doses de 2kGy e de 4kGy durante todo armazenamento e para o tratamento controle até o sexto dia, indicaram ausência destes microrganismos, além de evidenciar a eficiência das condições higiênicas em que se deu o processamento dos frutos e a ação positiva do NADCC na desinfecção do produto, bem como o efeito da temperatura de 5°C.

O crescimento de coliformes totais para o controle ocorreu a partir do nono dia, indicando que as doses de 2kGy e 4kGy contribuíram para inibir o desenvolvimento destes microrganismos durante todo armazenamento, atuando de forma eficaz na conservação do mamão PM.

Giannoni (2004) verificou ausência de coliformes totais em todos os tratamentos, inclusive no tratamento controle. Este fato certamente está relacionado com o binômio irradiação-frio, já que os representantes deste grupo não apresentam muita resistência aos dois procedimentos adotados (SILVA, 2000). Resultado similar também foi constatado em melões PM (MOREIRA; VIEITES; EVANGELISTA, 2009).

Bolores e leveduras apresentaram contagens inferiores a 10UFC g^{-1} para os tratamentos com as doses de 2kGy e 4kGy durante todo armazenamento, evidenciando a eficácia da irradiação. O tratamento controle apresentou crescimento de bolores e leveduras somente a partir do nono dia. Neste contexto, as boas

práticas de fabricação, bem como a temperatura de armazenamento utilizada (5°C), contribuíram para inibir o desenvolvimento de bolores e leveduras.

Giannoni (2004) verificou que, após a irradiação, os mamões tiveram uma redução média de 56% e 51,87%, nas contagens de fungos e leveduras, respectivamente, quando comparados ao tratamento controle, comprovando assim, a eficácia da irradiação no controle destes microrganismos, conforme relatado por Silva (2000). Melões Cantaloupe PM irradiados apresentaram contagens de bolores e leveduras inferiores a 10^3UFC g^{-1} até o oitavo dia de armazenamento (MOREIRA; VIEITES; EVANGELISTA, 2009).

Tabela 42 – Análises microbiológicas para mamão minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 2\% \text{UR}$ por 15 dias

Tratamento	Tempo (dias)	<i>Salmonella</i> sp. (presença (+))	Coliformes a termotolerantes	Coliformes totais	Psicrotróficos	Bolores e leveduras
			-----(UFC g^{-1})-----			
Controle	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	$3,0 \times 10^2$	$3,9 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
	12	[-]	< 10	$3,5 \times 10^2$	$4,6 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
	15	[-]	< 10	$3,9 \times 10^2$	$5,1 \times 10^2$	$2,2 \times 10^2$
2 kGy	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	15	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
4 kGy	1	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	3	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	6	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	9	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	12	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10
	15	[-]	< 10	< 10	< 10	< 10

[-]: ausência

5.3.3 Análise Sensorial

5.3.3.1. Aparência

A aparência obteve 100% de aceitação para todos os tratamentos (Tabela 43), sendo observada diferença estatística somente no sexto dia, quando o tratamento controle apresentou média de aparência significativamente menor que o tratamento com a dose de 4kGy.

O controle apresentou média menor que as doses de 2kGy e 4kGy somente no sexto dia. Segundo Giannoni (2004) doses de radiação de 0,6kGy e 1,0kGy foi benéfica na preservação da aparência dos mamões MP armazenados por até nove dias a 9°C. Pimentel e Walder (2004) avaliando a influência da radiação gama em mamões colhidos em diferentes pontos de maturação, também verificaram maior uniformidade na cor dos frutos irradiados e aparência superior dos frutos tratados com a dose de 0,75kGy, em relação ao tratamento controle.

Tabela 43 – Médias de aparência para mamão minimamente processado submetidos aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%$ UR por 12 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	7,73 a	7,33 a	6,90 b	7,26 a	7,23 a	7,73 a
Dose de 2kGy	7,83 a	7,56 a	7,26 ab	7,23 a	7,20 a	7,83 a
Dose de 4kGy	7,86 a	7,66 a	7,50 a	7,66 a	7,56 a	7,86 a
CV = 9,90%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.3.2 Aroma

O aroma também obteve 100% de aceitação e não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos durante todo armazenamento (Tabela 44).

Giannoni (2004) avaliando a qualidade de mamões PM também não verificou diferenças estatísticas entre os diferentes tratamentos. O autor observou maior preservação do aroma nos tratamentos com as doses de 0,6kGy e de 1,0kGy, semelhante aos resultados encontrados por Bleinroth (1995), onde foi constatado que os tratamentos com as doses de 0,5kGy e de 0,8kGy permitiram a manutenção da textura dos mamões, sem causar perda de aroma e sabor.

Estudos comprovam que doses de até 4kGy não prejudicam o aroma dos mamões (AKAMINE; MOY, 1983; AKAMINE; WONG, 1966).

Tabela 44 – Médias de aroma para mamão minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	7,63 a	7,43 a	7,10 a	7,53 a	7,33 a	7,63 a
Dose de 2kGy	7,56 a	7,26 a	7,13 a	7,20 a	6,86 a	7,56 a
Dose de 4kGy	7,76 a	7,46 a	7,10 a	7,30 a	7,06 a	7,76 a
CV = 10,88%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.3.3 Sabor

Conforme observado para o aroma, o sabor também obteve 100% de aceitação e não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos durante todo armazenamento (Tabela 45). Giannoni (2004) também obteve grande aceitabilidade para os mamões PM e irradiados.

O sabor do mamão é muito apreciado devido a sua baixa acidez e alto teor de açúcares. Segundo Akamine e Moy (1983) e Akamine e Wong (1966) doses de até 4kGy não prejudicam o sabor dos mamões.

Tabela 45 – Médias de sabor para mamão minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	7,96 a	7,63 a	7,20 a	7,53 a	6,80 a	7,50 a
Dose de 2kGy	7,93 a	7,53 a	7,16 a	7,43 a	6,80 a	7,36 a
Dose de 4kGy	7,96 a	7,40 a	7,00 a	7,23 a	6,63 a	7,50 a
CV = 9,87%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.3.4 Textura

A textura também obteve 100% de aceitação e não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos durante todo armazenamento (Tabela 46).

Gianonni (2004) observou o efeito positivo da radiação gama sobre a textura de mamões PM, sendo as doses de 0,2; 0,6; 0,8 e 1,0kGy as mais eficazes. Akamine e Wong (1966) constataram que a dose de 0,75kGy foi considerada ótima para a retenção de firmeza de mamões inteiros.

Tabela 46 – Médias de textura para mamão minimamente processado submetido aos diferentes tratamentos e armazenado a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$ por 12 dias

Tratamento	Dias de Armazenamento					
	1	3	6	9	12	15
Controle	7,86 a	7,66 a	7,30 a	7,46 a	6,60 a	7,70 a
Dose de 2kGy	7,86 a	7,63 a	7,33 a	7,53 a	6,50 a	7,66 a
Dose de 4kGy	7,80 a	7,76 a	7,20 a	7,30 a	6,50 a	7,46 a
CV = 10,86%						

*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 95% de confiança. CV= coeficiente de variação. UR= umidade relativa.

5.3.10.5 Intenção de compra

A maior porcentagem de intenção de compra (76,66%) para os mamões minimamente processados incidiu sobre as notas 4 e 5, com 48,33% referentes à “certamente compraria” e 28,33% referente a “provavelmente compraria” (Figura 44).

Figura 44 – Teste de intenção de compra para mamões procesados minimamente

As respostas do teste de aceitação, referentes à pergunta sobre o que os provadores mais e menos apreciaram nas amostras são apresentadas na Tabela 47.

Tabela 47 – Avaliação geral das amostras de mamão minimamente processado (“mais gostei” e “menos gostei”)

Mais gostei	Menos gostei
Aparência de fresco/maduro	Aparência de “passado”/ressecado
Aroma característico	Redução do aroma
Sabor adocicado	Sabor amargo/“aguado”
Textura firme	Textura mole/quebradiça

5.4 CONCLUSÃO

Considerando o custo da tecnologia relacionado ao preço das aplicações da radiação gama, a melhor opção, até seis dias de armazenamento, consiste em fazer apenas uma boa sanitização dos mamões PM, como feito no tratamento controle. No entanto, se o interesse for preservar a vida útil dos mamões PM por um período maior, de até 15 dias, o tratamento com a dose de 2kGy pode ser utilizado com resultados satisfatórios, desde que respeitadas as condições de temperatura e umidade utilizadas na presente pesquisa ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$).

6 CONCLUSÃO FINAL

Respeitando as condições de temperatura e umidade utilizadas na presente pesquisa ($5\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90\pm 2\%\text{UR}$) mamões PM sanitizados com Dicloisocianurato de sódio contendo (NaDCC) contendo 100mg L^{-1} de cloro ativo podem ser armazenados por até seis dias, o que pode ser constatado nos tratamentos controle dos experimentos 1 e 3. A sanitização com NaDCC contendo 20mg L^{-1} de cloro ativo, associado ao tratamento com cloreto de cálcio a 0,75% amplia o período de armazenamento para 9 dias, o que pode ser constatado no tratamento controle do experimento 2.

Contudo, se o interesse for preservar a vida útil dos mamões PM por um período maior, de até 12 dias, o emprego do tratamento com a combinação de aldeído cinâmico 0,1% e cloreto de cálcio 0,75% pode ser utilizado com resultados satisfatórios. Caso o interesse esteja direcionado para a utilização de revestimentos comestíveis, recomenda-se o tratamento com o amido de arroz, pois além de apresentar resultados satisfatórios, tem o menor preço de mercado.

A dose de 2kGy permite que o armazenamento dos mamões PM se estenda por até 15 dias. No entanto, doses inferiores devem ser testadas no intuito de se conseguir resultados satisfatórios associado a um menor custo, visto que os custos líquidos da irradiação são competitivos com os de outros tratamentos convencionais, e, em alguns casos, podem ser mais baratos, dependendo do tipo de produto, da quantidade e da distância da região produtora até a fonte irradiadora.

REFERÊNCIAS

- AGUILA, J.S.; HEIFFIG, L.S.; JACOMINO, A.P.; SASAKI, F.F.; KLUGE, R.A.; ORTEGA, E.M.M. Qualidade de rabanete minimamente processado e armazenado em embalagens com atmosfera modificada passiva e refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 9, n. 1, p. 19-24, 2006.
- AKAMINE, E.K.; WONG, R.T.E. Extending shelf life of papayas with gamma irradiation, **Hawaii Farm. Science**, Honolulu, v. 15, n. 4, p. 4-6, 1966.
- AKAMINE, E.K.; MOY, J.H. Delay in postharvest ripening and senescence of fruits. In: JOSEPHSON, E.S.; PETERSON, M.S. (Eds) **Preservation of Food by Ionizing Radiation**. Boca Raton: CRC Press, v. 3, p. 129-158, 1983.
- ARRUDA, M.C. **Processamento mínimo de laranja 'Pêra'**. 2007. 92p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR12806**. Análise sensorial de alimentos e bebidas – terminologia. São Paulo, 1993.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 18 ed. Gaithersburg, 2005.
- BEHRENS, J.H.; SILVA, M.A.A.P.; WAKELING, I.N. Avaliação da aceitação de vinhos brancos varietais brasileiros através de testes sensoriais afetivos e técnica multivariada de mapa de preferência interno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 214-220, 1999.
- BLEINROTH, E.W. Determinação do ponto de colheita. In: GAYET, J.P. et al. **Mamão para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília, DF: MAARA; Frupe, 1995. p. 10-24. (Série Publicações Técnicas).
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Oficializa os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 de set. 2003. Seção 1, p.14.
- _____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. Resolução – RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001: regulamento técnico sobre padrões microbiológicos em alimentos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1. Disponível em: <http://anvisa.gov.br/legis/resol/12_01rdc.htm>. Acesso em: 10 jan. 2008.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. – Lavras: UFLA, 2005. 785p.

FARKAS, J. Irradiation for better foods. **Trends in Food Science & Technology**, Oxford, v. 17, p. 148-152, 2006.

GIANNONI, J.A. **Irradiação gama e armazenamento do mamão 'Formosa' minimamente processado**. 2004. 96p. Tese (Doutorado em Agronomia – Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL SOBRE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS. **A irradiação de alimentos: ficção ou realidade**. GCIIA/FAO/AIEA, 1991. 38p.

HERNÁNDEZ, Y.; LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. Evaluación de la calidad microbiológica en papaya fresca cortada. In: LOBO, M.G.; GONZÁLEZ, M. **Procesado mínimo de frutas**. La Laguna: Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, 2007. p. 99-109.

IADEROZA, M.; BLEINROTH, E.W.; AZUMA, E.H. Efeitos da radiação ionizante na atividade da pectinesterase do mamão cultivar Solo. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 76-82, 1988.

JACOMINO, A.P.; ARRUDA, M.C.; MOREIRA, R.C.; KLUGE, R.A. **Processamento mínimo de frutas no Brasil**. In: SIMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADO DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EM IBEROAMÉRICA, 2004, San José, Costa Rica. **Anais...** San José, Costa Rica, 2004. p. 79-86. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/22238911/oleric>>. Acesso em: 01 fev. 2010.

KAUR, T.; SINGH, S.; VERMA M.; GANGULY, N.K.; PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

LIMA, K.S.C.; COSTÊLHA, S.S.; LUCHESE, R.H. Qualidade em cenouras (*Daucus carota*) minimamente processadas e irradiadas: avaliação microbiológica e instrumental de cor e textura. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 4, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCTA, 2001. p. 285.

MACHADO, A.A.; CONCEIÇÃO, A.R. **WinStat**. Sistema para análise estatística para Windows. Versão 2.11. Pelotas: UFPel/NIA. 2003.

MELLO, P.H. Radioatividade e a polêmica história das suas aplicações. **Revista Eletrônica de Ciências**, São Carlos, n. 32, 2006. Disponível em: www.cdcc.sc.usp.br/ciencia. Acesso em: 11 nov. 2007.

MINOLTA. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Ransey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994.

MOREIRA, G.C.; VIEITES, R.L.; EVANGELISTA, R.M. Avaliação microbiológica de melão Cantaloupe minimamente processado submetido a doses de radiação gama. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 2, n. 2, p. 86-95, 2009.

NIEMIRA, B.A. Irradiation sensitivity of planktonic biofilm-associated *Escherichia coli* O157: H7 isolates is influenced by culture conditions. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 73, n. 10, p. 3239-3244, 2007.

NIEMIRA, B.A.; FAN, X. Low-dose irradiation of fresh and fresh-cut produce: safety, sensory and shelf-life. In: SOMMERS, C.; FAN, X. (Ed.). **Food irradiation research and technology**. Ames: Blackwell Publishing and Institute of Food Technologists, 2005. p. 169-181.

OLIVEIRA, L.M. As opções em alta barreira para embalagens de alimentos. **Informativo CETEA – Centro de Tecnologia de Embalagem**, Campinas, v. 2, n. 4, 1990.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G. **Conservação pós-colheita de mamão (*Carica Papaya* L.) utilizando atmosfera modificada em diferentes temperaturas de armazenamento**. 2002. 82p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos de Goytacazes, RJ, 2002.

OLIVEIRA JUNIOR, L.F.G.; CARLOS, L.A.; CORDEIRO, C.A.M.; COELHO, E.M.; ARAÚJO, T.R. Qualidade de mamão ‘Golden’ minimamente processado armazenado em diferentes temperaturas. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 3, p. 219-224, 2007.

ORDÓÑEZ PEREDA, J.A.; RODRÍGUEZ, M.I.C.; ÁLVAREZ, L.F.; SANZ, M.L.G.; MINGUILLÓN, G.G.F.; PERALES, L. La HOZ; CORTECERO, M.D.S. Utilização de radiações eletromagnéticas na indústria alimentícia. In: _____(Ed.). **Tecnologia de alimentos: componentes dos alimentos e processos**. Porto Alegre: ARTMED, 2005. v. 1, cap. 9, p. 125-154.

ORNELLAS, C.B.D.; GONÇALVES, M.P.J.; SILVA, P.R.; MARTINS, R.T. Atitude do consumidor frente a irradiação de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 1, p. 211-213, 2006.

PAULL, R.E.; CHEN, W. Minimal processing of papaya (*Carica papaya* L.) and the physiology of halved fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 12, n. 1, p. 93-99, 1997.

PERYAM, D.R.; GIRARDOT, N.F. Advanced taste test method. **Food Engineering**. New York, v. 24, n. 7, p. 58-61, 1952.

PIMENTEL, R.M. de A.; WALDER, J.M.M. Gamma radiation in papaya harvested at three stages of maturation. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 61, n. 2, p. 146-150, 2004.

POSTE, L.M.; MACKIE, D.A.; BUTLER, G.; LARMOND, E. **Laboratory methods for sensory analysis of food**. Ottawa: Research Branch, Agriculture Canada, 1991. 90p.

ROCHA, R.H.C.; NASCIMENTO, S.R.C.; MENEZES, J.B.; NUNES, G.H.S.; SILVA, E.O. Qualidade pós-colheita do mamão Formosa armazenado sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 386-389, 2005.

SAS INSTITUTE INC. **SAS® software Version 9.2**. Cary, NC, 2009.

SILVA, J.A. **Tópicos da tecnologia de alimentos**. São Paulo: Varela, 2000. 231p.

SILVA, A.L.F. da; ROZA, C.R. da. Uso da irradiação em alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 49-56, 2010.

SIGRIST, J.M.M.; MALI, L. Novos rumos da irradiação de alimentos no Brasil: alimentos irradiados-qualidade e segurança. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE IRRADIAÇÃO DE ALIMENTOS, 1., 2003, Campinas. Campinas: ITAL, 2003. p. 127.

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

VILLAVICENCIO, A.L.C.H. **Avaliação dos efeitos da radiação ionizante de ^{60}Co em propriedades físicas, químicas e nutricionais dos feijões *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata* (L.) Walp**. São Paulo, 1998. 138p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo.

WAGNER INSTRUMENTS FRUIT TEST™. Manuals. Disponível em: http://www.fruittest.com/ft_fruit_test.php. Acesso em 03 dez. 2011.