



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**JOSIELE BRILHANTE SILVA**

**REVESTIMENTO COMESTÍVEL PARA MANGA (*Mangifera Indica*, L.) À BASE  
DE CERA DE CARNAÚBA COM ANTIMICROBIANOS**

**FORTALEZA  
2009**

**JOSIELE BRILHANTE SILVA**

**REVESTIMENTO COMESTÍVEL PARA MANGA (Mangifera Indica, L.) À BASE  
DE CERA DE CARNAÚBA COM ANTIMICROBIANOS**

Dissertação submetida à apreciação da banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Evânia Altina T. de Figueiredo

**FORTALEZA  
2009**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca de Ciências e Tecnologia

---

S58r

Silva, Josiele Brilhante da.

Revestimento comestível para manga (*Mangifera Indica*, L.) à base de cera de carnaúba com antimicrobianos. / Josiele Brilhante da Silva. – 2013.

68. : il. color., enc. ; 30 cm.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Tecnologia de Alimentos, Fortaleza, 2013.

Área de Concentração: Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientação: Profa. Dra. Evânia Altina T. de Figueiredo

1. Manga – tecnologia pós-colheita. 2. Frutas – conservação. 3. Cera de carnaúba.  
I. Título.

**JOSIELE BRILHANTE SILVA**

**REVESTIMENTO COMESTÍVEL PARA MANGA (*Mangifera Indica*, L.) À BASE  
DE CERA DE CARNAÚBA COM ANTIMICROBIANOS**

Dissertação submetida à apreciação da banca examinadora do Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciências e Tecnologia de Alimentos.

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Evânia Altina T. de Figueiredo Bastos

(Orientadora)

**Universidade Federal do Ceará**

---

Dra. Maria do Socorro Rocha

(Co-orientadora)

**Embrapa Agroindústria Tropical**

---

Dr. Paulo Henrique Machado de Sousa  
(Membro)

**Universidade Federal do Ceará**

---

Dra. Maria de Fátima Borges  
(Suplente)

**Embrapa Agroindústria Tropical**

---

Profa. Dra. Juliana Doering Gasparin de Carvalho  
(Suplente)

**Universidade Federal do Ceará**

## Dedico

Aos meus pais Manoel Carneiro da Silva e Maria José Brilhante Silva meu porto seguro.

Aos meus irmãos Joselito e Joesito Brilhante Silva pelo incentivo incondicional.

Aos meus sobrinhos Talita, Nina e Enzo pelos momentos alegres.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, minha luz e minha salvação.

A Nossa Senhora Auxiliadora, a minha devoção.

A Universidade Federal do Ceará pela oportunidade concedida para o aprimoramento da minha formação acadêmica.

A Embrapa Agroindústria Tropical pelo apoio financeiro, técnico e logístico na realização deste trabalho.

A minha orientadora, Prof. Dra. Evânia Altina, pelo agradável convívio, compreensão e aprendizado.

A minha co-orientadora, Dra. Socorro Bastos pela paciência, amizade e por todos os ensinamentos.

Ao Dr. Paulo Henrique, pelas orientações nas análises estatísticas, pela boa vontade em fazer parte como membro desta defesa, e pelo “ombro amigo”.

Aos suplentes Dra. Fátima Borges e Dra. Juliana Doering pela disponibilidade em participar da defesa.

Ao Dr. Nédio Wurlitzer e ao Prof. Dr. Willane Figueiredo pelas sugestões durante a pré-defesa e qualificação.

Aos pesquisadores Celli, Farley, Henriette, Ingrid, Janice e Roselayne da Embrapa Agroindústria Tropical, pela atenção dispensada em todos os momentos solicitados.

Aos Analistas Arthur e Márcia da Embrapa Agroindústria Tropical pela solicitude.

A empresa Finobrasa Agroindústria S.A. em nome de Altamir Guilherme, pelo fornecimento dos frutos.

A Hérica Ferreira pela amizade e generosidade.

Ao Prof. PhD Carlos Wagner na condução das análises estatísticas.

A Maria Alves, Mônica e Neuma pelo laço de amizade formado.

Às colegas do curso de mestrado, Ana Paula, Edivania e Marinês, pela convivência harmoniosa e companheirismo.

A todas as “Marias” Evani, Isadora, Maria Ferreira, Nara, Norma, Juliana, Paloma, Kellina, Ravena, e Sandra, também a Daniel, Marcelo, Victor e Wellington pela preciosa colaboração e companheirismo ao longo da realização desse trabalho.

A equipe do Laboratório de Microbiologia da UFC-DTA Ana Célia, Cristiane, Ilyana, Maria Rodrigues, Monalisa, Natália, Priscila, Ticiane e Viviane pelo esforço e dedicação nas análises microbiológicas.

Ao Paulo, secretário do Curso de Mestrado, por sua presteza.

A todos aqueles que, de maneira direta ou indireta, tenham colaborado com a realização deste trabalho.

## RESUMO

A mangicultura é uma das principais atividades do agronegócio frutícola do Brasil. A manga está presente em todo território brasileiro, mas o cultivo econômico concentra-se nas regiões Nordeste e Sudeste. Dentre as cultivares de maior importância comercial, Tommy Atkins é a mais cultivada e exportada. A maioria das frutas e hortaliças possui uma camada de cera natural na superfície e a aplicação de um revestimento serve para aumentar a estabilidade física, química e microbiológica. A adição de agentes antimicrobianos tem como objetivo limitar ou prevenir o crescimento microbiano. Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver revestimentos comestíveis a base de cera de carnaúba adicionada dos antimicrobianos triclosan e ácido sórbico visando o prolongamento da vida útil pós-colheita da manga (*Mangifera indica* L.) variedade "Tommy Atkins". Os frutos foram submetidos a quatro tratamentos: Mangas lavadas e sanificadas (Controle); Mangas lavadas, sanificadas e com cera de carnaúba (Controle com cera); Mangas lavadas, sanificadas, com cera de carnaúba e triclosan a 1% (Cera de carnaúba com triclosan) e Mangas lavadas, sanificadas, com cera de carnaúba e ácido sórbico a 0,1% (Cera de carnaúba com ácido sórbico) por 35 dias de armazenamento. Os tratamentos foram submetidos às análises física, química e físico-química, microbiológica, microscópica e sensorial.

**Palavras-chave:** revestimento comestível, antimicrobianos e manga.

## ABSTRAT

The mango crop is one of the principal activities of Brazilian agribusiness. The mango is present in all Brazilian territory, but the economic cultivation is concentrated in the Northeast and Southeast of Brazil. Among the cultivars of most important commercial, Tommy Atkins is the most cultivated and exported. Most fruits and vegetables have a natural layer of wax on the surface and applying a coating serves to increase the physical, chemical and microbiological stability. The present study aimed to develop edible coatings based on wax added to the antimicrobial triclosan and sorbic acid in order to extend the shelf life of harvested mango (*Mangifera indica* L.) variety 'Tommy Atkins. The fruits were subjected to four treatments: mangoes washed and sanitized (control); mangoes washed, sanitized and with carnauba wax (control with wax), mangoes cleaned, sanitized, with waxes and triclosan 1% (carnauba wax with triclosan) and mangoes washed, sanitized, with waxes, and sorbic acid 0.1% (carnauba wax with sorbic acid) for 35 days of storage. The treatments were analyzed using physical, chemical, physico-chemical, microbiological and sensory analysis.

Keywords: edible coatings, antimicrobial and mango.

## SUMÁRIO

### LISTA DE TABELAS

### LISTA DE FIGURAS

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>14</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1.</b>	<b>Objetivo Geral.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2.</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>16</b>
<b>3.</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.</b>	<b>Aspectos gerais da manga.....</b>	<b>16</b>
<b>3.2.</b>	<b>Embalagens comestíveis.....</b>	<b>18</b>
<b>3.3.</b>	<b>Cera de carnaúba.....</b>	<b>19</b>
<b>3.4.</b>	<b>Embalagens comestíveis aplicados às frutas.....</b>	<b>20</b>
<b>3.5.</b>	<b>Embalagens comestíveis incorporadas de agentes antimicrobianos.....</b>	<b>22</b>
<b>3.6.</b>	<b>Microscopia eletrônica de varredura – MEV.....</b>	<b>24</b>
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
<b>4.1.</b>	<b>Testes preliminares.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2.</b>	<b>Teste do halo.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3.</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>27</b>
<b>4.4.</b>	<b>Matéria-prima.....</b>	<b>27</b>
<b>4.5.</b>	<b>Descrição do processo.....</b>	<b>28</b>
<b>4.6.</b>	<b>Análises físicas.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6.1.</b>	<b>Perda de massa.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6.2.</b>	<b>Firmeza.....</b>	<b>31</b>
<b>4.6.3.</b>	<b>Diferença de cor (<math>\Delta E</math>).....</b>	<b>31</b>
<b>4.7.</b>	<b>Análises químicas e físico-químicas.....</b>	<b>32</b>
<b>4.7.1.</b>	<b>Sólidos solúveis (SS).....</b>	<b>32</b>
<b>4.7.2.</b>	<b>Acidez Total Titulável (ATT).....</b>	<b>32</b>
<b>4.7.3.</b>	<b>pH.....</b>	<b>32</b>
<b>4.8.</b>	<b>Análises microbiológicas.....</b>	<b>32</b>
<b>4.8.1.</b>	<b>Preparo da amostra.....</b>	<b>33</b>
<b>4.8.2.</b>	<b>Contagem de Coliformes totais.....</b>	<b>33</b>
<b>4.8.3.</b>	<b>Contagem de Bactérias Mesófilas e de Psicrotróficas.....</b>	<b>33</b>

4.8.4.	Contagem de Bolores e Leveduras.....	34
4.8.5.	Pesquisa de <i>Salmonella</i> sp.....	34
4.8.5.1.	Pré-enriquecimento e Isolamento.....	34
4.8.5.2.	Identificação.....	34
<b>4.9.</b>	<b>Microscopia eletrônica de varredura – MEV.....</b>	<b>35</b>
<b>4.10.</b>	<b>Análise sensorial (aparência).....</b>	<b>35</b>
4.10.1.	Teste de aceitação.....	35
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>37</b>
<b>5.1.</b>	<b>Definição da concentração de cera de carnaúba.....</b>	<b>37</b>
<b>5.2.</b>	<b>Concentração dos agentes antimicrobianos.....</b>	<b>37</b>
<b>5.3.</b>	<b>Determinações físicas.....</b>	<b>38</b>
5.3.1	Perda de massa.....	38
5.3.2	Firmeza.....	40
5.3.3	Diferença de cor ( $\Delta E$ ) .....	41
<b>5.4.</b>	<b>Determinações químicas e físico-químicas.....</b>	<b>44</b>
5.4.1	Sólidos solúveis (SS).....	44
5.4.2	Acidez total titulável (ATT).....	45
5.4.3	pH.....	46
<b>5.5.</b>	<b>Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, psicotróficas, bolores e leveduras, coliformes totais e <i>Salmonella</i> sp.....</b>	<b>48</b>
<b>5.6.</b>	<b>Análise sensorial (aparência).....</b>	<b>54</b>
<b>5.7.</b>	<b>Microscopia eletrônica de varredura (MEV).....</b>	<b>55</b>
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>59</b>
<b>7.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>60</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Teste T pareado para a concentração de triclosan e ácido sórbico.....	37
Tabela 2 –	Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.....	39
Tabela 3 –	Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.....	39
Tabela 4 –	Média dos valores de $\Delta E$ nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.....	42
Tabela 5 –	Média dos valores de $\Delta E$ nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.	42
Tabela 6 –	Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros –, sólidos solúveis, acidez titulável e pH a temperatura de 10°C.....	43
Tabela 7 –	Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros –, sólidos solúveis, acidez titulável e pH a temperatura de 25°C.....	43
Tabela 8 –	Média dos valores de pH dos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.....	47
Tabela 9 –	Média dos valores de pH dos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 25°C.....	47
Tabela 10 –	Média dos valores do teste de aceitação nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.....	

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Escalas de coloração da casca e da polpa como guia de maturação das mangas ‘Tommy Atkins’ (adaptado de GTZ, 1992).....	28
Figura 2 –	Fluxograma de processamento dos quatros tratamentos estudados na manga variedade ‘Tommy Atkins’.....	30
Figura 3 –	Modelo da ficha do teste de aceitação de manga ‘Tommy Atkins’.....	36
Figura 4 –	Média dos valores de firmeza nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.....	40
Figura 5 –	Média dos valores de firmeza nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.....	40
Figura 6 –	Médias dos teores de sólidos solúveis (°Brix) dos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C	44
Figura 7 –	Acidez dos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 25°C	45
Figura 8 –	Média do logaritmo da contagem de bactérias aeróbias mesófilas nos quatro tratamentos a temperatura de 10°C.....	50
Figura 9 –	Média do logaritmo da contagem de bactérias aeróbias mesófilas nos quatro tratamentos a temperatura de 25°C.	51
Figura 10 –	Média do logaritmo da contagem de bolores e leveduras nos quatro tratamentos a temperatura de 10°C.....	52
Figura 11 –	Média do logaritmo da contagem de bolores e leveduras nos quatro tratamentos a temperatura de 25°C.....	53
Figura 12 –	Média dos valores do teste de aceitação nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.....	54
Figura 13 –	Média dos valores do teste de aceitação nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 25°C.....	55
Figura 14 –	Eletromicrografias das amostras de manga no tempo zero a 25°C. A – Controle. B – Controle com cera de carnaúba, x500, 20µm. C – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico, x500, 10µm. D – Cera de carnaúba com Triclosan, x500,10µm.....	56
Figura 15 –	Eletromicrografias obtidas de amostras de manga coletadas no tempo 15 dias a temperatura de 25°C. A – Controle x100, 100µm. B – Controle com Cera de carnaúba x100, 100µm; C – Cera de carnaúba com Triclosan, x100, 100µm; D – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico x 50,100µm.....	57
Figura 16 –	Eletromicrografias obtidas de amostras de manga coletadas no tempo 15 dias a temperatura de 25°C. A – Controle x100, 100µm. B – Controle com Cera de carnaúba x100, 100µm; C – Cera de carnaúba com Triclosan, x100, 100µm; D – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico x 50,100µm.....	57

Figura 17 – Eletromicrografias obtidas de amostras de manga coletadas no tempo 30 dias a 10°C. A – Controle, x100, 100µm. B – Controle com Cera de carnaúba, x500, 20µm C – Cera de carnaúba com Triclosan, x100, 100µm.. D – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico, x500, 20µm. 58

## 1. INTRODUÇÃO

A qualidade da fruticultura brasileira tem despertado crescentes investimentos, motivado muitas negociações e impulsionado a produção brasileira (CORRÊA, 2008). O acentuado crescimento no consumo de frutas frescas e processadas, torna o mercado cada vez mais exigente pressionando por busca de novas tecnologias de produção, colheita, pós-colheita, armazenamento, transporte e comercialização (MAIA et al, 2007).

O cenário mercadológico internacional requer grandes mudanças nos sistemas de produção de frutas, exigindo dos produtores a adoção de critérios de qualidade, produção certificada e cumprimento de normas internacionais relacionadas à segurança do alimento, rastreabilidade e respeito ao meio ambiente e ao homem (LOPES et al, 2008).

A manga é uma fruta tropical que aumentou em volume de comercialização mundial (SOUZA, et al., 2002), sendo a Índia o maior produtor mundial, seguido pela China e México estando o Brasil em sétimo lugar em produção (FAO, 2007).

No Brasil, a manga ocupa uma área de 79.246 hectares com uma produção de 1.272.184 toneladas de frutas no ano de 2007 (IBRAF, 2009), estando presente em todo território, mas o cultivo econômico concentra-se nas regiões Nordeste e Sudeste (FÁVERO, 2008), sendo a Bahia, São Paulo, Pernambuco, Minas Gerais e Ceará os maiores produtores (IBRAF, 2009).

Em geral, a 'Tommy Atkins' é a variedade que possui a maior participação no volume mundialmente comercializado, devido principalmente à coloração intensa, bom rendimento e resistência ao transporte a longas distâncias, razões pelas quais é a mais produzida atualmente (DEZEM, 2007).

A manga possui uma cera natural na superfície e a aplicação de um revestimento comestível retardará as alterações pós-colheita.

Os revestimentos podem servir para carrear compostos antimicrobianos e/ou outros compostos. Os revestimentos comestíveis com antimicrobianos têm aspecto tecnológico e de inovação ao aumentar a segurança ao consumidor quanto o consumo de alimentos, pois liberam de forma controlada o agente antimicrobiano sobre a superfície do alimento, reduzindo ou mesmo

dispensando sua adição ao produto. Dessa forma o aditivo se encontra em menor quantidade no produto e concentrado na superfície, onde sua presença é mais requerida, pois é nesta região que geralmente ocorre à maioria das deteriorações e contaminações de origem microbiana (GONTARD, 1997; APPENDINI e HOTCHKISS, 2002).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Desenvolver revestimentos comestíveis a base de cera de carnaúba adicionada dos antimicrobianos triclosan e ácido sórbico visando o prolongamento da vida útil pós-colheita da manga (*Mangifera indica* L.) variedade “Tommy Atkins”.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estabelecer a concentração da cera de carnaúba;
- Testar a eficiência do triclosan e ácido sórbico no controle de microrganismos, tais como *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella Tiphymurium*, pelo método do halo, visando determinar a concentração adequada;
- Formular dois revestimentos a base de cera de carnaúba, com triclosan e ácido sórbico e revestir as mangas;
- Avaliar a qualidade dos frutos revestidos em relação a parâmetros físicos e físico-químicos;
- Avaliar a qualidade microbiológica dos frutos revestidos quanto à contagem de bactérias aeróbias mesófilas, contagem de psicotróficos, bolores e leveduras, coliformes totais e *Salmonella* sp.;
- Caracterizar os revestimentos comestíveis por microscopia eletrônica de varredura (MEV) para verificar a integridade celular dos revestimentos;
- Avaliar a qualidade sensorial dos frutos revestidos.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 ASPECTOS GERAIS DA MANGA**

A mangueira pertence à família *Anacardiaceae*, na qual além de *Mangifera*, são encontrados outros gêneros importantes, tais como *Anacardium*, *Pistachio* e *Spondias*. No gênero *Mangifera*, Mukherjee (1985) descreve 39 espécies, enquanto Bompard (1993) relata a existência de 69 espécies e as classifica em dois subgêneros com diversas secções, baseados em caracteres

morfológicos. Dentre essas espécies, a *Mangifera indica* é a mais importante, muito embora existam outras espécies que produzam frutos comestíveis, como *M. altíssima*, *M. caesia*, *M. lagenifera*, *M. macrocarpa*, *M. odorata* e *M. sylvatica*.

É uma árvore frondosa, de porte médio a grande, com copa simétrica, de forma arredondada baixa a piramidal alta, variando de baixa e densa a ereta e aberta, e com folhas sempre verdes. O sistema radicular é caracterizado por uma raiz pivotante e por raízes de superfície, as quais apresentam ramificações compostas por raízes finas e fibrosas (SANTOS-SEREJO, 2005).

O fruto da mangueira é uma drupa, com tamanho e peso variando de poucos gramas a 2 kg, de formas reniforme, ovada oblonga, arredondada ou codiforme, e casca com diferentes variações das cores verde, amarelo e vermelho. Em geral, a cor do fruto está relacionada à cor da raque. A casca é coriácea e macia e envolve a polpa, de cor amarela (várias tonalidades), mais ou menos fibrosa (de acordo com a variedade) e de sabor variado. No interior da polpa encontra-se o caroço ou semente, que é fibroso e apresenta diferentes formas e tamanhos (CUNHA et al., 2002).

De acordo com Almeida et al. (2005), a mangicultura é uma das principais atividades do agronegócio frutícola do Brasil apresentando desempenho crescente nos últimos anos. Figura entre as frutas tropicais de maior expressão econômica nos mercados brasileiro e internacional (BRANDÃO et al., 2003).

As exportações de mangas têm proporcionado ao país receitas bastante significativa, no comparativo das exportações brasileiras de frutas frescas de 2008, sendo a variação 2007/2008 de 15,23% em volume. (IBRAF, 2009).

Dado seu caráter ainda exótico, depois de ser introduzida com sucesso nos países do sul da Europa e dos Estados Unidos, a manga começa agora a ser consumida nos países do Hemisfério Norte, mercados que podem se transformar em novas opções comerciais para o Brasil (FÁVERO, 2008).

Nas negociações internacionais no tocante às exportações, se faz necessário um esforço comum, entre os parceiros comerciais, na busca da remoção dos entraves comerciais incidentes, tais como, as barreiras tarifárias, não-tarifárias e as técnicas (BRASIL, 1999).

No tocante à identificação das barreiras impostas às exportações brasileiras ao comércio de bens, as principais são: barreiras tarifárias (tarifas de importação, outras taxas e valoração aduaneira); barreiras não-tarifárias (restrições quantitativas, licenciamento de importações, procedimentos alfandegários, medidas *antidumping* e compensatórias) e barreiras técnicas (normas e regulamentos técnicos, regulamentos sanitários, fitossanitários e de saúde animal) (BRASIL, 1999).

As variedades de manga mais cultivadas no Brasil, são as de origem norte americana, que se destacam pela ausência de fibra, rendimento em polpa e resistência da casca ao transporte, como a 'Tommy Atkins', a 'Haden', a 'Van Dyke', a 'Keitt', a 'Palmer' e a 'Winter' (DONADON, 2004).

Dentre as cultivares de maior importância comercial, Tommy Atkins é a mais cultivada e exportada no país por ter boa produtividade, boa capacidade de adaptação a diferentes ambientes de cultivo, maior tolerância a doenças além de apresentar frutos com qualidade razoável e boa conservação pós-colheita (CARVALHO *et al.*, 2004).

No mercado interno, a manga é comercializada quase que exclusivamente *in natura*. O beneficiamento industrial vem crescendo, sem, no entanto, haver produção destinada especificamente para este fim, aproveitando-se o excesso de produção no pico de safra, principalmente para produção de suco integral e polpa congelada (PIZZOL *et al.*, 1998).

### **3.2 EMBALAGENS COMESTÍVEIS**

A maioria das frutas e hortaliças possui uma camada de cera natural na superfície, chamada cutícula. A aplicação de um revestimento externo realçará esta barreira natural ou substituirá nos casos onde esta camada parcialmente foi removida ou alterada durante a manipulação ou o processamento pós-colheita (LAWRENCE E IYENGAR 1983; WARTH, 1986).

As formulações de coberturas comestíveis e/ou biodegradáveis devem incluir pelo menos um componente capaz de formar uma matriz adequada, contínua, coesa e aderente (GUILBERT e BIQUET, 1995). São constituídas de pelo menos um agente formador de cobertura (macromoléculas), solvente (água,

etanol, água/etanol, entre outros), plastificante (glicerol, sorbitol, etc), agente ajustador de pH (ácido acético, NH<sub>4</sub>OH) (BERTRAN, 2003).

Os biopolímeros mais utilizados na elaboração de filmes e coberturas para frutas são 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); os lipídios (monoglicérides acetilados, ácido esteárico, ceras e ésteres de ácido graxo) ou a combinação dos mesmos (CUQ *et al*, 1995).

De acordo, com Fakhouri et al. (2007), os filmes elaborados a partir de polissacarídeos ou proteínas possuem excelentes propriedades mecânicas, ópticas e sensoriais, porém, são sensíveis à umidade e apresentam alto coeficiente de permeabilidade ao vapor d'água. Ao contrário, as coberturas compostas de lipídios apresentam boas propriedades de barreiras ao vapor d'água, mas são opacas e pouco flexíveis, além de apresentarem sabor residual, o que pode influenciar as características sensoriais do alimento.

Os componentes lipídicos utilizados como cobertura são as ceras naturais (carnaúba, abelha, candelileia, farelo de arroz), ceras de petróleo (parafina e polietileno), óleos (parafina, óleos mineral e vegetal) e acetoglicérides e ácido oléico (componentes de coberturas) (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Materiais de revestimento tipo ceras ou lipídeos e derivados podem ser aplicados na forma de emulsão estável, microemulsão com água ou ainda, diretamente no produto quando ainda fundidos (CHITARRA e CHITARRA, 2005), sendo a adesão e a durabilidade importantes para manter a qualidade do alimento durante o armazenamento (LIN e ZHAO, 1993).

### **3.3 CERA DE CARNAÚBA**

A carnaubeira (*Copernícia prunífera*) é uma planta típica do Nordeste brasileiro, predominando nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Seu emprego industrial abrange diversas áreas devido às características da cera, a qual após ser refinada, e conforme as variadas classificações são utilizadas na fabricação de diversos produtos (LEAL, 2006).

A cera obtida a partir de uma palmeira brasileira tem sido comercializada sob muitas marcas, em diferentes concentrações e misturas. Pode ser aplicada em produtos dos quais também se consome a casca, devido ao fato de não ser tóxica. Confere brilho e reduz a perda de umidade e voláteis dos produtos, além de ser facilmente removível com água, se necessário (HAGENMAIER E BAKER, 1994).

Como exemplos de aplicações da cera de carnaúba têm-se na área médica (revestimento de cápsulas, cera dental); cosméticos (batom, rímel e creme de barbear); produtos de limpeza; papelaria (fabricação de papel-carbono, lápis de cera, cola, grafite); informática (confecção de *chips*, *tonners* de impressoras e código de barra); alimentícia (polimento de frutas e queijos, goma de mascar, doces, refrigerantes); automobilística (capas de assento de automóveis, e polimento de pintura); cerâmica; embalagens de papelão para produtos alimentícios e revestimentos de latas; frutas e flores artificiais, vegetais desidratados; borracha; materiais elétricos dentre outros (ALVES, 2008).

A cera de carnaúba tem elevado ponto de fusão e densidade sendo adicionada a outras ceras para aumentar o ponto de fusão, dureza, resistência e brilho. A cera de carnaúba é considerada uma substância *Generally Recognized as Safe* (GRAS) é permitida para uso em revestimentos de frutas e legumes frescos, em gomas de mascar, em confeitos, molhos e sem limitações que não sejam as boas práticas de fabricação (HERNANDEZ, 1991).

As ceras (cera de carnaúba, cera de abelha, cera de parafina e outros) têm aplicação comercial como revestimentos protetores para frutas frescas inteiras e vegetais desde os anos 30 reduzindo a abrasão da superfície durante a manipulação da fruta (LAWRENCE E IYENGAR 1983; WARTH, 1986).

### **3.4 EMBALAGENS COMESTÍVEIS APLICADOS ÀS FRUTAS**

A cobertura comestível é definida por dois princípios. Primeiro, o termo comestível implica que os compostos usados na elaboração da embalagem devem ser seguros para o consumo humano, ou seja, sejam considerados GRAS. Segundo, a cobertura deve ser feita a partir de um polímero, tipicamente um biopolímero, já que a cadeia longa é necessária para dar certa insolubilidade e estabilidade à matriz da embalagem em meio aquoso (KLAHORST, 1999).

Segundo Scannel *et al.* (2000), embalagem ativa é um conceito inovador que combina avanços em tecnologia e segurança dos alimentos, embalagens e matérias, em um esforço para melhor atender às demandas de consumidores por alimentos mais frescos e seguros.

Os filmes e coberturas comestíveis 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. Para Carvalho Filho (2000), filmes e coberturas comestíveis são camadas finas de material aplicado sobre os alimentos, na forma de uma cobertura, por imersão ou pulverização.

O processo de preparação das soluções precursoras para coberturas comestíveis requer protocolos e seqüências específicas. A cobertura em si é um procedimento simples e passível de aplicação em larga escala. Os frutos, ou legumes, íntegros ou fatiados são diretamente mergulhados ou submetidos à nebulização com sistema de pressão manual (spray) do composto protetor em condição líquida. Após o escoamento do excesso, parte do material aderido à superfície é parcialmente absorvida e a fração superficial sofre o processo de cura (polimerização) por evaporação espontânea ou forçada do solvente formando uma cobertura invisível (ASSIS, 2007).

As películas comestíveis podem ser usadas em frutas e hortaliças, inteiros ou minimamente processadas e são utilizadas com o objetivo de melhorar ou substituir algumas das características que as camadas da epiderme natural têm. Segundo Saltveit (1998) destacam-se as seguintes propriedades: reduzir a perda de água, a difusão de gás, a movimentação de óleos e gorduras e a perda de sabores e aromas; melhorar a aparência e as propriedades estruturais; possibilitar incorporação de pigmentos, aromatizantes e aditivos.

As coberturas oferecem potencial de aplicações em frutas conservadas por métodos combinados, podendo ser utilizadas para aumentar a estabilidade física, química e microbiológica de tais produtos, podendo aumentar sua aceitação por meio da melhoria da aparência e retenção de suas propriedades de sabor e textura (AZEREDO, 2003).

As perdas econômicas devido à perda de peso também podem ser elevadas, fato que demonstra a importância da embalagem, cujos materiais devem ter uma permeabilidade adequada ao oxigênio e ao vapor d'água, para diminuir a taxa respiratória e minimizar a perda de peso e desidratação superficial (SARANTOPÓULOS et al., 2001).

A aplicação de coberturas comestíveis tem demonstrado ser uma técnica eficaz de preservação, promovendo aparência fresca, firmeza e brilho, desse modo, aumentando o valor comercial das frutas (XU, 2003).

De acordo com Wurlitzer (2007), a legislação brasileira não se pronuncia com relação às embalagens ativas, devendo ser considerados em conjunto a lista de aditivos aplicados a alimentos, a legislação de materiais de embalagens e migração de substâncias e a legislação de contaminantes químicos. A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) está conduzindo reuniões com equipe de especialista em embalagens para definir o posicionamento legal.

### **3.5 EMBALAGENS COMESTÍVEIS INCORPORADAS DE AGENTES ANTIMICROBIANOS**

A cobertura antimicrobiana é um tipo promissor de embalagem ativa capaz de eliminar ou inibir microrganismos deterioradores e patogênicos presentes nos alimentos. A função antimicrobiana é adquirida pela adição de agentes no material da embalagem com o objetivo de limitar ou prevenir o crescimento microbiano, com o aumento da fase lag e redução da taxa de crescimento do microrganismo alvo (HAN, 2000), especialmente de bactérias patogênicas e deteriorantes em vegetais (CAGRI, USTUNOL e RYSER, 2004).

Alguns dos conservantes e antimicrobianos usados em coberturas comestíveis são os benzoatos, propionatos, sorbatos, parabenos (Propilparaben, etilparaben), agentes acidificantes (ácido acético e láctico), agentes curadores (cloreto de sódio e nitrito de sódio), bacteriocinas e conservantes naturais (óleos essenciais, lisozima, líquido fumo). (CAGRI, USTUNOL e RYSER, 2001).

A migração de diferentes antimicrobianos através da cobertura comestível é influenciada pelo revestimento (tipo, processo de fabricação),

alimento (pH,  $A_w$ ), características hidrofílicas e condições de estocagem (temperatura, duração). Os sais do ácido sórbico e de potássio (sorbato de potássio) são os conservantes de alimento conhecidos que têm o status de GRAS (Generally Recognized as Safe). São inibidores eficazes da maioria dos bolores, leveduras e algumas bactérias (LIMAJEROAN, 2003).

As coberturas antimicrobianas podem ser obtidas mediante fusão ou solubilização de solvente (processo *cast*) do composto antimicrobiano no suporte polimérico, sendo o método por solubilização o mais indicado quando se trata de antimicrobianos sensíveis ao calor.

Guilbert *et. al.* (1997) observaram que o ácido sórbico apresentou maior atividade antimicrobiana sobre o crescimento de fungos, quando incorporados em filmes à base de pectina/glúten/monoglicerídeos do que quando adicionado diretamente ao alimento.

No Brasil, o ácido sórbico e seus sais podem ser adicionados a vários alimentos como coco ralado, bombons e similares, leite de coco, massas frescas, recheadas ou não, molhos, néctares de frutas, entre outros; desde que o limite máximo esteja na faixa de 0,01 a 0,2%, dependendo do alimento (BRASIL, 1988).

Conservantes de ácidos fracos não têm implicações tóxicas nas concentrações aplicadas, porém, atualmente há uma demanda dos consumidores no sentido de diminuir as concentrações de aditivos de alimentos (OLIVEIRA, 2004). O ácido sórbico e seus sorbatos são considerados aditivos GRAS (geralmente reconhecidas como seguras) nos Estados Unidos e como dos mais seguros antimicrobianos, mesmo em níveis que excedam aos normalmente usados em alimentos (DAVIDSON; JUNEJA, 1990).

O triclosan (2,2,4'-triclóro-2'-hidroxidifenil-éter) é um antimicrobiano não iônico, derivado de um difenil éter, capaz de bloquear a síntese de ácidos graxos por meio de inibição enzimática inibindo o crescimento de bactérias gram positiva (tais como *Staphylococcus aureus*) e negativa (tais como *Escherichia coli*) bolores e leveduras (OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2004). O triclosan tem mecanismo de ação sobre os grupos sulfidrilas dos aminoácidos de enzimas da via glicolítica, sendo usado em procedimentos de higienização da indústria de alimentos (ANDRADE, 2008).

O triclosan há tempos é utilizado em cosméticos, sabonetes, pasta de dente e, nos últimos anos, em tábuas e cabos de facas para corte de carnes e alimentos em geral. (VERMEREIN, *et al.* 2002). O Brasil não possui legislação quanto ao uso do triclosan em contato com alimentos. A Comunidade Européia aprovou pelo Scientific Committee for Food (SCF), o limite de 5mg/kg de alimento (SCF, 2000).

### **3.6 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA - MEV**

O microscópio eletrônico de varredura produz uma imagem a partir de um feixe de elétrons que varre a superfície da amostra e os reflete na superfície (CALLISTER, 1997).

A microscopia eletrônica de varredura (MEV) permite o estudo de amostra de coberturas em seu estado original, possibilitam a visualização de possíveis imperfeições, porosidades, separação de componentes das coberturas em camadas, estrutura da superfície e visão da estrutura da seção transversal.

Vários estudos envolvendo a avaliação de filmes e envoltórios comestíveis têm utilizado a microscopia eletrônica de varredura como ferramenta, buscando correlacionar as propriedades dos mesmos com a estrutura morfológica (SOUZA, 2001).

Através da microscopia eletrônica de varredura é possível observar as modificações iniciais e tardias que ocorrem na epiderme ou mesoderme de frutos, após algum dano físico, químico ou microbiológico ou ainda, mediante a aplicação de qualquer tratamento (MUNIZ *et al.*, 2008). Frutos íntegros apresentam a epiderme compacta e fortemente arranjada, enquanto que, em frutos que tenham sofrido danos, é possível a visualização de fissuras, rachaduras e desprendimento de ceras e cutículas naturais de recobrimento (DIAB *et al.*, 2001). Esses atributos podem ser observados em frutos para determinar quão afetado foi após a aplicação de qualquer tratamento físico, químico ou, simplesmente no acompanhamento dos processos de armazenamento, tratamento pós-colheita ou transporte.

Outros aspectos passíveis de visualização e que podem servir como indicador de qualidade são o formato e o tamanho das células, que podem mostrar-se murchas, desorganizadas, sugerindo rupturas da parede celular. A incidência de microrganismos é um outro parâmetro que pode ser detectado

muito precocemente, em frutos que não apresentem nenhuma indicação visual de deterioração. Para tanto, pedaços do epicarpo devem ser processados para a microscopia (TRIPATHI e DUBEY, 2004).

Môro et al. (2003) descreve a morfologia do pericarpo dos frutos de goiabeira através do microscópio eletrônico de varredura em estudos de pós-colheita e observou a presença de cutícula espessa, cera epicuticular, bem como a presença dispersa de estômatos, concluindo que o estudo detalhado dessas estruturas permite o entendimento sobre a absorção e movimentação de nutrientes e substâncias aplicadas aos frutos de goiabeira.

Mudanças e alterações na textura de frutas ocorrem como consequência de perturbações dos tecidos e na integridade celular. Nem sempre essas injúrias são visíveis externamente, porém, os tecidos lesionados apresentam uma grande tendência de perder água e servir como sítio de entrada para microrganismos. Os detalhes dos efeitos dessas injúrias são ignorados, principalmente porque não ocorrem danos visíveis externa ou internamente e também por que os danos somente são visíveis posteriormente (MOHSENIN, 1986).

As injúrias mecânicas são definidas como deformações plásticas, rupturas superficiais e destruição dos tecidos vegetais, provocadas por forças externas. Adicionalmente, levam as modificações físicas (danos físicos) e/ou alterações fisiológicas, químicas e bioquímicas que modificam a cor, o aroma, o sabor e a textura dos vegetais (MOHSENIN, 1986).

A microscopia eletrônica de varredura tem sido utilizada para diversos fins, como para fiscalizar a qualidade do café torrado e moído, fraudado por cereais (AMBONI et al., 1999); para observar a camada de cera de maçãs refrigeradas (CASTRO et al., 2002) e para avaliar danos mecânicos em melões, causados pelo congelamento (RESENDE e CAL-VIDAL, 2002).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. TESTES PRELIMINARES

Foram realizados testes para avaliar e definir os seguintes parâmetros: concentrações da emulsão de cera de carnaúba, triclosan e ácido sórbico.

Os testes foram realizados utilizando cera de carnaúba de caráter não iônico da marca Pontes Starlight EF-15 com 22% de sólidos.

De acordo com o fabricante o percentual de sólidos recomendado é de 11%. Foram testadas as concentrações de 9%, 11% e 13% de sólidos. A avaliação do revestimento quanto aos parâmetros de nível de aderência e brilho indicou similaridade nas concentrações testadas, tendo sido escolhida a concentração de 9% de sólidos por apresentar melhor relação custo/benefício.

### 4.2 TESTE DO HALO

A avaliação da atividade antimicrobiana dos revestimentos comestíveis foi através do teste do halo de inibição conforme técnica descrita por LIMJAROEN et al., (2003).

Na formulação de 9% de sólidos, foram adicionados em separado duas concentrações dos agentes antimicrobianos triclosan (0,5% e 1%) e ácido sórbico (0,05% e 0,1%) para serem submetidos ao teste do halo.

Os discos foram feitos de papel de filtro, cortados em diâmetro de aproximadamente 16mm e imersos na emulsão de cera de carnaúba com os antimicrobianos e submetidos a esterilização usando a luz UV por 15min.

As placas com 20mL de ágar padrão foram inoculadas com 0,2mL de uma suspensão.

Após esgotamento das culturas de *Salmonella* tiphymurium (ATCC 1251) e *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 1027) na superfície das placas de "Agar Plate Count" fixaram-se os discos na superfície do ágar e incubou-se a 35°C por 48h. Após incubação as zonas de inibição em torno de cada disco antimicrobiano foram medidas com o uso de escalímetro em milímetros duas medidas (90° distante) para determinar a zona média de inibição.

Diante dos resultados aplicou-se o Teste t pareado com nível de 5% de significância. As formulações dos revestimentos que apresentaram maior atividade antimicrobiana foram testadas nas mangas.

#### **4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

O experimento foi conduzido segundo o delineamento em parcelas subdivididas, com quatro tratamentos: controle (lavadas e sanificadas); controle com cera (lavadas, sanificadas e com cera de carnaúba); cera de carnaúba com triclosan 1% e cera de carnaúba com ácido sórbico 0,1%) nas parcelas e o tempo de armazenamento (0, 5, 10, 15, 20, 25, 30 e 35 dias) nas subparcelas em fatorial inteiramente ao acaso, com quatro repetições.

A unidade experimental para as análises físicas e físico-químicas constituiu de quatro repetições, sendo 1 (um) fruto por repetição. A unidade amostral para as análises microbiológicas (indicativa) foi de 5 (cinco) frutos por tratamento.

Os resultados obtidos nas análises físicas, físico-químicas e sensoriais foram analisados, estatisticamente, por análise de variância e de regressão e quando conveniente, foi realizado o teste de Tukey para comparação de médias, ao nível de 5% de probabilidade através do programa estatístico SAS versão 9.1 (2006), licenciado para uso na Universidade Federal de Viçosa.

A análise de regressão foi realizada até o modelo de segundo grau, testando-se a falta de ajuste.

#### **4.4 MATÉRIA-PRIMA**

Mangas (*Mangifera indica* L.), da cultivar “Tommy Atkins”, com calibre variando de 6 a 12 mangas por embalagem com média entre 770-325g respectivamente, foram colhidas manualmente nas primeiras horas da manhã em plantio comercial localizado no município de Ipanguaçu-RN (Latitude: 5° 20' 112" e Longitude: 36° 50' 857") durante as safras de 2008/2009 nas Fazendas Malheiro e São João.

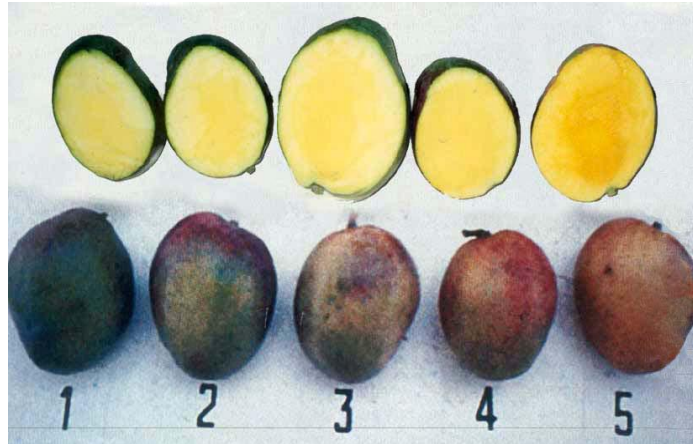


Figura 1 – Escalas de coloração da casca e da polpa como guia de maturação das mangas 'Tommy Atkins' (adaptado de GTZ, 1992).

No ato da colheita os frutos foram selecionados quanto ao estágio de maturação, ausência de danos mecânicos e injúrias, estando entre (2) e (3) segundo a Escala de coloração da casca e da polpa (GTZ, 1992) (Figura 1).

Os frutos acondicionados em caixas plásticas acolchoadas com papel foram transportados do campo ao packing house em carrinetas cobertas com lonas. Em seguida foram transportadas nas mesmas condições para a unidade da Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza-CE. Até o momento da aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados em câmara fria por aproximadamente 12h a 15°C.

#### 4.5 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O fluxograma de processamento das mangas variedade 'Tommy Atkins', dos quatro tratamentos estudados é mostrado na Figura 2.

Mangas: Os frutos foram previamente selecionados no campo quanto ao estágio de maturação, presença de danos mecânicos e ausência de injúrias.

Lavagem/ Sanificação/ Enxágue: Os frutos resfriados a 15°C foram lavados em água corrente, sanificados em solução de hipoclorito de sódio (100ppm) por 10min e enxágue em solução de hipoclorito de sódio a 10ppm.

Drenagem: Retirada do excesso de água.

1ª Secagem: Após a drenagem os frutos foram deixados ao ar para secagem com o uso de ventiladores.

Revestimento: Os revestimentos foram preparados com uma emulsão de cera de carnaúba a 9% adicionados de triclosan (1%) e ácido sórbico (0,1%) como compostos antimicrobianos. Os frutos foram submetidos aos tratamentos, abaixo descritos, sendo a cera aplicada pelo método de imersão.

- Mangas lavadas e sanificadas – Controle
- Mangas lavadas, sanificadas e com cera de carnaúba – Controle com cera
- Mangas lavadas, sanificadas, com cera de carnaúba e triclosan a 1% – Cera de carnaúba com triclosan
- Mangas lavadas, sanificadas, com cera de carnaúba e ácido sórbico a 0,1%) – Cera de carnaúba com ácido sórbico

2ª Secagem: Posteriormente, as mangas tratadas com cera foram expostas em fluxo de ar com o uso de ventiladores para secagem do revestimento.

Pesagem: Os frutos foram pesados e acondicionados em bandejas de poliestireno expandido.

Armazenamento: Foram armazenados em câmara fria sob as temperaturas de 25°C e de 10°C.

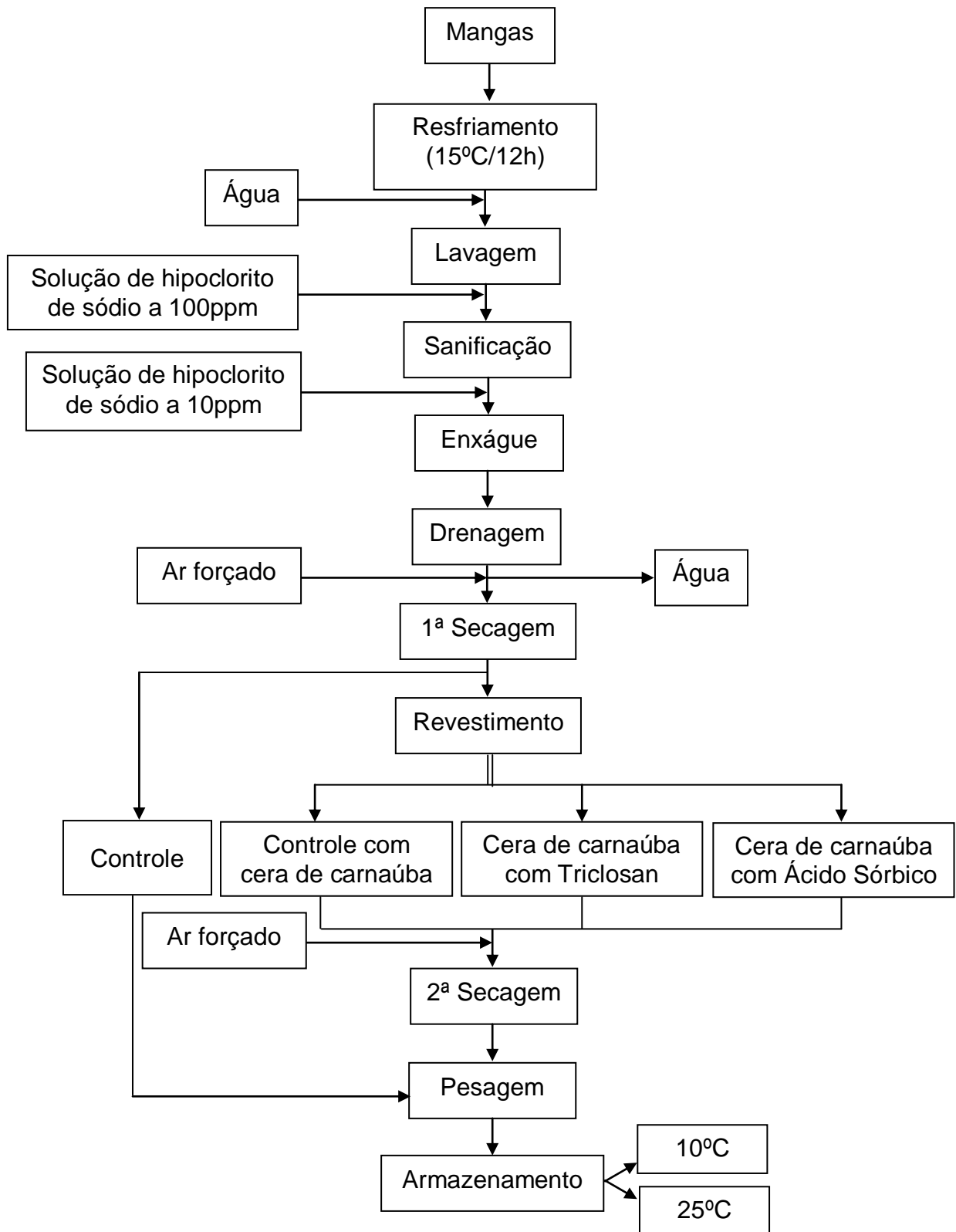


Figura 2 – Fluxograma de processamento dos quatros tratamentos estudados na manga variedade ‘Tommy Atkins’.

## 4.6 ANÁLISES FÍSICAS

### 4.6.1 Perda de massa

A perda de massa para cada fruta foi determinada em balança semi-analítica com  $\pm 0,01\text{g}$  de sensibilidade. Os resultados foram expressos em perdas percentuais, utilizando-se a relação entre o peso em cada dia de avaliação e o peso inicial.

$$PM(\%) = \frac{P_i - P_f}{P_i} \times 100$$

PM = perda de massa em % (p/p)

$P_i$  = peso do fruto no tempo  $t = 0$ , em gramas

$P_f$  = peso final do fruto tratado no tempo  $t$ , em gramas

### 4.6.2 Firmeza

A determinação da firmeza das mangas foi realizada utilizando o texturômetro *Stable Micro System*, modelo TA.XT2i, com o “probe” de 6mm de diâmetro, tomando-se duas medidas por fruto em lados opostos na região equatorial, após a retirada da casca. Os resultados da força máxima de perfuração foram expressos em Newtons (N).

### 4.6.3 Diferença de cor ( $\Delta E$ )

A evolução da coloração da casca foi avaliada através da média de 8 (oito) leituras por fruto, sendo uma por quadrante, obtendo-se uma média para cada componente, utilizando o colorímetro MINOLTA, modelo CR-300, com valores expressos em  $L^*a^*b^*$ .

Para a avaliação da diferença de cor nos frutos da exposição durante o armazenamento, foi utilizado a diferença de cor através da equação:

$$\Delta E = (\Delta L^*{}^2 + \Delta a^*{}^2 + \Delta b^*{}^2)^{1/2}$$

onde:

$\Delta E$  = diferença de cor;

$\Delta L^*$  = variação da luminosidade ou brilho (claro/escuro);

$\Delta a^*$  = variação na cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+);

$\Delta b^*$  = variação na cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+).

## **4.7 ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICO-QUÍMICAS**

As características químicas e físico-químicas foram determinadas após a desintegração da polpa sem casca em centrífuga Philips Walita R<sub>1</sub> 6720.

### **4.7.1 Sólidos solúveis (SS)**

O teor de sólidos solúveis (SS) das amostras foi determinado por refratometria, utilizando-se um refratômetro digital Atago Digital Refractometer PR-101, sendo os resultados em termos de °Brix.

### **4.7.2 Acidez Total Titulável (ATT)**

A acidez total titulável foi obtida por titulometria com NaOH 0,1N de 1g de polpa diluída em 50mL de água destilada, segundo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2005) e o resultado expresso em termos de percentual de ácido cítrico (g de ácido cítrico/100g).

### **4.7.3 pH**

O pH foi determinado através de um potenciômetro digital Mettler DL 12 Titrator, previamente calibrado com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0.

## **4.8 ANÁLISES MICROBIOLÓGICAS**

Os frutos foram avaliados no Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DTA/CCA/UFC. As avaliações foram realizadas na casca dos frutos quanto à

contagem de bactérias aeróbias mesófilas, psicrotróficas, bolores e leveduras, coliformes totais e pesquisa de *Salmonella* sp segundo a metodologia descrita por American Public Health Association (APHA, 2001).

As amostras foram acondicionadas em caixas térmicas (isopor) e transportadas até o Laboratório de Microbiologia de Alimentos do DTA/CCA/UFC.

A qualidade microbiológica foi avaliada, periodicamente a cada 5 dias de armazenamento perfazendo um total de 35 dias.

#### **4.8.1 Preparo da amostra**

A casca das cinco amostras de manga foram retiradas assepticamente, cortadas em pequenos pedaços e homogeneizadas formando uma amostra composta. Em seguida uma unidade analítica de 25g da amostra foi adicionada a 225mL de água peptonada 0,1%(1:10) Diluições decimais a partir da diluição  $10^{-1}$  foram preparadas em tubos contendo 9,0 mL de água peptonada 0,1% até  $10^{-3}$

Foram utilizadas placas Petrifilm em duplicata para contagem de bactérias aeróbias mesófilas e psicrotróficos; contagem de coliformes e contagem de bolores e leveduras.

#### **4.8.2 Contagem de Coliformes totais**

Inoculou-se 1mL de cada diluição para cada placa Petrifilm CC, conforme recomendação do fabricante. Em seguida o inóculo foi espalhado com um difusor.

As placas Petrifilm foram incubadas com o lado transparente para cima em estufa a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  durante 24 e 48h.

As colônias vermelhas com bolhas de gás foram contadas e o resultado obtido expresso em UFC e coliformes totais/g.

#### **4.8.3 Contagem de Bactérias Mesófilas e de Psicrotróficas**

Placas Petrifilm AC foram inoculadas com alíquotas de 1mL das diferentes diluições, seguindo as instruções do fabricante. As placas foram incubadas a  $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 24-48h para aeróbias mesófilas e de  $7^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por 10

dias. Para bactérias mesófilas e psicotróficas foram contados colônias de coloração rosa e o resultado expresso em UFC/g.

#### **4.8.4 Contagem de Bolores e Leveduras**

Foi inoculado 1mL da diluição em placas de Petrifilm YM seguindo as informações do fabricante. Após incubação a  $25^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 3 a 5 dias as colônias típicas de bolores e leveduras foram contadas e o resultado expresso em unidade formadora de colônia por grama do produto (UFC/g).

#### **4.8.5 Pesquisa de *Salmonella* sp.**

##### **4.8.5.1 Pré-enriquecimento e Isolamento**

O pré-enriquecimento, consistiu na adição de 25g das cascas da manga em 225mL de caldo lactosado, seguida de incubação a  $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 18-24h.

Para o enriquecimento seletivo, transferiu-se 1mL da cultura em caldo de pré-enriquecimento para 10mL de Caldo Tetrionato (TT) e 10mL de RAPPAPORT (RP). Os tubos foram incubados a  $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 24h.

O plaqueamento seletivo diferencial foi efetuado a partir dos tubos de enriquecimento seletivo. Após agitação dos tubos, foi estriada uma alçada do TT e RP em placas de Ágar Xilose Lisina Desoxicolato (XLD), Ágar Hektoen (HE) e Ágar Sulfito Bismuto (BS) que foram incubadas invertidas a  $35^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 24h. Após este período, verificou-se a ocorrência de desenvolvimento de colônias suspeitas de *Salmonella*. De cada meio seletivo foram isoladas cinco colônias, sendo estas transferidas para ágar conservação para posterior identificação.

##### **4.8.5.2 Identificação**

Para a confirmação preliminar das colônias típicas de *Salmonella*, procedeu-se a inoculação em tubos de ensaio contendo Ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) e Agar Lisina Ferro (LIA). A incubação foi feita a  $35^{\circ}\text{C}$  por 24h, a partir da qual se observou a ocorrência de reações típicas de *Salmonella*.

As colônias suspeitas de *Salmonella* sp. foram submetidas à série de provas bioquímicas: Teste de uréase, Teste de fermentação do dulcitol, Teste de

Indol, Teste de Malonato, Teste de Vermelho de Metila, Voges Proskauer e Teste de Citrato e teste sorológico “O” e “H”.

#### **4.9 MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA – MEV**

As características da superfície dos revestimentos foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura. Para a visualização em MEV, as amostras foram seccionadas em pedaços de 0,5 cm<sup>2</sup> e pré-fixadas em solução de glutaraldeído e paraformaldeído, sendo encaminhadas, a seguir, ao setor de microscopia eletrônica da Embrapa Agroindústria Tropical onde foram processadas para visualização em MEV de acordo com KITAJIMA e LEITE (1999). Para tanto, as mesmas foram pós-fixadas em solução de Tetróxido de ósmio (OSO<sub>4</sub>)1% em tampão cacodilato 0,1M pH 7,2. Após a fixação, foram desidratadas em uma série acetônica crescente em soluções de 30, 50, 70, 90 e 100%, levadas ao aparelho de secagem ao ponto crítico, montadas em “stubs” e cobertas com uma fina camada de ouro em aparelho de cobertura de ouro, de onde foram encaminhadas ao microscópio eletrônico de varredura Zeiss DSM940A, com uma voltagem de aceleração de 10 KV.

#### **4.10 ANÁLISE SENSORIAL (aparência)**

##### **4.10.1 Teste de Aceitação**

Os quatros tratamentos em estudo foram submetidos à análise sensorial utilizando-se uma escala hedônica estruturada de 9 pontos, onde 9 representa “gostei extremamente” e 1 “desgostei extremamente” (PERYAN & PILGRIN, 1957).

As amostras foram submetidas a teste sensorial de aceitação por uma equipe de 40 julgadores não-treinados para avaliação da aparência dos frutos.

A avaliação sensorial foi conduzida em uma repetição objetivando avaliar a aparência dos frutos. Os testes foram realizados em ambiente de laboratório, com luz branca tipo “luz do dia”.

As amostras apresentadas foram codificadas com três dígitos aleatoriamente. Para a avaliação os frutos foram apresentados inteiros acondicionados em bandejas de polipropileno expandido a cada tempo de

armazenamento. Esta etapa foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical-CE.

TESTE DE ACEITAÇÃO	
Nome:	_____
Data:	_____ N° da amostra: _____
Avalie a aparência da amostra codificada de manga e indique na escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou do produto:	
<input type="checkbox"/>	( ) gostei extremamente
<input type="checkbox"/>	( ) gostei muito
<input type="checkbox"/>	( ) gostei moderadamente
<input type="checkbox"/>	( ) gostei ligeiramente
<input type="checkbox"/>	( ) não gostei, nem desgostei
<input type="checkbox"/>	( ) desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/>	( ) desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/>	( ) desgostei muito
<input type="checkbox"/>	( ) desgostei extremamente
Observações:	_____ _____

Figura 3 – Modelo da ficha do teste de aceitação de manga ‘Tommy Atkins’.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Definição da concentração de cera de carnaúba

A verificação dos parâmetros de nível de aderência e brilho da emulsão de cera de carnaúba nas concentrações testadas, mostrou resultados semelhantes em 9%, 11% e 13% de sólidos, tendo sido definida a menor concentração testada para a realização do experimento.

### 5.2. Concentração dos agentes antimicrobianos

Os resultados obtidos na medição do halo de inibição para triclosan e ácido sórbico, nas culturas testadas, mostraram através do teste T pareado maior eficiência do triclosan a 1% e ácido sórbico a 0,1%, conforme mostrado na tabela 1.

		Média	Desvio
Triclosan	Halo (0,5%)	4,088	0,530
	Halo (1,0%)	5,550	0,918
	Diference	-1,462	1,106
Ácido sórbico	Halo (0,1%)		
	Halo (0,05%)		
	Diference		

**Tabela 1 – Teste T pareado para a concentração de triclosan e ácido sórbico.**

O teste T pareado para concentração de triclosan confirmou que a diferença entre as concentrações foi altamente significativa ( $p < 0,01$ ). A concentração de triclosan de 1% foi mais efetiva que a concentração de 0,5%.

Os agentes antimicrobianos adicionados às embalagens podem agir sobre os microrganismos reduzindo a taxa de crescimento, prolongando a lag fase ou inativando-os (QUINTAVALLA; VINCINI, 2002).

## 5.3 Determinações físicas e físico-químicas

### 5.3.1. Perda de massa

Os resultados obtidos nos quatro tratamentos estudados são mostrados nas tabelas 2 e 3 para as temperaturas de 10°C e 25°C.

Analisando os valores do percentual de perda de massa dos frutos, observa-se perda de massa contínua durante o armazenamento em ambas as temperaturas, que a aplicação dos revestimentos com cera diminuiu a velocidade dos processos metabólicos nos frutos, verificando-se a eficiência do revestimento como barreira ao vapor d'água.

Durante o armazenamento até 30 dias a 10°C, observa-se menor perda de massa nos frutos revestidos com cera quando comparado ao controle, sendo constatado que de 0 a 5 dias os frutos revestidos com cera apresentaram-se mais eficiente na redução de perda de massa do que a cera com ácido sórbico (0,1%) e com triclosan (1%), respectivamente (Tabela 3).

Os frutos nos quatro tratamentos estudados, armazenados a 25°C apresentaram período máximo de armazenamento de 15 dias, observando-se no período de 0 a 10 dias que a aplicação de cera controlou a perda de massa quando comparada aos frutos sem revestimento.

Baldwin et al. (1999) avaliaram os efeitos de dois tipos de cobertura em manga *in natura*, à base de celulose e de cera de carnaúba, sendo que ambas reduziram a perda de umidade, especialmente a de cera de carnaúba.

Fonseca (1999) trabalhando com cera Clean Wax, observou que mangas revestidas obtiveram cerca da metade da perda de massa quando comparadas as não revestidas.

Cantwell e Kasmire (2002) corroboram com essa informação relatando que a aplicação de ceras comestíveis reduz perda de água e melhora a aparência em tomates. A aplicação de cera de carnaúba também demonstrou ser uma barreira eficiente à perda de água em manga (Hoa et al., 2002).

Tabela 2 – Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.

Tempo de armazenamento (dias)	Perda de massa (%)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0-5	1,29±0,09	0,58±0,22	0,67±0,25	0,64±0,15
0-10	2,25±0,35	0,92±0,16	0,98±0,11	0,96±0,11
0-15	3,59±0,59	1,68±0,21	2,52±1,18	1,68±0,41
0-20	5,17±1,07	2,21±0,66	2,22±0,49	2,34±0,29
0-25	6,08±1,25	2,66±0,45	2,97±0,25	2,67±0,42
0-30	6,94±2,09	2,65±0,34	3,21±0,26	4,39±0,93
0-35	5,78±0,00	8,54±3,68	3,73±0,69	3,87±0,41

Tabela 3 – Média dos valores de perda de massa nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.

Tempo de armazenamento (dias)	Perda de massa (%)			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórbico
0-5	2,65±0,93	1,60±0,47	1,84±0,58	2,07±0,49
0-10	4,64±1,04	2,47±0,26	2,51±0,21	2,74±0,19
0-15	7,12±0,46	7,55±1,39	3,72±0,04	4,12±0,75

### 5.3.2. Firmeza

Os resultados da firmeza dos frutos nos tratamentos avaliados são apresentados nas figuras 4 e 5.

A firmeza não apresentou diferença significativa entre tratamento e tempo de armazenamento, nas temperaturas de 10°C e 25°C.

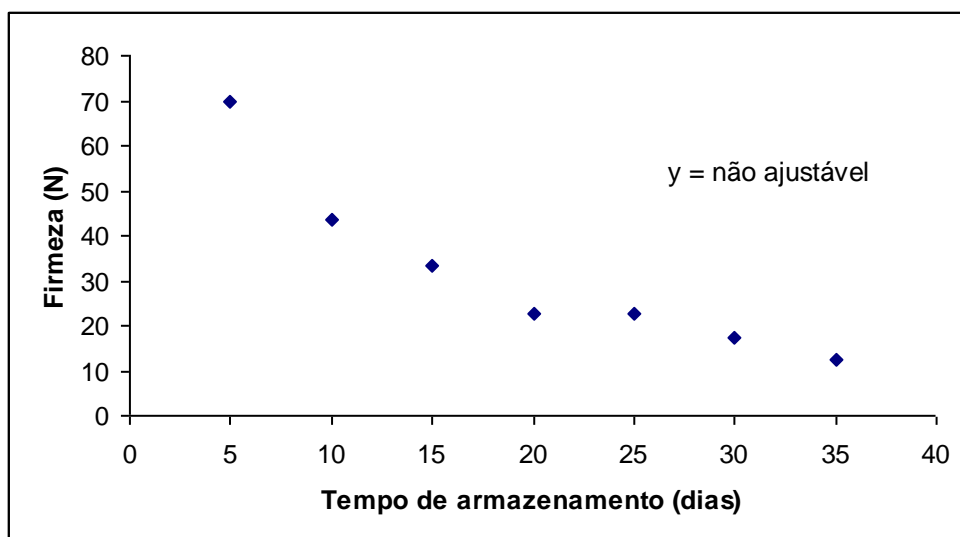


Figura 4 – Média dos valores de firmeza nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.

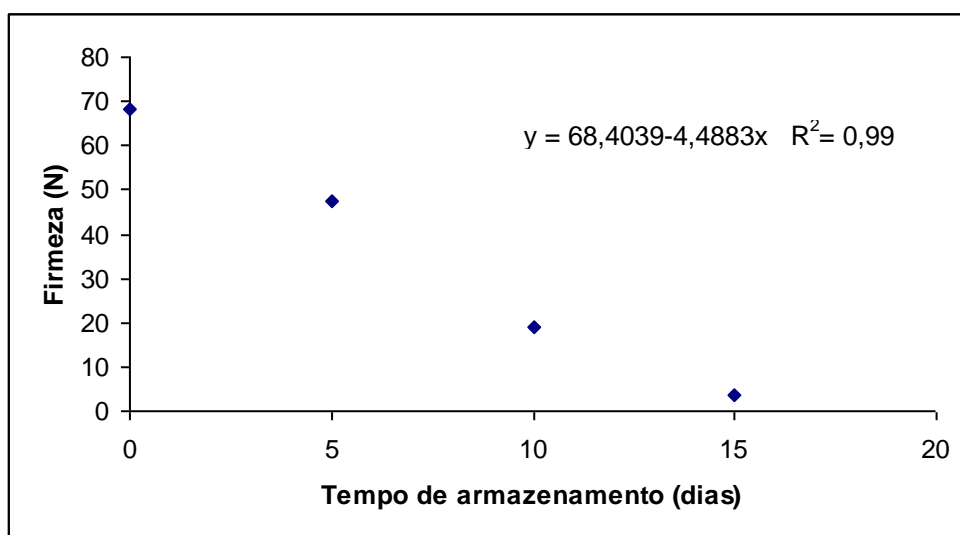


Figura 5 – Média dos valores de firmeza nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.

Observando as figuras 4 e 5 vemos o decréscimo na firmeza durante o período de armazenamento. Mitcham e Mc Donald, (1992), avaliando a firmeza de mangas concluíram que esta diminui com o amadurecimento, em decorrência da solubilização dos polissacarídeos da parede celular.

De acordo com Coccozza (2003), a perda de consistência de um fruto é devido à presença em maior parte das substâncias pécticas que são hidrolisadas por enzimas de mesmo nome, cujas mais relacionadas têm sido a poligalacturonase e  $\beta$ -galactosidase para manga.

Lucena et al. (2000), estudando a caracterização físico-química da manga, cv. Tommy Atkins, nos estádios 2, 3 e 4 de maturação, constataram que a firmeza média avaliada através de penetrômetro foi de 95,41, 85,93 e 48,75N, respectivamente, portanto, é decrescente com o avanço da maturação.

### **5.3.3. Diferença de cor ( $\Delta E$ )**

O comportamento dos valores médios da diferença de cor entre a fruta *in natura* (controle) e as revestidas foi similar entre os quatro tratamentos à temperatura de 10°C no período de 5 a 25 dias de armazenamento (Tabela 4). Contudo, na temperatura de 25°C de 0 a 10 dias, nota-se que a diferença de cor foi menos acentuada em relação aos frutos revestidos com cera (Tabela 5).

A casca da manga Tommy Atkins quando madura apresenta ampla variação de matizes de cores. Clorofila, carotenóides, xantofilas e antocianinas, são os principais pigmentos no fruto e são sintetizados pela via dos fenilpropanóides (Medlicott et al., 1986). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), as modificações na coloração dos frutos com a maturação são devidas a processos degradativos ou sintéticos. Mitcham e McDonald (1992) verificaram que mangas 'Tommy Atkins' desenvolveram coloração avermelhada e amarelada na casca, durante o amadurecimento.

Jacomino et al. (2003) relataram que a aplicação de ceras interferiu tanto na coloração da casca quanto da polpa da goiaba. De acordo com Moraes et al. (2002), a coloração externa dos frutos varia bastante com a intensidade e a quantidade de insolação que o fruto recebe.

Tabela 4 – Média dos valores de  $\Delta E$  nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.

Tempo de armazenamento (dias)	Cor ( $\Delta E$ )			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórico
5-10	7,2±4,80	5,5±2,37	10,4±4,82	8,4±5,02
5-15	5,6±1,94	7,7±3,62	10,6±4,41	6,5±5,30
5-20	7,6±2,90	12,0±3,30	11,1±0,44	10,2±2,66
5-25	13,8±1,50	14,2±3,41	12,1±5,60	11,0±6,98
5-30	17,8±2,14	11,6±6,79	12,9±6,42	12,3±4,11
5-35	19,1±3,79	13,3±8,16	16,1±6,93	15,5±8,32

Tabela 5 – Média dos valores de  $\Delta E$  nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.

Tempo de armazenamento (dias)	Cor ( $\Delta E$ )			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórico
0-5	15,7±9,06	7,0±3,72	8,3±3,26	7,3±4,36
0-10	26,7±5,17	9,4±5,02	9,0±0,71	9,1±4,40
0-15	28,8±9,73	20,9±17,64	9,3±2,88	15,5±5,83

#### 5.4 Determinações químicas e físico-químicas

Os resultados da análise de variância das características químicas e físico-químicas estão expressos nas tabelas 6 e 7. Portanto, para os parâmetros químicos e físico-químicos foi feita uma análise de regressão para cada tratamento em separado.

Tabela 6 – Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros –, sólidos solúveis, acidez titulável e pH a temperatura de 10°C.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		pH	Sólidos solúveis	Acidez titulável
Tratamento (a)	3	0,2198*	14,0997*	0,0712*
Erro (a)	12	0,3055	17,2668	0,2037
Tempo (b)	6	0,3846*	168,2811	0,1975*
Trat x Tempo	18	0,0618*	1,5873 <sup>ns</sup>	0,0425 <sup>ns</sup>
Erro (b)	70	0,1142	4,0996	0,0606

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ) <sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

Tabela 7 – Análise de Variância (ANOVA) e Regressão para os parâmetros –, sólidos solúveis, acidez titulável e pH a temperatura de 25°C.

Fonte de variação	GL	Quadrado Médio		
		pH	Sólidos solúveis	Acidez titulável
Tratamento (a)	3	0,8221*	3,8269 <sup>ns</sup>	0,1828*
Erro (a)	12	0,6673	17,6138	0,2129
Tempo (b)	3	11,1871*	260,0322*	2,1774*
Trat x Tempo	9	0,2561*	8,9572*	0,0751*
Erro (b)	28	0,1866	5,4242	0,1047

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ) <sup>ns</sup> não significativo ao nível de 5% de probabilidade; GL – Grau de liberdade.

## 5.4. Determinações químicas e físico-químicas

### 5.4.1 Sólidos solúveis (SS)

Os resultados dos sólidos solúveis efetuados no presente estudo são apresentados na figura 6.

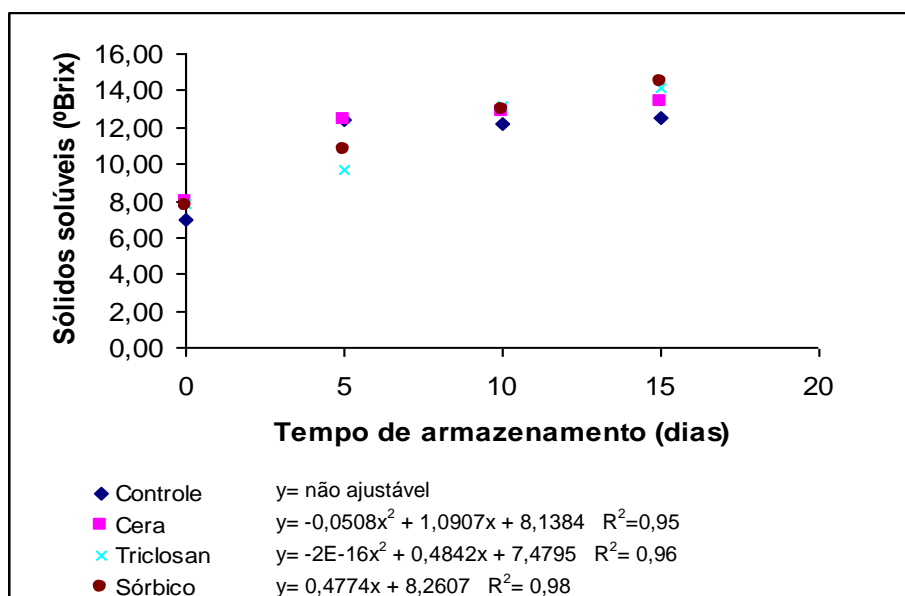


Figura 6 – Médias dos teores de sólidos solúveis (°Brix) dos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.

O aumento no teor de SS durante o armazenamento foi contínuo partindo-se de 6,93 a 7,94°Brix no tempo zero, nos quatro tratamentos (Figura 4), estando dentro do recomendado para colheita por Medicott e Reynolds (1988) de 7 a 8°Brix. Após os 15 dias de armazenamento a variação foi de 12,56 a 14,50°Brix nos quatro tratamentos. Segundo Lima, (1997) o cultivar Tommy Atkins apresenta teores de 12°Brix ao início da maturação.

No quinto dia de armazenamento a 25°C (Figura 4), observa-se que os frutos sem revestimento e a revestida com cera sem antimicrobianos apresentaram respectivamente 12,43°Brix e 12,45°Brix estando no estágio inicial de maturação. Contudo, nos frutos revestidos com cera e triclosan a 1% e cera com ácido sórbico a 0,1% os valores de °Brix foram de 9,72 e 10,78°Brix, respectivamente.

A análise de variância para os teores de sólidos solúveis apresentou efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) na interação entre os tratamentos estudados com o tempo de armazenamento na temperatura de 25°C.

Lucena (2006) apresenta valores de sólidos solúveis totais de 8,2 a 17,4°Brix para a cultivar “Tommy Atkins”, constatado por Salles e Tavares (1999).

De acordo com Cereta (1999), os sólidos solúveis têm pequenas variações durante o armazenamento, e os aumentos que se verificam, podem ser explicados pela perda de água dos frutos.

O estudo realizado por Cocozza (2003) encontra-se sólidos solúveis no intervalo de 6,65 a 21,9°Brix, sendo que esta oscilação pode ocorrer devido à diferença do cultivar, do estágio de maturação do fruto e das condições de plantio.

#### 5.4.2 Acidez total titulável (ATT)

Na figura 7 são apresentados os resultados de acidez total titulável nos quatro tratamentos.

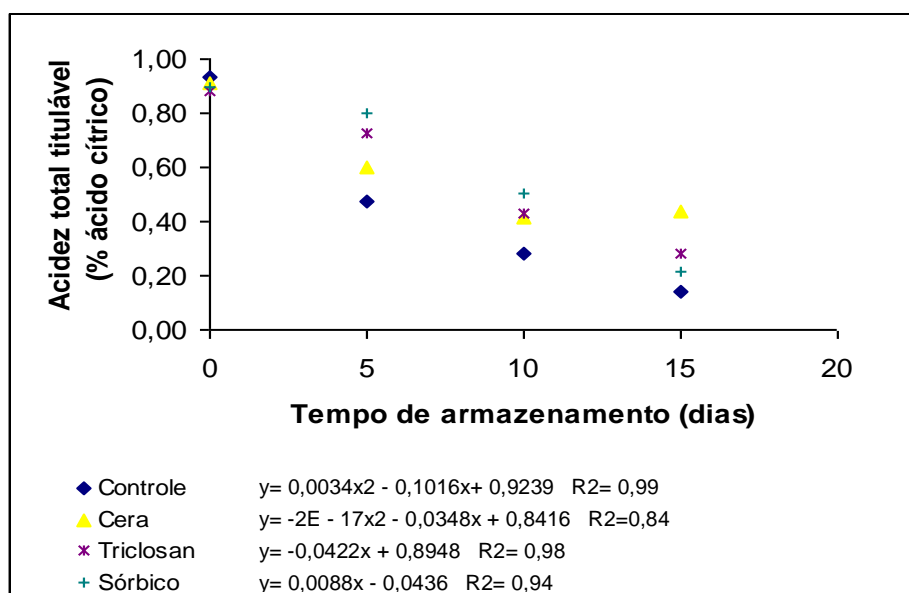


Figura 7 – Acidez dos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 25°C.

Nos frutos armazenados a 25°C os valores iniciais de acidez total titulável foram de 0,88 a 0,93%, observando-se uma diminuição gradativa até os 15 dias de armazenamento.

A colheita das mangas usadas neste experimento apresentou valores de acidez total titulável superiores ao recomendado por Medicott e Reynolds (1988) que estipulam valores de 0,65 a 0,70% de ácido cítrico.

A avaliação dos tratamentos estudados com o tempo de armazenagem mostrou ter ocorrido uma interação significativa ( $p \leq 0,05$ ) com relação à acidez total titulável a temperatura de 25°C.

A variedade “Tommy Atkins” apresenta média de acidez (0,5 a 1%), e o ácido orgânico predominante é o ácido cítrico, depois málico e oxálico (LAKSHMINARAYANA, 1980).

Este comportamento decorre da diminuição do conteúdo de ácidos orgânicos com o amadurecimento na maioria dos frutos tropicais, devido à utilização dos ácidos no ciclo de Krebs, durante o processo respiratório ou de conversão em açúcares (CHITARRA e CHITARRA, 2005 e LUCENA, 2006).

Durante o amadurecimento da manga há diminuição da acidez e conseqüentemente aumento do pH, pois os ácidos orgânicos voláteis e não voláteis estão entre os constituintes celulares metabolizados durante o processo de amadurecimento (COCOZZA, 2003).

#### **5.4.3 pH**

Estatisticamente, os valores obtidos para o pH apresentaram diferença significativa durante o armazenamento ( $p \leq 0,05$ ); porém, não foi possível ajustar os dados à equação, sendo esses representados pelas médias em cada tempo de armazenamento (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8 – Média dos valores de pH dos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.

Tempo de armazenamento (dias)	pH			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórico
5	3,72±0,38	3,78±0,35	3,51±0,18	3,69±0,37
10	3,59±0,10	3,62±0,26	3,60±0,20	3,61±0,25
15	3,52±0,14	3,54±0,19	3,45±0,14	3,55±0,18
20	3,48±0,15	3,55±0,13	3,72±0,14	3,67±0,24
25	3,57±0,18	3,76±0,46	3,63±0,16	3,59±0,17
30	3,66±0,18	3,78±0,31	3,79±0,24	3,74±0,34
35	3,67±0,26	3,64±0,18	3,69±0,12	3,79±0,28

Tabela 9 – Média dos valores de pH dos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 25°C.

Tempo de armazenamento (dias)	pH			
	Controle	Cera	Triclosan	Ácido Sórico
0	3,51±0,20	3,47±0,23	3,51±0,10	3,46±0,13
5	3,64±0,39	3,53±0,18	3,43±0,16	3,47±0,29
10	4,79±0,49	4,36±0,57	4,20±0,42	4,12±0,49
15	5,04±0,42	4,45±0,69	4,32±0,48	4,62±0,38

Os resultados de pH mantiveram-se numa faixa entre 3,45 a 3,79 na temperatura de 10°C e de 3,51 a 5,04 a 25°C. Pode ser observado nas tabelas 8 e 9 que durante o armazenamento ocorreu maior variação de pH nos frutos sem revestimento (controle), armazenados a 25°C do que a 10°C, indicando uma maior oxidação dos ácidos orgânicos presentes nos frutos em temperaturas mais elevadas.

### **5.5. Contagem de bactérias aeróbias mesófilas, psicotróficas, bolores e leveduras, coliformes totais e *Salmonella* sp.**

Nas quatro repetições realizadas neste experimento, as amostras de manga nos quatro tratamentos estudados nas temperaturas de 10°C e 25°C apresentaram contagens de <10UFC de coliformes totais/g; <10UFC de bactérias psicotróficas/g e ausência de *Salmonella* sp.

Os resultados das contagens de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras nos quatro tratamentos estudados nas temperaturas de 10°C e 25°C são apresentados nas Figuras 6, 7, 8 e 9, respectivamente.

Na Figura 8, avaliando-se cada tratamento no período inicial ( $T_5$ ) e final ( $T_{35}$ ) de armazenamento a 10°C, observa-se que ocorreu na contagem de bactérias mesófilas um aumento de 2 log, 4 log e 1 log, respectivamente, para os frutos sem revestimento, frutos revestidos com cera contendo triclosan 1% e frutos revestidos com cera contendo ácido sórbico 0,1%, ocorrendo diminuição de um log para os frutos revestidos com cera. Os frutos armazenados a 10°C, revestidos com cera de carnaúba com ou sem os antimicrobianos testados, não tiveram efeito na contagem de bactérias aeróbias mesófilas.

Na Figura 9, avaliando-se cada tratamento no período inicial ( $T_0$ ) e final ( $T_{15}$ ) de armazenamento a 25°C, observa-se que ocorreu na contagem de bactérias aeróbias mesófilas um aumento de 2 log e 1 log, respectivamente, para os frutos sem revestimento e frutos revestidos com cera contendo triclosan 1%, não ocorrendo variação para os outros tratamentos. Entretanto, o revestimento dos frutos com cera de carnaúba, com ou sem os antimicrobianos testados apresentaram contagens de bactérias aeróbias mesófilas inferiores aos frutos sem revestimento.

Nos quatro tratamentos estudados na temperatura de 10<sup>0</sup>C para contagem de bolores e leveduras (Figura 10), entre o período inicial (T<sub>5</sub>) e final (T<sub>35</sub>) os frutos revestidos com cera de carnaúba, com e sem os antimicrobianos testados apresentaram aumento de um log e os frutos sem revestimento de 2 log.

Contudo, durante o armazenamento a 25<sup>0</sup>C, durante o período de armazenamento entre o período inicial (T<sub>0</sub>) e final (T<sub>15</sub>) o revestimento dos frutos com cera de carnaúba, mostrou ser mais eficiente no controle da população de bolores e leveduras, com aumento de 2 a 3 log, do que nos frutos sem revestimento que apresentaram aumento de 4 log (Figura 11).

Os fungos são um dos principais patógenos responsáveis pela podridão de mangas e o triclosan a 1% e ácido sórbico a 0,1% não mostraram ser eficientes no seu controle.

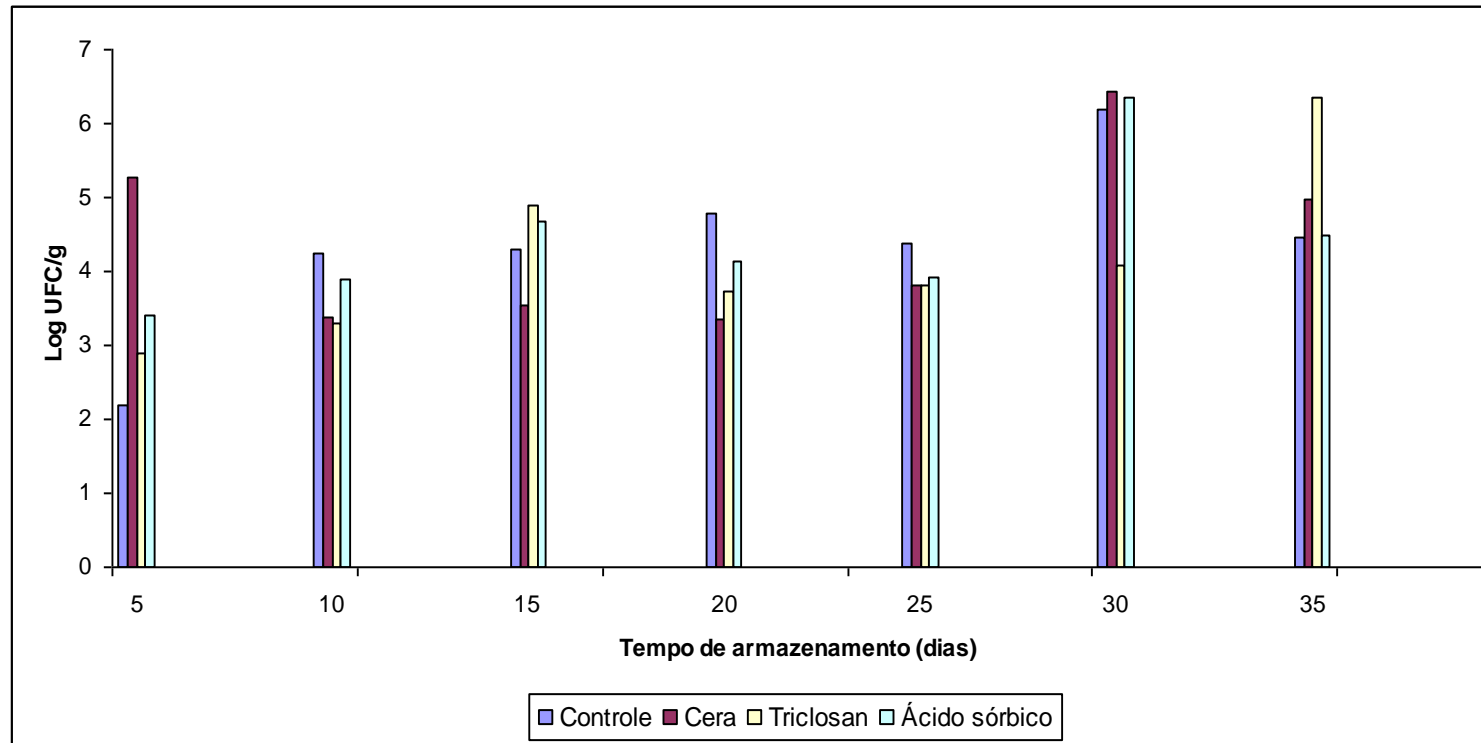


Figura 8 – Média do logaritmo da contagem de bactérias aeróbias mesófilas nos quatro tratamentos a temperatura de 10°C.

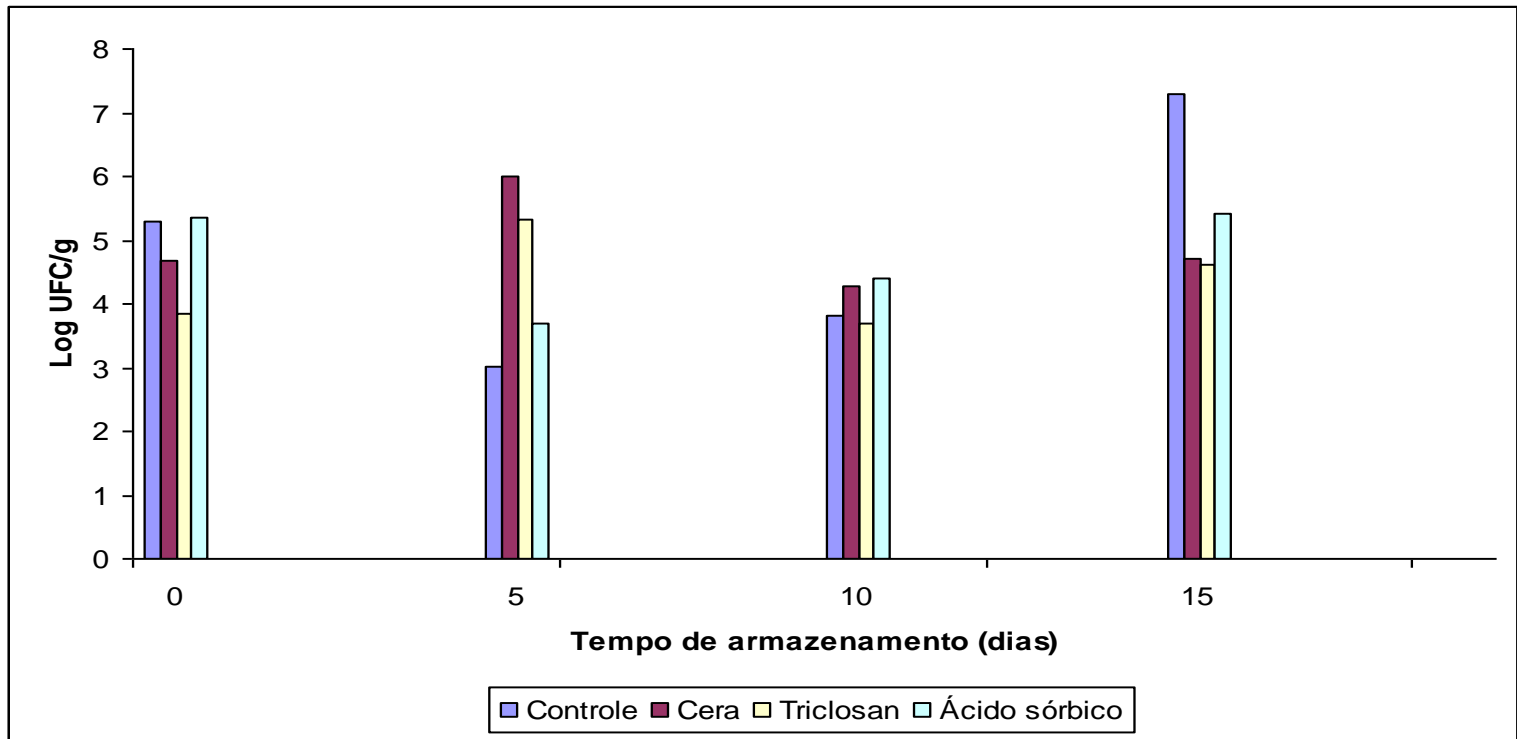


Figura 9 – Média do logaritmo da contagem de bactérias aeróbias mesófilas nos quatro tratamentos a temperatura de 25°C.

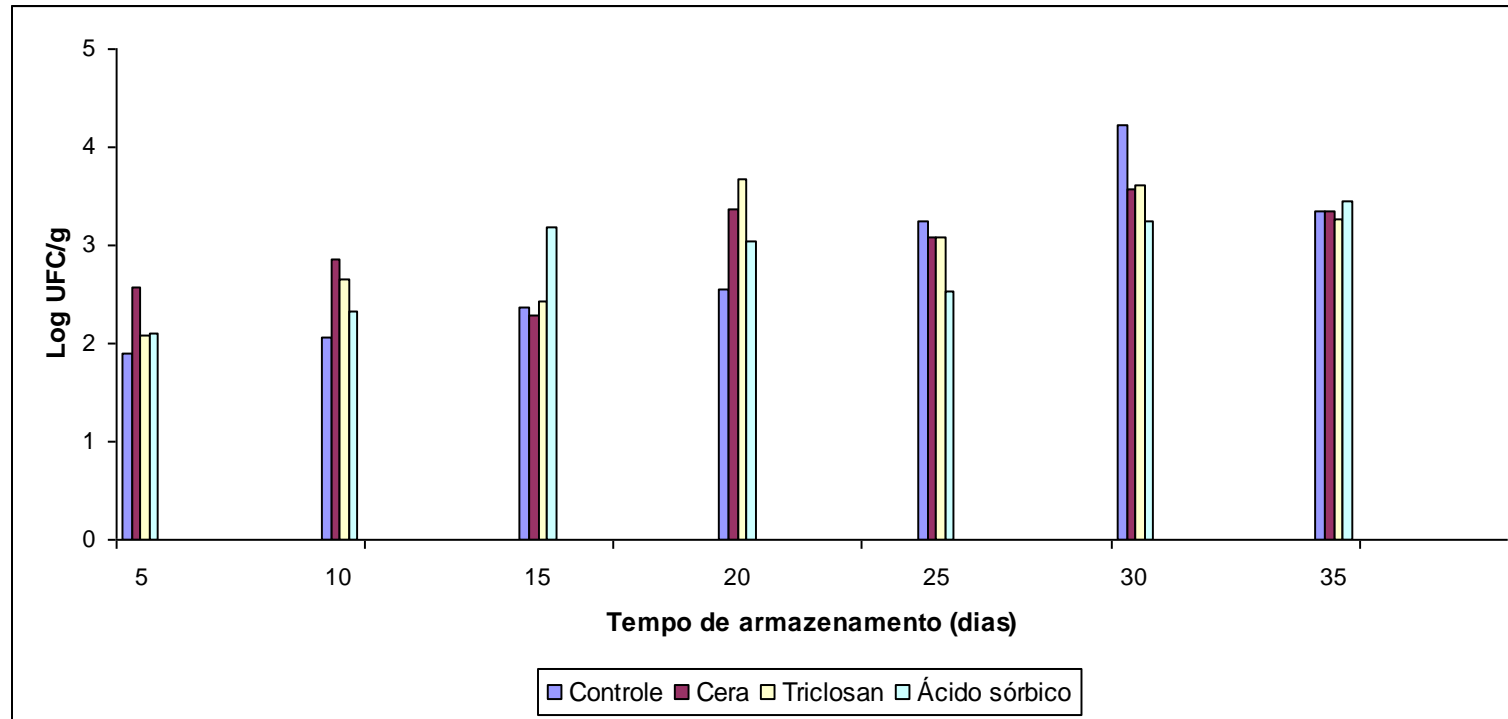


Figura 10 – Média do logaritmo da contagem de bolores e leveduras nos quatro tratamentos a temperatura de 10°C.

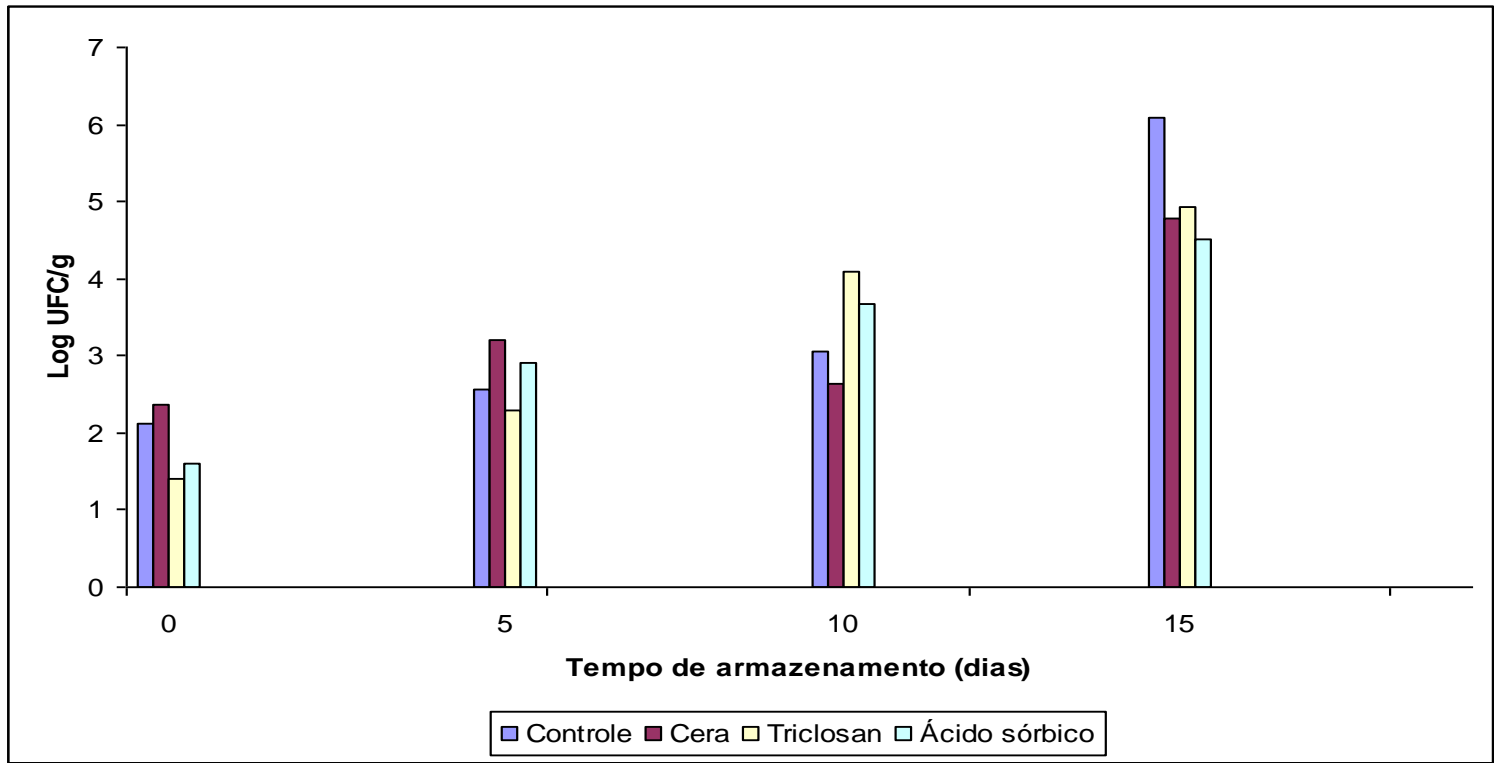


Figura 11 – Média do logaritmo da contagem de bolores e leveduras nos quatro tratamentos a temperatura de 25°C.

## 5.6. Avaliação sensorial (aparência)

Apesar de apresentarem interação significativa com o tempo de armazenamento na temperatura de 10°C, não foi possível ajustar os dados, sendo estes representados pelas médias em cada tempo de armazenamento (Figura 12).

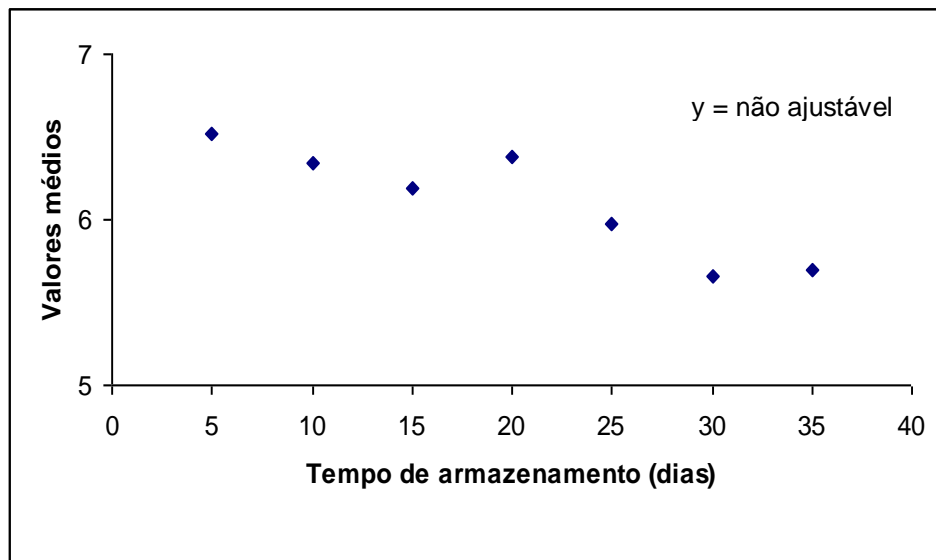


Figura 12 – Média dos valores do teste de aceitação nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 10°C.

Observa-se que os valores médios referentes aos tratamentos obtidos na avaliação sensorial na temperatura de 10°C, que ao longo do período de armazenamento apresentou valores entre 5 e 6, que de acordo com a escala hedônica ficam entre não gostei/nem desgostei e gostei ligeiramente, respectivamente.

Em relação ao teste de aceitação a temperatura de 25°C (figura 13) não apresentou interação significativa entre tratamento e tempo de armazenamento.

Verifica-se nos quatro tratamentos a temperatura de 25°C que no decorrer do período de armazenamento os valores médios encontram-se entre desgostei ligeiramente e não gostei/nem desgostei, segundo a escala hedônica, mostrando a interferência da temperatura na aparência dos frutos.

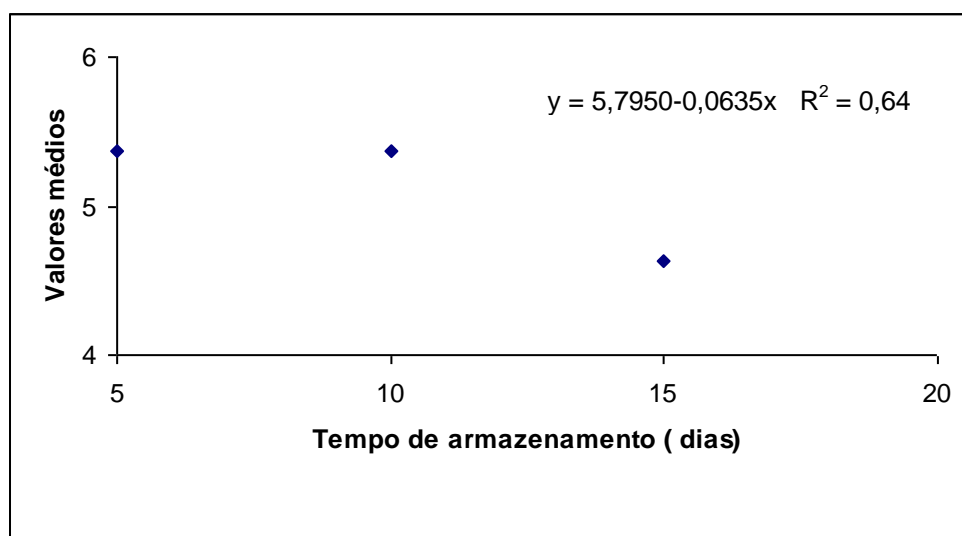


Figura 13 – Média dos valores do teste de aceitação nos quatro tratamentos durante o período de 35 dias de armazenamento a 25°C.

Aplicando o teste de Tukey ao nível de 5%, verifica-se que as médias gerais do teste de aceitação detectadas nos tratamentos mostra que não houve diferença entre os tratamentos controle, cera e triclosan (tabela 10).

Tratamentos	Médias
Controle	4,96 <sup>ab</sup>
Cera	5,74 <sup>a</sup>
Triclosan	5,36 <sup>ab</sup>
Ácido sórbico	4,92 <sup>c</sup>

Tabela 9 – Média dos valores do teste de aceitação nos quatro tratamentos durante o período de 15 dias de armazenamento a 25°C.

O teste de aceitação é provavelmente o método afetivo mais utilizado devido à confiabilidade e a validade de seus resultados, como também a simplicidade no uso pelos julgadores (STONE e SIDEL, 1993).

### 5.7. Microscopia eletrônica de varredura (MEV)

Na Figura 14A observam-se as eletromicrografias obtidas no tempo zero de coleta. Observa-se que nas amostras controle, a superfície apresenta-se lisa e livre de fissuras, com a presença ocasional de estômatos vestigiais. Bally (1999) descreve a ultraestrutura de ceras epicuticulares presentes no pericarpo de frutas de manga, que na natureza provêm proteção à perda de água e contaminação por microrganismos. O autor também observou uma

superfície lisa e com poucas fissuras em frutos recém coletados e não expostos a danos físicos ou químicos.

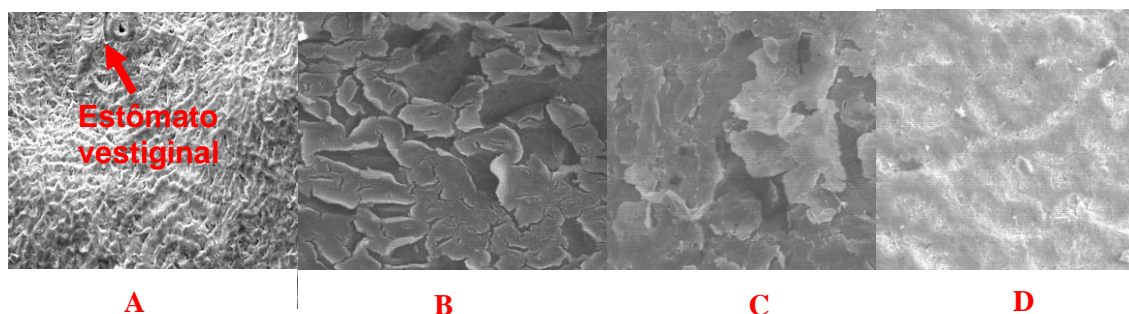


Figura 14 – Eletromicrografias das amostras de manga no tempo zero a 25°C. A – Controle. B – Controle com cera de carnaúba, x500, 20µm. C – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico, x500, 10µm. D – Cera de carnaúba com Triclosan, x500,10µm.

Para os frutos submetidos a coberturas com antimicrobianos, observa-se que a deposição da cobertura não se dá de forma homogênea, e em alguns pontos, é possível a visualização de rachaduras ou, em algumas vezes, uma superfície quebradiça (Figura 14D).

Pesis et al. (2000) estudando os efeitos do frio sobre mangas 'Tommy Atkins and Keitt' observaram sintomas de injúrias em temperaturas de 12°C, após 3 semanas de armazenamento. A aplicação de filmes não comestíveis (polietileno) ajudou a diminuir as injúrias, no entanto, a atmosfera de armazenamento também teve que ser modificada. Park (1999) afirma que coberturas comestíveis podem oferecer um efeito adicional protetor pela simulação de uma armazenagem em atmosfera modificada, ao alterar a troca de gás entre fruto e ambiente.

As eletromicrografias obtidas das amostras coletadas aos 15 dias estão mostradas na Figura 15. Observa-se que a epiderme dos frutos controle em temperatura ambiente e refrigerada ainda mostra-se lisa e livre de fissuras. Os frutos tratados com ácido sórbico apresentam algumas rachaduras, oriundas, provavelmente da deposição não homogênea da cobertura sobre sua superfície. Porém, o tratamento com cera permite a obtenção de epidermes novamente compactas e homogêneas. Isso pode ser devido à afinidade entre a cera utilizada para a deposição e a camada natural de ceras presente nas cascas dos frutos.

De acordo com Gülz (1994), as matrizes de cutina e ceras presentes nos frutos e em outras partes das plantas, são formadas por longas cadeias de alcanos, álcoois e ésteres, com forte teor lipídico, o que lhes confere proteção contra diversos estresses ambientais. Para as amostras tratadas com triclosan, observam-se efeitos distintos quanto à aderência em temperaturas ambiente e refrigerada. Nota-se que, sob refrigeração, a cobertura contendo triclosan mantém-se melhor aderida do que quando não refrigerada, indicando um possível efeito da temperatura sobre as coberturas.

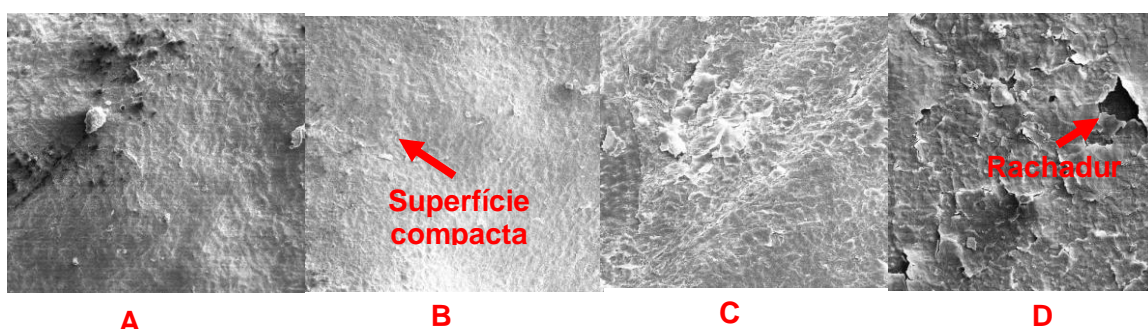


Figura 15 – Eletromicrografias obtidas de amostras de manga coletadas no tempo 15 dias a temperatura de 25°C. A – Controle x100, 100µm; B – Controle com Cera de carnaúba x100, 100µm; C – Cera de carnaúba com Triclosan, x100, 100µm; D – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico x 50,100µm.

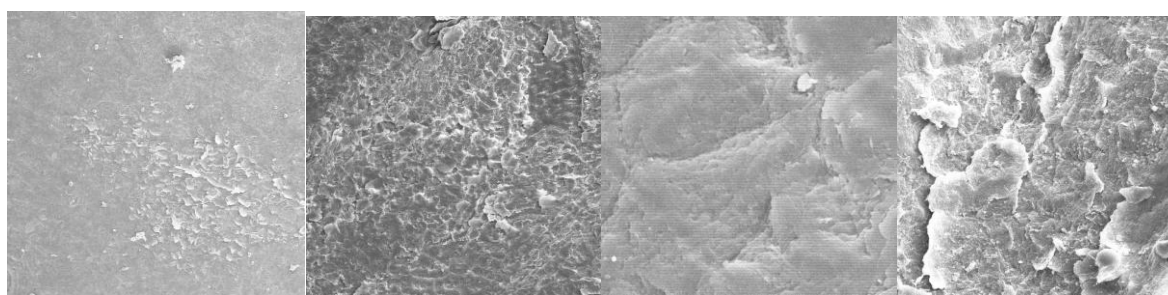
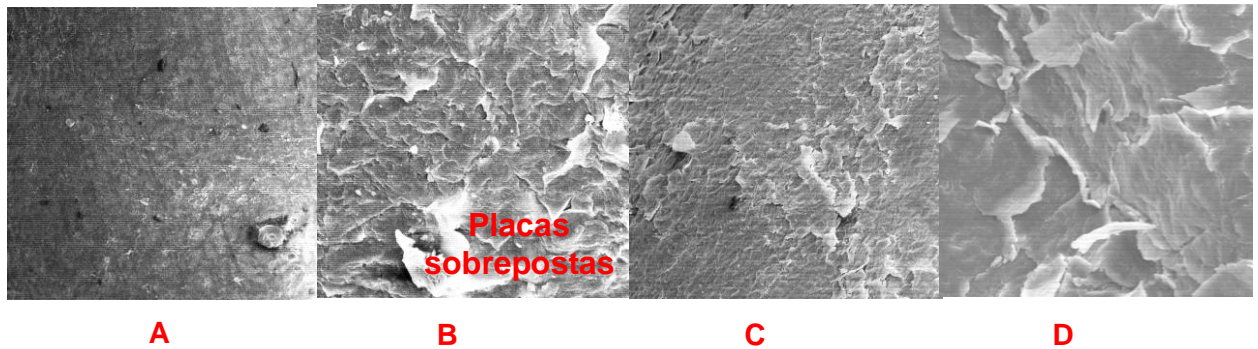


Figura 16 – Eletromicrografias obtidas de amostras de manga coletadas no tempo 15 dias a 10°C. A – Controle, x100, 100µm; B – Controle com Cera de carnaúba, x100, 100µm. C – Cera de carnaúba com Triclosan, x500, 10µm; D – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico, x500, 20µm.

As amostras com 30 dias de armazenamento apresentaram pericarpos como mostrados nas eletromicrografias da Figura 17. A amostra controle mostra áreas ainda íntegras e conservadas. Ao contrário das amostras coletadas com 15 dias, as amostras controle refrigeradas de 30 dias aparecem

com uma alteração na deposição da camada natural de ceras, que já não se mostra tão homogênea e lisa, como nos tempos anteriores. O mesmo acontece para as amostras tratadas com triclosan, ácido sórbico e cera, onde a deposição assume a estrutura de placas sobrepostas ou em formato de escamas justapostas, podendo-se inferir que, a temperatura exerce efeito sobre a aplicação e retenção de coberturas sobre a superfície de frutos.

Figura 17 – Eletromicrografias obtidas de amostras de manga coletadas no tempo 30 dias a 10°C. A – Controle, x100, 100µm. B – Controle com Cera de carnaúba, x500, 20µm C – Cera de carnaúba com Triclosan, x100, 100µm.. D – Cera de carnaúba com Ácido Sórbico, x500, 20µm.



## 6. CONCLUSÕES

Não se verificou diferença estatística significativa entre frutos sem revestimento, com os frutos revestidos com cera contendo 9% de sólidos, para o mesmo período de armazenamento, nas temperaturas de 10°C e 25°C.

Através do teste do halo determinou-se a concentração de triclosan e ácido sórbico na inibição das culturas de *Salmonella* tiphymurium e *Pseudomonas aeruginosa*.

Dos resultados obtidos na caracterização física (perda de massa, firmeza e diferença de cor) da variedade 'Tommy Atkins', e também no que concerne aos parâmetros químicos e físico-químicos verifica-se que os frutos revestidos se mostraram mais eficientes no retardo do processo de amadurecimento, do que os frutos sem revestimento.

O revestimento dos frutos com cera de carnaúba contendo ou não os antimicrobianos testados, armazenadas a 25°C, apresentaram um maior controle na população de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras do que nos frutos sem revestimento, não tendo sido observado este efeito durante o armazenamento a 10°C.

Os frutos revestidos com cera contendo triclosan a 1% e cera contendo ácido sórbico a 0,1%, não apresentaram ação antimicrobiana na população de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras, quando comparadas aos frutos revestidos com cera sem os antimicrobianos.

O tratamento com cera permite a obtenção de epidermes compactas e homogêneas. A temperatura exerce efeito sobre a aplicação e retenção do revestimento sobre a superfície de frutos.

Na aplicação da análise sensorial, o teste de aceitação, mostrou que os valores médios dos tratamentos a temperatura de 10°C foram superiores aos da temperatura de 25°C, estando aquelas inseridas na região de aceitação.

## SUGESTÕES

Estudo da interação dos agentes antimicrobianos com a concentração recomendada pelo fabricante.

Testar outras concentrações dos agentes antimicrobianos na tentativa de aumentar a eficiência dos mesmos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. O. de; CARDOSO, C. E. L.; SANTANA, M. do A. Comercialização. In: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Eds.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 15, p. 177-184. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ALVES, M. O. **Extrativismo da carnaúba: relações de produção, tecnologia e mercado**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

AMBONI, R. D. de M. C.; FRANCISCO, A. de; TEIXEIRA, E. Utilização de microscopia eletrônica de varredura para detecção de fraudes em café torrado e moído. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 19, n. 3. p. 331-313, 1999.

ANDRADE, N. J. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008. 400p.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, 2001. 1219 p.

APPENDINI, P.; HOTCHKISS, J. H. Review of antimicrobial food packaging. **Innovative Food Science e Emerging Technologies**, v. 3, n. 2, p. 113-126, 2002.

ASSIS, J. S. *et al.* Utilização de biofilmes na redução de massa e goiabas 'Paluma'. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES. 2., 2007, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa-MG, 2007. p. 288.

AZEREDO, H. M. C. de. Películas Comestíveis em Frutas Conservadas por Métodos Combinados: Potencial da Aplicação. **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 21, n. 2, p. 267-278, 2003.

BALDWIN, E. A. *et al.* Effect of two edible coating with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during store. **Postharvest Biology and Technology**. v. 17, n. 3, p. 215-226, 1999.

BALLY, S. E. Changes in the cuticular surface during the development of mango (*Mangifera indica* L.) cv. Kensington Pride. **Scientia Horticulturae**, v. 79, n. 1-2, p. 13-22, 1999.

BERTRAN, L. C. **Desenvolvimento e caracterização de filmes simples e compostos à base gelatina, ácidos graxos e breu branco**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BOMPARD, J. M. The genus *Mangifera* rediscovered: the potential contribution of wild species to mango cultivation. **Acta Horticulturae**, v. 341, p. 69-71, 1993.

BRANDÃO, M. C. C. *et al.* Análise físico química, microbiológica e sensorial de frutos de manga submetidos à desidratação osmótico solar. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 1, p. 38-41, 2003.

BRASIL. MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR. **Barreiras Externas às Exportações Brasileiras**. 1999. Disponível em: <[http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl\\_1196772454.pdf](http://www.mdic.gov.br/arquivos/dwnl_1196772454.pdf)>. Acesso em: 12 abr. 2008.

CAGRI, A.; USTUNOL Z.; RYSER E. T. Antimicrobial, mechanical, and moisture barrier properties of low Ph whey protein-based edible films containing p-Amminobenzoic or sorbic acid. **Journal of Food Science**, v. 66, n. 6, p. 865–870, 2001.

CAGRI, Arzu; USTUNOL, Zeynep; RYSER, Elliot T. Review: Antimicrobial Edible Films and Coatings. **Journal of Food Protection**, v. 67, n. 4, p. 833-848, 2004.

CALLISTER, W. D. **Materials Science and Engineering, an Introduction**. 4th ed. USA: John Wiley & Sons, 1997. p. 83-84.

CANTWELL M; KASMIRE R. F. Postharvest handling systems: fruit vegetables. *In*: KADER, A. (Ed.). **Postharvest Technology of Horticultural Crops**. 3. ed. California: University of California, 2002. p. 407-421.

CARVALHO FILHO, C. D. **Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.), cv. 'Ambrunés', utilizando coberturas comestíveis**. 2000.180 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CARVALHO, C. R. L. *et al.* Avaliação de cultivares de mangueiras selecionadas pelo Instituto Agronômico de Campinas comparadas a outras de importância comercial. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 264-271, 2004.

CASTRO, L. A. S. de *et al.* Metodologia para observação da camada de cera em maçãs, utilizando microscopia eletrônica de varredura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3. p. 774-775, 2002.

CERETA, M. **Qualidade do pêssego (*Prunus pérsica* L. Bastch) cv. Eldorado sob armazenamento em atmosfera controlada**. 1999. 41 f. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

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

COCOZZA, F. Del M. **Maturação e conservação de manga "Tommy Atkins" submetida à aplicação pós-colheita de 1-metilciclopropeno**. 2003. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

CORRÊA, Sílvio *et al.* **ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2008. 136 p.

CUNHA, G. A. P. da; PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. **A Cultura da Mangueira**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. cap. 2.

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.

DAVIDSON, P. M.; JUNEJA, V. K. Antimicrobial agents. *In*: BRANEN, A. L.; DAVIDSON, P. M.; SALMINEN, S. **Food Additives**. New York: Marcel Dekker, 1990. p. 83-137.

DEUSTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT (GTZ). **Manual de exportación: frutas tropicales y hortalizas**. Eschborn: República Federativa de Alemania, 1992. 34 p.

DEZEM, J. J. Expectativa e Utilização de Produtos na Cultura da Manga. *In*: ROZANE, Danilo Eduardo et al. **Manga-produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa : UFV, 2007. p. 511-532.

DIAB, Tony *et al.* Physicochemical properties and application of pullulan edible films and coatings in fruit preservation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 81, n. 10, p. 988-1000, 2001.

DONADON, J. R. Processamento Mínimo de Manga. *In*: DURIGAN, José Fernando. **Processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Fortaleza: Instituto Frutal, 2004. 69 p.

FAKHOURI F. M. et al. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FÁVERO, Luiz Andréa. **A cultura da manga no São Francisco: posicionamento, limites, oportunidades e ações estratégicas**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2008.

FONSECA, M. J. de O. **Efeito de fungicidas e cera na conservação pós-colheita de manga (Mangifera indica L.) Haden**. Viçosa: UFV, 1999, 87p. Dissertação de Mestrado.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **FAOSTAT Database result**: banco de dados. Disponível em: <<http://www.fao.gov.br>>. Acesso em: 10 out. 2007.

GONTARD, N. Active packaging. *In*: SOBRAL, P. J. A.; CHUZEL, G. (Ed.) **Workshop sobre biopolímeros**. Pirassununga – SP: FZEA, 1997. p. 23-27.

GUILBERT, S.; BIQUET, B. Películas e envolturas comestíveis. *In*: BUREAU, G.; MULTON, J. L. **Embalaje de los alimentos de gran consumo**. Zaragoza (Espanã): Acríbia, S. A., 1995. cap. 22, p. 331-371.

GUILBERT, S.; CUQ, B.; GONTARD, N. Recent Innovations In Edible And/Or Biodegradable Packaging Materials. **Food Addives and Contaminants**, v. 14, n. 6-7, p. 741-751, 1997.

GÜLZ, P.G. Epicuticular leaf waxes in the evolution of the Plant Kingdon. **Plant. Physiology**, 143: 453-464, 1994.

HAGENMAIER, R. D., BAKER, R. A. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, v. 42, n. 4, p. 899-902, 1994.

HAN, Jin. Response of physiologic metabolism and cell structures in mango fruit to exogenous methyl salicylate under low-temperature stress, **Shi-Ping Tian, Xiang-Hong Meng and Zhan-Sheng Ding**. 2000

HERNANDEZ, E.; BAKER, R. A. Candelilla wax emulsion, preparation and stability. **Journal of Food Science**, v. 56, n. 5, p. 1392-1387, 1991.

HOA, T. T. *et al.* Effect of different coating treatments on the quality of mango fruit. **Journal of Food Quality**, v. 25, n. p. 471–486, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS (IBRAF). Disponível em: <[www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportacao](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportacao)>. Acesso em: 20 ago. 2009.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4. ed., Brasília: Instituto Adolfo Lutz, 2005. 1 v.

JACOMINO, A. P. *et al.* Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 25, n. 3, p. 401-405, 2003.

KANESHIRO, M. A. B. *et al.* Efeito de embalagem no armazenamento refrigerado de manga (*Mangifera indica* L.). In: Simpósio Latino Americano de Ciências dos Alimentos, Campinas, 1995. Anais...Campinas: FEA, 1995, p.94.

KITAJIMA, E. W.; LEITE, B. **Curso introdutório de microscopia eletrônica de Varredura**. ESALQ; USP, Piracicaba, São Paulo, 1999.

KLAHORST, S. J. Credible edible films. **Food Product Design**, p.1-6. 1999. Disponível em: <<http://www.foodproductdesign.com/articles/1999/09/credible-edible-films.aspx>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

LAKSHIMINARAYANA, S. Mango. In: NAGY, S.; SWAW, P. E. **Tropical and subtropical fruits**. Westport: AV/Publishing, Inc., 1980. p.157-184.

LAWRENCE J. F.; IYENGAR, JR. Determination of paraffin wax and mineral oil on fresh fruits and vegetables by high temperature gas chromatography. **J Food Saf**, v. 5, n. 3, p. 119–29, 1983.

LEAL, Isabela. **Resposta Técnica produzida pelo Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT)**. Disponível em: <<http://www.sbrt.ibict.br>>. Acesso em: 10 jul. 2006.

LIMA, L. C. de O. **Tecido esponjoso em manga ‘Tommy Atkins’: transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante o armazenamento**. 1997. 147 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

LIMJAROEN, P. *et al.* Development of a Packaging Coating Material with Antimicrobial Properties. **Journal of Plastic Film and Sheeting**. V. 19, n. 2, p. 95-109, 2003.

LIN, R. L.; ZHANG, Q. C. Preliminary report on study of treating banana with freshness-preserving agent  $K_2MnO_4$ - amargosite. **Fujian Agricultural Science and Technology**, v. 3, p.15-16, 1993.

LOPES, P. R. C.; HAJI, F. N. P.; MOREIRA, A. N.; MATTOS, M. A. de A. (Ed.). **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de manga**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 72 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 183).

LUCENA, E. M. P. de; SILVA JÚNIOR, A.; CAMPELO, I. K. M. Caracterização físico-química da manga (*Mangifera indica* L.), variedade Tommy Atkins, em diferentes estádios de maturação. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17., 2000, Fortaleza. **Resumos...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, 2000. p. 5-246. 2 v.

LUCENA, Eliseu Marlônio Pereira de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga “Tommy Atkins” no vale do São Francisco**. Fortaleza, 2006.

MAIA, G. A.; MACHADO, P. H. S; LIMA, A , S. **Processamento de Sucos de Frutas Tropicais**. Fortaleza: UFC, 2007.

MEDLICOTT, A. P.; REYNOLDS, S. B. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v. 65, n. 2, p. 153-157, Apr. 1988.

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

MITCHAM, E. J.; MCDONALD, R. E. Cell Wall modification during ripening of “Keit” and “Tommy Atkins” mango fruit. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n.6,p.919-924,1992.

MOHSENIN, N. N. **Physical properties of Plants and Animal Materials**. 2. ed. Nova York: Gordon and Breach Publishers, 1986.

MORAIS, P.L.D. de; FILGUEIRAS, H.A.C.; PINHO, J.L.N. de; ALVES, R.E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.671-675, 2002.

MÔRO, F. V. *et al.* Morfologia de frutos de goiabeira. **Frutic.**, v. 25, n. 1, p. 32-34, 2003.

MUKHERJEE, S. K. **Systematic and ecogeographic studies of crop genepools: 1. *Mangifera*** IBPGR Secretariat. Rome, 1985. 86 p.

MUNIZ, C. R. *et al.* Effect of Postharvest Mechanical Injury on Microstructure and Quality. **Acta Horticulturae**, v. 768, p. 323-328, 2008.

OLIVEIRA, L. M. Embalagens ativas e inteligentes para produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, n. 329, 2004.

OLIVEIRA, L. M.; OLIVEIRA, P. L. V. Revisão: Principais Agentes Antimicrobianos Utilizados em Embalagens Plásticas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 7, n. 2, p. 161-165, 2004.

PARK, H. J. Development of advanced edible coatings for fruits. **Trends in Food Science Technology**, v. 10, n. 8, p. 254-260, 1999.

PERYAN, D. R.; PILGRIN, F. J. Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology**, v. 11, n. 9, p. 9-14, 1957. Suplemento.

PESIS, E. *et al.* Modified atmosphere and modified humidity packaging alleviates chilling injury symptoms in mango fruit. **Postharvest Biol. Technol.** v. 19, n. 1, p. 93–101, 2000.

PIZZOL, S. J. *et al.* Mercado da Manga no Brasil: Aspectos Gerais. **Preços Agrícolas**, v. 12, n. 142, p. 34, 1998.

QUINTAVALLA, S.; VICINI, L. Antimicrobial food packaging in meat industry. **Meat Science**, v.62, p.373-380., 2002.

RESENDE, J. V.; CAL-VIDAL, J. Frutos de melão submetidos a pré-tratamentos com hidrocolóides: efeitos do processo de congelamento sobre a microestrutura celular. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 295-304, 2002.

SALLES, J. R. de J.; TAVARES, J. C. Vida útil pós-colheita de manga (*Mangifera indica* L., cv. Tommy Atkins): influência da temperatura e do estágio de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 21, n. 2, p. 171-176, 1999.

SALTVEIT, M. E. Edible Coatings. *In*: FRESH-CUT PRODUCTION. Maintaining **Quality and Safety**, 5th, Section 5e, 1998.

SANTOS-SEREJO, J. A. dos. Classificação e descrição botânica. *In*: PEREIRA, M. E. C.; FONSECA, N.; SOUZA, F. V. D. (Ed.). **Manga: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. cap. 1, p. 15-17. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, É. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215 p.

SAS Institute, Inc. SAS User's Guide : version 9.1, Cary, NC : SAS Institute, 2006.

SCANNELL, A. G. M. et al. Development of bioactive food packaging materials using immobilized bacteriocins Lacticin 3147 and Nisaplin. **International Journal of Food Microbiology**, v. 60, p. 241– 249, 2000.

SCIENTIFIC COMMITTEE ON FOOD (SCF). **Opinion of the Scientific Committee on Food on the 10 th additional list of monomers and additives for food contact materials**. 2000. Disponível: <[http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out62\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out62_en.pdf)>. Acesso em: 05 abr. 2008.

SOUZA, S. M. A. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis biodegradáveis a base de proteínas miofibrilares de origem bovina**. 2001. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SOUZA, J. S.; ALMEIDA, C. O. Situação da mangicultura no Brasil e na América Latina. *In*: SÃO JOSÉ, A. R. (Org.). **O agronegócio manga: produção e mercado**. Vitória da Vitória da Conquista: UESB, 2002. p.5-15.

STONE, H., SIDEL, J.L. Sensory Evaluation Practices, New York, USA: Academic Press., 1993. 338p.

TRIPATHI, Pramila; DUBEY, N. K. Exploitation of natural products as an alternative strategy to control postharvest fungal rotting of fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 32, n. 3, p. 235–245, 2004.

VERMEIREN, L.; DEVLIEGHIERE, F.; DEBEVERE, J. Effectiveness of some recent antimicrobial packaging concepts. **Food Additives and Contaminants**, v. 19, p.163-171, 2002a. Suplemento.

WARTH, A. H. **The chemistry and technology of waxes**. New York: Reinhold Publishing Corp, 1986. 37 p.

WURLITZER, N. J. **Desenvolvimento e avaliação de propriedades físicas e antimicrobianas de filmes de poli(cloreto de vinilideno) incorporados com triclosan**. 2007. 91 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

XU, Shiyong; XU, Li Da; CHEN, Xiufang. Determining optimum edible films for kiwifruits using an analytical hierarchy process. **Computers & Operations Research**, v. 30, p. 877-866, 2003.