



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E**  
**TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**EFEITO DE ANTIOXIDANTES, CLORETO DE CÁLCIO E LUZ ULTRAVIOLETA  
(UV) PULSANTE NA CONSERVAÇÃO DE MANGA 'TOMMY ATKINS'  
MINIMAMENTE PROCESSADA**

Josenice Silva dos Santos

SÃO CRISTOVÃO -SE

Fevereiro/2011



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E**  
**TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**EFEITO DE ANTIOXIDANTES, CLORETO DE CÁLCIO E LUZ ULTRAVIOLETA  
(UV) PULSANTE NA CONSERVAÇÃO DE MANGA 'TOMMY ATKINS'  
MINIMAMENTE PROCESSADA**

Josenice Silva dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

Orientador: Dr. Marcelo Augusto G. Carnelossi

Co-orientador : Dr. Ebenézer de Oliveira Silva

Agência Financiadora: CAPES/ INCT

SÃO CRISTOVÃO -SE

Fevereiro/ 2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S237e Santos, Josenice Silva dos  
Efeito de antioxidantes, cloreto de cálcio e luz ultravioleta (UV) pulsante na conservação de manga "Tommy Atkins" minimamente processada / Josenice Silva dos Santos. – São Cristóvão, 2011. ix, 104 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto G. Carnellosi.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Alimentos – Conservação. 3. Manga. I. Título.

CDU 664.853.039:634.441



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E**  
**TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO**

**EFEITO DE ANTIOXIDANTES, CLORETO DE CÁLCIO E LUZ ULTRAVIOLETA  
(UV) PULSANTE NA CONSERVAÇÃO DE MANGA “TOMMY ATKINS”  
MINIMAMENTE PROCESSADA**

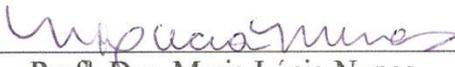
**Autor:** Josenice Silva dos Santos

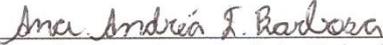
**Orientador:** Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi

**Co-orientador:** Dr. Ebenézer de Oliveira Silva

**Banca Examinadora:**

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>o</sup>. Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi  
Orientador/ NUCTA – UFS

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Maria Lúcia Nunes  
Examinador Interno/ NUCTA – UFS

  
\_\_\_\_\_  
Prof.<sup>a</sup>. Dra. Ana Andréa Teixeira Barbosa  
Examinador Externo/ DMO – UFS

## **VITAE DO CANDIDATO**

Josenice Silva dos Santos, filha de José Antônio dos Santos e Maria Eunice Silva, nasceu na cidade de Antas – BA, no dia 18 de junho de 1979.

Iniciou em 2002, o curso de Engenharia de Alimentos na Universidade Federal de Sergipe, concluindo-o em 2008.

Foi bolsista de Iniciação Científica, no período de agosto de 2007 a julho de 2008.

Em março de 2009, iniciou o curso de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, em nível de mestrado na Universidade Federal de Sergipe.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por sempre me acompanhar e iluminar os meus caminhos.

Aos meus pais e irmãs por contribuírem sempre ouvindo e compreendendo, por terem ensinado que os grandes sonhos só se realizam com coragem, persistência e paciência por me apoiarem sempre.

Ao meu namorado Jamisson por estar sempre ao meu lado nas horas mais difíceis, pela sua compreensão.

Ao meu orientador Professor Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi, exemplo de docente, pesquisador, e pessoa, pela paciência e enorme coração, agradeço pela orientação, apoio, confiança.

Ao pesquisador Dr. Ebenézer de Oliveira Silva pela orientação, oportunidade de realizar experimento na Embrapa Agroindústria Tropical.

Aos membros da banca examinadora, Prof<sup>a</sup> Dra. Maria Lúcia Nunes e Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Andréa Teixeira Barbosa pelo aceite e contribuições indispensáveis a este trabalho;

Obrigado Eduardo, Patrícia pela ajuda durante o experimento.

A todo o pessoal do Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical.

Obrigada Leirson pelo apoio que me deste durante o tempo que fiquei em sua casa e pelo apoio nas análises.

As colegas do DTA Mariana, Mônica, Jennifer, Thaís, Rafaela e Kyzzes.

As minhas amigas Karina, Valdeci, Sheila, Fernanda, Janaína e Yure obrigadas pelos momentos que estivemos juntas.

## RESUMO

SANTOS, Josenice Silva dos, M.sc., Universidade Federal de Sergipe, fevereiro de 2011. **Efeito de antioxidantes, cloreto de cálcio e luz ultravioleta (UV) pulsante na conservação da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada.** Orientador: Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi. Co-orientador: Ebenézer de Oliveira Silva.

O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito de antioxidantes (ácido ascórbico (AA), ácido cítrico (AC) e ácido etileno diamino tetracético (EDTA)) e cloreto de cálcio sobre as características físico-químicas e bioquímicas e da luz ultravioleta (UV) pulsante sobre as características físico-químicas e na atividade antioxidante da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada. A cada três dias, avaliou-se o pH, acidez total, sólidos solúveis, carotenóides totais, índice de escurecimento, fenóis totais, vitamina C, atividade da polifenoloxidade (PPO), pectina total, atividade da pectinametilesterase (PME) e atividade antioxidante. Verificou-se que os maiores teores de fenóis totais foram encontrados nas amostras tratadas com ácido ascórbico a 2% e os menores teores para o tratamento EDTA. A atividade da polifenoloxidase foi menor para o tratamento com EDTA a 1% durante o período de armazenamento. O emprego de cálcio afetou as características analisadas, proporcionando maior teor de pectina total e menor atividade da pectinametilesterase. O tratamento com cloreto de cálcio a 1,5% foi eficiente em manter a integridade da membrana celular diminuindo a atividade enzimática da pectinametilesterase. O tratamento com UV pulsante influenciou no teor de ácido ascórbico, carotenóides totais e atividade antioxidante, logo após a exposição das amostras a 12 pulsos atingindo valores de 63,43 mg/100g, 2,19 mg/100 e 7,49  $\mu\text{M}$  trolox/ g polp, a respectivamente. Conclui-se que 12 pulsos foi o melhor para manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada.

Palavras Chaves: processamento mínimo, polifenoloxidase, pectinametilesterase, atividade antioxidante.

## ABSTRACT

SANTOS, Josenice Silva dos, M.sc., Universidade Federal de Sergipe, February de 2011. **Effect of antioxidants, calcium chloride and pulsed ultraviolet (UV) in the conservation of minimally processed 'Tommy Atkins' mango.** Adviser: Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi. Co- Adviser: Ebenézer de Oliveira Silva.

The present study aimed to evaluate the effects of antioxidants (ascorbic acid (AA), citric acid (AC), Ethylene diamine tetra acetic acid (EDTA)) and calcium chloride on the physico-chemical and biochemical characteristics and pulsed ultraviolet (UV) light on the physico-chemical and antioxidant activity of minimally processed 'Tommy Atkins' mango. The pH, soluble solids content, carotenoid content, browning index, total phenol, vitamin C, total acidity, polyphenyloxidase (PPO) activity, pectinmethylesterase (PME) activity and antioxidant activity were analyzed at an interval of three days. It was found that higher levels of total phenol were found in samples treated with ascorbic acid at 2% and the lowest for the EDTA treatment. The polyphenoloxidase activity was lower for treatment with EDTA 1% during the storage period. Calcium affected the characteristics analyzed, providing a high total pectin content and lower pectinmethylesterase activity. The treatment with calcium chloride at 1.5% was effective in maintaining the integrity of the membrane cell by decreasing the enzymatic pectinmethylesteras activity. The treatment with pulsed UV light influence the ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity after exposure to 12 pulses of samples reaching values of 63.43 mg/100g, 2.19 mg/100 and 7.49 mM trolox / g pulp, respectively. We conclude that 12 pulses was the best for minimally processed 'Tommy Atkins' mango.

Keywords: Minimal processing, polyphenyloxidase, pectinmethylesterase, antioxidant activity

## SUMÁRIO

|   |      |
|---|------|
| AGRADECIMENTOS .....  | i    |
| RESUMO.....   | ii   |
| ABSTRACT.....   | iii  |
| SUMÁRIO .....   | iv   |
| ÍNDICE DE TABELAS .....   | viii |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....   | ix   |
| <br>  |      |
| INTRODUÇÃO GERAL .....  | 1    |
| <br>  |      |
| CAPÍTULO 1 - EFEITO DE ANTIOXIDANTES E CÁLCIO NA CONSERVAÇÃO<br>DE MANGA ‘TOMMY ATKINS’ MINIMAMENTE PROCESSADA..... | 3    |
| RESUMO.....   | 4    |
| 1 - INTRODUÇÃO .....  | 5    |
| 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....   | 6    |
| 2.1 - Características gerais da manga .....   | 6    |
| 2.2 - Processamento mínimo .....  | 7    |
| 2.3 - Substâncias antioxidantes .....   | 8    |
| 2.4 - Polifenoloxidase (PPO) .....  | 9    |
| 2.5 - Uso de cloreto de cálcio .....  | 9    |
| 2.6 - Pectinametilsterase (PME).....  | 10   |
| 3 - MATERIAL E MÉTODOS.....   | 11   |
| 3.1 - Material Vegetal.....   | 11   |
| 3.2 - Processamento mínimo.....   | 12   |
| 3.2.1 - Recepção e seleção .....  | 12   |
| 3.2.2 - Lavagem .....   | 12   |
| 3.2.3 - Sanitização .....   | 13   |
| 3.2.4 - Pré-resfriamento.....   | 13   |
| 3.2.5 - Corte .....   | 13   |
| 3.2.6 - Sanitização (aplicação de antioxidantes e cálcio) e rinsagem .....  | 13   |
| 3.2.7 - Embalagem e armazenamento .....   | 13   |

|  |    |
|--|----|
| 3.3 - Análises físico-químicas e bioquímicas ..... | 14 |
| 3.3.1 - pH.....                                    | 14 |
| 3.3.2 - Acidez total (AT) .....                    | 14 |
| 3.3.3 - Sólidos solúveis (°Brix) .....             | 14 |
| 3.3.4 - Vitamina C.....                            | 14 |
| 3.3.5 - Índice de escurecimento .....              | 15 |
| 3.3.6 - Determinação de fenóis totais .....        | 15 |
| 3.3.7 - Pectina total.....                         | 16 |
| 3.3.8 - Atividade da polifenoloxidase .....        | 16 |
| 3.3.9 - Atividade da pectinametilesterase .....    | 17 |
| 3.4 - Análise estatística.....                     | 17 |
| 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                   | 18 |
| 4.1 - Uso de antioxidantes .....                   | 18 |
| 4.1.1 - pH.....                                    | 18 |
| 4.1.2 - Acidez total (AT) .....                    | 20 |
| 4.1.3 - Sólidos solúveis (°Brix) .....             | 20 |
| 4.1.4 - Vitamina C.....                            | 23 |
| 4.1.5 - Fenóis totais .....                        | 25 |
| 4.1.6 - Atividade da polifenoloxidase .....        | 25 |
| 4.1.7 - Índice de escurecimento .....              | 25 |
| 4.2 - Uso de cloreto de cálcio.....                | 28 |
| 4.2.1 - pH .....                                   | 28 |
| 4.2.2 - Acidez total (AT) .....                    | 30 |
| 4.2.3 - Sólidos solúveis (°Brix) .....             | 31 |
| 4.2.4 - Fenóis totais .....                        | 32 |
| 4.2.5 - Índice de escurecimento .....              | 32 |
| 4.2.6 - Pectina total.....                         | 34 |
| 4.2.7 - Atividade da pectinametilesterase .....    | 35 |
| 5 - CONCLUSÕES .....                               | 36 |
| 5.1 - Uso de antioxidantes .....                   | 36 |
| 5.2 - Uso de cloreto de cálcio.....                | 37 |

|  |    |
|--|----|
| CAPÍTULO 2 - EFEITO DA LUZ ULTRAVIOLETA(UV) PULSANTE SOBRE A CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DA MANGA ‘TOMMY ATKINS’ MINIMAMENTE PROCESSADA ..... | 38 |
| RESUMO.....  | 39 |
| 1 - INTRODUÇÃO .....   | 40 |
| 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....  | 41 |
| 2.1 - Uso de ultravioleta (UV) pulsante.....   | 41 |
| 2.2 - Compostos bioativos com capacidade antioxidante.....   | 41 |
| 2.3 - Método de determinação ABTS.....   | 43 |
| 3 - MATERIAL E MÉTODOS.....  | 43 |
| 3.1 - Material Vegetal.....  | 43 |
| 3.2 – Processamento mínimo .....   | 44 |
| 3.2.1 - Lavagem .....  | 45 |
| 3.2.2 - Sanitização .....  | 45 |
| 3.2.3 - Pré-resfriamento.....  | 45 |
| 3.2.4 - Corte .....  | 45 |
| 3.2.5 - Aplicação da luz ultravioleta (UV) pulsante.....   | 45 |
| 3.2.6 - Embalagem e armazenamento .....  | 46 |
| 3.3 - Análises físico-químicas.....  | 46 |
| 3.3.1 - Acidez total titulável (ATT).....  | 46 |
| 3.3.2 - Sólidos solúveis totais (°Brix) .....  | 46 |
| 3.3.3 - Vitamina C.....  | 47 |
| 3.3.4 - Carotenóides totais .....  | 47 |
| 3.3.5 - Fenóis totais .....  | 47 |
| 3.4 - Atividade antioxidante.....  | 48 |
| 3.5 - Análise estatística.....   | 49 |
| 4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....  | 49 |
| 4.1 - Acidez total (AT) .....  | 49 |
| 4.2 - Sólidos solúveis (°Brix) .....   | 50 |
| 4.3 - Vitamina C.....  | 51 |
| 4.4 - Carotenóides totais .....  | 52 |
| 4.5 - Fenóis totais .....  | 53 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 4.6 - Atividade antioxidante.....    | 55 |
| 5 - CONCLUSÕES .....                 | 56 |
| 6 - CONCLUSÕES GERAIS.....           | 57 |
| 7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... | 58 |
| APÊNDICE.....                        | 71 |

## ÍNDICE DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| Tabela 1.1 - Escala visual para determinação da cor da casca de manga (MEDLICOTT et al., 1990).....  | 11 |
| Tabela 2.1 - Escala visual para determinação da cor da casca de manga (MEDLICOTT et al., 1990). .... | 43 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1.1 - Fluxograma do processamento mínimo da manga ‘Tommy Atkins’ (DONADON et al., 2001).....12
- Figura 1.2 - pH da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidantes), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B), AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....19
- Figura 1.3 - Acidez total da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidantes), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B), AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....21
- Figura 1.4 - Sólidos solúveis da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidantes), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B), AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....22
- Figura 1.5 - Vitamina C da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B), AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....24
- Figura 1.6 - Fenóis totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidantes), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B), AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....26

- Figura 1.7 - Atividade da polifenoloxidase da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidantes), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B), AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....27
- Figura 1.8 - Índice de escurecimento da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidantes), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B), AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 a 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....29
- Figura 1.9 - pH da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....30
- Figura 1.10 – Acidez total da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....31
- Figura 1.11 - Sólidos solúveis da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....32
- Figura 1.12 - Fenóis totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenados a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....33

|  |    |
|--|----|
| Figura 1.13 - Índice de escurecimento da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....   | 33 |
| Figura 1.14 - Pectina total da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0% ,0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....   | 35 |
| Figura 1.15 - Atividade da Pectinametilesterase da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenados a $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78-82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.....   | 36 |
| Figura 2.1 - Fluxograma do processamento mínimo de manga ‘Tommy Atkins’ (DONADON et al., 2001).....  | 44 |
| Figura 2.2 - Mangas cortadas em fatias.....  | 45 |
| Figura 2.3 - (A) Aparelho de emissão da luz UV pulsante; (B) exposição das fatias a luz UV pulsante.....   | 46 |
| Figura 2.4 - Acidez total da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a $11\pm 1^{\circ}\text{C}$ por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro..... | 50 |

- Figura 2.5 - Sólidos solúveis da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.....51
- Figura 2.6 - Vitamina C da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.....52
- Figura 2.7 - Carotenóides totais da ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro .....53
- Figura 2.8 - Fenóis totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.....54

Figura 2.9 - Atividade antioxidante da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.....56

## INTRODUÇÃO GERAL

A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das mais importantes frutas tropicais. No Brasil a exportação em 2009 foi de aproximadamente 110000 toneladas (SECEX, 2010). O principal pólo exportador de manga do Brasil compreende as cidades de Petrolina (PE) e Juazeiro (BA), no Vale do São Francisco. O Brasil é um importante fornecedor de manga tanto para a União Européia cerca de 75% e para os Estados Unidos aproximadamente 20% (MENTEM et al., 2010) Os principais países produtores são Índia, China, Tailândia, México, Indonésia e Brasil (OLIVEIRA et al., 2008).

As mudanças nos padrões de consumo de alimentos tem levado ao maior consumo de frutas e hortaliças em relação aos produtos industrializados. Ao mesmo tempo que o consumo de frutas e hortaliças aumentam, os consumidores preferem alimentos que apresentem qualidade e praticidade (VIEITES et al., 2007). A manga, apesar de sua grande aceitação e valor nutricional, é um fruto inconveniente devido ao seu tamanho, o que dificulta o seu transporte, e por isso o processamento mínimo da manga surge como uma alternativa de mercado que oferece qualidade, frescor e conveniência, atendendo à demanda do consumo moderno.

A manga da variedade ‘Tommy Atkins’ apresenta maior vida útil, maior resistência mecânica e térmica quando comparada a outras variedades comerciais. É a mais comercializada e exportada pelo o Brasil e está disponível comercialmente praticamente durante todo o ano (ARAÚJO, 2004). Sua aceitação no mercado internacional se deve, principalmente por apresentar poucas fibras e por ser fonte de pró vitamina A e vitamina C (SILVA et al., 2003).

A avaliação visual, para os consumidores, é o principal fator na compra de um determinado produto (DAMIANI et al., 2008). De acordo com Xavier (2007), os danos físicos causados pelo corte e descascamento eleva a taxa respiratória e a produção de etileno dos produtos minimamente processados, o que promove aumento das reações bioquímicas responsáveis por modificações como cor, sabor, aroma, textura, teor de vitaminas e outros, diminuindo assim a vida útil.

O consumo de frutas tem aumentado principalmente em decorrência do seu valor nutritivo e efeitos biológicos (KUSKOSKI et al., 2006). Estes alimentos contêm muitos compostos que apresentam propriedades antioxidantes, tais como as vitaminas C e E,

carotenóides, clorofilas, compostos fenólicos, flavonóides glicosídeos e, em alguns alimentos, taninos poliméricos complexos (PELLEGRINI et al., 2007). Estes compostos estão relacionados com o retardo do envelhecimento (BEHL, 2003), com a prevenção de certas doenças como o câncer (WANG; MAZZA, 2002) e enfermidades cardiovasculares e circulatórias (STOCLET et al., 2004).

O escurecimento dos tecidos vegetais pode ser controlado utilizando-se métodos químicos como compostos redutores, que transformam quinonas em fenóis. Dentre os compostos mais utilizados se destacam: o ácido ascórbico, o ácido cítrico, o cloreto de cálcio e o EDTA (FAGUNDES; AYUB, 2005).

Assim, os objetivos do presente trabalho foram: 1) verificar os efeitos do uso do EDTA, ácido cítrico, ácido ascórbico e cloreto de cálcio sobre as características físico-químicas e bioquímicas em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada. 2) avaliar o efeito da aplicação da luz ultravioleta (UV) pulsante sobre as características físico-químicas e atividade antioxidante em manga ‘Tommy Atkins’.

## **CAPÍTULO 1**

### **EFEITO DE ANTIOXIDANTES E CLORETO DE CÁLCIO NA CONSERVAÇÃO DE MANGA 'TOMMY ATKINS' MINIMAMENTE PROCESSADA**

## RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de agentes antioxidantes e cloreto de cálcio sobre as características físico-químicas e bioquímicas de manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada. O processamento mínimo constituiu-se nas etapas de seleção da matéria-prima, lavagem, sanitização, pré-resfriamento, corte em cubo de aproximadamente 2 cm, sanitização com antioxidantes e rinsagem. Os produtos foram acondicionados em embalagens de polipropileno e armazenados a  $5\pm 1$  °C 78-82% UR por 12 dias. A cada três dias, avaliou-se o pH, a acidez total, sólidos solúveis totais, vitamina C, fenóis totais, atividade da polifenoloxidase, índice de escurecimento, pectina, atividade da pectinametilesterase. O EDTA foi o melhor tratamento na redução da atividade da polifenoloxidase e no índice de escurecimento durante o armazenamento. O tratamento com cloreto de cálcio a 0,5% foi o que obteve maior teor de compostos fenólicos e maior índice de escurecimento. A pectina total aumentou com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos. A atividade da PME foi melhor controlada com a aplicação da solução de cloreto de cálcio a 1,5%. Pode-se concluir que o EDTA e o cloreto de cálcio foram os tratamentos que melhor mantiveram as características físico-químicas e bioquímicas da manga minimamente processada.

Palavras Chaves: processamento mínimo, pectinametilesterase, escurecimento enzimático

## 1 - INTRODUÇÃO

O processamento mínimo tem sido descrito como um processo que envolve procedimentos de seleção, limpeza, lavagem, descascamento e corte de produtos agrícolas, que não afetem as suas características organolépticas e agreguem valor aos mesmos. A finalidade dos alimentos minimamente processados e refrigerados é proporcionar ao consumidor um produto similar ao fresco, garantindo segurança e mantendo a qualidade nutritiva e sensorial (DAMASCENO et al., 2005).

Segundo Vitty et al. (2003) os produtos minimamente processados têm durabilidade menor em relação aos frutos inteiros. A operação do corte, causa destruição da membrana celular, o que acarreta respostas fisiológicas e bioquímicas como alteração do metabolismo celular, aumento da taxa respiratória, elevação da síntese de etileno, escurecimento oxidativo, perda de vitaminas, degradação da membrana lipídica e perda de água.

O uso de agentes antioxidantes tem sido amplamente empregado juntamente com o cloreto de cálcio para evitar o escurecimento enzimático e prolongar a vida útil pós-colheita de produtos minimamente processados (RICHARD-FORGET et al., 1992). O ácido cítrico é o principal ácido orgânico naturalmente encontrado em vegetais, age como um quelante e atua sinergisticamente com ácidos ascórbico e eritórbito e seus sais neutros. O EDTA atua complexando cobre e íons ferro, por meio de um par não conjugado de elétrons em suas estruturas moleculares (PINELLI, 2004). Segundo Melo; Vilas Boas (2006), o tratamento com EDTA foi bastante efetivo na contenção do aumento das atividades da polifenoloxidase em banana maçã minimamente processada.

O cálcio é um mineral importante na manutenção da estabilidade da parede celular em função da sua associação com as substâncias pectínicas, ligando-se covalentemente às pectinas, dando origem ao pectato de cálcio, que restringe a ação das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) e, conseqüentemente, retarda o amaciamento dos frutos (SALUNKHE et al., 1991).

Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do uso de antioxidantes e cloreto de cálcio sobre as características físico-químicas e bioquímicas da manga 'Tommy Atkins' minimamente processada

## **2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - Características gerais da manga**

A mangueira (*Mangifera indica* L.) é originária do Sul da Ásia, especificamente da Índia e do Arquipélago Malaio (CUNHA et al., 2002), de onde foi levada para os outros continentes, sendo cultivada em todos os países de clima tropical e subtropical (KHANZADA et al., 2004). Seus principais produtores mundiais são Índia, China, Tailândia, México, Indonésia e Brasil (FAO, 2009). Esta cultura apresenta importância econômica e social, na medida em que envolve um grande volume anual de negócios voltados para os mercados interno e externo, e destacando-se entre as culturas produzidas no país (XAVIER et al., 2009).

As variedades de manga mais indicadas para o consumo são as que aliam a alta produtividade a qualidades como a coloração atraente do fruto, sabor agradável, pouca ou nenhuma fibra, resistência ao manuseio e ao transporte para mercados distantes, além da regularidade de produção e resistência a doenças (COSTA; SANTOS, 2004). Atualmente, a ‘Tommy Atkins’ é a variedade mais produzida e a que possui a maior participação no volume comercializado no mundo, devido principalmente a sua coloração intensa, produções elevadas e resistência ao transporte a longas distâncias. Essa variedade representa 90% das exportações de manga no Brasil (COSTA; SANTOS, 2004).

De acordo com a Codevasf (2005), a produção do pólo de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, predomina principalmente a variedade ‘Tommy Atkins’ que representa 78,8% das áreas destinadas à produção de manga no semi-árido. Os frutos são médios a grandes, chegando a pesar entre 400 a 700g, de cor amarela a vermelha brilhante, com superfície lisa, casca grossa e resistente.

Dessa forma, a utilização da variedade ‘Tommy Atkins’ para o processamento mínimo é devido a facilidade de obtenção do fruto durante o ano inteiro, e por sua grande aceitação pelos consumidores.

## 2.2 - Processamento mínimo

O processamento mínimo consiste em submeter hortaliças e frutos a uma ou mais alterações físicas, como lavagem, descascamento, fatiamento e corte, e em alguns casos a tratamentos químicos, tornando-os prontos para o consumo ou preparo. Após serem processados, os produtos devem apresentar atributos de qualidade, mantendo o máximo de suas características nutritivas e sensoriais, como o frescor, aroma, cor e sabor (OLIVEIRA et al., 2003).

Danos metabólicos associados ao processamento mínimo de frutas e hortaliças elevam a taxa respiratória e a produção de etileno, contribuindo para a síntese de enzimas responsáveis pelo escurecimento proveniente da oxidação de compostos fenólicos e o amarelecimento por perda da clorofila (MORETTI, 2007; MELO et al., 2009). O processamento mínimo também é responsável pela redução no teor de ácido ascórbico (MAIA et al., 2008), por meio de uma série de mecanismos químicos e bioquímicos, responsáveis não só pela perda de sua atividade vitamínica como também pela formação de pigmentos escuros. Além disso, o processamento mínimo expõe o conteúdo celular, propiciando a proliferação de microrganismos (ARRUDA et al.; 2007).

O processamento mínimo poderia ser uma alternativa para o aproveitamento de frutas cujo o consumo dos frutos inteiros seria inconveniente. Pode ainda usar o aproveitamento de frutos que poderiam ser descartados para o consumo, por exemplo, Mattiuz et al. (2004) ao realizaram estudos com bagas de uva de boa qualidade provenientes de cachos que não seriam ideais para a comercialização.

A temperatura de armazenamento dos produtos minimamente processados influencia na vida útil desses produtos. Souza et al. (2006) observaram que mangas minimamente processadas apresentaram vida útil de 13 dias armazenadas a 3°C. Resultados semelhantes foram observados por Donadon et al. (2004), em mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas armazenadas a 3°C. Todavia, Rattanapanone; Watada (2000) observaram que cubos de mangas ‘Tommy Atkins’, armazenados a 5°C, apresentaram boa aparência e bom aroma por somente 5 dias de armazenamento.

Assim, o processamento mínimo em frutas de manga ‘Tommy Atkins’ pode ser uma alternativa para colocar um produto no mercado com características sensoriais aceitáveis por um tempo de vida útil maior.

### **2.3 - Substâncias antioxidantes**

Antioxidantes são substâncias químicas que inibem a oxidação mesmo quando presente em baixa concentração (GÓMEZ, 2003). Do ponto de vista biológico, antioxidantes podem ser definidos como compostos que protegem sistemas biológicos contra os efeitos potencialmente danosos de processos ou reações que promovem a oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares (ABDALLA , 1993).

O EDTA é um agente quelante, capaz de formar complexos altamente estáveis pela ação sequestrante desse composto sobre o ferro, cobre e o cálcio, durante a reação ocorre a formação de anéis, através de ligações desses íons ao par de elétrons dos nitrogênios e ao par de elétrons livres do grupo carboxílico (FENNEMA, 1993).

O uso de antioxidantes em produtos minimamente processados com o objetivo de controlar o escurecimento enzimático causado por enzimas polifenoloxidase (PPO) tem sido relatados por Melo;Vilas Boas (2006). Estes autores verificaram que o uso de EDTA a 1% em banana ‘Maçã’ minimamente processada foi eficiente contra a atividade da PPO. Para Chagas et al. (2008) concentrações de ácido cítrico a 1% e 2% não foram eficientes na prevenção do escurecimento enzimático de pêssegos ‘Régis’ minimamente processados e armazenados a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 85-87% UR. Entretanto Antonioli; Benedetti (2007) ao estudarem o uso das combinações 1,0:0,5 e 1,0:1,0 (AA:AC, %), verificaram que a utilização desses antioxidantes evitaram o escurecimento da polpa de abacaxi minimamente processada. Resultado semelhante foi encontrado por Paschoalino et al. (1993) quando usou a combinação de ácidos cítrico e ascórbico, ambos a 0,3%, e em batatas minimamente processadas.

De acordo com González-Aguilar et al. (2008) as combinações de cloreto de cálcio, antioxidantes (ácido ascórbico, ácido cítrico) e dois filmes de revestimento comercial reduziram o escurecimento e deterioração das mangas ‘Keitt’, ‘Kent’ e ‘Ataulfo’ armazenadas a  $5^{\circ}\text{C}$ . A vida útil para as mangas minimamente processadas foi de 21 dias para a variedade ‘Ataulfo’, 9 dias para ‘Keitt’ e 12 dias para ‘Kent’.

Logo, a utilização de ácido ascórbico, ácido cítrico, EDTA e cloreto de cálcio em mangas ‘Tommy atkins’ pode ser uma alternativa no controle do escurecimento enzimático e nas características físico-químicas aumentando assim a vida útil das mesmas.

#### **2.4 – Polifenoloxidase (PPO)**

A PPO é a enzima que catalisa a formação de *o*-quinonas a partir de ortofenóis, evento que marca o início da sequência de reações que levam à polimerização e à formação de pigmentos de coloração escura em frutas e hortaliças. Esta enzima tem pH ótimo variando entre 6 e 6,5, com pouca atividade abaixo de pH 4,5 (MORETTI, 2007).

Os polifenóis são compostos largamente distribuídos no reino vegetal, fazendo parte da dieta de forma significativa, influenciando fortemente a qualidade dos frutos, pois contribuem sensorial e nutricionalmente com estes (SCALZO et al., 2005). As frutas, principais fontes dietéticas de 20 polifenóis, apresentam variações quantitativas e qualitativas na composição desses constituintes em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) (REYNERSTON et al., 2008).

Em tecidos vivos, a enzima polifenoloxidase e o substrato fenólico estão separados dentro das células. No momento da extração ou de algum outro processo que danifique a célula, a enzima e o substrato entram em contato, ocorrendo então a reação. Ocorre a formação de *o*-quinonas durante a oxidação e essas *o*-quinonas são altamente reativas podendo reagir com outras *o*-quinonas, aminoácidos, peptídeos e proteínas. Esta interação causa alterações estruturais e funcionais, o que acarreta na diminuição do valor nutritivo do produto (ESCRIBANO et al., 1997). O uso de EDTA a 1% em banana maçã minimamente processada diminuiu a atividade da polifenoloxidase (MELO et al., 2006)

#### **2.5 - Uso de cloreto de cálcio**

As substâncias pécicas são os principais componentes químicos dos tecidos, responsáveis pelas mudanças de textura dos frutos e hortaliças. Quimicamente, as pectinas correspondem a uma cadeia linear de ácido poligalacturônicos, unidos por

ligações  $\alpha$  1-4 ácido galacturônico, onde os grupos carboxílicos podem estar, parcialmente, esterificados com metanol (GÓMEZ, 2005).

A aplicação de cálcio altera processos intra e extracelulares envolvidos no amadurecimento e na senescência, altera a cor, os teores de açúcares e de ácidos orgânicos totais, a firmeza da polpa e a atividade de enzimas pectinametilesterase (SIDDIQUI; BANGERTH, 1995; LIMA et al., 2002). O aumento dos níveis de cálcio no fruto proporciona uma maior resistência da parede celular, dificultando a ação de enzimas pectínicas, promovendo uma maior integridade às células, com consequente controle de desordens fisiológicas e aumento da vida útil dos frutos (Vilas-Boas et al., 2005).

O amaciamento de frutos minimamente processados é uma consequência de distúrbios metabólicos dos tecidos vegetais, manifestados principalmente pela degradação de polissacarídeos como o amido e substâncias da parede celular, diminuindo os atributos sensoriais, como a textura, o sabor e o aroma, e até mesmo qualidade nutricional, encurtando significativamente a vida útil destes produtos (MELO; VILAS-BOAS, 2007)

Melancias minimamente processadas tratadas com cálcio apresentaram menor perda de massa em relação as não tratadas (MIGUEL et al., 2007). Neves et al. (2004) trabalhando com carambolas encontraram maiores porcentagens de perda de massa fresca em carambolas quando comparados aos frutos imersos em soluções de cloreto de cálcio a 1%, 2% e 3%. Em melões Cantaloupe minimamente processados Alves et al. (2002) verificaram que cloreto de cálcio a 1% contribuiu para a manutenção da firmeza, do aroma e da aparência até o nono dia de armazenamento refrigerado

## **2.6 – Pectinametilesterase (PME)**

Os frutos durante o amadurecimento expressam níveis altos de atividade da PME, que hidrolisa os ésteres metílicos de pectinas. Essa hidrólise torna a pectina mais suscetível à hidrólise subsequente por pectinases e enzimas afins, indicando que as paredes sofrem modificações significativas durante o desenvolvimento (TAIZ; ZEIGER, 2004).

A atividade total da PME pode diminuir, permanecer constante ou aumentar durante a maturação, dependendo do fruto e do método de extração para análise (LIMA

et al., 2006). Conforme Ali et al. (2004), as mudanças são ainda mais complexas devido à presença de isoformas ou inibidores enzimáticos. A importância da PME no amaciamento dos frutos é ampliada, quando se considera que essa enzima pode contribuir direta ou indiretamente para a ação de outras. Segundo Chantanawarangoon (2000) o uso de cloreto de cálcio a 1% em mangas cortadas em cubos foi mais eficiente para manutenção da firmeza da polpa.

Diante do exposto, a aplicação de cloreto de cálcio pode diminuir a ação da enzima responsável pela perda da firmeza dos produtos minimamente processados, aumentando a vida útil e a mantendo a qualidade.

### **3. - MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 - Material vegetal**

Mangas da cultivar ‘Tommy Atkins’ utilizadas no presente trabalho foram provenientes de Neópolis-SE, adquiridas na Central Estadual de Abastecimento S/A Aracaju- SE e transportadas em embalagens de caixa de plástico para o Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe. As frutas usadas no processamento foram selecionadas de acordo com a cor da casca obtida por meio do uso de uma escala subjetiva conforme medlicott et al. (1990).

Tabela 1.1- Escala visual para determinação da cor da casca da manga

| Índice de cor da casca | Descrição  |
|------------------------|--|
| 1                      | verde  |
| 2                      | mais verde que amarelo/vermelho                      |
| 3                      | quantidades iguais de verde amarelo/vermelho         |
| 4                      | quantidades maiores de amarelo/vermelho do que verde |
| 5                      | totalmente amarelo/vermelho.                         |

Fonte: Medlicott et al. (1990).

As frutas utilizadas para o processamento apresentaram coloração da casca na escala 4 (Tabela 1.1).

### 3.2 - Processamento mínimo da matéria- prima

O processamento mínimo das mangas foi realizado com base no fluxograma proposto por Donadon et al. (2001) apresentado na Figura 1.1.

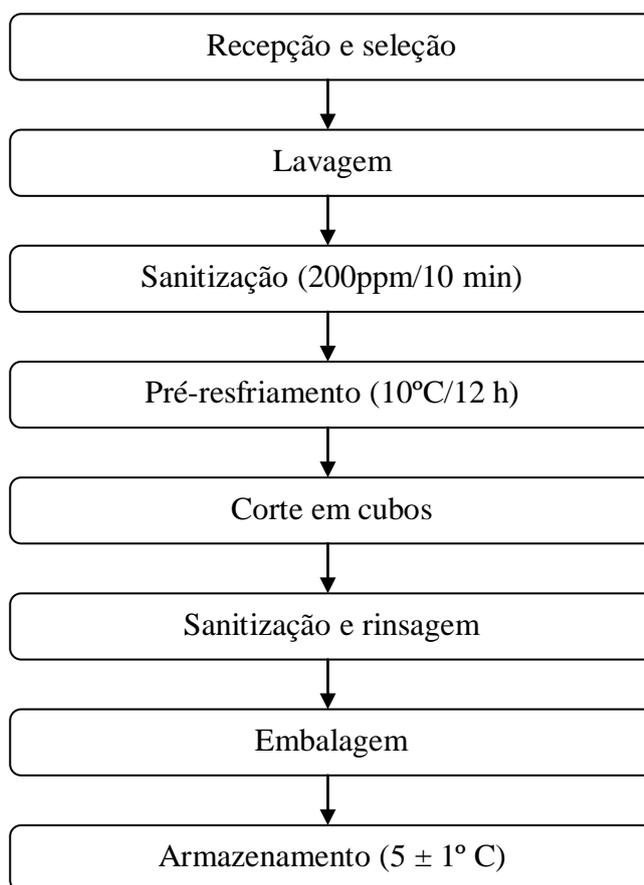


Figura 1.1 - Fluxograma do processamento mínimo da manga 'Tommy Atkins'.

#### 3.2.1 - Recepção e seleção

Os frutos foram selecionados levando em consideração a aparência visual, a integridade física e a ausência de danos mecânicos.

#### 3.2.2 - Lavagem

Após a recepção e seleção, os frutos foram lavados com detergente neutro e água corrente.

### **3.2.3 - Sanitização**

Para a sanitização as mangas foram submetidas à imersão em solução aquosa de cloro orgânico (Sumaveg®) a  $5 \pm 1$  °C, na concentração de  $200 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 10 minutos.

### **3.2.4 - Pré-resfriamento**

O pré-resfriamento dos frutos ocorreu em câmara fria a  $(10 \pm 1^\circ\text{C})$  por 12 horas.

### **3.2.5 – Corte**

Os frutos foram manualmente cortados em cubos, utilizando facas afiadas, escorredoras e bandejas previamente higienizadas com 200 ppm de cloro ativo. A temperatura da sala de processamento ficou em aproximadamente  $16 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de  $48 \pm 2\%$ .

### **3.2.6 - Sanitização (aplicação de antioxidantes e cálcio) e rinsagem**

Os frutos minimamente processados foram sanitizados em solução de cloro orgânico (Sumaveg®) na concentração de 5 ppm durante 3 minutos com a finalidade de remover o excesso de cloro. Nessa etapa, além do cloro, foram adicionados os antioxidantes e o cloreto de cálcio. Os tratamentos utilizados foram: sanitização com cloro ativo a 5 ppm (controle), soluções contendo as seguintes concentrações de ácido etilenodiamina tetracético (EDTA) a 0,5 % e 1%, ácido ascórbico (AA) a 1% e 2%, ácido cítrico (AC) a 1% e 2% e cloreto de cálcio a (0,5 % e 1% e 1,5%). Após a imersão nos tratamentos, o excesso de líquido foi drenado com auxílio de escorredor por aproximadamente 3 minutos.

### **3.2.7 - Embalagem e armazenamento**

Após a drenagem os produtos foram acondicionados em embalagens de polipropileno, contendo aproximadamente 150 g de mangas cortadas em cubos, que foram armazenadas em um expositor vertical com circulação de ar (Springer) a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  sob 78 – 82% UR por 12 dias. A cada 3 dias foram retiradas amostras para análises de pH, acidez total, sólidos solúveis, vitamina C, fenóis totais, índice de escurecimento, pectina total, atividade da polifenoloxidase e atividade da pectinametilesterase.

### **3.3 - Análises físico-química e bioquímica**

#### **3.3.1 - pH**

O pH foi determinado em pHmetro digital em aproximadamente 30 ml de solução obtida pela homogeneização e filtragem de 5,0 g da amostra em 50 ml de água destilada.

#### **3.3.2 - Acidez total**

A acidez total (AT) foi determinada por titulometria, usando 10 ml da solução utilizada para a determinação do pH, acrescida de 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% e titulado com NaOH (0,1 N). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

#### **3.3.3 - Sólidos solúveis (°Brix)**

Os sólidos solúveis (°Brix) foram determinados a partir de uma alíquota do extrato obtido do suco celular da manga minimamente processada usando um refratômetro tipo Abbé e os resultados foram expressos em °Brix.

#### **3.3.4 - Vitamina C**

O teor de vitamina C foi determinado de acordo com a metodologia recomendada pela American Official Analysis of Chemistry (AOAC, 1992), com adaptações. Amostras de 5 g de manga foram maceradas em almofariz contendo solução de extração 34,05 mg de ácido metafosfórico ( $\text{HPO}_3$ ), dissolvidos em 40 ml de ácido acético glacial e 200 ml de água destilada, tendo o volume completado para 500 ml. Em seguida, a mistura foi filtrada em gaze e o seu volume completado para 50 ml, em balão volumétrico. A titulação da amostra foi realizada, transferindo-se 7 ml da mesma para erlenmeyer e foi titulada com 2,6-diclorofenolindofenol (DCPIP) (50 mg do reagente 2,6-diclorofenolindofenol foram dissolvidos em 50 ml de água destilada contendo 42 mg de  $\text{NaHCO}_3$ ). A solução padrão de ácido ascórbico foi preparada imediatamente antes do uso, utilizando-se 50 mg de ácido ascórbico dissolvidos em 50 ml da solução de extração.

A titulação foi realizada com DCPIP até que uma cor rosa clara persistisse por tempo igual ou superior a cinco segundos. Os resultados foram expressos em mg de AA 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca (MF).

### 3.3.5 - Índice de escurecimento

O índice de escurecimento da superfície externa do produto foi monitorado utilizando-se colorímetro (Minolta CR-10) calibrado com a cor branca. Os parâmetros obtidos, “L”, que indica luminosidade (claro/escuro); “a”, que indica a cromaticidade no eixo da cor verde (-) para vermelha (+); e “b”, que indica a cromaticidade no eixo da cor azul (-) para amarela (+), foram utilizadas para calcular o índice de escurecimento (IE) de acordo com Palou et al. (1999).

$$IE = [ | 100(x-0,31) | / 0,172 ], \text{ onde: } x = (a + 1,75L) / (5,645L + a - 3,012b).$$

### 3.3.6 - Determinação de fenóis totais

Os fenóis totais foram determinados de acordo com a metodologia de Kubota (1995), com adaptações. Amostras (5 g) da manga foram maceradas e homogeneizadas com 30 ml de água destilada, em seguida, filtradas em gaze em balão de 50 ml. Para determinação dos teores de fenóis foi construída uma curva padrão de D-catequina em concentração de 0; 25; 50; 75; 100; 125; 150 e 175 µg. A determinação de fenóis foi realizada pipetando-se 0,5 ml do extrato preparado em tubo de ensaio teste e adicionados 4,5 ml de água destilada. Posteriormente foram adicionados 5 ml de reagente de Folin-Ciocalteu (1 ml de reagente de Folin (2 N) em 9 ml de água destilada) misturado em um Vortex, após 30 seg. depois da adição do reativo de Folin-Ciocalteu, mas antes de 8 minutos foram adicionados 4 ml de solução de carbonato de sódio (10%). Os tubos foram colocados por 1 h a 30 °C (banho de água) e logo após transferidos para 0 °C (banho de gelo) onde ficaram mantidos por aproximadamente 1 h com a finalidade de paralisar a reação de oxidação. A leitura das amostras foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 700 nm. Os teores de fenóis totais foram calculados utilizando-se a curva padrão de D- catequina. Os resultados foram expressos em mg de D-catequina 100 g<sup>-1</sup> massa fresca (MF).

### 3.3.7 - Pectina total

Para medir o teor de pectina total, foi utilizada a metodologia descrita por Ranganna (1979). Foram pesados 25 g de cada amostra em um becker de 500 ml. Para a extração utilizou-se 200 ml de ácido clorídrico a 0,05 N em fervura por duas horas, com substituição da água perdida por evaporação. O material foi resfriado e filtrado para o balão de 250 ml, onde os volumes foram completados com água destilada. Uma alíquota de 100 ml do filtrado foi transferido para um erlenmeyer de 500 ml onde foi adicionado 250 ml de água destilada. A solução foi neutralizada com NaOH 1 N, usando fenolftaleína como indicador. Após a neutralização foram adicionados 10 ml de NaOH 1 N, com agitação constante, sendo a seguir deixado em repouso por uma noite. Após este período foi adicionado 50 ml de ácido acético 1 N, e cinco minutos depois 25 ml de solução de cloreto de cálcio 1 N. Depois de 1 hora em repouso, o material foi levado a ebulição por 1 minuto, em seguida filtrado em papel de filtro previamente preparado (o papel de filtro foi umedecido com água quente, colocado em estufa a 105° C por 2 horas, resfriado em dessecador e pesado). O precipitado foi lavado com água destilada fervente, até que todo o cloreto fosse eliminado. A presença de cloreto foi verificada utilizando-se solução de nitrato de prata 1%. O papel de filtro contendo o precipitado foi colocado em vidro relógio, que foi mantido em estufa a 105°C durante uma noite, resfriados em dessecador e pesado até peso constante. O cálculo da quantidade de pectato de cálcio foi determinado através da equação 1.

$$\% \text{ Pectato de cálcio} = \frac{P * 500 * 100}{V * A} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: P = massa de pectato de cálcio (g); V = volume do filtrado (ml); A = massa da amostra (g)

### 3.3.8 - Atividade da polifenoloxidase

O extrato enzimático da polifenoloxidase (PPO) foi obtido homogeneizando-se 1 g do material vegetal macerado em 6 mL de tampão fosfato 0,2 M em pH 6,0 gelado. Logo após, o material foi centrifugado a 10.000 g por 21 min a 4 °C.

A atividade da PPO foi determinada de acordo com o método descrito por Simões (2004). Para tal foi utilizada uma mistura de 1,3 ml da solução tampão fosfato 0,2 M, pH 6,0 e 1,5 ml de catecol 0,2 M como substrato, que permaneceu a 30 °C até a estabilização da temperatura. A mistura foram adicionados 30 µl do extrato enzimático e as leituras de absorvância obtidas em espectrofotômetro a 425 nm foram realizadas de 30 em 30 segundos, até 2 minutos.

Uma unidade enzimática (UE) de PPO foi definida como a quantidade de enzima no extrato capaz de aumentar a absorvância em 0,001 unidade por minuto. Como branco, foi utilizado a mistura de 1,3 ml de tampão fosfato 0,2 M, pH 6,0 e 1,5 ml de catecol 0,2 M. A atividade foi expressa em unidades de enzima por grama de amostra.

### **3.3.9 - Atividade da pectinametilesterase**

Homogeneizou-se 25 g da polpa com 50 ml de NaCl 0,2 N o homogenato foi filtrado em gaze, o pH foi ajustado para 6,0 com NaOH 0,1 N e o novo homogenato incubado a 4°C por 1 hora em agitação. O material foi centrifugado a 25.000 g, por 30 minutos, a 4°C. O sobrenadante resultante constituiu o extrato enzimático. Para determinação da atividade pegou-se uma alíquota de 6 ml de extrato e a ela adicionou-se 30 ml de pectina cítrica a 1% em NaCl 0,2 N pH 7,0. A taxa de desmetilação do extrato foi medida por titulação com NaOH 0,01 N, mantendo-se o pH em 7,0 por 10 minutos. Uma unidade de atividade enzimática (UAE) de pectinametilesterase foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH por 10 minutos. Os resultados foram expresso em UAE por grama da massa fresca por minuto (JEN; ROBINSON, 1984).

### **3.4 - Análise estatística**

Para o uso de antioxidante delineamento experimental foi inteiramente casualizado montado no esquema fatorial 7 x 5 ( sete tratamentos e 5 tempos de avaliação: 0, 3, 6, 9, 12 dias), com três repetições para cada tratamento.

O delineamento para a aplicação do cloreto de cálcio foi inteiramente casualizado montado no esquema fatorial 4 x 5 (4 tratamentos e 5 tempos de avaliação: 0, 3, 6, 9, 12 dias), com três repetições para cada tratamento.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e à comparação de médias pelo teste Tukey ( $p < 0,05\%$ ), com auxílio do programa computacional STATISTICA<sup>®</sup> 7.0.

## **4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 - Uso de antioxidantes**

#### **4.1.1 - pH**

De acordo com os resultados obtidos em relação ao pH, observou-se diferença significativa entre os tratamentos aplicados às mangas minimamente processadas e o período de armazenamento. De modo geral, o pH diminuiu nos tratamentos com EDTA, AA e AC em relação ao tratamento controle (Figura 1.2).

Os menores valores de pH foram encontrados para AA e AC, resultado semelhante foi abordado por Junqueira (2008) em batatas minimamente processadas. Da mesma forma Lima (2005), estudando o efeito da aplicação de ácido ascórbico em melões ‘Orange Flesh’ minimamente processados, verificou que o tratamento controle obteve maior valor de pH do que os frutos tratados com ácido ascórbico a 3%.

Os valores de pH mais baixo pode estar relacionado a maior presença de ácidos mais fracos, não dissociando no pH do meio, os quais não contribuem para o aumento da concentração hidrogeniônica do produto (MENDONÇA et al., 2007). Valor baixo de pH é um fator positivo, pois reduz a probabilidade de crescimento de bactérias patogênicas ou deteriorantes (WILEY, 1997).

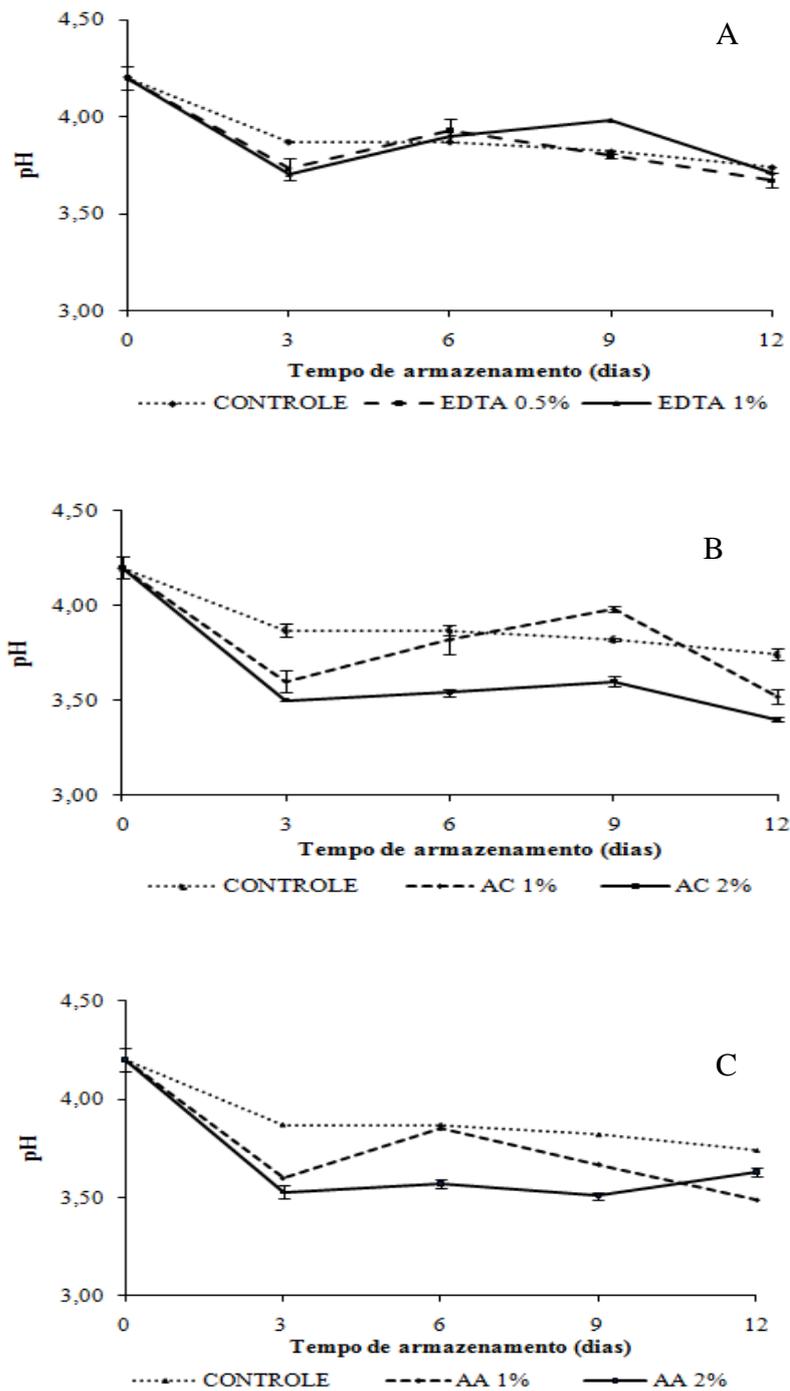


Figura 1.2 - pH da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B) e AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

#### **4.1.2 - Acidez total**

A acidez total das mangas minimamente processadas em cubos apresentaram apresentaram significativas entre os tratamentos químicos e o tempo de armazenamento. Os valores da acidez (Figura 1.3) diminuíram com o tempo de armazenamento para os tratamentos EDTA 1%, AC 1% e AA 1% aumentando no nono dia para AA 1%. Os maiores valores foram verificados para tratamento com ácido cítrico (Figura 1.3).

Diminuição da acidez durante o período de armazenamento foi verificado por Donadon et al. (2001), em pedaços de manga cultivar ‘Tommy Atkins’. De acordo com Melo; Vilas Boas (2006) banana maçã minimamente processada apresentaram os menores valores de AT ao longo do armazenamento quando submetidas ao tratamento com EDTA, enquanto para os tratamentos com ácido ascórbico (AA) 1% + cloreto de cálcio (CC) 1% + cisteína (Cis) 1% e AA 1%+ CC 1% + Cis 1,5% apresentaram os maiores valores de AT.

Em pêssegos minimamente processados, Chagas et al. (2008) verificaram que as amostras tratadas com ácido cítrico a 1% e 2% diminuíram a acidez aos três dias de armazenamento, mantendo-se constante até o final do armazenamento.

A acidez, em produtos minimamente processados, é benéfica sob o ponto de vista microbiológico, pois inibe o crescimento de microrganismos patogênicos nocivos à saúde humana, de tal forma que não comprometa a qualidade sensorial deste produto (MATTIUZ et al., 2004).

Os ácidos orgânicos representam um dos principais substratos para os processos respiratórios, tendendo a diminuir com o tempo (TUCKER, 1993), como verificado no presente trabalho.

#### **4.1.3 - Sólidos solúveis**

Os teores de sólidos solúveis apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. Entre os tratamentos, verificou-se que AA 1% teve menor variação do teor de sólidos solúveis durante o armazenamento quando comparados aos demais tratamentos (Figura 1.4). Resultados obtidos por Vilas Boas et al. (2004) em mangas minimamente processadas demonstraram

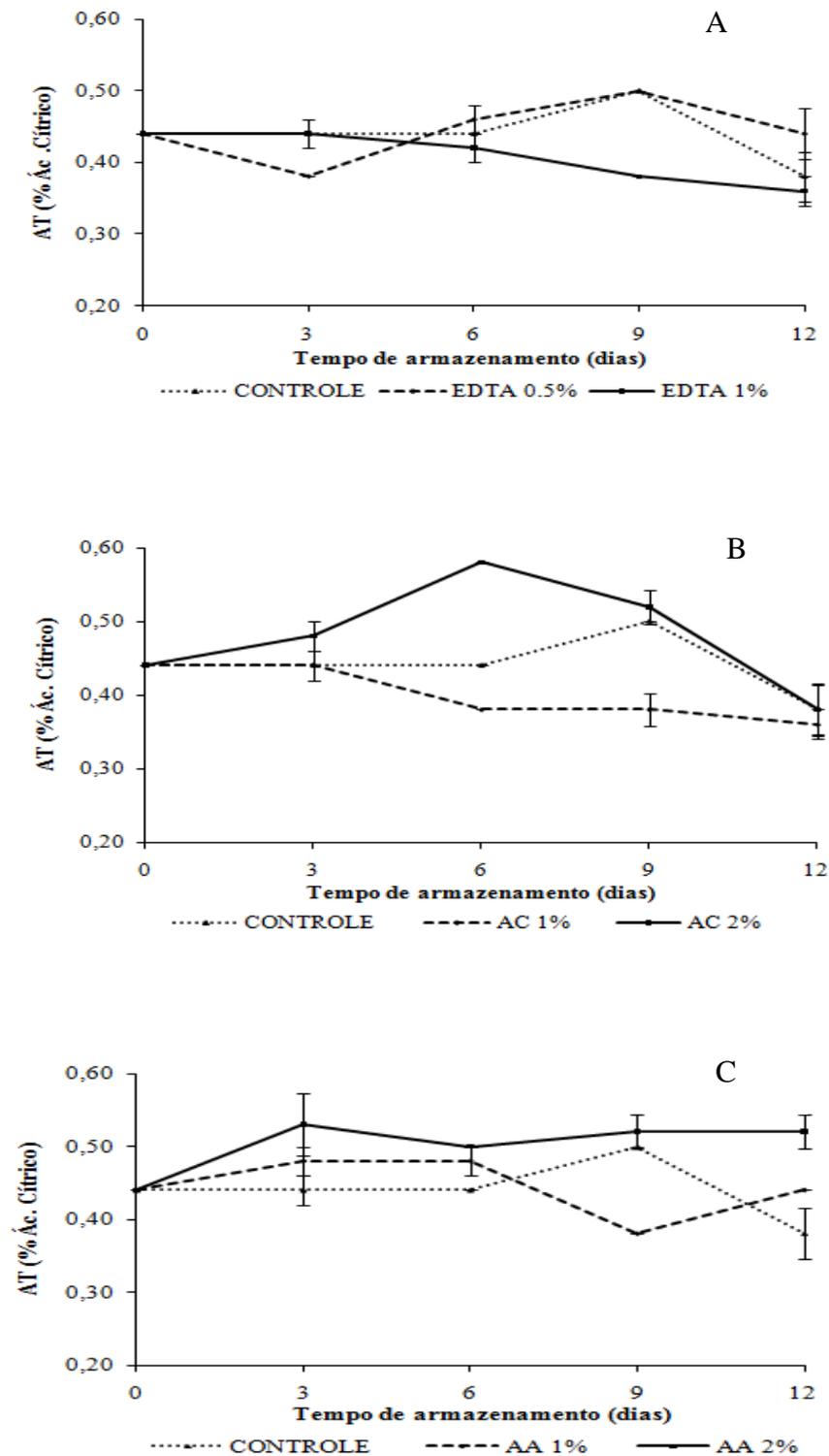


Figura 1.3 - Acidez total da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B) e AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

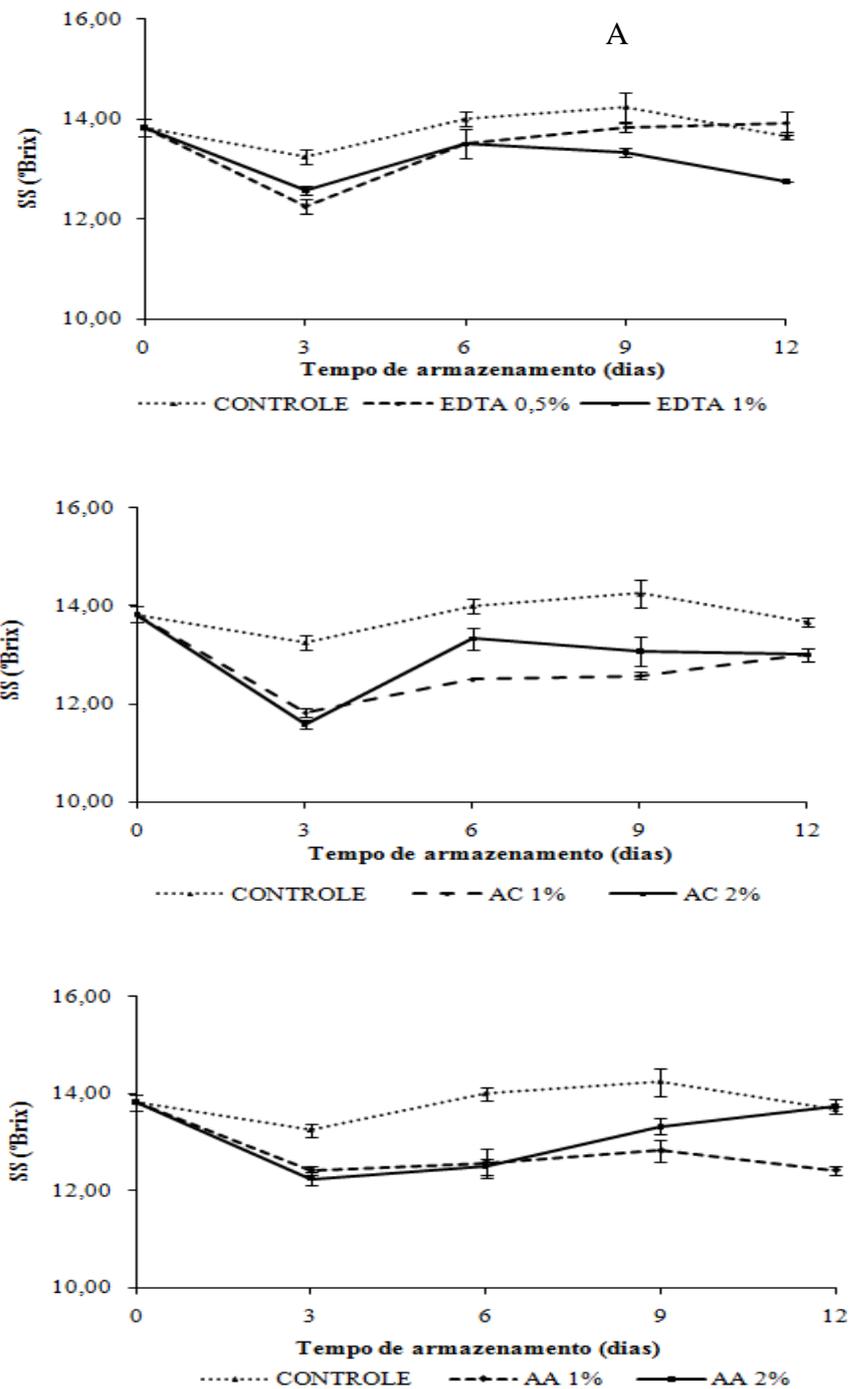


Figura 1.4 - Sólidos solúveis da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B) e AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

que os teores de sólidos solúveis foram preservados mais eficazmente nos pedaços tratados com ácido cítrico a 1% (12,1°Brix), resultado contrário ao encontrado no presente trabalho (Figura 1.4). Os resultados obtidos para os teores de sólidos solúveis por Evangelista et al. (2009) em couve chinesa mostraram que os produtos que foram tratados com ácido ascórbico a 1% apresentaram os menores valores, e os com EDTA a 1 e 2% os maiores.

O aumento de SS, geralmente está relacionado à perda de água e o decréscimo de SST pode ser explicado pelo aumento de água embora também possa estar associado a uma perda de solutos decorrente da atividade respiratória, do transporte de solutos, da transpiração ou do transporte de água para outras partes da planta (JESUS et al., 2008).

#### **4.1.4 - Vitamina C**

Não foi verificada diferença significativa dos tratamentos com EDTA e AC das mangas minimamente processadas durante 6º até o 12º dia de armazenamento. A adição de antioxidantes não impediu que houvesse redução nos teores de ácido ascórbico das amostras durante o armazenamento (Figura 1.5).

Os maiores teores de vitamina C foram encontrados para as amostras tratadas com AA. O mesmo comportamento foi verificado por Kohatsu et al. (2009) ao analisarem abacaxi minimamente processado e tratado com ácido ascórbico e cloreto de cálcio, também verificaram que o tratamento com ácido ascórbico isoladamente apresentou valor superior de vitamina C em relação aos demais tratamentos.

Estudando kiwis minimamente processados, Carvalho; Lima (2002) observaram que os frutos tratados com ácido ascórbico a 1% diminuíram no teor de ácido ascórbico com o tempo de armazenamento. O mesmo foi verificado por Alves et al. (2010) realizando estudo sobre a cinética da vitamina C em mangas ‘Palmer’. Comportamento semelhante foi observado por Vilas Boas et al. (2004) em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada tratada com solução de ácido ascórbico 1% e ácido cítrico 1%.

A redução nos teores de vitamina C pode ter ocorrido devido a degradação do ácido estimulada pelas reações antioxidativas em defesa dos danos causados pelo processamento mínimo (FRANCO, 1998).

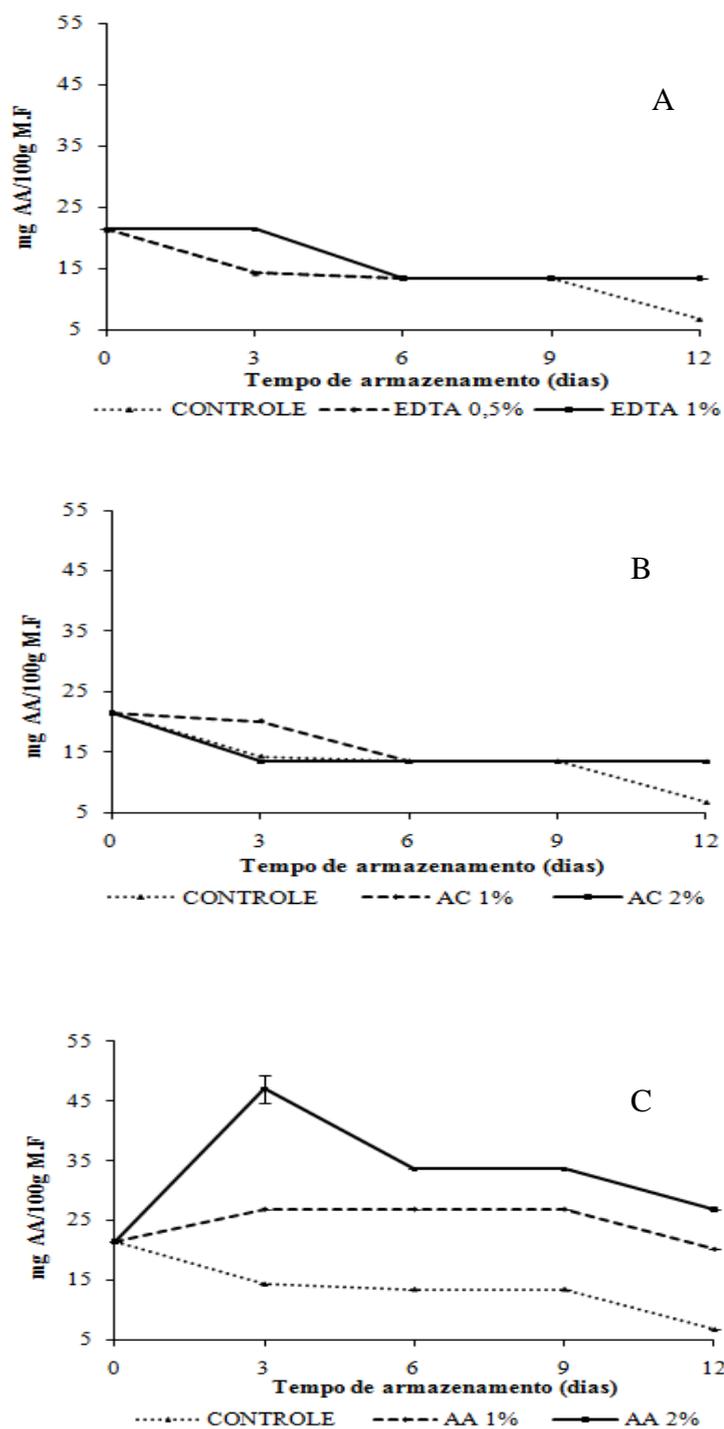


Figura 1.5 - Vitamina C da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B) e AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

#### **4.1.5 - Fenóis totais**

Os teores de fenóis totais apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. Os maiores teores de compostos fenólicos foram encontrados nas amostras tratadas com ácido ascórbico durante todo o armazenamento (Figura 1.6). A redução nos teores de fenóis no tratamento controle ocorreu a partir do nono dia de armazenamento. Jesus et al. (2008) verificaram que quiabos minimamente processados tratados com AA e AC apresentaram altos teores de fenóis, como foi verificado no presente trabalho.

Os compostos fenólicos podem ser degradados, assim como a vitamina C, pela presença de oxigênio, luz, pH e temperatura. As enzimas envolvidas nessa degradação são a polifenoloxidase e a peroxidase que causam escurecimento em frutas e hortaliças.

#### **4.1.6 - Atividade da polifenoloxidase (PPO)**

A atividade da enzima polifenoloxidase apresentou variação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. Os produtos tratados com ácido ascórbico apresentaram maior atividade da enzima PPO em relação aos demais tratamentos (Figura 1.7). As atividades das polifenoloxidases (PPO) variaram de 1000 U.Enz/g a 3200 U.Enz/g. O tratamento com EDTA diminuiu a atividade da PPO a partir do terceiro dia até o final do período de armazenamento (Figura 1.7). Resultado semelhante foi verificado por Melo; Vilas Boas (2006) em banana maçã minimamente processada.

No presente trabalho foi verificado uma relação entre o teor de fenóis e a atividade da PPO, quanto maior o teor de fenóis maior foi a atividade da PPO.

#### **4.1.7 - Índice de escurecimento**

O índice de escurecimento variou significativamente entre os tratamentos e o período de armazenamento. Verificou-se o escurecimento do tecido em todos os tratamentos, porém com menor intensidade para as amostras tratadas com EDTA (Figura 1.8).

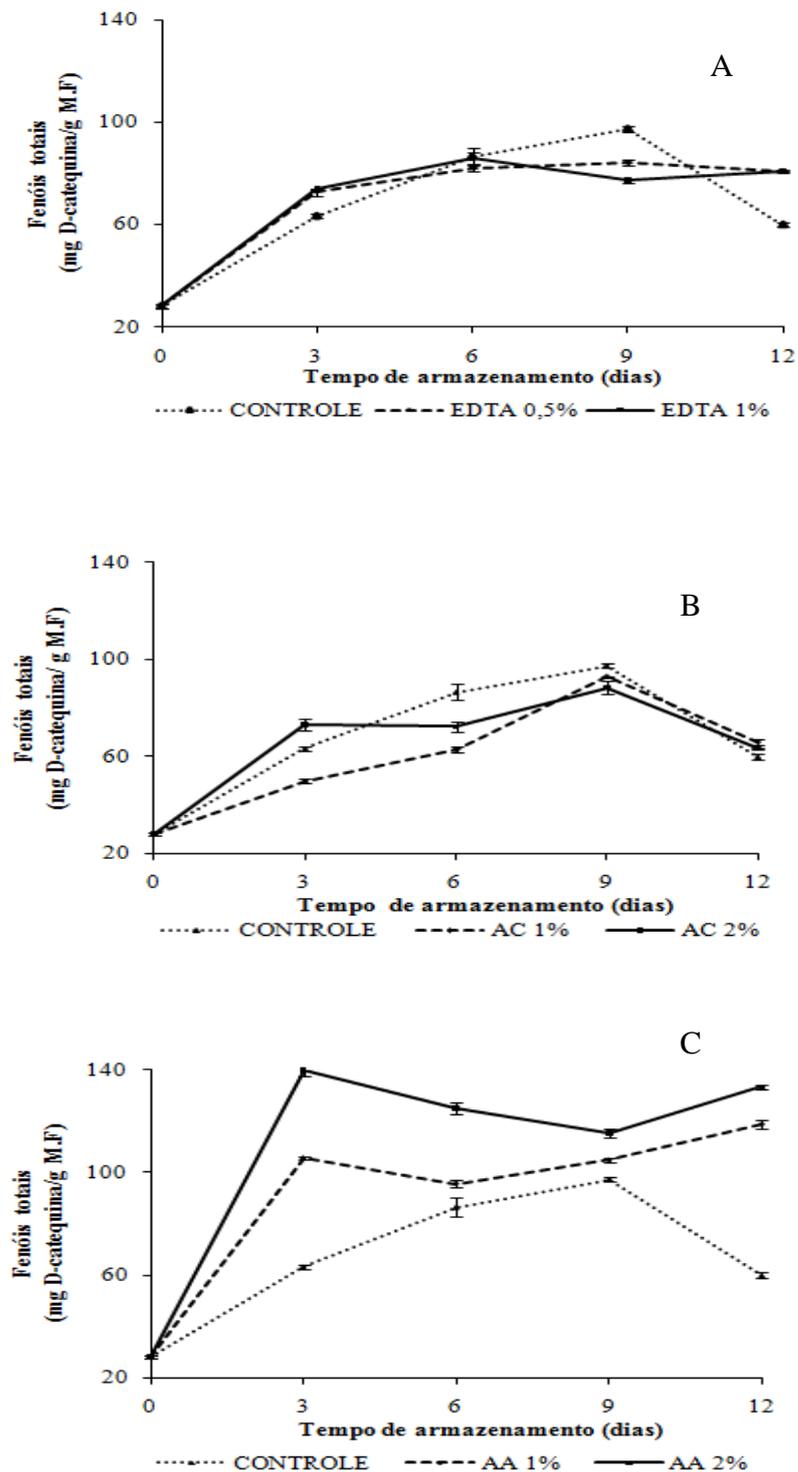


Figura 1.6 - Fenóis totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B) e AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média

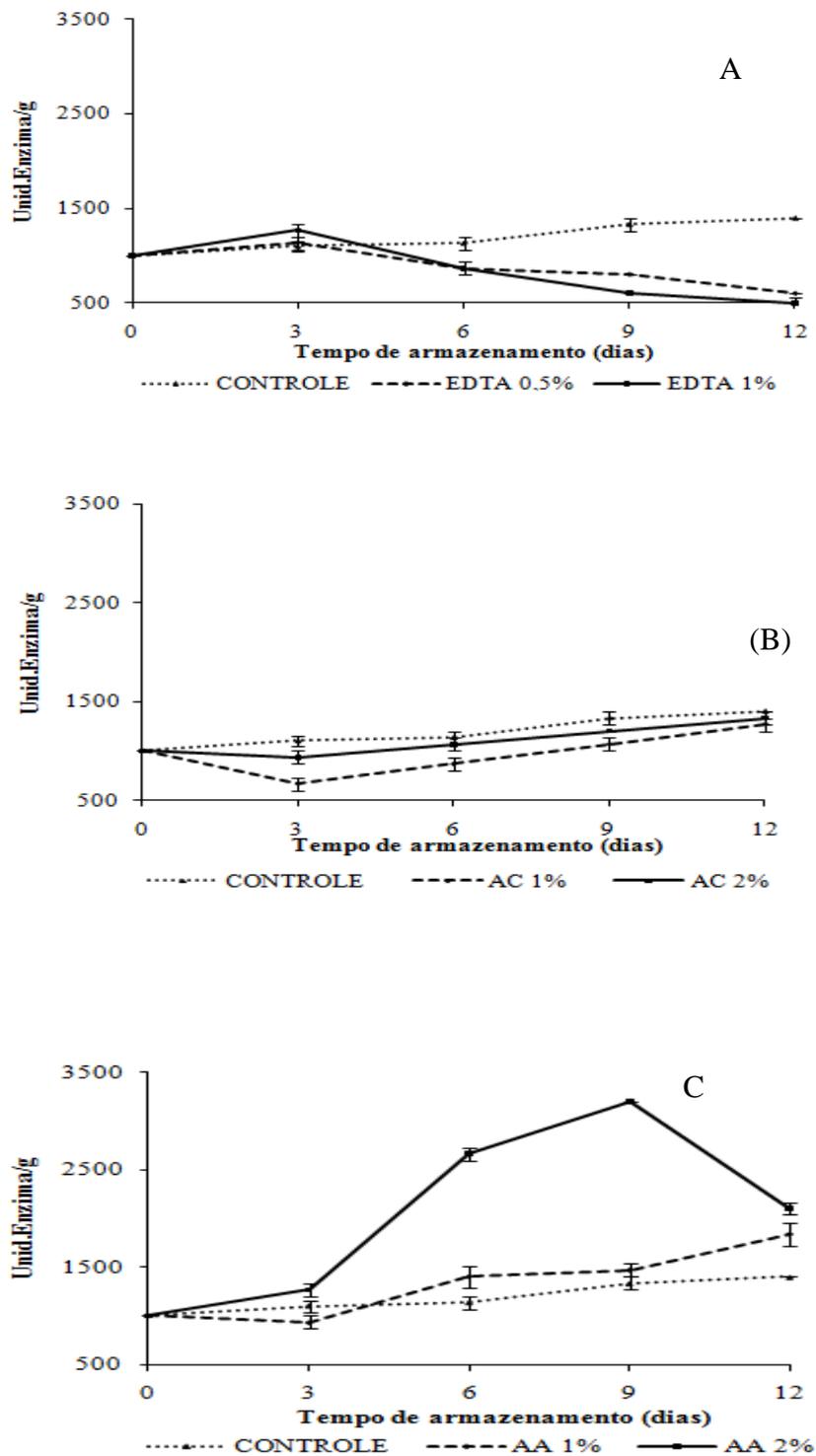


Figura 1.7 - Atividade da polifenoloxidase da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B) e AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

Estudos realizados por Melo; Vilas Boas (2006) também verificaram a eficiência do tratamento químico com EDTA na prevenção do escurecimento enzimático. Em abacaxi minimamente processado, por exemplo, estudos realizados por Antonioli; Benedetti (2007) comprovaram que a utilização dos agentes antioxidantes ácido ascórbico (AA) e ácido cítrico (AC), evitaram o escurecimento da polpa, sem conferir sabor residual ao abacaxi minimamente processado. Segundo Chagas et al. (2008) concentrações de ácido cítrico de 1% e 2% não foram eficientes na prevenção do escurecimento enzimático de pêssegos 'Régis' minimamente processados e armazenados a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e 85-87% UR. De acordo com Ledsham (1994) o AA não demonstrou ser um bom agente de prevenção do escurecimento para lichia.

Alguns compostos antioxidantes naturais, como ácido cítrico e ascórbico, têm a capacidade de reduzir as quinonas formadas pela ação das oxidases, desta forma, impedindo a formação de pigmentos escuros; além de poder agir como inibidor das enzimas oxidativas, através do abaixamento do pH (JUNQUEIRA, 2008).

## **4.2 – Uso de cloreto de cálcio**

### **4.2.1 - pH**

O pH variou significativamente ( $P < 0,05\%$ ) de acordo com tempo de armazenamento e com os tratamentos. Foram observados aumento do pH para o controle e para amostras tratadas com 0,5% de  $\text{CaCl}_2$  entre o terceiro e nono dia, diminuindo no último dia de armazenamento (Figura 1.9). A aplicação de 1,5% de  $\text{CaCl}_2$  manteve o pH constante até o sexto dia. Em abacaxis minimamente processados, Sarzi (2002) verificou aumento nos valores de pH, com posterior diminuição no final do armazenamento. Comportamento semelhante foi observado por Miguel et al. (2007) em melancias minimamente processadas tratadas com cloreto de cálcio a 1%, que apresentaram os maiores valores de pH durante o armazenamento. No entanto, Silva et al. (2003) estudando duas concentrações de cloreto de cálcio (1 e 2,5%) em abacaxi c.v pérola minimamente processados em fatias, verificaram redução significativa nos valores de pH ao longo do tempo de armazenamento. O aumento do pH verificado no presente trabalho pode ser devido a aceleração do metabolismo do fruto que ocorre durante o seu armazenamento (MENEZES, 1996).

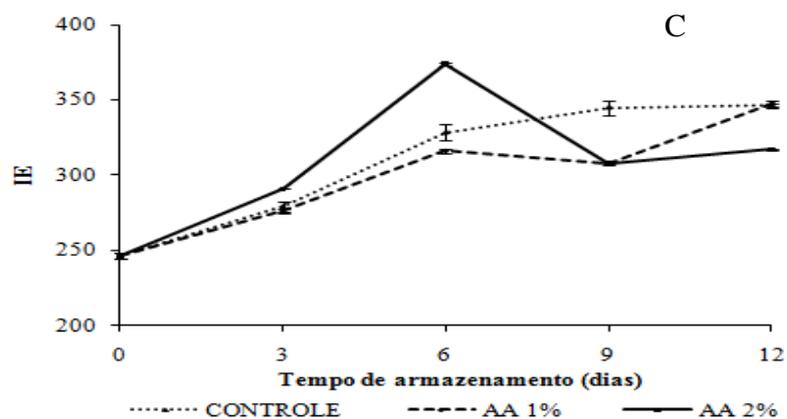
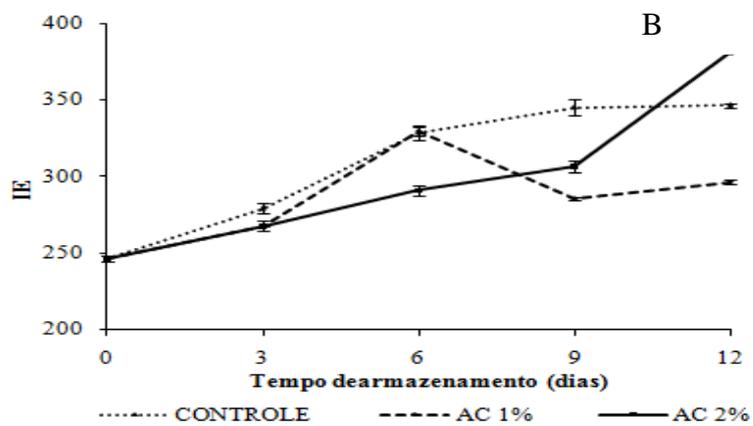
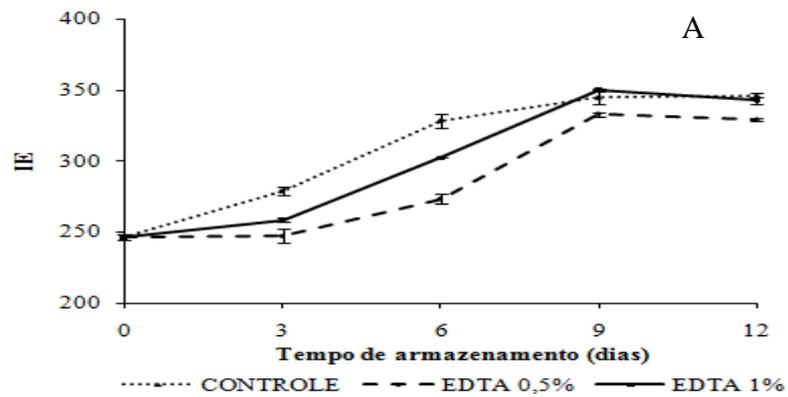


Figura 1.8 - Índice de escurecimento da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos controle (sem antioxidante), EDTA (0,5% e 1%) (A), AC (1% e 2%) (B) e AA (1% e 2%) (C). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

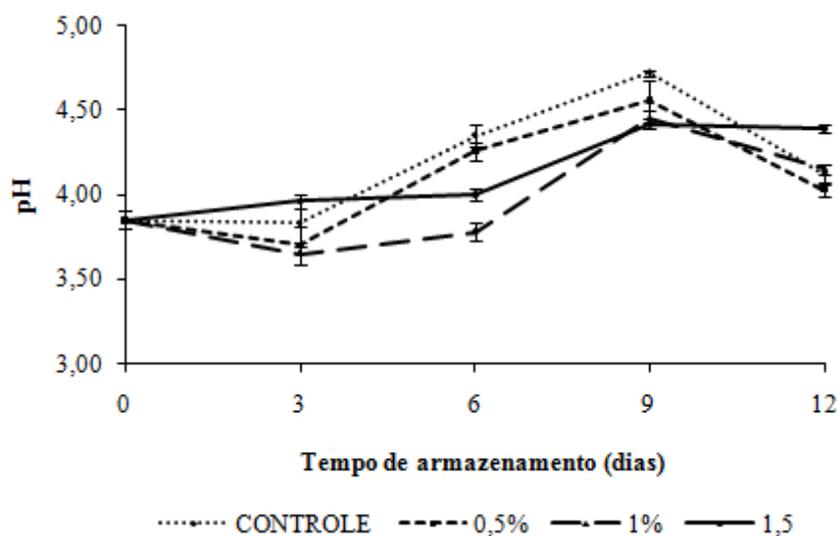


Figura 1.9 - pH da manga da ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

#### 4.2.2 - Acidez total

Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos nos tempos 0 e 9, mas houve variação significativa em relação ao tempo de armazenamento. Verificou-se uma diminuição no teor de AT com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos até nono dia a partir daí aumentou (Figura 1.10). Resultado semelhante foi encontrado por Miguel et al. (2007), que observaram que a aplicação de cloreto de cálcio em melancias minimamente processadas aumentou a AT a partir do quarto dia de armazenamento. A diminuição no teor de acidez durante o armazenamento observado neste experimento, pode ser explicada pela utilização dos ácidos orgânicos como substrato na respiração (NUNES et al., 1995; YAMASHITA et al., 2006).

Provavelmente o aumento no teor de acidez verificado à partir do nono dia pode ser devido a aceleração do processo de amadurecimento, pois no mesmo ocorre à perda da firmeza que ocasiona aumento de ácidos orgânicos como produto da atividade da pectinametilesterase (COSTA; BALBINO, 2002).

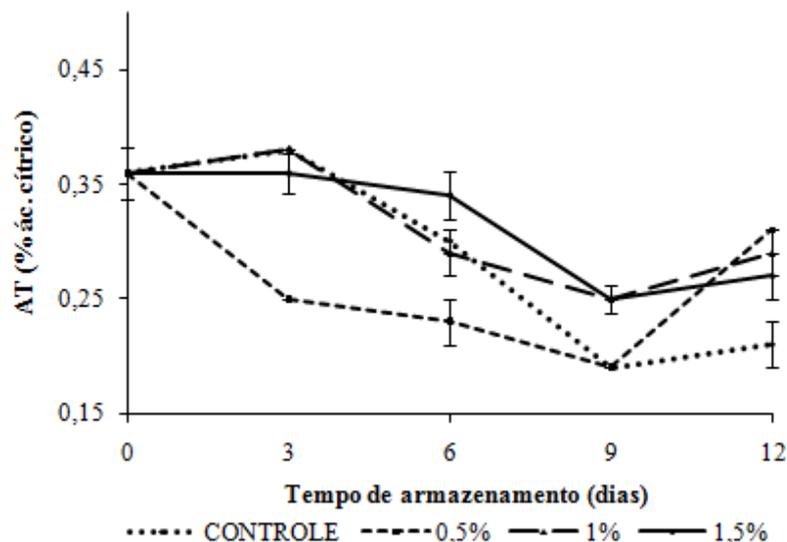


Figura 1.10 - Acidez total da manga 'Tommy Atkins' minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

#### 4.2.3 - Sólidos solúveis

Não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos nos tempos 0 e 6 de armazenamento. O tempo de armazenamento não influenciou significativamente no teor de SS do tratamento controle. O teor de sólidos solúveis diminuiu nos tratamentos controle e cloreto de cálcio a 1,5% do 3º ao 9º dia, aumentando no 12º de armazenamento (Figura 1.11).

O aumento do teor de SS verificado pode estar associado a síntese de compostos secundários, como fenólicos simples, em resposta às etapas do processamento mínimo (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e também pelo acúmulo de ácidos orgânicos. O valor observado para sólidos solúveis representa o teor de açúcares, ácidos orgânicos e outros constituintes menores. Portanto, diminuição nos valores dessa variável representam teores mais baixos em um ou mais constituintes que compõem os sólidos solúveis (REIS et al., 2005).

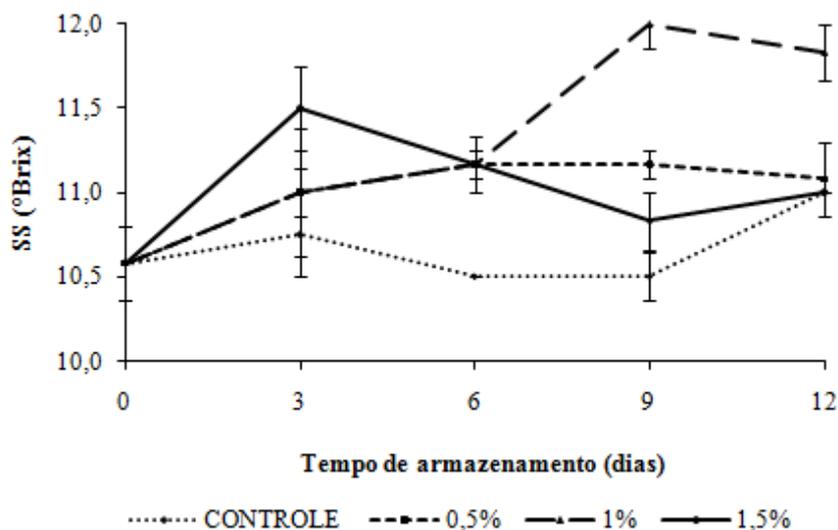


Figura 1.11 - Sólidos solúveis da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

#### 4.2.4 - Fenóis totais

Os teores de fenóis totais sofreram influência significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. O teor de fenóis aumentou após o terceiro dia de armazenamento para os tratamentos controle e cloreto de cálcio (0,5 e 1%) (Figura 1.12). Entretanto, cloreto de cálcio a 1,5% causou diminuição no teor de fenóis durante o período de armazenamento. O maior teor de fenóis foi observado para de cloreto de cálcio a 0,5%.

Segundo Martinez; Whitaker (1995) os teores de compostos fenólicos é um dos fatores determinantes da taxa de escurecimento enzimático de frutas e hortaliças, pois eles são usados como substratos para a enzima PPO.

#### 4.2.5. Índice de escurecimento

Verificou-se diferença significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. Observou-se na Figura (1.13) que o tratamento com cloreto de cálcio a 0,5% e 1,5% apresentaram maior índice de escurecimento do que controle e cloreto de cálcio a 1%. Resultados contrários aos encontrados no presente experimento foram

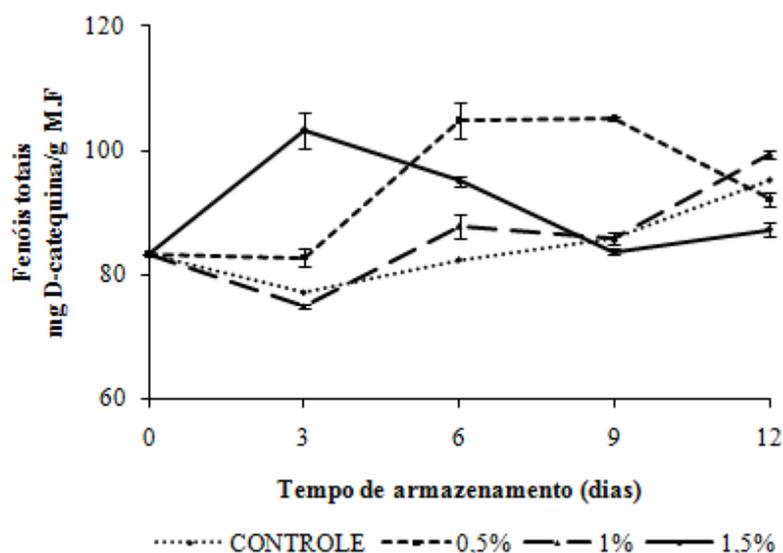


Figura 1.12 - Fenóis totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetidas a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. as barras representam o erro padrão da média.

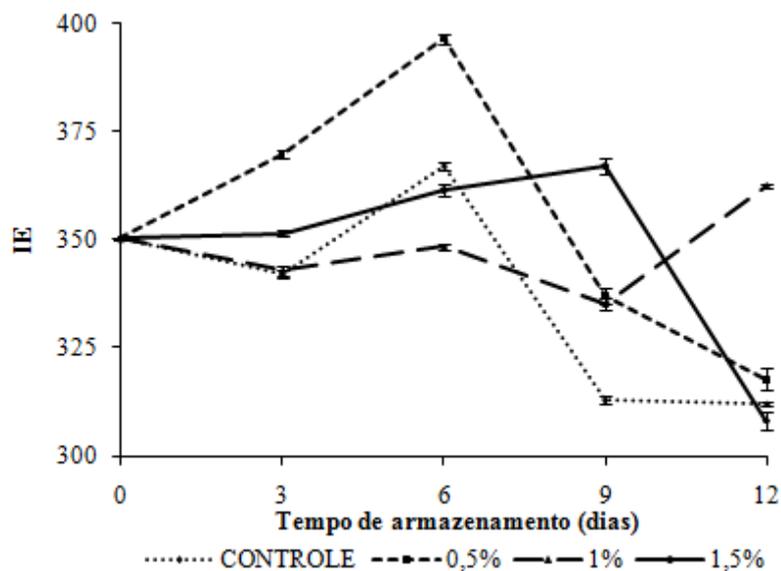


Figura 1.13 - Índice de escurecimento da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetidas a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

verificados por Pinheiro et al. (2005) estudando a influência do  $\text{CaCl}_2$  (1, 2 e 3%) sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. Estes autores observaram que o tratamento com maior concentração de cálcio  $\text{CaCl}_2$  (3%) foi o mais efetivo no controle do escurecimento enzimático.

Segundo Araújo (2006) a reação do escurecimento enzimático somente ocorrerá em presença de três componentes, enzima, substrato (compostos fenólicos) e oxigênio. No presente estudo foi verificada uma relação entre o teor de compostos fenólicos e o índice de escurecimento, onde o tratamento de 0,5% apresentou o maior teor e conseqüentemente o maior índice de escurecimento.

#### **4.2.6 - Pectina total**

A variável tempo de armazenamento foi significativa para todos os tratamentos. Foi observado diferença significativa entre os tratamentos e o controle nos tempos 3, 9 e 12 dias. A variável pectina total aumentou durante o período de armazenamento para todos os tratamentos, sendo os maiores valores para o tratamento com 1% de  $\text{CaCl}_2$  (Figura 1.14). Comportamento semelhante foi observado por Groppo et al. (2009) em laranja 'Pera' minimamente processada tratada com  $\text{CaCl}_2$  (1%), que proporcionou menor solubilização de pectinas, mostrando que a ação do cálcio colaborou para a preservação da parede celular e manutenção da estrutura física do fruto. O emprego de 1% de cloreto de cálcio em goiabas 'Pedro Sato' proporcionou menor teor de pectina solúvel e atividade mais baixa de pectinametilesterase foi demonstrado por Xisto et al. (2004). O aumento no teor de pectina pode ser devido à concentração dos sólidos, pela perda de água e de massa, associada à baixa ou inexistente atividade de enzimas pécticas (MENDONÇA et al., 2007). Segundo Heppler; Wayne (1985) o cálcio aumenta a insolubilidade do material péctico devido à formação de pectato de cálcio, como verificado no presente trabalho.

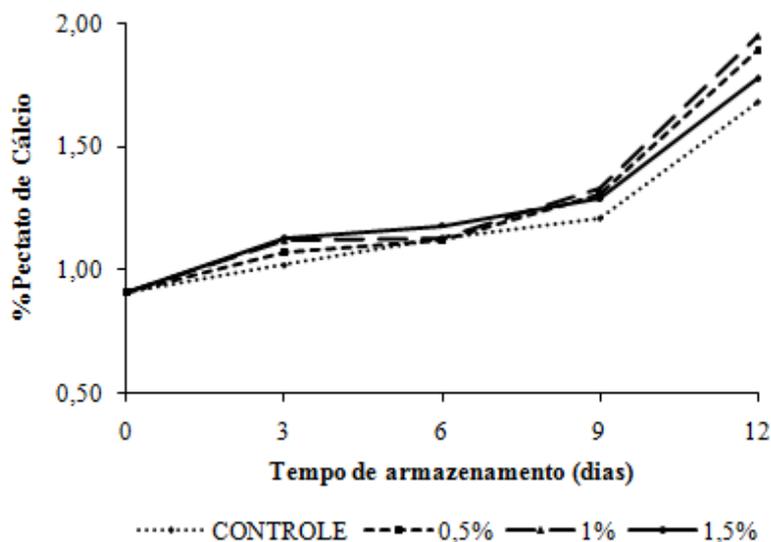


Figura 1.14 - Pectina total da ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

#### 4.2.7 - Atividade da Pectinametilesterase

A atividade da enzima pectinametilesterase apresentou diferença significativa durante o tempo de armazenamento. A atividade da pectinametilesterase aumentou até o sexto dia com a aplicação do cloreto de cálcio em relação ao controle que a atividade da pectinametilesterase continuou aumentando até o 9º dia (Figura 1.15). A menor atividade enzimática foi observada para o tratamento com 1,5% de cloreto de cálcio (Figura 1.15). Aumento da atividade da PME durante o período de armazenamento também foi observado por Xisto et al. (2004) em goiabas ‘Pedro Sato’ minimamente processadas submetidas a 1% de cloreto de cálcio. Em banana ‘Maça’ minimamente processada, Melo; Vilas Boas (2007) verificaram que os tratamentos com (AA1% + CC1% + Cis 1,5%) e (AA1% + CC1% + Cis 1,0 %) foram os mais efetivos em conter a atividade da PME, ao longo do armazenamento. Eles encontraram valores ao final do armazenamento de aproximadamente 9000 nmol/g.min, valores acima do encontrado nesse experimento (5731,13 U/g/min).

No presente trabalho a atividade da PME não apresentou nenhuma correlação significativa com as pectinas, portanto, isto sugere uma importância secundária no

conjunto de processos da atividade da PME, onde a maior valor de pectato de cálcio foi para a concentração de 1% de  $\text{CaCl}_2$  e a menor atividade foi para 1,5% de  $\text{CaCl}_2$ .

Em frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$  ocorrem menores atividades da PME, fato que pode ser explicado pela formação de pectato de cálcio, composto que diminui a ação dessa enzima, propiciando maior rigidez da lamela média e parede celular (LUNA-GUZMAN et al., 1999; XISTO et al., 2004)

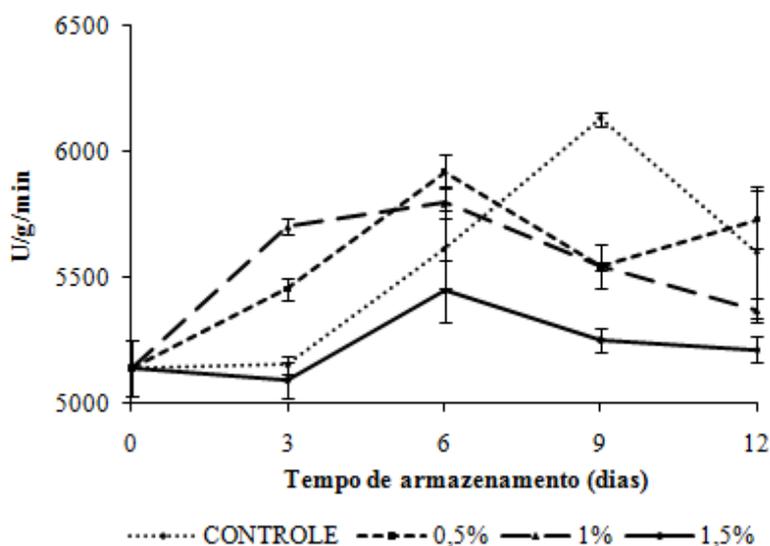


Figura 1.15 - Atividade da pectinamatilsterase da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetidas a diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 0,5%, 1% e 1,5%). As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82 % UR por 12 dias. As barras representam o erro padrão da média.

## 5 - CONCLUSÕES

### 5.1 - Uso de antioxidantes

Foi verificada diferença significativa de acordo com o tratamento e o tempo de armazenamento para as características pH, acidez total, sólidos solúveis, fenóis totais, atividade da polifenoloxidase e o índice de escurecimento.

Observou-se que as mangas minimamente processadas tratadas com antioxidantes apresentaram vida útil de 9 dias armazenadas a  $5^\circ\text{C}$ .

O tratamento com ácido ascórbico aumentou o teor de compostos fenólicos, proporcionando maior atividade das enzimas polifenoloxidase e maior índice de escurecimento durante o armazenamento.

O EDTA foi o melhor tratamento na redução da atividade da polifenoloxidase e no índice de escurecimento durante o armazenamento.

Pode-se concluir que a aplicação do antioxidante EDTA em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada apresentou melhores resultados na manutenção das características em relação aquelas submetidas aos tratamentos (AA e AC).

## **5.2 - Uso de cloreto de cálcio**

O teor de sólidos solúveis das amostras tratadas com cloreto de cálcio foi maior do que o tratamento controle. Maior teor de sólidos solúveis foi verificado para 1% de cloreto de cálcio.

O tratamento com cloreto de cálcio a 0,5% foi o que obteve maior teor de compostos fenólicos e maior índice de escurecimento.

O teor de pectina total aumentou com o tempo de armazenamento em todos os tratamentos.

A atividade da PME foi menor para o tratamento com cloreto de cálcio a 1,5%.

A aplicação de 1% e 1,5% de cloreto de cálcio em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada foram mais eficientes na manutenção das características físico-químicas e bioquímicas durante o armazenamento.

## **CAPÍTULO 2**

**EFEITO DA LUZ ULTRAVIOLETA (UV) PULSANTE SOBRE A  
CAPACIDADE ANTIOXIDANTE E AS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-  
QUÍMICAS DA MANGA ‘TOMMY ATKINS’ MINIMAMENTE PROCESSADA.**

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da luz ultravioleta (UV) pulsante sobre a atividade antioxidante e as características físico-químicas da manga minimamente processada. Foram utilizados quatro tratamentos: controle (sem UV), 6 pulsos, 12 pulsos e 18 pulsos. Os produtos foram acondicionados em embalagens de polipropileno e mantidos a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. A cada três dias avaliaram-se os sólidos solúveis, acidez total, vitamina C, carotenóides totais, fenóis totais e atividade antioxidante pelo método ABTS. A acidez total diminuiu com o tempo de armazenamento para todos os tratamentos, sendo menor com o tratamento de 18 pulsos. Os sólidos solúveis aumentaram no final do armazenamento para o tratamento com 6, 12 e 18 pulsos. O tratamento com UV pulsante influenciou no teor de ácido ascórbico, carotenóides totais e atividade antioxidante, logo após a exposição das amostras a 12 pulsos atingindo valores de 63,43 mg/100g, 2,19 mg/100 e 7,49  $\mu\text{M}$  trolox/ g polp, a respectivamente. Conclui-se que o tratamento com 12 pulsos foi o melhor para manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada.

Palavra-chaves: Processamento mínimo, luz UV pulsante, atividade antioxidante.

## 1 - INTRODUÇÃO

A luz ultravioleta pulsante contém um amplo espectro de luz branca, desde o comprimento de onda da faixa do ultravioleta (200 nm) até o comprimento de onda do infravermelho (1000 nm), com picos de emissão entre 400 e 500 nm, na parte não ionizante do espectro eletromagnético, ao contrário da irradiação que ioniza o material tratado (FELLOWS, 2006). A luz ultravioleta pulsante é um processo rápido, sem elevação da temperatura. Segundo Gava (2008) esse processo pode minimizar os efeitos sobre as características organolépticas e nutricionais dos alimentos, bem como estender a vida útil de alimentos como pães, bolos, pizzas, camarões e ovos.

Os vegetais, em particular as frutas, contêm vários compostos com atividade antioxidante, como vitaminas C e E, carotenóides, clorofilas, e uma variedade de antioxidantes fitoquímicos como compostos fenólicos simples, glicosídeos e flavonóides (PELLEGRINI et al., 2007). Os antioxidantes são compostos químicos que podem prevenir ou diminuir os danos oxidativos de lipídios, proteínas e ácidos nucleicos causados por espécies reativas de oxigênio, que incluem os radicais (COUTO; CANNIATTI-BRAZACA, 2010).

Inúmeros métodos são utilizados na medição da atividade antioxidante, sendo os preferidos aqueles que apresentem facilidade, rapidez e sensibilidade. Os métodos que atendem a essas características são aqueles com compostos cromógenos de natureza radicalar que simulam espécies reativas de oxigênio (e nitrogênio) como ABTS<sup>+</sup> e DPPH<sup>•</sup> (1,1-difenil-2-picrilhidrazila) (ARNAO, 2000).

Segundo Robles-Sanchez et al. (2007), estudos sobre a manutenção da qualidade e o potencial antioxidante em frutas tropicais minimamente processadas são escassos. Os trabalhos publicados, em sua maioria, enfocam o prolongamento da vida-útil e poucos relataram o efeito do processamento mínimo sobre os componentes bioativos. Dessa forma, sugere-se que o uso da luz ultravioleta pulsante possa ser uma alternativa para garantir a qualidade sensorial e nutricional do fruto minimamente processado.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da luz ultravioleta (UV) pulsante sobre a atividade antioxidante e as características físico-químicas da manga minimamente processada.

## **2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 - Uso de ultravioleta (UV) pulsante**

Os consumidores exigem alta qualidade dos alimentos processados com alterações mínimas nas propriedades nutricionais e sensoriais. Métodos não térmicos são considerados como melhores para manter os atributos de qualidade dos alimentos em relação ao tratamento térmico tradicional. Luz ultravioleta pulsante é uma tecnologia emergente não térmica para descontaminação de superfícies de alimentos e embalagens de alimentos, consistindo em curto espaço de tempo de pulsos e pico de amplo espectro de luz branca (OMS-OLIU et al., 2010).

De acordo Barbosa-Canovas et al. (1998) a luz ultravioleta costuma emitir pulsos de luz de 1-20 flashes por segundo com densidade energética de 0,01 a 50 J/cm<sup>2</sup> na superfície do alimento processado. No entanto, os alimentos podem variar em sua sensibilidade à luz ultravioleta (UV), pois muitos nutrientes (como vitaminas, carotenóides, triptofano, etc) e pigmentos são sensíveis a sua ação (KOUTCHMA, 2009). Sendo assim, são necessários estudos para determinação da intensidade e dos números de pulsos de luz ultravioleta a serem aplicados em frutos minimamente processados.

### **2.2 - Compostos bioativos com capacidade antioxidante**

A capacidade antioxidante de frutas está relacionada aos teores de compostos hidrossolúveis, como os compostos fenólicos, a vitamina C e os carotenóides. A quantidade e o perfil destes fitoquímicos variam em função do tipo, variedade e do grau de maturação da fruta bem como das condições climáticas e edáficas do cultivo (LEONG; SHUI, 2002).

Estudos clínicos e epidemiológicos têm mostrado evidências de que antioxidantes fenólicos de cereais, frutas e vegetais são os principais fatores que contribuem para a baixa e significativa redução da incidência de doenças crônicas e degenerativas encontradas em populações cujas dietas são ricas desse tipos de alimentos (SHAHIDI, 1996).

Os carotenóides pertencem ao grupo químico dos terpenos e são encontrados em uma grande variedades de alimentos: muitas frutas, hortaliças, peixes, grãos, flores e

raízes. Estes pigmentos são biossintetizados por plantas superiores e por microrganismos, enquanto que os animais os adquirem através da dieta (PORCU, 2004). Carotenóides como o  $\beta$ -caroteno, licopeno, zeaxantina e luteína, exercem funções antioxidantes em fases lipídicas, bloqueando os radicais livres que danificam as membranas lipoprotéicas (SHAMI; MOREIRA, 2004).

A vitamina C é considerada um nutriente essencial, tendo papel fundamental no desenvolvimento e regeneração de músculos, pele, dentes e ossos e também na formação de colágeno, na produção de diversos hormônios e no metabolismo (ANDRADE et al., 2002). Sua importância na nutrição cresce ao longo do tempo, em grande parte por causa da descoberta de seu potencial antioxidante (SILVA; COZZOLINO, 2007). Os polifenóis são substâncias com grande poder de neutralizar as moléculas de radicais livres (KLIMCKAC et al., 2007; JAYAPRAKASHA; PATIL, 2007).

De acordo com Eberhardt et al. (2000) a vitamina C, por si só contribui com menos de 0,4% da atividade antioxidante total em maçãs, sugerindo que a mistura complexa de antioxidantes em frutas oferecem benefícios a saúde, principalmente através da combinação de efeitos aditivos e ou sinérgicos. Melo et al. (2008), por exemplo, verificaram que acerola, caju, mamão formosa, mamão havaí, goiaba, laranja pêra e a pinha apresentaram uma potente capacidade antioxidante. Segundo Ribeiro (2006) as variedades de manga Ubá e Palmer inteiras contém compostos fenólicos, ascorbatos, carotenóides,  $\beta$ -caroteno e minerais antioxidantes, constituindo uma fonte potencial de antioxidantes naturais para a dieta humana. Em frutos tropicais minimamente processados são poucos os estudos que avaliaram a atividade antioxidante e os dados estão disponíveis apenas para frutas inteiras, como manga, abacaxi e banana (ROBLES-SANCHEZ et al., 2007).

Apesar da importância comercial da manga ‘Tommy Atkins’ e de sua ampla aceitação pelo consumidor, há poucos estudos sobre os teores de compostos antioxidantes. Diante disso, a determinação desses compostos em manga minimamente processada pode ser importante para verificar a manutenção desses compostos nos frutos após o processamento. A aplicação da luz ultravioleta pulsante pode vir a ajudar na manutenção desses compostos e as características físico-químicas.

### 2.3 - Método de determinação ABTS

O ABTS (2,2'-azino-bis 3-ethylbenzo-thiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt) ou TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Activity), é um método baseado na habilidade dos antioxidantes de capturar a longo prazo o cátion radical ABTS•+. Esta captura produz um decréscimo na absorbância, que é lida a partir da mistura do radical com o antioxidante em diferentes tempos sendo representadas graficamente (PÉREZ-JIMÉNEZ; SAURA-CALIXTO, 2006). A avaliação da atividade antioxidante utilizando o método ABTS foi feito por Thaipong et al. (2006) em genótipos de goiaba oriundos de Welasco, Texas. Estes autores encontraram resultados expressos em equivalente ao Trolox (TE) de  $37,9 \pm 3,4 \mu\text{M/g}$ ,  $34,4 \pm 2,1 \mu\text{M/g}$ ,  $22,3 \pm 0,9 \mu\text{M/g}$ . A atividade antioxidante pelo método ABTS pode ser expresso em VCEAC (capacidade antioxidante equivalente a vitamina C). Kuskoski et al. (2005) encontraram valores para a acerola de  $1198,9 \pm 8,1 \text{ mg/100g}$ . Resultado superior ao da acerola foi encontrado por Leong; Shui (2002) para sapoti ( $3396 \pm 387,9 \text{ mg/100g}$ ).

## 3 - MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1 - Material vegetal

As mangas 'Tommy Atkins' foram obtidas no comércio local da cidade de Fortaleza e transportadas ao Laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado na mesma cidade. As frutas usadas no processamento foram selecionadas de acordo com a cor da casca obtida por meio de uma escala subjetiva conforme Medlicott et al. (1990). A fruta apresentavam coloração da casca na escala 4 (Tabela 2.1)

Tabela 2.1- Escala visual para determinação da cor da casca de manga

| Índice de cor da casca | Descrição   |
|------------------------|---|
| 1                      | verde   |
| 2                      | mais verde que amarelo/vermelho                   |
| 3                      | quantidades iguais de verde amarelo/vermelho      |
| 4                      | quantidades maiores de amarelo/vermelho que verde |
| 5                      | totalmente amarelo/vermelho.                      |

Fonte: Medlicott et al. (1990).

### 3.2 - Processamento mínimo

O processamento mínimo da manga foi realizado com base no fluxograma apresentado na Figura 2.1.

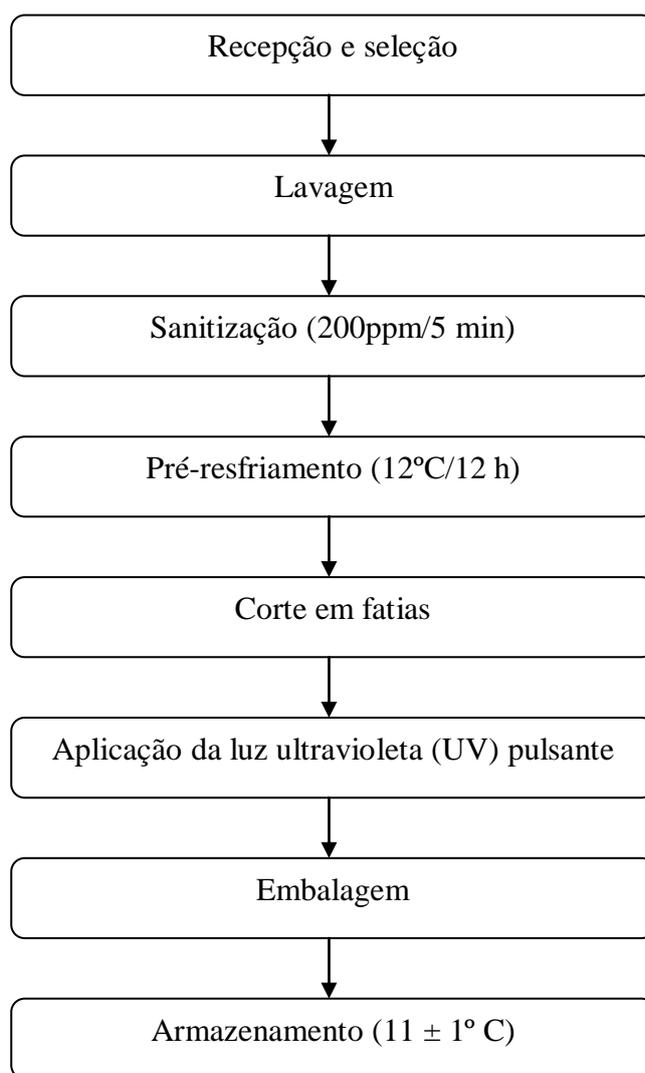


Figura 2.1 - Fluxograma do processamento mínimo de manga ‘Tommy Atkins’.

#### 3.2.1 - Lavagem

Após a recepção e seleção, os frutos foram lavados com detergente neutro e água corrente.

### **3.2.2 – Sanitização**

Para a sanitização as mangas foram imersas em solução aquosa de hipoclorito de sódio, na concentração de  $200 \text{ mg.L}^{-1}$ , por 5 minutos.

### **3.2.3 – Pré-resfriamento**

O pré-resfriamento foi realizado antes do processamento para retirar o calor de campo, mantendo-as por 12 h em câmara fria a  $(12 \pm 1^\circ\text{C})$ .

### **3.2.4 – Corte**

Os frutos foram manualmente cortados em fatias (Figura 2.2), utilizando facas afiadas e bandejas previamente higienizadas com hipoclorito de sódio. A temperatura da sala de processamento ficou em aproximadamente  $13 \pm 1^\circ\text{C}$ . O produto cortado foi acondicionado em embalagens de polipropileno.



Figura 2.2 - Mangas cortadas em fatias

### **3.2.5 - Aplicação da luz ultravioleta (UV) pulsante**

Após o processamento os frutos foram submetidos a luz UV pulsante em pratos de poliestireno. Foram utilizados quatro tratamentos: com luz UV aplicação de 6 pulsos, 12 pulsos e 18 pulsos e controle (sem aplicação da luz UV).



Figura 2.3 – Aparelho de emissão da luz UV pulsante; (B) exposição das fatias a luz UV pulsante.

### 3.2.6 - Embalagem e armazenamento

Após a aplicação dos pulsos da luz ultravioleta, as amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno (PP) de 250 g e armazenadas em câmara refrigerada  $11 \pm 1^\circ\text{C}$  sob 60 – 68% UR por 9 dias. A cada 3 dias foram retiradas amostras para análises de sólidos solúveis, acidez total, vitamina C, carotenóides totais, fenóis totais e atividade antioxidante total pelo método ABTS.

## 3.3 - Análises físico-químicas

### 3.3.1 - Acidez total (AT)

A AT foi determinada por titulometria por meio da diluição de 1,0 g de polpa para 50 ml de água destilada, titulando-se com solução de NaOH (0,1 N), até coloração levemente rósea. Os resultados foram expressos em percentagem de ácido cítrico, segundo IAL (2008).

### 3.3.2 - Sólidos solúveis ( $^\circ\text{Brix}$ )

O teor de SS foi determinado de acordo com a metodologia recomendada pela AOAC (1992). Após filtração da polpa em papel de filtro, efetuou-se a leitura ( $^\circ\text{Brix}$ )

em um refratômetro digital modelo PR-100 Pallete (Atago Co, Japão), com compensação automática de temperatura.

### **3.3.3 - Vitamina C**

O teor de vitamina C foi obtido por titulometria com solução de DFI (2,6 diclorofenolindofenol 0,02 %) até coloração rósea permanente, foram utilizadas 0,5 g de polpa diluída em 50 ml de ácido oxálico 0,5% de acordo com Strohecker; Henning (1967). Os resultados foram expressos em mg de AA  $100\text{g}^{-1}$  de massa fresca.

### **3.3.4 - Carotenóides totais**

Os teores de carotenóides totais foram determinados pelo método de Higby (1962). Em recipiente de aço inox, foram colocados 5,0 g de polpa, 15,0 ml de álcool isopropílico e 5,0 ml de hexano, seguido de agitação mecânica (turrax) por um minuto. O conteúdo foi transferido para funil de separação de 125 ml de cor âmbar ou envolvido por um papel alumínio, onde se completou o volume com água. Deixou-se em repouso por 30 minutos, seguindo-se a lavagem do material. Repetiu-se esta operação por mais duas vezes, filtrou-se o conteúdo em algodão pulverizado com sulfato de sódio anidro para um balão volumétrico de 25 ml envolto com papel alumínio, onde foram adicionados 2,5 ml de acetona e completado o volume com hexano. As leituras foram feitas em espectrofotômetro a 450 nm e os resultados expressos em  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ , calculados através da fórmula:  $(A_{450} \times 100)/(250 \times L \times W)$ , onde:  $A_{450}$  = absorvância; L = largura da cubeta em cm e W = quociente entre a massa da amostra original em gramas e o volume final da diluição em mL.

### **3.3.5 - Fenóis totais**

O teor de fenóis totais foi determinado por meio do reagente de Folin-Ciocalteu, utilizando-se o ácido gálico como padrão, segundo metodologia descrita por Larrauri et al. (1997), com adaptações. Para obtenção do extrato foi utilizado 3 g de amostra liofilizada. Pesou-se a amostra em um tubo de falcon de 50 ml, adicionou-se 4 ml de metanol 50%, homogeneizou-se com bastão de vidro e deixou-se em repouso por 60 minutos sob agitação em shaker à temperatura ambiente. Centrifugou-se a 25.406,55 g

(15.000 rpm) durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 10 ml. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 4 ml de acetona 70%, homogeneizou-se e deixou-se em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente sob agitação em skaker. Centrifugou-se novamente a 25.406,55 g (15.000 rpm) durante 15 minutos, transferindo o sobrenadante para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante, sempre limpando as paredes do funil para a retirada do excesso de resíduos e completando o mesmo para 10 ml com água destilada. Em um ambiente escuro, adicionou-se ao tubo de ensaio de 1 ml de extrato, 1 ml de folin ciocalteau, 2 ml de carbonato de sódio (20%), 2 ml de água destilada e homogeneizou. As leituras em espectrofotômetro a 700 nm foram realizadas aos 30 minutos após a adição dos reagentes. O branco da leitura foi 1 ml de água destilada acrescentando todos os reagentes acima citados.

Os teores de fenóis totais foram calculados utilizando-se a curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$  de massa fresca (MF).

### **3.4 - Atividade antioxidante total (AAT)**

A atividade antioxidante total (AAT) foi determinada utilizando-se 3 g de amostra liofilizada. Pesou-se a amostra em um tubo falcon de 50 ml, adicionou-se 4 ml de metanol 50%, homogeneizou-se com bastão de vidro e deixou-se em repouso por 60 minutos sob agitação em shaker à temperatura ambiente. Centrifugou-se a 25.406,55 g durante 15 minutos, transferiu-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 10 ml. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 4 ml de acetona 70%, homogeneizou-se e deixou-se em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente sob agitação em skaker. Centrifugou-se novamente a 25.406,55 g durante 15 minutos transferindo o sobrenadante para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante, sempre limpando as paredes do funil para a retirada do excesso de resíduos e completando o mesmo para 10 ml com água destilada.

A partir do extrato obtido, foram preparados, três diluições diferentes: 10  $\mu\text{l}$  da amostra + 20  $\mu\text{l}$  de água destilada, 20  $\mu\text{l}$  da amostra + 10  $\mu\text{l}$  de água destilada e 30  $\mu\text{l}$  somente da amostra, sempre em triplicata, sendo que a diluição de 30  $\mu\text{l}$  corresponde a alíquota máxima para este tipo de análise. Em ambiente escuro, foi feita a transferência

de alíquotas de cada diluição deste extrato para tubos de ensaio, adicionando sempre 3,0 ml do radical ABTS<sup>•+</sup> e homogeneizando em agitador de tubos. Realizou-se a leitura (734 nm) após 6 minutos da mistura e utilizou-se o álcool etílico, como branco, para calibrar o espectrofotômetro. A curva gerada a partir dos valores das absorbâncias e das concentrações das amostras foi calculada. Os valores da AAT foram obtidos substituindo-se o valor de y na equação da reta pela absorbância equivalente a 1000  $\mu\text{M}$  Trolox, sendo os resultados expressos em  $\mu\text{M}$  Trolox/g polpa (RUFINO et al., 2006).

### **3.5 - Análise estatística**

O delineamento foi inteiramente casualizado montado no esquema fatorial 3 x 4 (4 tratamentos, 4 tempos de avaliação 0, 3, 6, 9), com três repetições para cada tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e à comparação de médias pelo teste Tukey ( $p < 0,05\%$ ), com auxílio do programa computacional STATISTICA<sup>®</sup> 7.0.

## **4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 - Acidez total**

Verificou-se que a acidez total da manga minimamente processada apresentou diferença significativa entre os tratamentos a partir do sexto dia de armazenamento (Figura 2.4). Todas as amostras apresentaram diminuição da acidez total durante o armazenamento (Figura 2.4). O menor teor foi verificado no tratamento com aplicação de 18 pulsos. Normalmente, os ácidos orgânicos tendem a diminuir no decorrer do armazenamento, à medida que são utilizados durante a respiração ou convertidos em açúcares (ALVES et al., 2010), o que pode ter ocorrido no presente experimento. A diminuição no teor de acidez foi encontrado por Rodrigues (2005) em pequis minimamente processados sem tratamento prévio e armazenados a 6°C durante 15 dias.

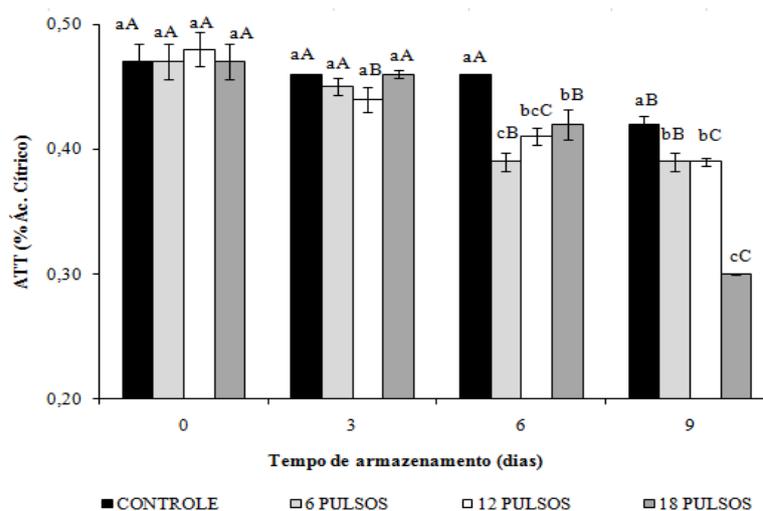


Figura 2.4 - Acidez total da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

#### 4.2 - Sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ )

O teor de sólidos solúveis (SS) variou significativamente entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Figura 2.5). Verificou-se que a exposição à luz ultravioleta diminuiu o teor de sólidos das amostras no tempo zero (Figura 2.5). Os sólidos solúveis do tratamento 6 e 18 pulsos aumentou do sexto ao nono dia de armazenamento (Figura 2.5). Em mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processada Magalhães et al. (2006), verificaram diminuição dos teores de sólidos solúveis ao final do armazenamento, resultado contrário ao encontrado neste estudo. De acordo com Vilas Boas; Lima (1999) o acúmulo de açúcares, durante a vida útil dos vegetais, pode ocorrer em decorrência da conversão do amido em açúcares. Segundo Chitarra; Chitarra (2005) aumento nos teores de sólidos solúveis pode estar associado à síntese de compostos secundários como fenólicos simples, em resposta às etapas do processamento mínimo.

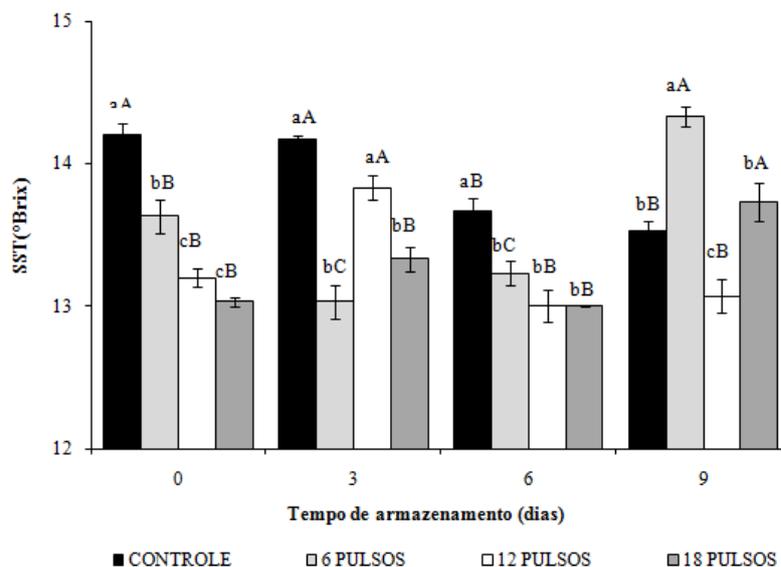


Figura 2.5 - Sólidos solúveis da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11 \pm 1^\circ\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

### 4.3 - Vitamina C

Para o teor de vitamina C foi verificado diferença significativa entre os tratamentos com ultravioleta e o controle (Figura 2.6). O teor de vitamina C não teve variação significativa durante o período de armazenamento para o tratamento controle (Figura 2.6). A aplicação da luz ultravioleta (UV) pulsante nas mangas minimamente processadas aumentou o teor de ácido ascórbico em relação ao controle logo após a aplicação, tendendo a diminuir durante o armazenamento. Maior teor de ácido ascórbico foi verificado nas amostras tratadas com 18 pulsos (Figura 2.6). Estudo realizado por González-Aguilar et al. (2007) sobre o efeito da irradiação UV-C em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada, observaram que a luz ultravioleta diminuiu o teor de vitamina C em relação ao controle chegando ao valor de 2mg de AA/ 100g M. Os teores de ácido ascórbico das amostras no presente estudo ao final do armazenamento foram de 49,37 mg/100 g, 52,90 mg/100g e 55,29 mg/100g para 6, 12 e 18 pulsos, respectivamente. Segundo Chitarra; Chitarra (2005), o teor de ácido ascórbico tende a

diminuir com o armazenamento, pois os danos mecânicos causados pelo processamento mínimo nos tecidos promovem a desorganização celular ocasionando a oxidação do ácido ascórbico, em razão da atuação direta da enzima ácido ascórbico oxidase (ascorbinase), ou pela ação de enzimas oxidantes como a peroxidase.

A manga pode ser considerada uma boa fonte de vitamina C. No Brasil, a ingestão diária recomendada para adultos é de 60,00 mg AA/100g (BRASIL, 1998). Os teores de vitamina C dos produtos ao final do armazenamento foram de 49,37 mg A.A/100g, 52,90 mg A.A/100g, 55,29 mg A.A/100g, para 6, 12 e 18 pulsos respectivamente.

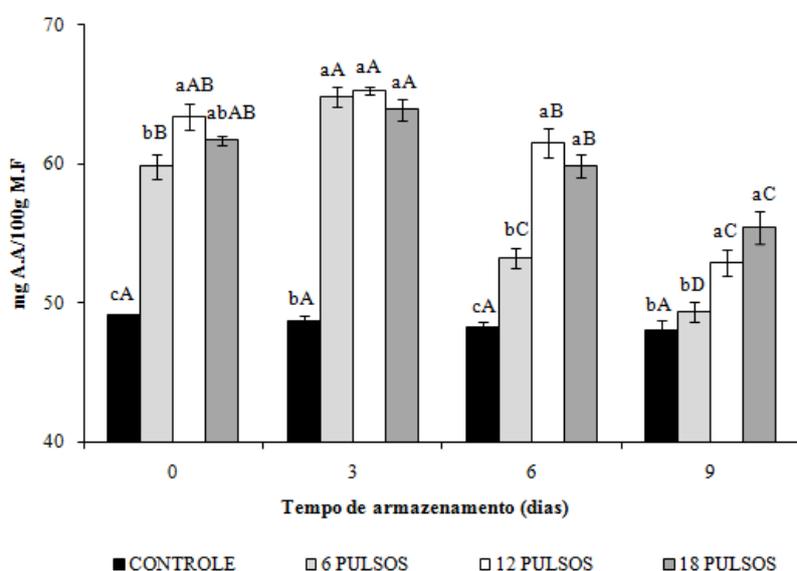


Figura 2.6 - Vitamina C da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11 \pm 1^\circ\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

#### 4.4 - Carotenóides totais

Os teores de carotenóides apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Figura 2.7). Verificou-se que a utilização de 6 pulsos manteve os teores de carotenóides, enquanto que a utilização de 18 pulsos ocasionou maiores perdas. Os resultados de carotenóides totais foram inferiores aos

encontrados por Pereira (2009). Este autor encontrou teores de carotenóides em manga ‘Tommy Atkins’ de 3,3 mg/100g média superior a do presente trabalho que foi de 2,08 mg/100g ao final do armazenamento para o tratamento com 12 pulsos. Este tratamento foi o que obteve maior teor de carotenóides ao final do período de armazenamento. A manutenção de carotenóides durante o armazenamento é uma característica importante na preservação da qualidade nutricional do produto, uma vez que essas substâncias são precursoras diretas de vitamina A (CAMPOS et al., 2006).

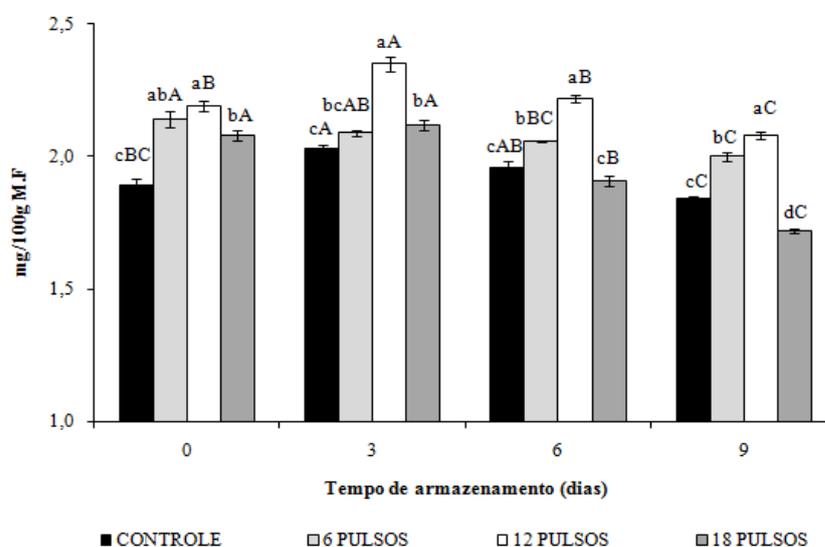


Figura 2.7 - Carotenóides totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

#### 4.5 - Fenóis totais

De acordo com os resultados encontrados no presente trabalho os teores de compostos fenólicos nos tratamentos utilizados apresentaram diferença significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento (Figura 2.8). Verificou-se que os tratamentos com 6 e 12 pulsos proporcionou aumento nos teores de compostos fenólicos durante o armazenamento (Figura 2.8). Segundo González-Aguilar et al. (2007) a aplicação de UV-C em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada aumentou o teor compostos fenólicos totais. Comportamento semelhante foi verificado por Hanotel

et al. (1995) em chicória minimamente processada tratada com irradiação gama, onde os teores de compostos fenólicos aumentaram imediatamente após o estresse causado pelo corte. O aumento verificado no presente estudo, para a aplicação de 18 pulsos pode estar relacionado ao o estresse causado pelo corte ou pela maior quantidade de pulsos.

Os compostos fenólicos são os maiores responsáveis pela atividade antioxidante em frutos (HEIM et al., 2002). Embora a vitamina C seja considerada por alguns autores como o maior contribuinte na atividade antioxidante, Sun et al. (2002) demonstraram que a contribuição da vitamina C na determinação da atividade antioxidante de 11 frutos é baixa. Estes autores ainda afirmaram que a maior contribuição para a atividade antioxidante total de frutos se deve à composição de compostos fitoquímicos. De acordo com Zulueta et al. (2007) os compostos fenólicos têm se mostrado bons contribuintes para a capacidade antioxidante total dos alimentos que os contêm, embora sua relevância nutricional é incerta pela sua pobre absorção e rápida metabolização, associada a sua limitada ação antioxidante in vivo.

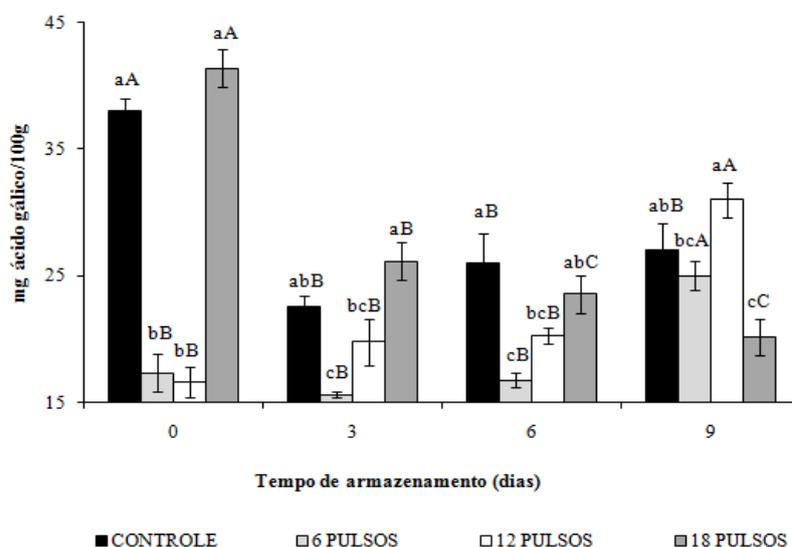


Figura 2.8 - Fenóis totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11 \pm 1^\circ\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

#### 4.6 - Atividade Antioxidante total (AAT)

Em relação a AAT, não houve diferença significativa entre os tratamentos no 6º dia (Figura 2.9). O AAT não teve variação significativa durante o período de armazenamento para o tratamento com 6 pulsos. A aplicação da luz ultravioleta pulsante nas amostras aumentou a atividade antioxidante total imediatamente após sua aplicação nos tratamentos de 12 e 18 pulsos (Figura 6). Comportamento semelhante foi verificado por Vicente et al. (2005) quando submeteu pimentão ao tratamento com UV-C. Estes autores observaram aumento na atividade antioxidante logo após o tratamento, tendendo a diminuir durante o armazenamento a 10° C. González-Aguilar et al. (2007) avaliando o efeito da irradiação UV-C em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada, verificaram que a exposição à luz UV-C por mais tempo (10 minutos) aumentou a atividade antioxidante.

A atividade antioxidante total encontrada no presente trabalho ao final do armazenamento foi de 5,03; 4,70; 5,67; 5,27  $\mu\text{M}$  Trolox/g de polpa, para os tratamentos controle, 6 pulsos, 12 pulsos e 18 pulsos, respectivamente. Os valores foram inferiores ao encontrado por Kuskoski et al. (2005) para manga valor de 13,2  $\mu\text{mol}$  de Trolox/g usando o método ABTS.

No presente estudo (Figuras 2.6, 2.7, 2.8 e 2.9) verificou-se efeito da luz ultravioleta pulsante sobre os compostos bioativos, como vitamina C, carotenóides totais, compostos fenólicos com a atividade antioxidante total em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida à luz UV pulsante. Os resultados obtidos indicam que a utilização de luz UV pulsante pode ser um método que favorece o aumento e a manutenção dos compostos bioativos em manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada.

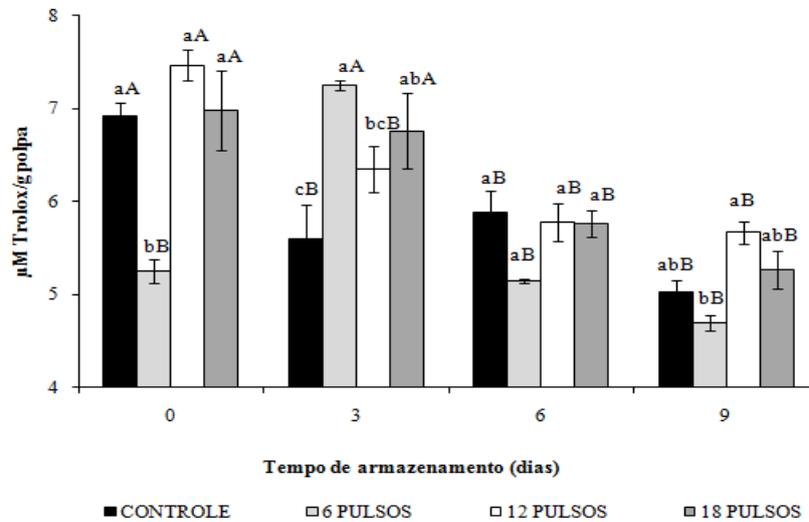


Figura 2.9 - Atividade antioxidante da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos: controle e com ultravioleta pulsante 6, 12 e 18 pulsos. As amostras foram acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11 \pm 1^\circ\text{C}$  por 9 dias. As barras representam o erro padrão da média. Médias seguidas da mesma letra minúscula representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

## 5 - CONCLUSÕES

Em relação ao tratamento com UV pulsante as características físico-químicas apresentaram variações significativa em todos os parâmetros, acidez total titulável, vitamina C, sólidos solúveis totais, carotenóides, fenóis totais.

As mangas minimamente processadas tratadas com 12 pulsos mantiveram ao final do armazenamento maiores teores de carotenóides, fenóis e atividade antioxidante, indicando que essas características foram menos afetadas.

Pode-se concluir que o tratamento com 12 pulsos foi o melhor para a capacidade antioxidante total.

## **6 - CONCLUSÕES GERAIS**

Com base nos resultados obtidos neste trabalho é possível concluir que:

O uso de tratamento químico EDTA e cloreto de cálcio foram os melhores entre os compostos químicos estudados para manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada levando a uma vida útil de 9 dias.

Com base nos resultados obtidos no capítulo 2 o uso da luz UV pulsante em mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas mostrou ser uma tecnologia que pode ser usada em minimamente processados principalmente mantendo compostos bioativos por um período de 9 dias de armazenamento usando 12 pulsos.

## 6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALLA, D. S. P. Antioxidantes: conceitos básicos e perspectivas terapêuticas. **ARS Curandi**, p. 141-164, 1993.

ALI, Z.M.; CHIN, L.; LAZAN, H.A Comparative study on wall degrading enzymes, pectin modifications and softening during ripening of selected tropical fruits. **Plant Science**, Limerick, v. 167, n. 2, p. 317-327, 2004.

ALVES, J. A.; NASSUR, R. C. M. R.; PIRES, C. R. F.; ALCÂNTARA, E. M de.; GIANNONI, J. A.; LIMA, L. C. de O. Cinética de degradação de vitamina C em mangas 'Palmer' minimamente processadas armazenadas em diferentes temperaturas. **Ciência Agrotecnologia**., Lavras, v. 34, n. 3, p. 714-721, 2010.

ALVES, R.E.; DURIGAN, J. F.; DONADON, J. R.; PINTO, S. A. A.; MACHADO, F. L. C.; BASTOS, M. S. R. Tecnologia de processamento mínimo de manga e melão. IN: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PÓS-COLHEITA E PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2002, Brasília. **Palestras...** Brasília: Embrapa, 2002. 1 CD ROM.

ANDRADE, R. S. G. de ; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A. ; NÓBREGA, J.A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, São Paulo, v.27, n.especial, 2002.

ANTONIOLLI; BENEDETTI. Processamento mínimo de abacaxi pérola. 2007. Disponível em <[http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp?conteudo=15004](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp?conteudo=15004)>. Acesso em: 28 nov. 2010.

ARAÚJO, J. M. **Química de alimentos : teoria e prática**. 3ª Ed. Universidade Federal de Viçosa, 2006. 596 p.

ARAÚJO, J. L. P. Mercado e comercialização da manga. In: MOUCO, M.A.C. **Cultivo da Mangueira**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, Sistemas de Produção, 2. Versão eletrônica, 2004.

ARNAO, M.B. Some methodological problems in the determination of antioxidant activity using chromogen radicals: a practical case. **Trends in Food Science & Technology**, v.11, p. 419-421, 2000.

ARRUDA, M. C.; BRON, I.U.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R.A. **Transformações bioquímicas na pós-colheita de produtos hortícolas**. Pós-colheita de Produtos Hortícolas. ESALQ-USP-LPV, 2007. 14p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11. ed. Washington: AOAC, 1992. 111

BARBOSA-CANOVAS, G. V., et al. **Nonthermal preservation of foods** p.139–161. New York: Marcel Dekker. 1998.

BEHL, C. Estrogen can protect neurons: modes of action. **J. Steroid Biochem. Mol. Biol.**, 83: 195–197, 2003.

BRASIL. Portaria SVS/MS nº 33, de 13 de janeiro de 1998. Tabelas de ingestão diária recomendada IDR. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, p. 1, 16 jan. 1998. Seção 1.

CAMPOS, F. M.; PINHEIRO-SANT'ANA, H. M.; SOUZA, P. M.; STRINGHETA, P.C.; CHAVES, J .B. P. Pró-vitaminas a em hortaliças comercializadas no mercado formal e informal de Viçosa (MG), em três estações do ano. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.1, p. 33-40, 2006.

CARVALHO, A.V.; LIMA, L. C. O. Qualidades de kiwis minimamente processados e submetidos a tratamento com ácido ascórbico, ácido cítrico e cloreto de cálcio. *Pesquisa Brasileira Agropecuária*, Brasília, v.37, n.5, 2002.

CHAGAS, P.C.; SHIRAHIGE, F. H .; SILVA, P. P. M da.; SPOTTO, M. H. F.; CHAGAS, E. A.; PIO, R. Avaliação da qualidade de pêssegos ‘Régis’ minimamente processados. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Curitiba v. 26, n. 2, p. 179-186, 2008.

CHANTANAWARANGOON, S. Quality maintenance of fresh-cut mango cubes. M.S. thesis in **Food Science**, University of California at Davis, 72p. 2000.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 735 p.

CODEVASF. Censo frutícola 2005. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/fruticultura/>> Acesso em: 14 jul 2010.

COUTO, M.A.L.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G. Quantificação de vitamina C e capacidade antioxidante de variedades cítricas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 30:p. 15-19, 2010.

COSTA, J. G.; SANTOS, C. A. F. Cultivares. In: MOUCO, M. A. C. (Ed.). Cultivo da mangueira. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2004. Disponível em: <[http://www.cpatsa.embrapa.br/sistema\\_producao/spmanga/cultivares.htm](http://www.cpatsa.embrapa.br/sistema_producao/spmanga/cultivares.htm)>. Acesso em: 10 out. 2010.

COSTA, A. de F. S. da; BALBINO, J. M. de S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. In: FOLEGATTI, M. I. da S.; MATSURA, F. C. A. U. Mamão: Pós-colheita. EMBRAPA: Mandioca e Fruticultura. Brasília. **Frutas do Brasil**, 21. 2002. 59p.

CUNHA, G. A. P.; PINTO, A. C. Q.; FERREIRA, F. R. Origem, dispersão, taxonomia e botânica. In: GENUÍ, P. J. C.; PINTO, C. A. Q. (Ed. Tecs.). A cultura da mangueira. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2002. p. 31-36.

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

DAMASCENO, K. S. F. S. C.; ALVES, M.A.; MENDONÇA, S. C. de.; GUERRA, N. B.; STAMFORD, L. M. Melão minimamente processado: Um controle de qualidade. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 4, p. 651-658, 2005.

DONADON, J. R. **Produtos minimamente processados de mangas ‘Tommy Atkins’, ‘Keitt’ e ‘Parvin’**. 2001. 67p. Monografia (Trabalho de Graduação em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

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

EBERHARDT, M.V.; LEE, C. Y.; LIU, R.H. .Antioxidant activity of fresh apples. **Nature** n. 405. p. 903- 904, 2000.

ESCRIBANO, J.; CABANES, J.; CHAZARRA, S.; GARCÍA-CARMONA, F. Characterization of monophenolase activity of table beet polyphenol oxidase. Determination of kinetic parameters on the tyramine/dopamine pair. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 4209-4214, 1997.

EVANGELISTA, R. M.; VIEITES, R. L.; CASTRO, P. S.; RALL, L. M. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 324-332, 2009.

FAGUNDES, A.F.; AYUB, R.A. Caracterização físico-química de caquis cv. Fuyu submetidos à aplicação de agentes inibidores de escurecimento e armazenados a 0°C. **Acta Scientiarum.Agronomy**, v.27, n.3, p.403-408, 2005.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations, (Roma, Itália). Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: 01 jul 2010.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas**. 2. ed. Trad. F.C. Oliveira et al. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FENNEMA, O. R. **Química de los alimentos**. 2. ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 1095 p.

FERNANDES, P. L. de O.; SILVA, L. T.; FONTES, L. de O.; RODRIGUES, A. P. M. dos S.; FERREIRA, R. M.de A. Escurecimento enzimático em vegetais minimamente processados e seus métodos de controle. *Revista Verde*, v. 5, n.2, p. 21-27, Mossoró, 2010.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9 ed. São Paulo: Atheneu, 1998. 87p.

GAVA, A. J., SILVA, C. A. B. e FRIAS, J. R. G. **Tecnologia de alimentos – princípios e aplicações**. Nobel. 2008. 511 p.

GÓMEZ, A.C.S. **Influência das condições de conservação sobre a qualidade pós-colheita de diferentes cultivares de maçã**. 2005. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, RS. 2005.

GONZALEZ-AGUILAR, G.A.; CELIS, J.; SOTELO-MUNDO, R.R.; LA ROSA, L. A. de.; RODRIGO-GARCIA, J.; ALVAREZ-PARRILA, E. Physiological and biochemical changes of different fresh-cut mango cultivars stored at 5° C. **Int. Journal. Food Science. Technology**. 43:91-101, 2008.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. VILLEGAS-OCHOA, M.A.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M.A.; GARDEA, A.A.; HYALA-ZAVALA, J.F. Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UV-C. **Journal of Food Science**. v.72, n.3, p.197-202, 2007.

GROPPO, V.D.; SPOTO, M. H. F.; GALLO, C. R.; SARMENTO, S. B. S. Efeito do cloreto de cálcio e da película de alginato de sódio na conservação de laranja 'Pera' minimamente processada. **Ciência e Tecnologia e Alimentos**, vol.29 no.1 ,Campinas, 2009.

HANOTEL, L.; FLEURIET, A.; BOISSEAU, P. Biochemical changes involved in browning of gamma-irradiated cut witloof chicory. **Postharvest Biology and Technology**, v. 05, p. 199- 210, 1995.

HEIM, K. E.; TAGLIAFERRO, A.R.; BOBILYA, D.J. Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism and structure-activity relationships. **Journal of Nutritional Biochemistry**,v.13, p.572-584, 2002.

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

HIGBY, W. K. A simplified method for determination of some the carotenoid distribution in natural and carotene-fortified orange juice. **Journal of Food Science**, Chicago, v.27, p.42-49,1962.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Ed. São Paulo. 2008. 1020 p.

JAYAPRAKASHA, G. K.; PATIL, B. S. In vitro evaluation of the antioxidant activities in fruit extracts from citron and blood orange. **Food Chemistry**, v. 101, n. 1, p. 410-418, 2007.

JEN, J. J.; ROBINSON, M. L. P. Pectolytic enzymes in sweet bell peppers (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Food Science**, v.49, p.1045-1087, 1984.

JESUS, M. M. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; SANTOS, S. F.; NARAIN, N.; CASTRO, A. A. Inibição do escurecimento enzimático de quiabo minimamente processado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 39, n. 4, p. 524-530 2008.

JUNQUEIRA, M. S. Embalagens ativas na prevenção do escurecimento enzimático de batatas minimamente processadas. 2008. Disponível em: <<http://www.abbabatatabrasileira.com.br/2008/revista.asp>? Acesso em: 23 out. 2010.

KHANZADA, M. A.; LODHI, A. M.; SHAHZAD, S. Pathogenicity of *Lasiodiplodia theobromae* and *Fusarium solani* on mango. **Pakistan Journal of Botany**, Karachi, v. 36, n. 1, p. 181-189, 2004.

KLIMCZAK, I.; MALECKA,M.; SZLACHTA, M.; GLISZCZYNSKA-SWIGLO, A. Effect of storage on the content of polyphenols, vitamin C and the antioxidant activity of orange juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 20, n. 3-4, p. 313-322, 2007.

KOHATSU, D.S.; EVANGELISTA, R. M.; VALENTINI, S. R. T.; CAMPOS, A. J. de. Qualidade de abacaxi minimamente processado e tratado com ácido ascórbico e cloreto de cálcio. **Cultivando o Saber**. Cascavel, v. 2, n.2, p.63-72, 2009.

KOUTCHMA, T. Advances in ultraviolet light technology for non-thermal processing of liquid foods. **Food and Bioprocess Technology**, 2, 138–155.2009.

KUBOTA, N. Phenolic content and L-phenylalanine ammonialyase activity in peach fruit. In: LINSKENS H. F; JACKSON J. F (eds.) **Modern methods of plant analysis – fruits analysis**. New York: Spriger-Verlag, 1995. p. 81-94.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividade antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.726-732, 2005.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**,v.45, p. 1390-1393.1997.

LEDHAM, L. R. **Escurecimento pós-colheita da casca e qualidade sensorial de frutos de lichia (Litchi chinensis Sonn.)** 1994. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.

LEONG, L.P.; SHUI, G. An investigation of antioxidant capacity of fruit in Singapore markets. **Food Chemistry**, Washington, v.76, p.69-75, 2002.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; ASSIS, J. S. de.; FILGUEIRAS, H. A. C.; COSTA, J. T. A. Aparência compostos fenólicos e enzimas oxidativas em uva ‘Itália’ sob influência do cálcio e do armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 24: 39-43, 2002.

LIMA, M.A.C.; ALVES, R.E.; FILGUEIRAS, H.A.C. Mudanças relacionadas ao amaciamento da graviola durante a maturação pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1707-1713, 2006.

LIMA, L.C. 2005. **Qualidade do melão ‘Orange Flesh’ minimamente processado e submetido a diferentes métodos de conservação**. Botucatu: UNESP-FCA. 130p (Tese doutorado).

LUNA-GUZMAN, I.; CANTWELL, M.; BARRET, D.M. Freshcut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, p.201–213, 1999.

MAGALHÃES, L. T. S.; GONÇALVES, D. L.; ARAÚJO, K. R.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; SILVA, A. V. C. Processamento da manga “Tommy Atkins”: Análises químicas. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 58., 2006, Florianópolis, SC. **Anais...UFSC**.

MAIA, G. E. G.; PASQUI, S. C.; LIMA, A. S.; CAMPOS, F. M. Determinação dos teores de vitamina C em hortaliças minimamente processadas. **Alim. Nutr.**, v.19, n.3, p. 329-335, 2008.

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

MATTIUZ, B.H.; MIGUEL, A. C. A.; NACHTIGAL, J.C.; DURIGAN, J.F.; CAMARGO, U.A. Processamento mínimo de uvas de mesa sem semente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 2, p. 226-229, 2004.

MCCREADY, R. M.; MCCOMB, E. A. Extraction and determination of total pectic material in fruits. **Analytical Chemistry**, Washington, v.24, n.12, p.1586-1588, 1952.

MEDLICOTT, A.P.; SIGRIST, J.M.M.; SY, O. Ripening of mangoes following low temperature storage. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.115, n.2, p.430-434, 1990.

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. de B. Redução do amaciamento de banana ‘maçã’ minimamente processada pelo uso de tratamentos químicos. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 3, p. 821-828, 2007.

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

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A.G. de.; NASCIMENTO, R.J. do. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 44, n.2, p. 193-201, 2008.

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; JUSTO, A. F. Uso de aditivos químicos para a conservação pós-colheita de banana 'Maçã' minimamente processada. **Ciência Agrotecnologia**. v.33, n.1, 2009.

MENDONCA, R. D.; FERREIRA, K. S.; SOUZA, L. M. De.; MARINHO, C. S.; TEIXEIRA, S. L. Características físicas e químicas de goiabas 'Cortibel 1' e 'Cortibel 4' armazenadas em condições ambientais. *Bragantia*. vol.66, n.4, pp. 685-692, 2007.

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

MENTEM, M. M.; PAGLIUCA, L. G.; BOTEON, M. Perspectivas dos embarques brasileiros de manga para 2010. Acesso em 23 de fev. 2010.

MIGUEL, A.C.A.; DIAS, J.R.P.S.; SPOTO, M.H.F. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de melancias minimamente processadas **Hortifruticultura Brasileira**, vol.25, n.3, pp. 442-446, 2007.

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

NEVES, L.C.; BENDER, R.J.; ROMBALDI, C.V.; VIEITES, R.L. Armazenagem em atmosfera modificada passiva de carambola-azedada (*Averrhoa carambola* L.) cv. 'Golden Star'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1,p.13-16, 2004.

NUNES, M.C.N.; BRECHT, J. K.; MORAIS, A. M. M. B.; SARGENT, S. A. Physical and chemical characteristics of strawberries after storage are reduced by short delay to cooling. **Postharvest Biology and Tecnology**, v. 6.P.17-28.1995.

OLIVEIRA, T.A.S.; OLIVEIRA, S. M.A.; MICHEREFF, S.; CÂMARA, M. P.S.; COSTA, V.S.O.; LINS, S. R. O. Efeito do estágio de maturação, tipo de inóculo e local de inoculação na severidade da podridão peduncular em manga. **Tropical Plant Pathology**, vol. 33, 6, 409-414. 2008.

OLIVEIRA, L. F. de; SRUR, A. U. O. S.; VACARI, F. Aproveitamento do chuchu (*Sechium edule*, Swartz) pelo processo de saturação com açúcar – uma alternativa alimentar. **Revista Universidade Rural**, Série Ciências da Vida. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, v.22, p.09-14, 2003.

OMS-OLIU,G.;MARTÍN-BELLOSO,OLGA.; SOLIVA-FORTUNY, R. Pulsed Light Treatments for Food Preservation. A Review. **Food Bioprocess Technology** ,3 ,13–23, 2010.

PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; WELTI-CHANES, J.; SWANSON, B.G. Polyphenoloxidase activity and color of blanched and high hydrostatic pressure treated banana puree. **Journal Food Science**. v. 64, n. 01, p. 42-45, 1999.

PASCHOALINO, J. E.; NISIDA, A. L. A. C.; GARCIA, E. E. C.; TOCCHINI, R. P. Prevenção do escurecimento em batatas frescas descascadas e fatiadas. **Colet. Inst. Tecnol. Alimentos**, v. 2, n. 23, p. 189-197, 1993.

PELLEGRINI, N.; COLOMBI, B.; SALVATORE, S.; BRENNNA, O.V.; GALAVERNA, G.; DEL RIO, D.; BIANCHI, M.; BENNETT, R.N.; BRIGHENTI, F. Evaluation of antioxidant capacity of some fruit and vegetable foods: efficiency of extraction of a sequence of solvents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, n. 1, p. 103-111, 2007.

PEREIRA, A. C. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no ceará**. 2009. 122p. Dissertação (Mestrado) –Universidade Federal do Ceará. Fortaleza.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v.39, p.791-800, 2006.

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

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; LIMA, L. C. Influência do CaCl<sub>2</sub> sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25(1): 32-36, 2005.

PORCU, O. M., **Fatores que influenciam na composição de carotenóides em goiaba, acerola, pitanga e seus produtos processados**. 2004, 135p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

RANGANA, S. **Manual of analysis of fruit and vegetable products**. 2. Ed. New Delhi: Tata-Mc Graw-Hil, 643p, 1979.

RATTANAPANONE, N.; WATADA, A.E. Respiration rate and respiration quotient of fresh-cut mango (*Mangifera indica* L.) in low oxygen atmosphere. **Acta Horticultureae**, Wageningen, n.509, p.471-478, 2000.

REIS, K. C.; PEREIRA, J.; LIMA, L. C. O.; VON PINHO, R. G.; MORAIS, A. R. Aplicação de lactato de cálcio e ácido ascórbico na conservação de minimilho minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia.**, v. 29, n. 2, p. 338-345, 2005.

REYNERSTON, K. A.; YANG, H.; JIANG, B.; BASILE, M. J.; KENNELLY, E. J. Quantitative analysis of antiradical phenolic constituents from fourteen edible Myrtaceae fruits. **Food Chemistry**, v. 109, p. 883-890, 2008.

RIBEIRO, S.M.R. **Caracterização e avaliação do potencial antioxidante de mangas (*Mangifera indica* L.) cultivadas no Estado de Minas Gerais**. 2006.149f. Tese (Doutorado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

RICHARD-FORGET, F.C.; GOUPY, P.M.; NICOLAS, J.J. Cysteine as an inhibitor of enzymatic browning. 2. Kinetic studies. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 11, p. 2.108-2.113, 1992.

ROBLES-SANCHEZ, M.; GORINSTEIN, S.; MARTIN-BELLOSO, O. Minimal processing of tropical fruits: antioxidant potential and its impact on human health. **Food Chemistry**, Chicago, v.32, n.4, p.227-232, 2007.

RODRIGUES, L. J. **O Pequi (*Caryocar brasiliense* Camb): ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo**. 2005. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; MORAIS, S. M. de; SAMPAIO, C. de G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. **Metodologia Científica: Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS•+**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico)

SALUNKHE, D.K.; BOLIN, H.R.; REDDY, N.R. **Storage, processing and nutritional quality of fruits and vegetables**. Boca Raton: CRC Press, 1991. 323p.

SARZI, B; DURIGAN, J. F. Avaliação física e química de produtos minimamente processados de abacaxi **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 24 (2) p. 333-337, 2002.

SCALZO, J.; POLITI, A.; PELLEGRINI, N.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, v.21, p. 207-213, 2005.

Secretária de Comércio Exterior (SECEX). Disponível em: <http://www.portaldoexportador.gov.br> (12/02/2011).

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

SHAHIDI, F. **Natural Antioxidants: An Overview “in” Natural Antioxidants Chemistry, Health Effects, and Applications**. AOCS Press: Champaign, Illinois, p. 1-11. 1996.

SIDDIQUI,S; BANGERT.F. Effect of pre harvest of calcium an flesh firmness and cell-wall composition of apple- influence of fruit size. **Journal of Horticultural Science** 70: 263-269, 1995.

SILVA, G.C.; MAIA, G. A, SOUZA FILHO, M. de S. M. de.; FIGUEIREDO, R. W. de.; FILGUEIRAS, H. A. C.; SOUZA, A.C. R. de. Efeito de diferentes concentrações de cloreto de cálcio na qualidade do abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25 (2), p. 216-219, 2003.

SILVA, V.L.; COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de micronutrientes – Vitamina C (ácido ascórbico). **In: SILVIA MARIA FRANSCISCATO COZZOLINO (Org.)**. Biodisponibilidade de nutrientes. 2ª ed. Revisada e atualizada Barueri-SP. Editora Manole; 1:305-324, 2007.

SIMÕES, A. N. **Alterações químicas e atividades de enzimas em folhas de couve inteiras e minimamente processadas**. 2004. 86p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F.; DONADOS, J. R.; SOUZA, P. S. de. Mangas minimamente processadas amadurecidas naturalmente ou com etileno e armazenadas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.28, n.2, p. 271-275.2006.

STOCLET, J.C.; CHATAIGNEAU, T.; NDIAYE, M.; OAKA, M.; EL BEDOUI, J.; CHATAIGNEAU, M.; SCHINI-KERTH, V. Vascular protection by dietary polyphenols. **Eur J Pharm**, v.500, p.299-313, 2004.

STROHECKER, R., HENNING, H.M. **Analisis de vitaminas: métodos comprobados**.Madrid: Paz Montalvo, 1967. 428p.

SUN, J.; CHU, Y.F.; WU, X.; LIU, R.H. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.7449–7454, 2002.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução Eliane Romanato Santarém et al. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOPA, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D. H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food composition and Analysis**. V.19, p.669-675, 2006.

TUCKER, G.A. Introduction. In: SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A (Ed). **Biochemistry of fruit ripening**. London & Hall, 1993. P. 2-51.

VICENTE, A.R.; PINEDA, C.; LEMOINE, L.; CIVELLO, P. M.; MARTINEZ, G. A.; CHAVES, A. R. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. **Postharvest Biology and Tecnology**. V 35, p.69-78. 2005.

VIETES, R.L.; EVANGELISTA, R. M.; SILVA, C. de S.; MARTINS, M.L. Conservação de morango armazenado em atmosfera modificada. **Higiene Alimentar**. V.21, p. 67-74, 2007.

VILAS -BOAS E.V. DE B.; PINHEIRO, A. C. M.; LIMA, L .C. Influência do CaCl<sub>2</sub> sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 25(1): 32-36, 2005.

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

VILAS BOAS, E. V. B.; LIMA, L.C. de O. Armazenamento de abacaxi Pérola. **IN: III Simpósio Latino Americano de Ciência dos Alimentos**. p.45, 1999. Campinas.

VITTI, M. C. D.; KLUGE, R. A.; BASSETO, E.; JACOMINO, A. P. Temperatura de armazenamento de tangores “Murcote” minimamente processados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p. 535-536, 2003.

XAVIER, V.L.S.M. **Processamento mínimo de mamão e abacaxi: respostas fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2007.

XAVIER, I. F.; LEITE, G.A.; MEDEIROS, E.V.; MORAIS, P.L.D.; LIMA, L.M. Qualidade pós-colheita da manga ‘Tommy atkins’ comercializada em diferentes estabelecimentos comerciais no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v.22, n.4, p.7-13. 2009.

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

ZULUETA, A.; ESTEVES, M. J.; FRASQUET, I.; FRÍGOLA, A. Vitamin C, vitamin A, phenolic compounds and total antioxidant capacity of new fruit juice and skim milk mixture beverages marketed in Spain. **Food Chemistry**, v. 103, n. 4, p. 1365-1374, 2007.

YAMASHITA. F.; VEIGA, G. F.; BENASSI, M. de T.; ROBERTO, S. R. Morangos embalados com filme de policloreto de vinila (PVC). **Semina: Ciências Agrárias**. 27: p. 429-436, 2006.

WILEY, R. C. **Frutas y hortalizas minimamente procesadas y refrigeradas**. Zaragoza: Acribia, 1997. 361p.

WANG, J.; MAZZA, G. Effects of anthocyanins and other phenolic compounds on the production of tumor necrosis factor alpha in LPS/IFN-gamma-activated RAW 264.7 macrophages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p.4183-4189, 2002.

## **APÊNDICE**

**Tabela 1A** - pH da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                |                |                |                |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 0                     | 3              | 6              | 9              | 12             |
| CONTROLE    | 4,20±0,06 aA          | 3,87±0,03 aB   | 3,87±0,03 aB   | 3,82±0,01 abB  | 3,74± 0,03aB   |
| EDTA 0,5%   | 4,20±0,06 aA          | 3,73± 0,03abC  | 3,93±0,03 aB   | 3,80 ±0,02abBC | 3,67±0,02 abC  |
| EDTA 1%     | 4,20±0,06 aA          | 3,70±0,03 abcC | 3,90± 0,06 aB  | 3,98±0,01 aB   | 3,71± 0,04aC   |
| AC 1%       | 4,20±0,06 aA          | 3,60±0,06 bcdC | 3,82 ± 0,08 aB | 3,60±0,01 cC   | 3,58±0,03abcC  |
| AC 2%       | 4,20±0,06 aA          | 3,50±0,00 dB   | 3,54 ±0,02bB   | 3,37 ±0,03dB   | 3,40± 0,01cB   |
| AA 1%       | 4,20±0,06 aA          | 3,60±0,06 bcdC | 3,85±0,01 aB   | 3,63±0,02 bcC  | 3,49±0,03 bcC  |
| AA 2%       | 4,20±0,06 aA          | 3,53±0,03 cdC  | 3,75±0,02 aB   | 3,51 ±0,02cdC  | 3,63±0,02 abBC |

CV% = 2,05

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representam os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representam o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 2A** - Acidez total (% ácido cítrico) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                 |                 |                 |                 |
|-------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
|             | 0                     | 3               | 6               | 9               | 12              |
| CONTROLE    | 0,44± 0,00 aAB        | 0,42± 0,02 bcB  | 0,44±0,00bcdAB  | 0,50±0,00 aA    | 0,38 ±0,03 cdB  |
| EDTA 0,5%   | 0,44± 0,00 aAB        | 0,38 ±0,00 cB   | 0,46±0,02 bcA   | 0,50±0,00 aA    | 0,44± 0,03 bcAB |
| EDTA 1%     | 0,44± 0,00 aAB        | 0,44±0,00 bcA   | 0,42±0,02 cdAB  | 0,38±0,00 bAB   | 0,36±0,03 dB    |
| AC 1%       | 0,44± 0,00 aAB        | 0,42± 0,02 bcBC | 0,38 ±0,00 dC   | 0,55± 0,02 aA   | 0,48± 0,02 abAB |
| AC 2%       | 0,44± 0,00 aAB        | 0,48±0,02 bBC   | 0,58± 0,00 aA   | 0,52±0,02 aB    | 0,38±0,03 cdD   |
| AA 1%       | 0,44± 0,00 aAB        | 0,48±0,02 bA    | 0,48 ± 0,02 bcA | 0,38± 0,00 bB   | 0,44 ±0,00 bcAB |
| AA 2%       | 0,44± 0,00 aAB        | 0,53 ±0,04 aA   | 0,50 ±0,00 bBC  | 0,52 ± 0,02 aAB | 0,52±0,02 aAB   |

CV% = 6,81

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 3A** - Sólidos solúveis (°Brix) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, condicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                  |                 |                 |                  |
|-------------|-----------------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|
|             | 0                     | 3                | 6               | 9               | 12               |
| CONTROLE    | 13,83±0,17 aAB        | 13,25± 0,14aB    | 14,00± 0,14 aA  | 14,25±0,29 aA   | 13,67±0,08 abAB  |
| EDTA 0,5%   | 13,83±0,17 aAB        | 12,25± 0,14 bcdB | 13,50±0,29 aA   | 13,83±0,08 abA  | 13,92± 0,22 aA   |
| EDTA 1%     | 13,83±0,17 aAB        | 12,58± 0,08 abB  | 13,50 ±0,00 aA  | 13,83±0,08 abA  | 12,75 ±0,00 cB   |
| AC 1%       | 13,83±0,17 aAB        | 11,83± 0,08 cdC  | 12,50±0,00 bB   | 12,58±0,08 dB   | 13, 00± 0,14 bcB |
| AC 2%       | 13,83±0,17 aAB        | 11,58±0,08 dC    | 13,33 ±0,22 aAB | 13,08± 0,30 cdB | 13, 00± 0,14 bcB |
| AA 1%       | 13,83±0,17 aAB        | 12,42±0,08 bcB   | 12,58±0,30 bB   | 12,83±0,22 cdB  | 12,42 ±0,08 cB   |
| AA 2%       | 13,83±0,17 aAB        | 12,25± 0,14 bcdB | 12,08 ±0,17 bB  | 13,33±0,17 bcA  | 13,75± 0,14 aA   |

CV% = 2,14

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 4A** - Vitamina C (mg AA/100g M.F) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                |                |                |                |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 0                     | 3              | 6              | 9              | 12             |
| CONTROLE    | 21,43± 0,00 aA        | 14,28 ±0,00 dB | 13,43 ±0,00 cB | 13,43 ±0,00 cB | 6,70±0,00 dC   |
| EDTA 0,5%   | 21,43± 0,00 aA        | 14,28 ±0,00 dB | 13,43 ±0,00 cB | 13,43 ±0,00 cB | 13,43 ±0,00 cB |
| EDTA 1%     | 21,43± 0,00 aA        | 21,43 ±0,00 cA | 13,43 ±0,00 cB | 13,43 ±0,00 cB | 13,43 ±0,00 cB |
| AC 1%       | 21,43± 0,00 aA        | 20,14± 0,00 cA | 13,43 ±0,00 cB | 13,43 ±0,00 cB | 13,43 ±0,00 cB |
| AC 2%       | 21,43± 0,00 aA        | 16,10 ±0,00 dB | 13,43 ±0,00 cC | 13,43 ±0,00 cC | 13,43 ±0,00 cC |
| AA 1%       | 21,43± 0,00 aB        | 26,86±0,00 bA  | 26,86 ±0,00 bA | 26,86 ±0,00 bA | 20,14 ±0,00 bB |
| AA 2%       | 21,43± 0,00 aD        | 53,71±2,24 aA  | 33,57±0,00 aB  | 33,57±0,00 aB  | 26,86± 0,00 aC |

CV% = 4,02

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 5A** - Índice de escurecimento da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                       |                      |                      |                      |
|-------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|             | 0                     | 3                     | 6                    | 9                    | 12                   |
| CONTROLE    | 246,13 $\pm$ 1,94 aD  | 279,03 $\pm$ 3,20 bcC | 328,49 $\pm$ 5,03 bB | 344,88 $\pm$ 5,02 aA | 346,27 $\pm$ 1,48 bA |
| EDTA 0,5%   | 246,13 $\pm$ 1,94 aC  | 247,09 $\pm$ 5,03 eC  | 273,26 $\pm$ 3,33 fB | 333,12 $\pm$ 1,31 bA | 329,26 $\pm$ 1,28cA  |
| EDTA 1%     | 246,13 $\pm$ 1,94 aD  | 258,72 $\pm$ 1,68 deC | 302,32 $\pm$ 0,00 dB | 349,99 $\pm$ 0,97 aA | 342,78 $\pm$ 2,22 bA |
| AC 1%       | 246,13 $\pm$ 1,94 aE  | 267,44 $\pm$ 0,00cdD  | 329,27 $\pm$ 3,07 bA | 285,36 $\pm$ 0,93 dC | 296,14 $\pm$ 1,27 eB |
| AC 2%       | 246,13 $\pm$ 1,94 aE  | 267,44 $\pm$ 3,38 cdD | 290,63 $\pm$ 3,38 eC | 306,33 $\pm$ 4,21 cB | 380,90 $\pm$ 0,00 aA |
| AA 1%       | 246,13 $\pm$ 1,94 aD  | 282,16 $\pm$ 1,68abC  | 315,93 $\pm$ 1,73 cB | 316,90 $\pm$ 0,04 cb | 347,61 $\pm$ 2,05 bA |
| AA 2%       | 246,13 $\pm$ 1,94 aD  | 290,69 $\pm$ 0,00 aC  | 373,74 $\pm$ 1,03 aA | 307,7 $\pm$ 1,17 cB  | 316,97 $\pm$ 0,86dB  |

CV% = 1,58

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 6A** - Fenóis totais (mg D-catequina/ 100g M.F) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                      |                      |                      |                      |
|-------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
|             | 0                     | 3                    | 6                    | 9                    | 12                   |
| CONTROLE    | 28,10 $\pm$ 0,69 aD   | 63,30 $\pm$ 0,99 dC  | 86,51 $\pm$ 3,43 cB  | 97,29 $\pm$ 0,98 cA  | 59,92 $\pm$ 0,99 dC  |
| EDTA 0,5%   | 28,10 $\pm$ 0,69 aC   | 72,66 $\pm$ 1,50 cB  | 82,07 $\pm$ 1,34 cA  | 84,16 $\pm$ 0,99 eA  | 80,89 $\pm$ 0,65 cA  |
| EDTA 1%     | 28,10 $\pm$ 0,69 aD   | 73,78 $\pm$ 0,38 cC  | 85,78 $\pm$ 2,27 cA  | 77,15 $\pm$ 0,99 fBC | 80,89 $\pm$ 0,00 cAB |
| AC 1%       | 28,10 $\pm$ 0,69 aD   | 49,81 $\pm$ 0,99 eC  | 62,92 $\pm$ 1,12 eB  | 92,88 $\pm$ 0,38 cdA | 65,92 $\pm$ 0,99 dC  |
| AC 2%       | 28,10 $\pm$ 0,69 aD   | 73,03 $\pm$ 2,34 cB  | 72,28 $\pm$ 1,98 dB  | 88,37 $\pm$ 2,62 deA | 63,29 $\pm$ 0,37 dC  |
| AA 1%       | 28,10 $\pm$ 0,69 aD   | 105,61 $\pm$ 0,65 bB | 95,59 $\pm$ 1,30 bC  | 104,87 $\pm$ 0,99 bB | 118,70 $\pm$ 1,63 bA |
| AA 2%       | 28,10 $\pm$ 0,69 aE   | 139,69 $\pm$ 2,27 aA | 125,09 $\pm$ 2,27 aC | 115,36 $\pm$ 1,63 aD | 133,33 $\pm$ 0,99 aB |
| CV% = 3,22  |                       |                      |                      |                      |                      |

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 7A** - Atividade da polifenoloxidase da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento  |                         |                          |                          |                         |
|-------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
|             | 0                      | 3                       | 6                        | 9                        | 12                      |
| CONTROLE    | 1000,00 $\pm$ 0,00 aC  | 1100,00 $\pm$ 57,37 abC | 1133,33 $\pm$ 66,67 cBC  | 1333,33 $\pm$ 66,67 bcAB | 1400,00 $\pm$ 0,00 cA   |
| EDTA 0,5%   | 1000,00 $\pm$ 0,00 aAB | 1133,00 $\pm$ 66,67 abA | 866,67 $\pm$ 66,67 dB    | 800,00 $\pm$ 0,00 eBC    | 600,00 $\pm$ 0,00 dC    |
| EDTA 1%     | 1000,00 $\pm$ 0,00 aB  | 1266,67 $\pm$ 66,67aA   | 866,67 $\pm$ 66,67 dB    | 600,00 $\pm$ 0,00 eC     | 500,00 $\pm$ 57,47 dC   |
| AC 1%       | 1000,00 $\pm$ 0,00 aB  | 666,67 $\pm$ 66,67 cC   | 866,67 $\pm$ 66,67 dBC   | 1066,67 $\pm$ 66,67 dAB  | 1266,67 $\pm$ 66,67 cA  |
| AC 2%       | 1000,00 $\pm$ 0,00 aBC | 933,33 $\pm$ 66,67 bC   | 1066,67 $\pm$ 66,67cdABC | 1200,00 $\pm$ 0,00 cdAB  | 1266,67 $\pm$ 66,67 cA  |
| AA 1%       | 1000,00 $\pm$ 0,00 aC  | 933,33 $\pm$ 66,67 bC   | 1400,00 $\pm$ 115,47 bB  | 1466,67 $\pm$ 66,67 bB   | 1833,33 $\pm$ 120,20 bA |
| AA 2%       | 1000,00 $\pm$ 0,00 aE  | 1266,67 $\pm$ 66,67 aD  | 2666,67 $\pm$ 66,67 aB   | 3200,00 $\pm$ 0,00 aA    | 2100,00 $\pm$ 57,47 aC  |

CV% = 8,26

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 8A** - pH da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à 5 ±1°C, 78 - 82% UR por 12 dias. armazenadas à 5 ±1°C, 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |               |              |               |               |
|-------------|-----------------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
|             | 0                     | 3             | 6            | 9             | 12            |
| CONTROLE    | 3,85±0,05aC           | 3,83±0,14 abC | 4,35±0,07 aB | 4,72±0,02 aA  | 4,12±0,05 bB  |
| 0,5%        | 3,85±0,05aCD          | 3,70±0,11 bD  | 4,32±0,06 aB | 4,56±0,11 abA | 4,03±0,04 bBC |
| 1,0%        | 3,85±0,05aC           | 3,65±0,07 bC  | 3,78±0,06 bC | 4,45±0,05 bA  | 4,15±0,03 abB |
| 1,5%        | 3,85±0,05aB           | 3,96±0,05 aB  | 4,00±0,03 bB | 4,41±0,01 bA  | 4,39±0,03 aA  |

CV% =2,70

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na mesma linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 9A** - Acidez total (% ácido cítrico) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à 5 ±1°C, 78 - 82% UR por 12 dias. armazenadas à 5 ±1°C, 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |               |               |              |               |
|-------------|-----------------------|---------------|---------------|--------------|---------------|
|             | 0                     | 3             | 6             | 9            | 12            |
| CONTROLE    | 0,36±0,04 aAB         | 0,38±0,00 aA  | 0,30±0,01 aB  | 0,19±0,00 aC | 0,21±0,00 aC  |
| 0,5%        | 0,36±0,04 aA          | 0,25±0,00 bBC | 0,23±0,02 bC  | 0,19±0,00 aC | 0,31±0,00 aAB |
| 1,0%        | 0,36±0,04 aA          | 0,38±0,00 aA  | 0,29±0,02 abB | 0,25±0,01 aB | 0,29±0,02 aB  |
| 1,5%        | 0,36±0,04 aA          | 0,36±0,02 aA  | 0,34±0,02 aA  | 0,25±0,01 aB | 0,27±0,02 abB |

CV% = 9,36

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 10A** - Sólidos solúveis (°Brix) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                |                |                |                |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 0                     | 3              | 6              | 9              | 12             |
| CONTROLE    | 10,58±0,22 aA         | 10,75±0,25 bA  | 10,50±0,00 aA  | 10,50±0,14 bA  | 11,00±0,00 bA  |
| 0,5%        | 10,58±0,22 aA         | 11,00±0,14 abC | 11,17±0,08 aA  | 11,17±0,08 bA  | 11,08±0,22 bA  |
| 1,0%        | 10,58±0,22 aA         | 11,00±0,38 abA | 11,17±0,17 aBC | 12,00±0,14 aA  | 11,83±0,17 aAB |
| 1,5%        | 10,58±0,22 aA         | 11,50±0,25aA   | 11,17±0,08 aAB | 10,83±0,17 bAB | 11,00±0,00 bAB |

CV% = 2,14

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna de tratamento, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 11A** - Índice de escurecimento da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                |                 |                |                |
|-------------|-----------------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|
|             | 0                     | 3              | 6               | 9              | 12             |
| CONTROLE    | 350,24±0,28 aB        | 342,03±1,01 cC | 366,92±1,01 bA  | 311,13±0,92 cE | 318,00±0,40 bD |
| 0,5%        | 350,24±0,28 aC        | 369,89±1,01aB  | 396,39±1,07 aA  | 336,94±1,87 bD | 317,73±2,47bE  |
| 1,0%        | 350,24±0,28 aB        | 342,89±1,27 cC | 348,37±0,57 cBC | 335,31±1,33 bD | 362,42±0,29 aA |
| 1,5%        | 350,24±0,28 aB        | 351,51±0,78 bB | 361,46±1,50 bA  | 367,06±1,66 aA | 308,08±1,90 cC |

CV% = 1,58

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna de tratamento, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 12A** - Fenóis totais ( mg D-catequina/ 100g M.F) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                |                |                |                |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 0                     | 3              | 6              | 9              | 12             |
| CONTROLE    | 83,27±0,14 aBC        | 77,15±0,30 bcC | 82,40±0,51 cCB | 85,80±0,40 bB  | 95,13±0,10 abA |
| 0,5%        | 83,27±0,14 aC         | 82,77±0,26 bC  | 104,87±0,42 aA | 105,27±0,03 aA | 92,14±0,20 bcB |
| 1,0%        | 83,27±0,14 aB         | 74,94±0,24 cC  | 87,80±1,07 cB  | 85,77±0,35 bB  | 99,35±0,40 aA  |
| 1,5%        | 83,27±0,14 aC         | 103,21±0,36 aA | 95,05±0,30 bB  | 83,62±0,30 bC  | 87,27±0,60 cC  |

CV% = 3,58

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 13A** - Pectina total (% pectato de cálcio) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias

| Tratamentos | Dias de armazenamento |               |              |              |              |
|-------------|-----------------------|---------------|--------------|--------------|--------------|
|             | 0                     | 3             | 6            | 9            | 12           |
| CONTROLE    | 0,91±0,02 aD          | 1,02±0,02 bC  | 1,13±0,02 aB | 1,21±0,02 bB | 1,68±0,02 cA |
| 0,5%        | 0,91±0,02 aD          | 1,07±0,02 abC | 1,12±0,02 aC | 1,31±0,02 aB | 1,89±0,03 aA |
| 1,0%        | 0,91±0,02 aD          | 1,12±0,02 aC  | 1,13±0,02 aC | 1,33±0,03 aB | 1,95±0,02 aA |
| 1,5%        | 0,91±0,02 aD          | 1,13± 0,02 aC | 1,18±0,02 aC | 1,29±0,02 aB | 1,78±0,02 bA |

CV% = 2,93

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 14A** - Atividade da pectinametilesterase da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas à  $5 \pm 1^\circ\text{C}$ , 78 - 82% UR por 12 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                    |                    |                    |                    |
|-------------|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|             | 0                     | 3                  | 6                  | 9                  | 12                 |
| CONTROLE    | 5140,75±112,77 aC     | 5153,25±33,38 bC   | 5613,13±156,98 abB | 6130,71±26,61 aA   | 5600,00±263,00 aB  |
| 0,5%        | 5140,75±112,77 aC     | 5454,66±40,96 abBC | 5921,50±68,46 aA   | 5546,52±86,83 bABC | 5731,13±116,00 aAB |
| 1,0%        | 5140,75±112,77 aC     | 5704,06±34,73 aAB  | 5796,78±63,35 abA  | 5546,52±86,83 bABC | 5370,27±45,20 abBC |
| 1,5%        | 5140,75±112,77 aA     | 5094,20±69,04 bA   | 5475,30±122,28 bA  | 5253,08±46,92 bA   | 5213,30±52,11 bA   |

CV% = 3,22

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna de tratamento, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 15A** - Acidez total da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias tratada com luz ultravioleta (UV) pulsante e armazenada sob refrigeração por 9 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                    |                     |                   |
|-------------|-----------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
|             | 0                     | 3                  | 6                   | 9                 |
| CONTROLE    | 0,47 $\pm$ 0,01 aA    | 0,46 $\pm$ 0,00 aA | 0,46 $\pm$ 0,00 aA  | 0,42 $\pm$ 0,01aB |
| 6 PULSOS    | 0,47 $\pm$ 0,01 aA    | 0,45 $\pm$ 0,01 aA | 0,39 $\pm$ 0,01 cB  | 0,39 $\pm$ 0,01bB |
| 12 PULSOS   | 0,48 $\pm$ 0,01 aA    | 0,44 $\pm$ 0,01 aB | 0,40 $\pm$ 0,01 bcC | 0,39 $\pm$ 0,01bC |
| 18 PULSOS   | 0,47 $\pm$ 0,01 aA    | 0,46 $\pm$ 0,01 aA | 0,42 $\pm$ 0,01 bB  | 0,30 $\pm$ 0,00cC |

CV% = 3,08

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 16A** - Sólidos solúveis da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                     |                     |                     |
|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|             | 0                     | 3                   | 6                   | 9                   |
| CONTROLE    | 14,23 $\pm$ 0,09 aA   | 14,17 $\pm$ 0,03 aA | 13,67 $\pm$ 0,09 aB | 13,53 $\pm$ 0,07 bB |
| 6 PULSOS    | 13,63 $\pm$ 0,12 bB   | 13,03 $\pm$ 0,12 bC | 13,23 $\pm$ 0,09 bC | 14,33 $\pm$ 0,07aA  |
| 12 PULSOS   | 13,20 $\pm$ 0,06 cB   | 13,83 $\pm$ 0,09 aA | 13,00 $\pm$ 0,12 bB | 13,07 $\pm$ 0,12 cB |
| 18 PULSOS   | 13,03 $\pm$ 0,03 cB   | 13,33 $\pm$ 0,09 bB | 13,00 $\pm$ 0,12 bB | 13,73 $\pm$ 0,13 bA |

CV% = 1,15

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 17A** - Vitamina C (mg/100g) da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                     |                     |                     |
|-------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
|             | 0                     | 3                   | 6                   | 9                   |
| CONTROLE    | 49,25 $\pm$ 0,04 cA   | 48,74 $\pm$ 0,45 bA | 48,32 $\pm$ 0,31 cA | 48,03 $\pm$ 0,75 bA |
| 6 PULSOS    | 59,85 $\pm$ 0,88 bB   | 64,84 $\pm$ 0,69 aA | 53,27 $\pm$ 0,73 bC | 49,37 $\pm$ 0,68 bD |
| 12 PULSOS   | 63,43 $\pm$ 0,96 aAB  | 65,30 $\pm$ 0,27 aA | 61,54 $\pm$ 1,06 aB | 52,90 $\pm$ 0,90 aC |
| 18 PULSOS   | 61,73 $\pm$ 0,33 abAB | 63,92 $\pm$ 0,79 aA | 59,85 $\pm$ 0,80 aB | 55,29 $\pm$ 1,16 aC |

CV% = 2,01

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 18A** - Carotenóides totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^{\circ}\text{C}$  por 9 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                      |                     |                    |
|-------------|-----------------------|----------------------|---------------------|--------------------|
|             | 0                     | 3                    | 6                   | 9                  |
| CONTROLE    | 1,89 $\pm$ 0,03 cBC   | 2,03 $\pm$ 0,01 cA   | 1,96 $\pm$ 0,02 cAB | 1,84 $\pm$ 0,01 cC |
| 6 PULSOS    | 2,14 $\pm$ 0,03 abA   | 2,10 $\pm$ 0,01 bcAB | 2,06 $\pm$ 0,01 bBC | 2,00 $\pm$ 0,02 bC |
| 12 PULSOS   | 2,19 $\pm$ 0,02 aB    | 2,35 $\pm$ 0,03 aA   | 2,22 $\pm$ 0,01 aB  | 2,08 $\pm$ 0,02 aC |
| 18 PULSOS   | 2,08 $\pm$ 0,02 bA    | 2,12 $\pm$ 0,02 bA   | 1,91 $\pm$ 0,02 cB  | 1,72 $\pm$ 0,01 dC |

CV% = 1,60

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 19A** – Fenóis totais da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^\circ\text{C}$  por 9 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |                |                |                |
|-------------|-----------------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 0                     | 3              | 6              | 9              |
| CONTROLE    | 38,05±0,97 aA         | 22,61±0,87 abB | 26,05±2,3 aB   | 27,04±2,17 abB |
| 6 PULSOS    | 17,38±1,51 bB         | 15,67±0,27 cB  | 16,79±0,58 cB  | 25,04±1,78 bcA |
| 12 PULSOS   | 16,63±1,24 bB         | 19,79±1,84 bcB | 20,27±1,90 bcB | 31,05±1,37 aA  |
| 18 PULSOS   | 41,40±1,44 aA         | 26,18±0,65 aB  | 23,57±1,55 abC | 20,19±1,65 cC  |

CV% = 10,42

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

**TABELA 20A** - Atividade antioxidante da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada submetida a diferentes tratamentos, acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $11\pm 1^\circ\text{C}$  por 9 dias.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |               |              |               |
|-------------|-----------------------|---------------|--------------|---------------|
|             | 0                     | 3             | 6            | 9             |
| CONTROLE    | 6,94±0,14 aA          | 5,60±0,37 cB  | 5,89±0,23 aB | 5,03±0,13 abB |
| 6 PULSOS    | 5,25±0,12 bB          | 7,26±0,05 aA  | 5,15±0,02 aB | 4,70±0,08 bB  |
| 12 PULSOS   | 7,47±0,16 aA          | 6,35±0,24 bcB | 5,78±0,20 aB | 5,67±0,12 aB  |
| 18 PULSOS   | 6,99±0,43 aA          | 6,76±0,41 abA | 5,76±0,14 aB | 5,27±0,21 abB |

CV% = 6,50

\* Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna representa os tratamentos, e médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha representa o tempo de armazenamento, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.