

HELDER HORACIO DE LUCENA

**QUALIDADE DA MANGA ‘TOMMY ATKINS’
MINIMAMENTE PROCESSADA TRATADA COM
ÁGUA ELETROLISADA**

MOSSORÓ-RN
2013

HELDER HORACIO DE LUCENA

**QUALIDADE DA MANGA ‘TOMMY ATKINS’
MINIMAMENTE PROCESSADA TRATADA COM
ÁGUA ELETROLISADA**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

ORIENTADOR: D. Sc. EBENÉZER DE
OLIVEIRA SILVA

MOSSORÓ-RN
2013

Ficha catalográfica preparada pelo setor de classificação e catalogação da Biblioteca “Orlando Teixeira” da UFERSA

L931q Lucena, Helder Horacio de.

Qualidade da manga ‘Tommy Atkins’ minimamente processada tratada com água eletrolisada. / Helder Horacio de Lucena -- Mossoró: 2013.

91 f.: il.

Dissertação (Pós-graduação em fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Ensino e Pesquisa.

Orientador: Profº. Dr. Ebenézer de Oliveira Silva.

Co-orientador: Profº Dra. Elizangela Cabral dos Santos

1.Mangífera indica L. 2.Processamento mínimo.
3.Sanitizantes. 4.Inocuidade. I.Título.

CDD:634.44

Bibliotecária: Marilene Santos de Araújo

CRB-5/1033

HELDER HORACIO DE LUCENA

**QUALIDADE DA MANGA 'TOMMY ATKINS'
MINIMAMENTE PROCESSADA TRATADA
COM ÁGUA ELETROLISADA**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido, como parte
das exigências para obtenção do título de
Mestre em Agronomia: Fitotecnia.

APROVADA EM: 28/02/2013

Prof. D.Sc. Ebenézer de Oliveira Silva - EMBRAPA/UFERSA
Orientador

Prof.^a D.Sc. Elizangela Cabral dos Santos - UFERSA
Co-orientadora

D. Sc. Deborah dos Santos Garruti - EMBRAPA
Conselheira

D. Sc. Terezinha Feitosa Machado - EMBRAPA
Conselheira

Prof.D.Sc. Fernando Antonio Souza de Aragão - EMBRAPA/UFERSA
Conselheiro

*Aos meus queridos pais, Jane Cleide
Horácio e José Jamí de Lucena, pelo
apoio e confiança.*

*Ao meu amigo José Alves Barbosa, por
ter me ajudado a chegar até aqui. A
vocês, grandes seres humanos, exemplos
de humildade.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força para enfrentar as dificuldades.

Ao orientador Dr. Ebenézer de Oliveira Silva, pela paciência e conselhos.

A toda a equipe dos laboratórios de Tecnologia Pós-colheita, Microbiologia de Alimentos e Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical nas pessoas de Márcia Régia, Thayane, Oiram, Aline Sousa, Laiane, Janaína, Ídila, Eric Tobaruela, Renier e Darline.

A Milena Tomaz, por estar presente quando mais precisei, pelo incentivo, apoio e compreensão em todos os momentos.

A Capes e a UFRSA, pela concessão da bolsa de estudo e a oportunidade de realizar mais um sonho.

A Dra. Déborah dos Santos Garruti, pela paciência e ensinamentos, pessoa muito prestativa em todos os sentidos.

A Dra. Terezinha Feitosa Machado, pelo grande auxílio nas análises microbiológicas, muito obrigado por tudo.

Aos Funcionários da Embrapa Agroindústria Tropical nas pessoas de Hilton, Nédio, Adna e Régia, por se mostrarem sempre disponíveis quando precisei.

A Banca Examinadora, na figura da professora Elizangela Cabral dos Santos, pelas valiosas sugestões que certamente melhoraram a qualidade do trabalho.

Ao Dr. Fernando Antonio Souza de Aragão, pela colaboração nas análises estatísticas.

Aos colegas e amigos feitos durante o período de mestrado, especialmente Leonardo Tavella, Paulinha, Ítalo, Larissa, Darcio Abrantes, Vianney, Patrícia, Adriano, Katherine, Kamyla, Ceição, Kaliane, Django e Dona Lúcia.

Enfim, a todos que, de maneira direta ou indireta, contribuíram para essa gloriosa conquista.

RESUMO

LUCENA, Helder Horácio de. **QUALIDADE DA MANGA ‘TOMMY ATKINS’ MINIMAMENTE PROCESSADA TRATADA COM ÁGUA ELETROLISADA**. 2013. 91f. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

O consumo de frutas minimamente processadas é atribuído à conveniência e aos benefícios que proporcionam à saúde. Entretanto, relatos de doenças associadas aos micro-organismos têm despertado o interesse dos consumidores. O hipoclorito de sódio, que tem o cloro como princípio ativo, é um dos métodos clássicos de controle, mas pode levar à formação de compostos carcinogênicos indesejáveis. Com o objetivo de desenvolver tecnologia alternativa ao hipoclorito, este trabalho avaliou o tratamento com água eletrolisada na qualidade da manga minimamente processada. Manga ‘Tommy Atkins’ (utilizada como modelo biológico de estudo) foi adquirida na Central de Abastecimento do Ceará (Ceasa), acondicionada em camada única dentro de caixas plásticas e transportada para a Embrapa Agroindústria Tropical, onde foi selecionada e resfriada (10 ± 2 °C, 85-90% UR) por 24 horas. Após refrigeração, a manga foi imersa em soluções de água eletrolisada (0, 75, 150, 225 e 300 mg L⁻¹ de cloro livre) ou do produto comercial Adheclor[®] (200 mg L⁻¹ de cloro livre) e, na sequência, minimamente processada em cubos (15mm de aresta). Os cubos foram acondicionados (135g) em copos de polipropileno, com tampa, e

armazenados em câmara fria ($3\pm 2^{\circ}\text{C}$, $85\pm 5\%$ UR) por 12 dias. A cada seis dias (0, 6 e 12), amostras foram submetidas às avaliações físicas (perda de massa, cor, sólidos solúveis e firmeza), físico-químicas (acidez titulável, vitamina C, relação SS/AT, açúcares redutores, açúcares totais, carotenóides e polifenóis extraíveis totais) e microbiológicas (*Salmonella* spp., coliformes termotolerantes e psicrotóxicos); e a cada quatro dias (0, 4, 8 e 12), foram submetidas às análises sensoriais (aceitação da aparência, aceitação global e intensidade de gosto estranho). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $(5+1) \times 3$ ((cinco concentrações de água eletrolisada + Adheclor[®]) x três tempos de armazenamento). Os dados foram analisados por regressão, com base na significância da curva, para cada uma das doses de aplicação, nos tempos de armazenamento. A manga minimamente processada e tratada com água eletrolisada apresentou qualidade equivalente àquela tratada com o produto comercial (Adheclor[®]), o que permite concluir, tendo a manga como modelo biológico, que a água eletrolisada poder ser utilizada como sanitizante em substituição aos produtos à base de cloro atualmente em uso na indústria de processamento mínimo.

Palavras-chave: *Mangifera indica* L. Processamento mínimo. Sanitizantes. Inocuidade.

ABSTRACT

LUCENA, Helder Horacio de. **QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED MANGO 'TOMMY ATKINS' TREATED WITH ELECTROLYZED WATER**. 2013. 91f. Dissertation (M. Sc. In Agronomy/Phytotechny) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

The ingestion of minimally processed fruits is attributed to the convenience and to the benefits provided to our health. However, reports about diseases related to micro-organisms have aroused the consumers' interest. Sodium hypochlorite, which has chlorine as the active principle, is one of the classic methods of control, but can lead to the formation of undesirable carcinogenic compounds. In order to develop alternative technologies to hypochlorite, this research evaluated the treatment with electrolyzed water on the quality of minimally processed mango. 'Tommy Atkins' mango (used as a biological model study) was acquired at Central de Abastecimento do Ceará (Ceasa), arranged in single layer in plastic boxes, and transported to Embrapa Agroindústria Tropical, where the mango was selected and cooled (10 ± 2 °C, 85-90% RH) for 24 hours. After cooling, mango was treated by immersion in electrolyzed water solutions (0, 75, 150, 225 and 300 mg L⁻¹ free chlorine) or commercial product Adheclor[®] (200 mg L⁻¹ of free chlorine) and minimally processed into cubes (15mm edge). The cubes were packed (135g) into lid-polypropylene cups and stored in cold storage (3 ± 2 °C, $85 \pm 5\%$ RH) for 12 days. Every

six days (0, 6 and 12), samples were subjected to physical (weight loss, color, soluble solids and firmness), physical-chemical (acidity, vitamin C, SS/TA ratio, reducing sugars, total sugars, carotenoids and total extractable polyphenols), and microbiological (*Salmonella* spp., thermotolerant coliforms and psychrotrophic) analysis; and every four days (0, 4, 8 and 12), they were subjected to the sensory analysis (appearance acceptance, overall acceptance and strange taste intensity). The experimental design was a factorial completely randomized (5 +1) x 3 ((five concentrations of electrolyzed water + Adheclor[®]) x three storage times). The data were analyzed by regression, based on curve's significance for each treatment in each storage time. Minimally processed mango treated with electrolyzed water showed equivalent quality to the mango treated with the commercial product (Adheclor[®]), which allows us to conclude, having mango as a biological model, that electrolyzed water can be used as a sanitizer to replace chlorine-based products currently used in the minimal processing industry.

Keywords: *Mangifera indica* L.. Minimal processing. Sanitizers. Innocuity.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Contagem de coliformes termotolerantes (NMP 100g⁻¹), psicrotróficos (UFC g⁻¹), bolores e leveduras (UFC g⁻¹) e *Salmonella* spp. em mangas minimamente processadas submetidas a sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®] avaliadas durante 0, 6 e 12 dias de armazenamento a 3 ± 2 °C e 85 ± 5% UR. FORTALEZA-CE, 2012.....61
- Tabela 2. Valores atribuídos pelos provadores nos testes sensoriais afetivos de mangas minimamente processadas submetidas a sanitização com água eletrolisada (H₂O₂) e Adheclor[®] (ADH) durante 0, 4, 8 e 12 dias armazenadas a temperatura de 3 ± 2 °C. FORTALEZA-CE, 2012.....63
- Tabela 3. pH das soluções de imersão das mangas ‘Tommy Atkins’ *in natura*. Fortaleza-CE, 2012.88
- Tabela 4. Teste de média das variáveis perda de massa, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e vitamina C da manga minimamente processada nos dias 0, 6 e 12 em função da sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®]. Fortaleza, 2012.89
- Tabela 5. Teste de média das variáveis L*, a*, b*, açúcares redutores, açúcares totais, carotenóides totais e polifenóis extraíveis totais da manga minimamente processada nos

dias 0, 6 e 12 em função da sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®]. Fortaleza, 2012..... Tabela 6. Análise de regressão da aceitação global, aceitação da aparência e gosto estranho da manga minimamente processada nos dias 0, 4, 8 e 12 em função da sanitização com água eletrolisada. Fortaleza, 2012..... Tabela 7. Análise de regressão da aceitação global, aceitação da aparência e gosto estranho da manga minimamente processada nos dias 0, 4, 8 e 12 em função da sanitização com Adheclor[®]. Fortaleza, 2012.....	89 90 90
--	-------------------------------

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. Esquema representativo do gerador de água eletrolisada e demais reações envolvidas (adaptado de Huang et al., 2008).....27
- Figura 2. Fluxograma para o processamento mínimo de manga ‘Tommy Atkins’33
- Figura 3. Perda de massa (%) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....46
- Figura 4. Firmeza (N) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....47
- Figura 5. Coloração da polpa, Luminosidade (L^*) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....48
- Figura 6. Coloração da polpa, parâmetro a^* da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®],

	armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	49
Figura 7.	Coloração da polpa, Parâmetro b^* da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	50
Figura 8.	Sólidos Solúveis (°Brix) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	51
Figura 9.	Acidez Titulável (% ácido cítrico) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	52
Figura 10.	Relação SS/AT da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	53
Figura 11.	Vitamina C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	54

Figura 12. Açúcares totais (%) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	55
Figura 13. Açúcares redutores (%) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	56
Figura 14. Carotenoides totais (mg 100g de polpa ⁻¹) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	57
Figura 15. Polifenóis Extraíveis Totais (mg de ácido gálico 100g de polpa ⁻¹) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor [®] , armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.....	58
Figura 16. Nível de aceitação sensorial para o teste afetivo aceitação da aparência da manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (A) e Adheclor [®] (B) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.....	64

Figura 17. Nível de aceitação sensorial para o teste afetivo aceitação global da manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (A) e Adheclor [®] (B) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.....	65
Figura 18. Avaliação da presença ou ausência de gosto estranho na manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (A) e Adheclor [®] (B) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.....	66
Figura 19. Análise de regressão dos testes sensoriais: A- aceitação da aparência e B - aceitação global na manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (150 mg L ⁻¹) e Adheclor [®] (200 mg L ⁻¹) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.	67
Figura 20. Análise de regressão do teste sensorial intensidade de gosto estranho na manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (150mg L ⁻¹) e Adheclor [®] (200mg L ⁻¹) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.	67
Figura 21. Equipamento utilizado para produção de água eletrolisada - H ₂ O ₂ (ECA WATER, Modelo Wafer 80, Agro Technical Supplies – ATS). EMBRAPA, FORTALEZA - CE, 2012.....	88
Figura 22. Ficha para avaliação da aceitação da aparência (A), aceitação global (B) e intensidade de gosto estranho (C)	

nas mangas minimamente processadas submetidas à
prévia sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®],
avaliadas durante 0, 4, 8 e 12 dias. FORTALEZA, 2012.91

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	19
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	29
3.1. Material	29
3.1.1. Soluções sanitizantes	29
3.1.1.1. Água eletrolisada (H ₂ O ₂).....	29
3.1.1.2. Adheclor [®]	30
3.1.2. Matéria-prima	30
3.2. Processamento mínimo.....	31
3.3. Delineamento experimental.....	33
3.4. Análises realizadas	34
3.4.1. Análises Físicas	34
3.4.1.1. Perda de massa.....	34
3.4.1.2. Firmeza da polpa	34
3.4.1.3. Coloração da polpa	35
3.4.2. Análises químicas e físico-químicas.....	35
3.4.2.1. Sólidos Solúveis (SS)	35
3.4.2.2. Acidez Titulável (AT)	36
3.4.2.3. Vitamina C.....	36
3.4.2.4. Açúcares Totais	37

3.4.2.5. Açúcares Redutores	37
3.4.2.6. Carotenóides Totais	38
3.4.2.7. Polifenóis Extraíveis Totais (PET)	38
3.4.3. Análise Microbiológica	39
3.4.3.1. Preparo da amostra	40
3.4.3.2. Coliformes termotolerantes	40
3.4.3.3. Bactérias psicrófilas.....	41
3.4.3.4. Bolores e leveduras.....	41
3.4.3.5. <i>Salmonella</i> spp.....	42
3.4.4. Análise Sensorial	42
3.5. Análise Estatística	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1. Análises Físicas	45
4.2. Análises químicas e físico-químicas	50
4.3. Análise microbiológica.....	58
4.4. Análise Sensorial.....	62
5. CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	69
ANEXO	87

1. INTRODUÇÃO

Minimamente Processados são hortaliças, frutas, raízes ou tubérculos ou combinações destes que foram fisicamente modificados e comercializados frescos (SILVA et al., 2011), sendo o seu consumo, conforme mencionado anteriormente, atribuído à conveniência e aos benefícios que proporcionam à saúde. No entanto, quando processados inadequadamente, difundem patógenos causadores de doenças (ABADIAS et al., 2008; ALEXANDRE et al., 2011).

Na América Latina e no Caribe, as doenças transmitidas por alimentos (DTA) são a principal causa dos altos índices de morbidade (WINGERT, 2012). Nos Estados Unidos, segundo informações do Centro de Controle e Prevenção de Doenças, cerca de 48 milhões de pessoas adquirem DTA, resultando em 128.000 hospitalizações e 3.000 mortes por ano (OLAIMAT; HOLLEY, 2012; SCALLAN et al., 2011). No Brasil, são mais de 10.000 episódios de surtos notificados, totalizando 184.000 casos, entre os anos de 2000 e 2011, segundo dados da Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2011). No caso das frutas minimamente processadas, a maioria dos casos de toxinfecções alimentares foi devida ao inadequado processo de lavagem e sanitização da fruta inteira, resultando na contaminação da parte comestível durante o corte.

A redução desse risco microbiológico em frutas é alcançada com o uso de compostos que controlam a contaminação superficial (YAUN et al., 2004). O FDA-USA (REG. 21 CFR 173315) aprova, dentre outros,

hipoclorito de sódio como sanitizante para frutas minimamente processadas. Soluções de hipoclorito, em concentrações que variam de 50 a 200 $\mu\text{L L}^{-1}$ de cloro livre, são comumente recomendadas para frutas minimamente processadas. Contudo, o hipoclorito pode formar subprodutos indesejáveis, como clorofórmio ou cloramina (SUSLOW, 1997), que são carcinogênicos. Por estas razões, a União Europeia aprovou o hipoclorito de sódio até 2019 (REC. 540/2011), mas com o Limite Máximo de Resíduo de 0,01 mg kg^{-1} (REC. 396/2005).

Diante do exposto, afirma-se que existe uma demanda por alternativas no controle de micro-organismos em frutas, visando a diminuir os riscos biológicos e químicos; nesta perspectiva surgiu a água eletrolisada ($\text{H}_2\text{O}^\ominus$) (ABADIAS et al., 2008; HUANG et al., 2008). Em bactérias, a $\text{H}_2\text{O}^\ominus$ pode destruir o DNA ou interromper sua síntese (AL-HAQ; SUGIAMA, 2004). Em fungos, oxida a parede celular, interrompe o metabolismo de compostos orgânicos e mesmo as estruturas de resistência e sobrevivência são eliminadas (HUANG et al., 2008; MCPHERSON, 1993).

Utilizando-se a manga minimamente processada como modelo biológico de estudo, esse trabalho objetivou testar a água eletrolisada como agente sanitizante, em substituição aos produtos químicos atualmente utilizados na indústria de processamento mínimo.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

As frutas são potenciais difusores de micro-organismos, que podem estar associados às toxinfecções alimentares e, consequentemente, às doenças transmitidas por alimentos (PACHECO et al., 2002). Micro-organismos mesófilos, coliformes, bolores e leveduras são populações microbianas normalmente encontradas em vegetais minimamente processados, em concentrações que variam de 10^3 a 10^9 UFC g⁻¹, e são responsáveis pela deterioração da qualidade e pelo risco microbiológico em alimentos (ABADIAS et al., 2008; ALEXANDRE et al., 2011; TOURNAS, 2005).

Bactérias, como *Salmonella* e *Escherichia coli* O157:H7, são os principais patógenos responsáveis pelos surtos de doenças disseminadas por alimentos frescos (BUCK et al., 2003; FDA, 1998; OLAIMAT; HOLLEY, 2012; WARRINER et al., 2009). Entre 2010/2011, um surto de Salmonelose, em 26 estados dos EUA, com 140 casos relatados, ocorreu devido ao consumo de brotos de alfafa contaminados (CDC, 2011a). Saladas, alface, couve, tomates e melões são os tipos de produtos frescos constantemente responsáveis por surtos de doenças (DEWAAL; BHUIYA, 2009; OLAIMAT; HOLLEY, 2012). Em 2011, uma carga contendo melão contaminado com *Listeria Monocytogenes* ocasionou um surto em 28 estados dos EUA, com um total de 146 pessoas doentes, resultando em 30 mortes e um aborto (CDC, 2011b).

Coliformes são considerados indicadores de contaminação fecal e têm sido isolados de produtos frescos nas diferentes etapas de produção e

processamento (JOHNSTON et al., 2005; OLAIMAT; HOLLEY, 2012). Em estudo realizado por Seow et al. (2012), em mercados locais de Cingapura, observou-se que a contagem de aeróbios mesófilos variou de 1,6 a 9,1 UFC g⁻¹ em amostras de hortaliças e frutas *in natura* ou processadas. Os índices mais elevados de coliformes foram encontrados em vegetais minimamente processados, com 50% de amostras contendo mais do que 5 UFC g⁻¹ (SEOW et al.; 2012). Eni et al. (2010) analisaram a qualidade e a segurança microbiológica de frutas (fatiadas e intactas) e hortaliças (intactas) na Nigéria, onde identificaram nove bactérias pertencentes a oito gêneros, com destaque para *Bacillus spp.*, *Micrococcus spp.*, *Staphylococcus spp.*, *Klebsiella spp.*, *Salmonella spp.*, *Actinomicetos*, *Pseudomonas spp.* e *Escherichia Coli*.

Neste contexto, a sanitização superficial das frutas é essencial para reduzir a população microbiana nos produtos minimamente processados para dentro dos limites aceitáveis ao consumo humano. Os métodos clássicos de controle se baseiam na aplicação de sanitizantes: os comumente utilizados são o ozônio, o cloro e o peróxido de hidrogênio (KOIDE et al., 2011).

O ozônio (O₃) destrói os micro-organismos por oxidação progressiva dos componentes vitais das células (DAS et al., 2006); no entanto, é muito volátil e deve ser preparado no local de uso, utilizando equipamentos de altíssimo custo, que exigem pessoas treinadas para sua operação. É tóxico se inalado, podendo causar dores de cabeça, irritação nos olhos, nariz, garganta e na pele, problemas respiratórios, acidez na

boca e anorexia. A exposição acima de 3 mg L^{-1} pode causar sintomas como dificuldades respiratórias, tosse, batimento cardíaco irregular, vertigem, alterações no campo visual, queda de pressão sanguínea, dores no peito e no corpo. A inalação de mais de 20 mg L^{-1} por hora ou 50 mg L^{-1} por 30 minutos pode ser fatal (ABNT, 2009). Vale salientar que alimentos tratados com ozônio devem ser embalados utilizando métodos adequados, como o fechamento hermético ou a vácuo (NAJAFI, 2009).

Os sanitizantes clorados como, por exemplo, o hipoclorito de sódio (NaClO), são os mais utilizados na indústria de processamento mínimo, porque é facilmente disponível, relativamente barato e fácil de aplicar. No entanto, em função de sua alta toxicidade, o NaClO pode causar irritação da pele e das membranas celulares (HUANG et al., 2008; MORI et al., 1997; SHIGETO et al., 2000). Na presença de materiais orgânicos na solução, como comumente ocorre em frutas minimamente processadas, o hipoclorito reage com esse material orgânico, produzindo compostos carcinogênicos, como o clorofórmio (CHCl_3) e os trihalometanos, bem como ácidos haloacéticos teratogênicos (KESKINEN et al., 2009; KOIDE et al., 2011; SUSLOW, 1997). Em pH alcalino, o cloro pode ainda reagir com bases nitrogenadas orgânicas para produzir cloraminas (NH_2Cl), que também são carcinogênicas. Além disso, a alta reatividade do cloro com matéria orgânica, na presença de oxigênio, reduz o teor de cloro livre na água; sendo, desta forma, necessária a troca da solução sanitizante após dois ou três usos quando a concentração do cloro for inferior a 100 mg L^{-1} de cloro ativo (SUSLOW, 1997; SOLIVA-

FORTUNY; MARTÍN-BELLOSO, 2003). Por estas razões, a Comunidade Europeia aprovou o uso do hipoclorito de sódio (REC-EU N° 540/2011) com o Limite Máximo de Resíduo de 0,01 mg kg⁻¹ (REC-EU 396/2005)).

O peróxido de hidrogênio (H₂O₂) caracteriza-se por ser altamente oxidante, devido à liberação de O₂ em solução aquosa, possuindo principalmente atividade antimicrobiana sobre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (ANDRADE et al., 2008). Este produto tem sido aplicado na esterilização de produtos assepticamente embalados e como desinfetante na concentração entre 1 e 5% em alguns alimentos (ALEXANDRE, 2012; GERMANO; GERMANO, 2003; IMPERATO, 2008). No entanto, o peróxido de hidrogênio apresenta algumas desvantagens como, por exemplo, ser corrosivo para cobre, zinco e bronze, requerer longo tempo de contato em baixa temperatura, exigir controle do oxigênio ativo e muita precaução no manuseio e dosagem (ANDRADE; MACEDO, 1996; IMPERATO, 2008). Em hortaliças, o escurecimento da alface picada aumentou após a imersão em solução de H₂O₂ (PARISH et al., 2003).

Assim, apesar de os sanitizantes citados apresentarem boa eficiência na redução da carga microbiana da superfície de frutas e hortaliças, *in natura* ou minimamente processadas, sua utilização pode ter como consequência efeitos indesejáveis, como resíduos químicos e alterações das características sensoriais do alimento.

Diante do exposto, pode-se afirmar que há uma demanda crescente por estratégias alternativas para reduzir os riscos biológicos e químicos de produtos minimamente processados. Segundo Silva et al. (2011), tais

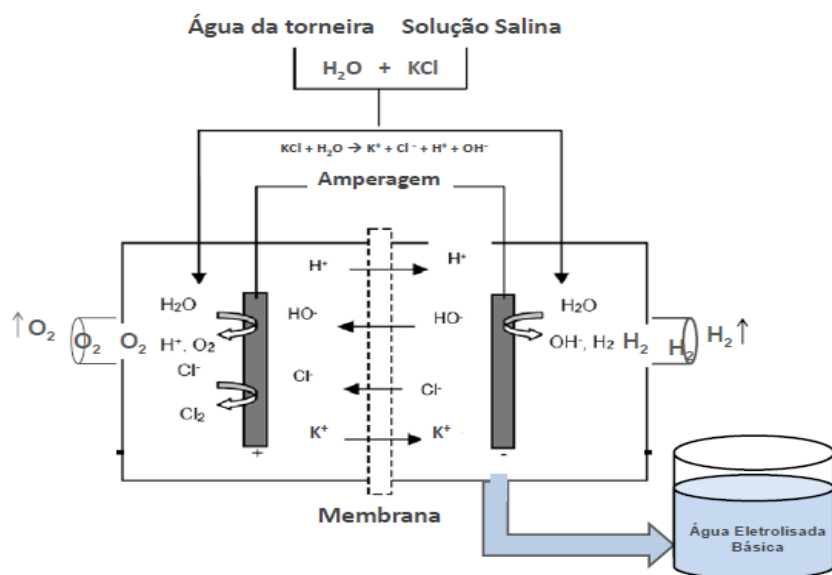
estratégias passam pelos métodos físicos, como os tratamentos térmicos, ou compostos químicos alternativos como, por exemplo, os fitoterápicos, destacando-se os óleos essenciais. Nos tratamentos térmicos, o aquecimento pode ocasionar alterações nutricionais e sensoriais (perda de cor, de firmeza, de textura, formação de sabores e aromas desagradáveis), bem como causar a morte dos tecidos (ALEXANDRE et al., 2011). Por outro lado, os óleos essenciais têm sido estudados por causa de sua atividade antimicrobiana contra diversos micro-organismos patogênicos (BURT, 2004; DELAQUIS et al., 2002). No entanto, dependendo da concentração utilizada, esses produtos fitoterápicos podem deixar sabor e odor nas frutas minimamente processadas.

Foi nessa perspectiva que surgiu a possibilidade de utilizar a água eletrolisada (SHIMIZU; HURUSAWA, 1992) como agente sanitizante, tendo como base sua atividade antimicrobiana (HORIBA et al., 1999; KIURA et al., 2002; VOROBJEVA et al., 2003). Em 2002, o Ministério da Saúde do Japão autorizou sua utilização em larga escala como sanitizante em alimentos e assegurou sua eficácia contra uma série de micro-organismos patogênicos (HUANG et al., 2008).

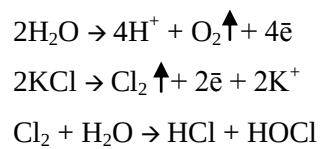
A água eletrolisada apresenta, dentre outras vantagens, baixo impacto negativo sobre o meio ambiente, não promove a corrosão de equipamento de processamento nem irrita a pele; além de sua produção ser feita no local de uso, o que dispensa a necessidade de transporte e armazenamento de produtos químicos potencialmente perigosos. Vale salientar também que, devido à perda de cloro ser reduzida a valores de pH entre 6 e 9, a água eletrolisada é um produto estável (HSU, 2004; LEN et al.,

2002; NAKAGAWARA et al., 1998). O único problema é que ela tem um curto período de vida útil, cerca de duas semanas (ARTÉS et al., 2008). Em fungos, a água eletrolisada induz à oxidação da parede celular e interrompe o metabolismo de compostos orgânicos; mesmo as estruturas de resistência e sobrevivência de fungos podem ser eliminadas, dependendo da concentração utilizada (HUANG et al., 2008; SILVA et al., 2011).

A água eletrolisada é gerada por eletrólise, usando-se água da torneira e uma solução salina diluída (NaCl ou KCl ou $MgCl_2$ a 0,1%), que – através de uma célula contendo eletrodos inertes carregados positivamente (ânodo) e negativamente (cátodo), separados por uma membrana (Figura 1) – produz dois tipos de água eletrolisada, respectivamente: a água eletrolisada ácida (pH 2,3-2,7 e ORP > 1.000 mV) e a água eletrolisada básica (pH 10,0 a 11,5 e ORP entre -800 a -900 mV), ambos com amplo modo de ação, usados para remoção de sujeira e gordura em tábuas de corte e outros utensílios de cozinha (HSU, 2005).



Ânodo (pólo positivo)



Cátodo (pólo negativo)

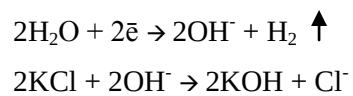


Figura 1. Esquema representativo do gerador de água eletrolisada e demais reações envolvidas (adaptado de Huang et al., 2008).

Devido ao seu elevado potencial redox, a água eletrolisada chega a ser mais eficiente como desinfetante do que o hipoclorito de sódio (ARTÉS et al., 2008; BARI et al., 2003; IZUMI, 1999). Graça et al. (2011),

ao trabalharem com maçãs minimamente processadas inoculadas com *Escherichia coli*, *Listeria innocua* e *Salmonella choleraesuis* e armazenadas a 4 °C por cinco dias, observaram alta capacidade bactericida da água eletrolisada ácida e neutra (ambas a 100 mg L⁻¹ de cloro livre), com reduções que variaram de 1,2 a 2,4 UFC g⁻¹. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos com a solução de hipoclorito de sódio na mesma concentração (100 mg L⁻¹ de cloro livre) após 30 minutos. Izumi (1999) observou redução da carga microbiana na ordem de 0,6 a 2,6 UFC g⁻¹ com o uso de soluções de água eletrolisada (50 mg L⁻¹ de cloro livre) em cenoura, espinafre, pimentão, batata e pepino recém-cortados.

Em estudo realizado por Monnin et al. (2012) com água eletrolisada neutra (100 mg L⁻¹) na higienização de tábuas de corte utilizadas para preparar alimentos, observou-se uma redução de *Escherichia coli* K12 e *Listeria innocua* previamente inoculadas da ordem de 3,6 UFC 100 cm⁻² e 3,9 UFC 100 cm⁻², respectivamente. Esse resultado apresentou efeito semelhante ao NaClO (100 mg L⁻¹) no mesmo experimento.

Rahman et al. (2010), ao avaliarem o efeito combinado da água eletrolisada alcalina com o ácido cítrico (1%) na segurança (inocuidade) de cenoura ralada, observaram que após três minutos de imersão houve redução na contagem total de bactérias, fungos e leveduras da ordem de 3,7 UFC g⁻¹ e manutenção da qualidade sensorial das cenouras raladas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Soluções sanitizantes

3.1.1.1. Água eletrolisada (H₂O₂)

A água eletrolisada foi obtida em equipamento ECA WATER, Modelo Wafer 80, da Agro Technical Supplies – ATS (Figura 21 - ANEXO). A capacidade de produção do equipamento é de 8,0 a 10,0 litros/h de água eletrolisada, apresentando as seguintes propriedades ao sair do equipamento: condutividade elétrica de 45 mS; pH 8,5; potencial de oxi-redução (ORP) de -800 mV e cloro ativo livre (FAC) de 2836 mg L⁻¹. O gerador de eletrólise apresentava uma passagem de corrente elétrica em torno de 30 ± 0,5 A (âmpere) e a tensão entre os eletrodos de 7.5 ± 0,5 volts.

A determinação do cloro ativo na solução de água eletrolisada (H₂O₂) foi realizada pelo método volumétrico de acordo com a Norma Brasileira ABNT NBR 9425:2005. As soluções foram preparadas por meio de diluição da água eletrolisada, obtida no aparelho, em água potável (10°C), nas concentrações de 75, 150, 225 e 300 mg L⁻¹ de cloro livre.

3.1.1.2. Adheclor[®]

Utilizou-se o produto comercial Adheclor[®] da marca ADHETECH[®] (ANVISA/MS:317140032) como referência para verificar a eficácia do tratamento com água eletrolisada. É um desinfetante clorado, com 2,0 % p/p de cloro ativo e indicado para desinfecção de superfícies, utensílios, frutas e verduras. O produto foi adquirido no estado líquido em recipiente com capacidade de 5 L e apresentava as seguintes propriedades: cor amarelo-esverdeada; pH 12,0; densidade de 1045 Kg m⁻³; viscosidade de 0,005 Pa.s a 25°C, além de ter na sua composição o hipoclorito de sódio, alcalinizante e veículo (FICHA TÉCNICA, 2006).

A solução de Adheclor[®] (200 mg L⁻¹) foi preparada por meio de diluição de 10 mL do hipoclorito de sódio em 1 litro de água potável, com base na recomendação do fabricante.

3.1.2. Matéria-prima

Foram utilizadas mangas (*Mangifera indica* L.) ‘Tommy Atkins’ adquiridas na Central de Abastecimento do Ceará - S/A. As mangas pesavam em média 500g cada e foram acondicionadas em caixas plásticas, sem sobreposição, para, em seguida, serem transportadas ao Laboratório de Processos Agroindustriais da Embrapa Agroindústria Tropical, em Fortaleza (CE).

3.2. Processamento mínimo

O ambiente de processamento foi previamente lavado e higienizado (200 mg L⁻¹ de cloro livre), assim como as mesas, bandejas, facas, tábuas e demais utensílios, obedecendo às Boas Práticas de Fabricação (BPF). A área do processamento manteve-se a temperatura de 15 ± 2°C e os manipuladores utilizaram toucas, máscara, luvas, avental e botas de PVC. As etapas do processamento da manga ocorreram de acordo com o fluxograma (Figura 2).

Seleção e Lavagem: Optou-se pelas mangas no estágio de maturação 5 [aspecto externo (25% amarelo e 75% vermelha) e coloração da polpa (90% cor laranja)] (GTZ, 1992). A lavagem foi feita por imersão das mangas em detergente neutro (2,0 mL L⁻¹) por 5 minutos para remoção de sujidades e restos vegetais (MAIA et al. 2009), seguido de água corrente a temperatura ambiente, para remoção do excesso de detergente aderido aos frutos.

Resfriamento: Em câmara fria (10 ± 2°C, 85-90% UR), por 24 horas. As mangas foram mantidas em caixas plásticas.

Sanitização: Realizada por meio de imersão das mangas nas diferentes concentrações de água eletrolisada (0, 75, 150, 225 e 300 mg L⁻¹ de cloro ativo) e Adheclor (200 mg L⁻¹ de cloro ativo), ambas obtidas pela diluição em água potável. As mangas permaneceram imersas nas soluções durante 15 minutos (BRASIL, 1999) e foram retiradas para secar em temperatura ambiente por 10

minutos, antes de serem minimamente processadas. A temperatura das soluções de imersão ficou em torno de 10°C e o pH dos tratamentos está expressos na Tabela 3- ANEXO.

Descascamento e corte: manualmente, com facas de aço inoxidável. O corte foi no sentido longitudinal e os cubos (15 mm x 15 mm) colocados em bandejas de plástico perfuradas. Para evitar contaminação cruzada, foi disposta água clorada (100 mg L⁻¹ cloro ativo) entre um corte e outro.

Enxágue e Drenagem: Com água potável a temperatura de 12°C durante 15 segundos para retirar o excesso de exsudado celular. Em seguida, foi feita a imersão dos cubos por 30 segundos em água eletrolisada ou Adheclor (5mg L⁻¹), dependendo do tratamento recebido. A drenagem realizou-se em bandejas de plástico perfurado durante 5 minutos.

Acondicionamento e Armazenamento: Os cubos (135g) foram dispostos em embalagens rígidas de polipropileno (PP). Posteriormente, foram armazenados em câmara fria (3 ± 2°C, 85-90% UR) por 12 dias. A cada 6 dias, durante o armazenamento refrigerado, foram retiradas amostras para as análises físicas, físico-químicas e microbiológicas.

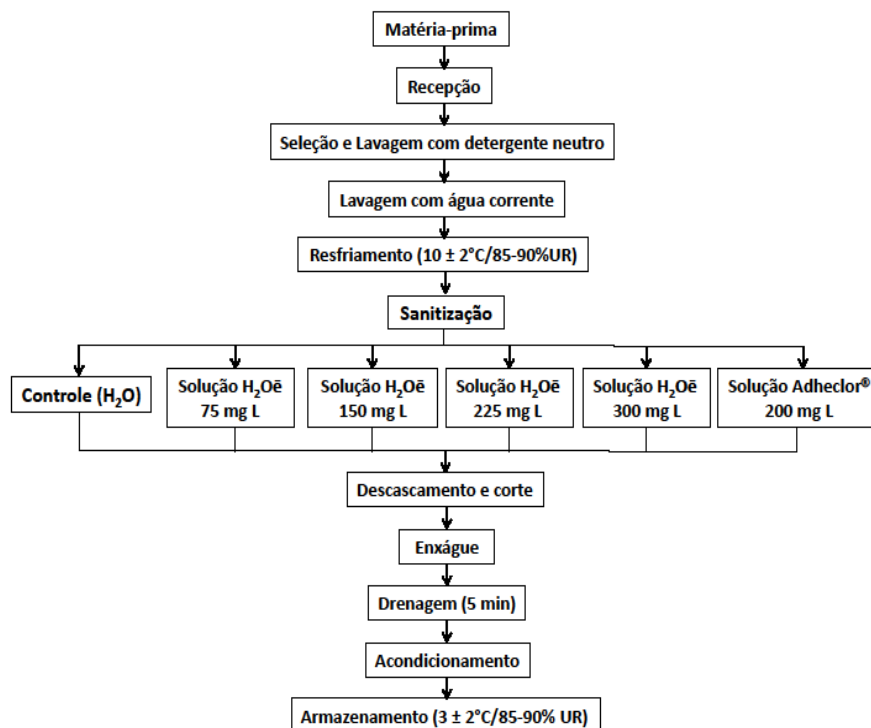


Figura 2. Fluxograma para o processamento mínimo de manga ‘Tommy Atkins’

3.3. Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial [(5+1) x 3] (cinco concentrações de água eletrolisada - 0, 75, 150, 225 e 300 mg L⁻¹

¹ de cloro ativo + Adheclor[®]) x três tempos de armazenamento - 0, 6 e 12 dias). A parcela experimental foi constituída por uma embalagem rígida de polipropileno (80 mm de altura x 100 mm de largura) contendo aproximadamente 135g de manga.

3.4. Análises realizadas

3.4.1. Análises Físicas

3.4.1.1. Perda de massa

A perda de massa foi avaliada com base na diferença entre a massa inicial da embalagem de PP, contendo 135g de manga, e aquela obtida ao final de cada tempo de armazenamento ($3 \pm 2^\circ \text{C}$), sendo expressa em porcentagem (%) e calculada por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Perda de massa (\%)} = \frac{(\text{massa inicial} - \text{massa final})}{\text{massa inicial}} \times 100$$

3.4.1.2. Firmeza da polpa

Foi determinada com base na resistência à penetração, usando-se o texturômetro digital Stable Micro Systems (MODELO TA, XT2i), com ponteiros de 6 mm de diâmetro (probe SMS P/6), a uma distância de

10 mm. Foram realizadas leituras em cinco cubos de manga por repetição em cada tratamento. Os resultados obtidos foram expressos em Newton (N).

3.4.1.3. Coloração da polpa

A coloração da polpa foi avaliada utilizando-se de um colorímetro da marca MINOLTA (Modelo Chroma Meter CR – 200B), por meio de leituras realizadas em L^* , a^* e b^* . Foram tomados cinco cubos de manga minimamente processada por cada repetição e feitas duas leituras em cada pedaço (ALVES et al., 2010).

A coordenada L^* expressa o grau de luminosidade da cor (0 = preto e 100 = branco). A coordenada a^* expressa o grau de variação entre o vermelho e o verde (a^* negativo = verde; a^* positivo = vermelha) e a coordenada b^* expressa o grau de variação entre o azul e o amarelo (b^* negativo = azul; b^* positivo = amarelo) (MINOLTA, 1994; SILVA et al., 2009).

3.4.2. Análises químicas e físico-químicas

3.4.2.1. Sólidos Solúveis (SS)

Foi determinada com base na leitura em refratômetro digital de marca ATAGO PR-101 com escala variando de 0 a 45 °Brix, com compensação automática de temperatura (AOAC, 1992). As leituras

foram feitas com o suco da manga, após processada, depois de filtrada em papel de filtro. Os resultados foram expressos em °Brix.

3.4.2.2. Acidez Titulável (AT)

A acidez foi determinada por potenciômetro automático (Mettler DL 12), por meio da titulação com NaOH a 0,1 N até pH 8,0. Foi transferida amostra de aproximadamente 1g da polpa para erlenmeyer de 125mL, adicionado-se 50 mL de água destilada. Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (IAL, 1985). Com base nos valores de SS e AT, a relação SS/AT foi considerada como o quociente entre os valores encontrados.

3.4.2.3. Vitamina C

O teor de vitamina C ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) foi determinado por titulometria, imediatamente após o processamento, com solução de DFI (2,6-dicloro-fenol-indofenol 0,02%) até coloração levemente rósea, de acordo com Strohecker e Henning (1967). Foi utilizado 1g da amostra em balão de 50 mL com ácido oxálico a 0,5% e, em seguida, foi retirada uma alíquota de 3mL para erlenmeyer de 125mL contendo 47mL de água destilada. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100g^{-1} de polpa.

3.4.2.4. Açúcares Totais

Foram determinados pelo método da antrona, segundo metodologia descrita por Yemn e Willis (1954). Pesou-se 1g da amostra para balão de 50 mL com água destilada, ficando em repouso por 15 minutos. Depois, a solução foi filtrada em papel de filtro e em seguida foi retirada uma alíquota de 5 mL para balão de 50 mL contendo água destilada. Em tubos de ensaio, adicionou-se uma alíquota de 0,090 mL, depois 0,910 mL de água destilada e fez-se reagir com 2 mL de antrona a 0,1%. Posteriormente, os tubos foram agitados, colocados em banho-maria a 100 °C por 8 minutos e imediatamente resfriados em banho de gelo. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro (MODELO Spectronic Genesys 2) no comprimento de onda 620 nm e o resultado expresso em porcentagem (%).

3.4.2.5. Açúcares Redutores

Foram determinados pelo método do DNS (dinitrosalicílico), segundo metodologia descrita por Miller (1959). Preparou-se o extrato a partir de 0,5 g de amostra diluída em balão de 50 mL com água destilada e depois filtrada em papel de filtro. Em tubos de ensaio, tomou-se uma alíquota de 1,5 mL e adicionou-se 1 mL de ácido dinitrosalicílico (DNS) a 1%, agitou-se e, em seguida, levado para banho-maria a 100°C por 5 minutos. Após resfriadas em banho de gelo, o volume das amostras foi completado para 10 mL com água destilada. As leituras foram feitas em

espectrofotômetro a 540nm. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.4.2.6. Carotenoides Totais

Foram utilizados 2,0g da polpa de manga, adicionando-se 0,2 gramas de carbonato de cálcio, 1,0g de areia calcinada e 10 mL de hexano 80%. Em seguida, realizou-se a maceração em cadinho de porcelana durante um minuto e transferiu-se o conteúdo para balão volumétrico de 25mL, envolto em papel alumínio e completado o volume com hexano 80%. A leitura foi realizada em espectrofotômetro nos comprimentos de onda a 470 nm, 646,8 nm e 663,2 nm, aplicando-se os valores nas equações desenvolvidas por Lichtenthaler (1987). Os resultados foram expressos em mg 100g de polpa⁻¹.

3.4.2.7. Polifenóis Extraíveis Totais (PET)

Foram determinados utilizando-se o reagente Folin-Ciocalteu, tendo o ácido gálico como padrão, de acordo com metodologia descrita por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997). O extrato foi obtido pesando-se 5 g de polpa em Tubo de Falcon, adicionando-se em seguida 4 mL de metanol (50%), homogeneizado com bastão de vidro e deixado em repouso por uma hora no escuro. Em seguida, foi centrifugado (12.000g) por 15 minutos. Logo depois, foi recolhido o sobrenadante, filtrando-o para um balão volumétrico de 10 mL. Ao resíduo da centrifugação,

adicionaram-se 4 mL de acetona (70%), homogeneizada com bastão de vidro e deixada em repouso por uma hora no escuro. A seguir, o material foi centrifugado novamente (12.000g), por 15 minutos, recolhendo-se em seguida o sobrenadante, filtrando-o para o mesmo balão volumétrico de 10 mL que continha a primeira extração. Em seguida, completou-se o volume do balão com água destilada. A leitura dos polifenóis foi realizada em microplacas de 96 células, onde se transferiu para tubos de Eppendorf uma alíquota de 20µL do extrato com 230µL de água destilada, 250 µL de Folin Ciateau, 500 µL de Carbonato de Sódio 20% e 500 µL de água destilada. Posteriormente, os tubos foram agitados e deixados em repouso por 30 minutos ao abrigo da luz. Em seguida, foram transferidos 300 µL para as microplacas e foi feita a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda a 700nm, sendo os resultados expressos em mg de ácido gálico 100g⁻¹ de polpa.

3.4.3. Análise Microbiológica

Amostras de manga minimamente processadas (135g) foram encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Embrapa Agroindústria Tropical e submetidas a diferentes análises microbiológicas nos tempos zero, seis e doze dias após o processamento. As análises microbiológicas foram as seguintes: contagem de micro-organismos aeróbios psicotróficos (UFC g⁻¹), bolores e leveduras (UFC g⁻¹), coliformes

termotolerantes (NMP 100g^{-1}) e presença ou ausência de *Salmonella* sp. em 25g.

3.4.3.1. Preparo da amostra

Foram pesados 25g de cada amostra e transferidos assepticamente para frascos contendo 225mL de água peptonada 0,1%. Em seguida, as amostras foram homogeneizadas em Stomacher® (Sewart 400 Circulator) e submetidas a diluições seriadas até 10^{-3} , segundo Andrews; Hammack (2003).

3.4.3.2. Coliformes termotolerantes

A quantificação de coliformes termotolerantes foi realizada pelo Número Mais Provável (NMP), de acordo com a metodologia recomendada por Feng et al. (2002). De cada diluição, foram tomadas três porções de 1mL e inoculadas em três tubos contendo 10mL de Caldo Lauril Sulfato Triptose (LST), contendo um tubo de Durham invertido, que foram incubados em estufa a $35 - 37^{\circ}\text{C}$, por 24 - 48 horas. Foram transferidas alíquotas de 0,1 mL dos subcultivos positivos para tubos de ensaios contendo 10 mL de Caldo EC e incubados em banho-maria a $42 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$. Os resultados foram expressos em NMP g^{-1} .

3.4.3.3. Bactérias psicrotróficas

A contagem de bactérias psicrotróficas foi realizada pelo método plaqueamento em superfície de acordo com Maturin e Peeler (2001). De cada diluição, foram transferidas alíquotas de 0,1mL para a superfície de placas de Petri contendo 25mL de ágar padrão para contagem (PCA) em duplicata. Após incubação a 7°C por 10 dias, as colônias foram contadas e os resultados foram expressos em Unidades Formadoras de Colônia por grama (UFC g⁻¹).

3.4.3.4. Bolores e leveduras

Foram determinados pelo método de plaqueamento em superfície, em Ágar Batata dextrose acidificado (PDA). A contagem de bolores e leveduras foi realizada de acordo com Tournas et al. (2001). De cada diluição, foram transferidas alíquotas de 0,1mL para a superfície de placas de Petri contendo 25mL de ágar batata dextrose acidificado (PDA) em duplicata. Após incubação a 25°C por três a cinco dias, as colônias foram contadas e os resultados expressos em Unidades Formadoras de Colônia por grama (UFC g⁻¹).

3.4.3.5. *Salmonella* spp.

A pesquisa de *Salmonella* spp. seguiu metodologia recomendada por Andrews (2001), consistindo das seguintes etapas: (a) pré-enriquecimento da amostra em caldo lactosado, 35°C por 24 horas; (b) enriquecimento seletivo em caldo tetrionato de sódio e caldo Rappaport ($42 \pm 0,2^\circ\text{C}/24$ horas); (c) plaqueamento seletivo diferencial em ágar xilose lisina desoxicolato (XLD) e ágar entérico de Hectoen (HE) com incubação a 35°C por 24 horas; (d) identificação bioquímica em meio de Ágar triplice açúcar ferro (ágar TSI) e Ágar ferro lisina descarboxilase (LIA) a 35°C por 24 horas e (e) confirmação sorológica pela detecção de antígenos somáticos (poli O) e flagelares (poli H).

3.4.4. Análise Sensorial

O teste sensorial foi conduzido no Laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria Tropical, cujas instalações incluem cabines individuais de prova, em condições controladas de temperatura (22°C) e iluminação (luz branca e fluorescente tipo ‘luz do dia’). As cabines eram informatizadas, com terminais de computador para a coleta dos dados por meio do software FIZZ (versão 2.3).

As mangas minimamente processadas foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1) Água eletrolisada a 150 mg L⁻¹ de cloro livre (melhor concentração de água eletrolisada aplicada anteriormente na

sanitização das mangas) e 2) Adheclor[®] a 200 mg L⁻¹ de cloro livre (produto comercial). As amostras foram avaliadas a cada quatro dias: 0, 4, 8 e 12 dias de armazenamento. Foram realizados testes afetivos para avaliação da aceitação da aparência, aceitação global e intensidade de gosto estranho (Figura 22, ANEXO) de acordo com Meilgaard et al. (1998). Os protocolos dos testes sensoriais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual do Ceará (Parecer nº 147.279).

Os testes contaram com a participação de 50 provadores não treinados, consumidores de manga, sendo 68% do sexo feminino e 32% do sexo masculino. Metade dos provadores estava na faixa etária de 26 a 35 anos e 38% entre 18 e 25 anos. Antes de cada sessão, foi solicitado a cada um deles que assinassem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Inicialmente, cada avaliador apreciou a aparência das mangas minimamente processadas (135g) embaladas em bandejas de polipropileno (80 mm de altura x 100 mm de largura), dispostas sobre uma mesa. As bandejas foram codificadas com números aleatórios de três dígitos e utilizou-se uma escala hedônica mista de nove pontos, variando de 9 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo).

Ao terminar o teste da aceitação da aparência, o provador foi conduzido à cabine para responder um questionário e provar as amostras. A cada um foram oferecidos, simultaneamente, dois cubos (15 x 15 mm) de manga, um de cada tratamento. Os cubos foram servidos em copos plásticos descartáveis, devidamente codificados com números aleatórios de

três dígitos. Foi realizada a avaliação da aceitação global (Figura 22B, ANEXO) com base na mesma escala hedônica mista de nove pontos, variando de 9 (gostei muitíssimo) a 1 (desgostei muitíssimo). Na mesma sessão, foi solicitado que cada julgador avaliasse a intensidade de gosto estranho (Figura 22C, ANEXO) em escala linear de 10 cm, variando de 0 (ausência) a 10 (muito forte).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, sem repetição, no esquema fatorial 2 x 4 (dois tratamentos x quatro períodos de armazenamento). As fontes de variação são os tratamentos (água eletrolisada e Adheclor[®]) e provador (50 avaliadores).

3.4.5. Análise Estatística

Os dados foram analisados por meio de análise de regressão e a diferença entre as médias pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). As diferenças estatísticas entre as curvas foram testadas pelo teste t a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico GENES (CRUZ, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises Físicas

A perda de massa foi mínima nas mangas minimamente processadas, apresentando efeito significativo durante o armazenamento (Tabela 4-ANEXO). A sanitização das mangas com água eletrolisada a 300 mg L^{-1} apresentou perda de massa de 0,03%, valor semelhante ao uso do Adheclor[®] (200 mg L^{-1}), como mostra a figura 3.

Independentemente das concentrações de água eletrolisada e Adheclor[®] (produto comercial) utilizadas durante a sanitização da manga, a perda de massa foi baixa. Este resultado é esperado devido ao fato de os cubos estarem acondicionados em recipientes fechados e expostos a baixa temperatura no interior da câmara (3°C). A embalagem forma uma barreira artificial que diminui as trocas gasosas e a perda de água para o ambiente. Kader (1992) relata que no decorrer dos dias de armazenamento, a perda de água proporciona o murchamento e enrugamento do tecido vegetal, o que se reflete na modificação da textura dos frutos.

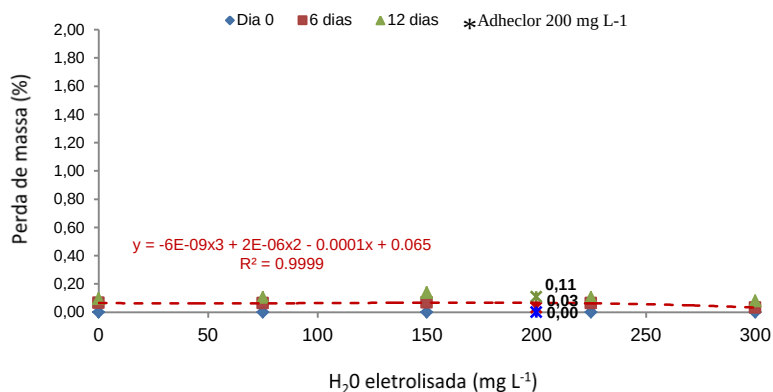


Figura 3. Perda de massa (%) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

A firmeza apresentou um comportamento quadrático no 6º e 12º dia de armazenamento (Figura 4). As mangas sanitizadas com água eletrolisada a 150 mg L^{-1} apresentavam firmeza de 2,49 N (Newton), valor semelhante ao encontrado nas mangas sanitizadas com Adheclor[®] (2,48 N). Com exceção dos tratamentos Adheclor[®] e água eletrolisada a 300 mg L^{-1} , a firmeza dos demais se mostrou próxima a da testemunha (água), que foi de 2,10 N no fim do período de armazenamento.

O incremento inicial observado na firmeza (6º dia) provavelmente se deveu à absorção do potássio pela célula, pois nas

soluções de água eletrolisada, o KCl (Cloreto de potássio) em solução aquosa libera o íon K, que logo é absorvido. No geral, Medeiros et al. (2011) afirmam que a redução da firmeza se deve à degradação de substâncias pécnicas e de hemicelulose, e à hidrólise do amido. Como resultado da atividade das enzimas da parede celular, tem-se o amolecimento de polpa e a descompartimentação das células.

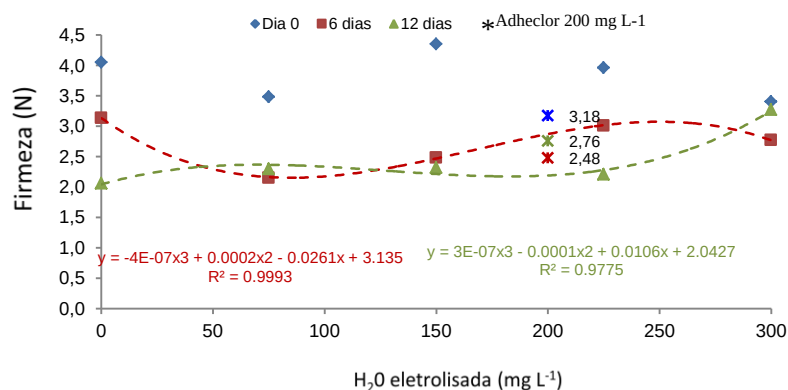


Figura 4. Firmeza (N) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Em relação à cor da polpa, os valores do parâmetro L* (Figura 5) e b* (Figura 7) não se ajustaram a nenhum modelo estatístico durante o período

de avaliação. No entanto, observou-se que os valores médios de luminosidade variaram de 70,24 (dia 0) a 49,19 (12 dias) e o valor b* passou de 69,81 (0 dia) a 29,86 (12º dia), indicando que as mangas minimamente processadas se tornaram mais escuras e com menor cor amarela no último dia de armazenamento. Possivelmente, essa degradação dos pigmentos amarelos na manga minimamente processada deve-se à formação de ortoquinonas por meio da perda de vitamina C consumida pela célula durante a respiração no período avaliado. Estes resultados estão de acordo com Batista (2010), que, trabalhando com manga ‘Tommy Atkins’ aos 12 dias de armazenamento, verificou valor de L* próximo ao encontrado neste experimento.

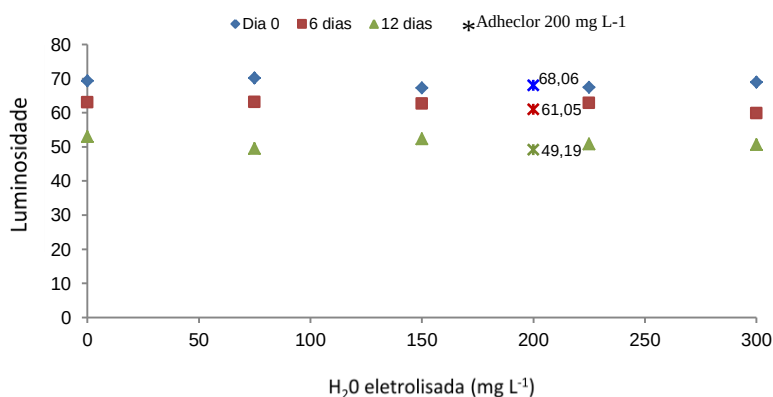


Figura 5. Coloração da polpa, Luminosidade (L*) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e 85 ± 5% UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Para o parâmetro a^* (Figura 6), houve interação dos tratamentos e tempo de armazenamento (Tabela 5-ANEXO). Logo após a sanitização das mangas (0 dia), observa-se que os valores variaram, passando de 4,50 (água pura) a 6,89 (água eletrolisada a 300 mg L^{-1}). Logo no início da sanitização, percebe-se que as mangas minimamente processadas passaram da cor amarelo esverdeada para a cor amarelo avermelhada com o aumento da concentração das soluções de água eletrolisada. Acredita-se que as mangas minimamente processadas tenham adsorvido a coloração vermelha oriunda do KCl usado na geração da água eletrolisada.

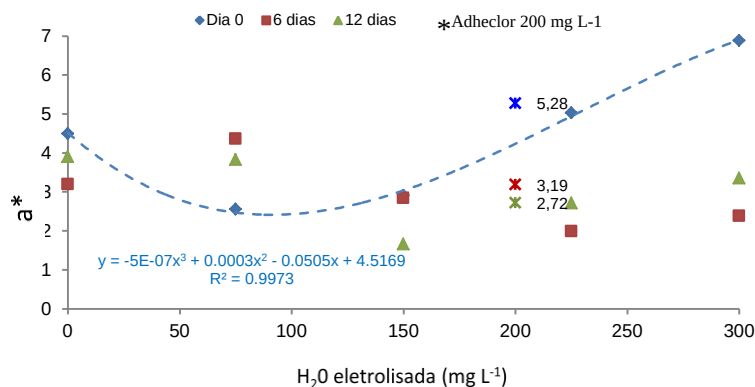


Figura 6. Coloração da polpa, parâmetro a^* da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a $3 \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e $85 \pm 5\% \text{ UR}$. FORTALEZA-CE, 2012.

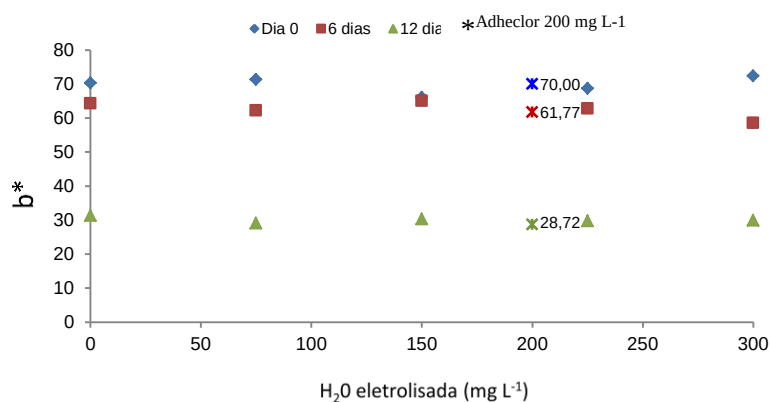


Figura 7. Coloração da polpa, Parâmetro b* da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adhechlor®, armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

4.2. Análises químicas e físico-químicas

Independentemente do tratamento aplicado, os sólidos solúveis (SS) apresentaram comportamento linear decrescente no 6º dia de armazenamento (Figura 8). As mangas tratadas com a solução sanitizante água eletrolisada apresentaram valores de sólidos solúveis semelhantes ao tratamento Adhechlor® a 200 mg L^{-1} . De modo geral, a diminuição do SS observado (6º dia) se deve ao consumo dos ácidos orgânicos durante a respiração.

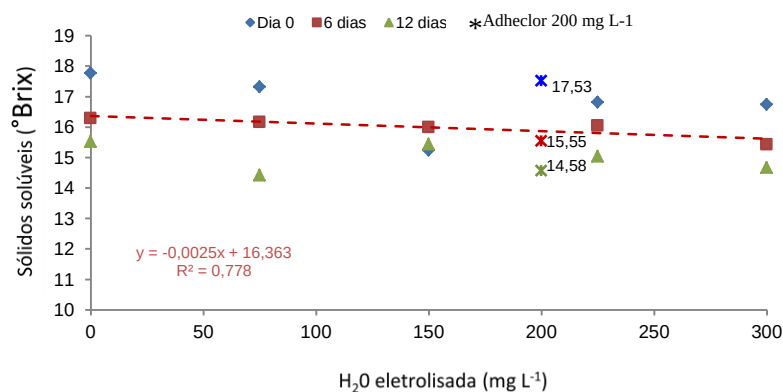


Figura 8. Sólidos Solúveis (°Brix) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adhechlor®, armazenada durante 0, 6 e 12 dias a $3 \pm 2\ ^\circ C$ e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Os valores da acidez titulável não se ajustaram a nenhum modelo estatístico durante o período de avaliação. No entanto, independentemente das soluções sanitizantes utilizadas, a acidez titulável nas amostras oscilou entre 1,73 a 0,47 g ácido cítrico $100g^{-1}$ de polpa, como mostra a Figura 9. A diminuição observada na acidez deve-se à queda nos teores de vitamina C na manga minimamente processada durante o armazenamento. No entanto, segundo Brasil (2000), esta variação encontra-se dentro dos Padrões de

Identidade e Qualidade para Polpa de Manga, definida em Regulamento, que estabelece acidez titulável mínima de 0,32g ácido cítrico 100g⁻¹.

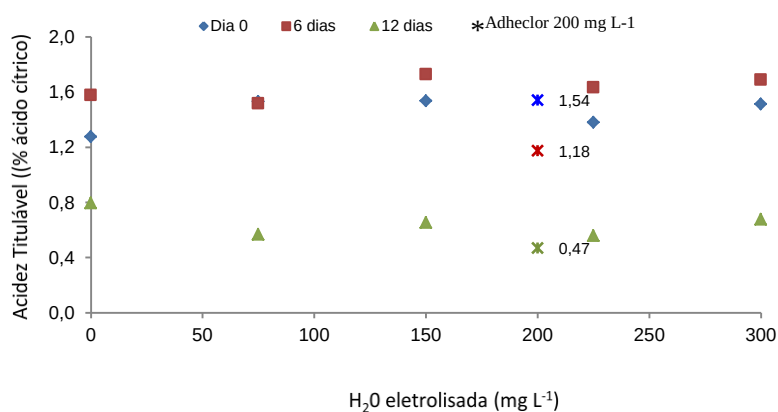


Figura 9. Acidez Titulável (% ácido cítrico) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adhechlor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e 85 ± 5% UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Conforme o observado para a acidez titulável, os valores da relação SS/AT não se ajustaram a nenhum modelo estatístico durante o período de avaliação (Figura 10). A relação SS/AT variou de 9,25 a 31,08 nas mangas minimamente processadas sanitizadas com água eletrolisada a 150 mg L⁻¹ e Adhechlor[®] a 200 mg L⁻¹, respectivamente. O aumento na relação SS/AT ao final do armazenamento foi devido a uma diminuição da acidez, o que

conferiu maior palatabilidade à manga nesse período, independentemente do tratamento aplicado.

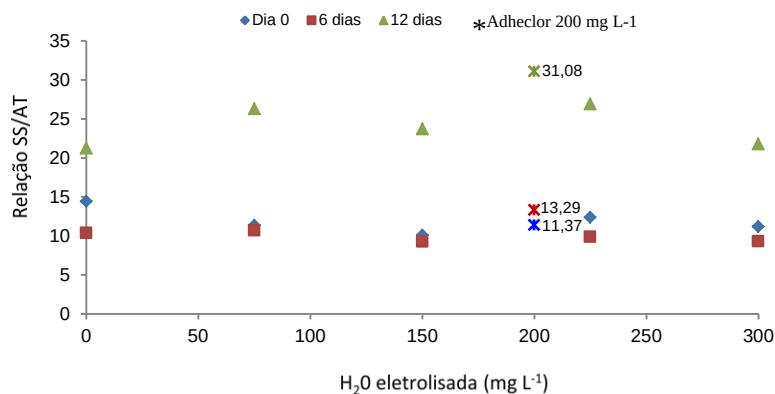


Figura 10. Relação SS/AT da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adhechlor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Com relação à vitamina C (Figura 11), as concentrações de água eletrolisada não exerceram efeito sobre a variável vitamina C, tanto em comparação a testemunha (água) como ao tratamento comercial (Adhechlor[®]) na manga minimamente processada. Acredita-se que a redução da vitamina C pode estar associada à formação de ortoquinonas. Lima (1997), por sua vez, afirma que a tendência de diminuição da

vitamina C com o passar dos dias se deve à susceptibilidade do ácido ascórbico à destruição oxidativa pelas enzimas ácido ascórbico oxidase, fenolase, citocromo C oxidase e peroxidase.

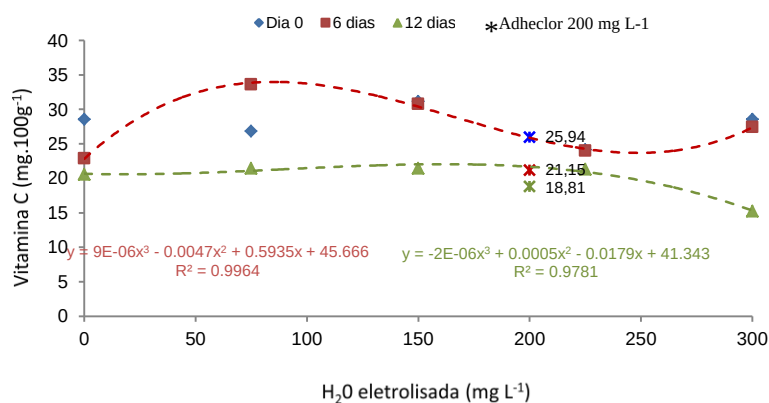


Figura 11. Vitamina C (mg 100g⁻¹) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e 85 ± 5%UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Como mostra a Figura 12, a sanitização da manga com água eletrolisada não influenciou os valores de açúcares totais em comparação ao produto comercial (Adheclor[®]) no 12º dia de armazenamento. Este resultado corrobora com Rocha et al. (2001), que, ao estudarem a eficiência do índice de degradação de amido em manga ‘Tommy Atkins’ no estágio de maturação V, encontraram valor de 13,59% para os açúcares totais.

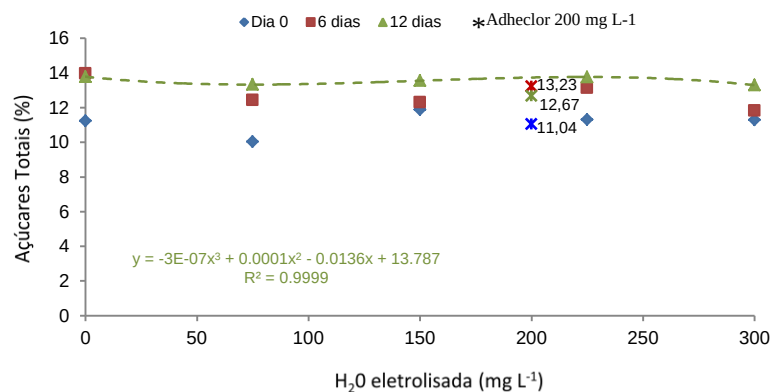


Figura 12. Açúcares totais (%) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adhechlor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Os valores de açúcares redutores não se ajustaram a nenhum modelo estatístico durante o período de avaliação (Figura13). As concentrações de água eletrolisada utilizadas não exerceram efeito sobre a variável analisada, em comparação ao tratamento controle (água). O valor de 5,25%, encontrado nas mangas minimamente processadas submetidas à solução sanitizante de água eletrolisada no último dia de armazenamento, está próximo ao encontrado pelo uso do sanitizante comercial (Adhechlor[®] a 200 mg L⁻¹), que foi de 5,00% neste experimento.

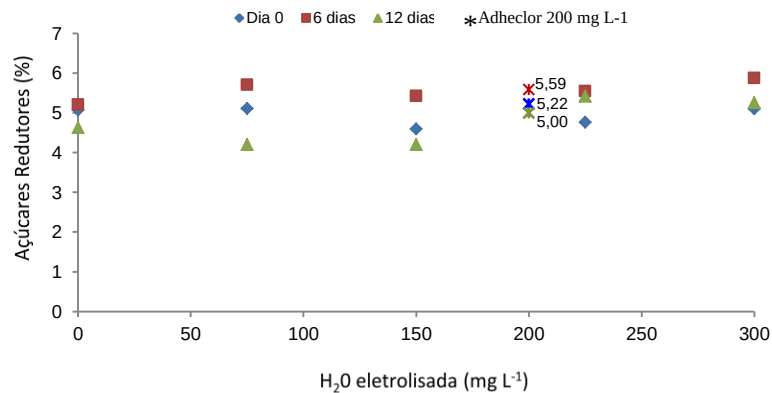


Figura 13. Açúcares redutores (%) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

Com relação aos valores de carotenoides totais (Figura 14), não houve influência do tratamento com água eletrolisada na manga minimamente processada, em comparação ao produto comercial (Adheclor[®]); no entanto, a variável analisada sofreu o efeito do tempo de armazenamento (Tabela 5-ANEXO).

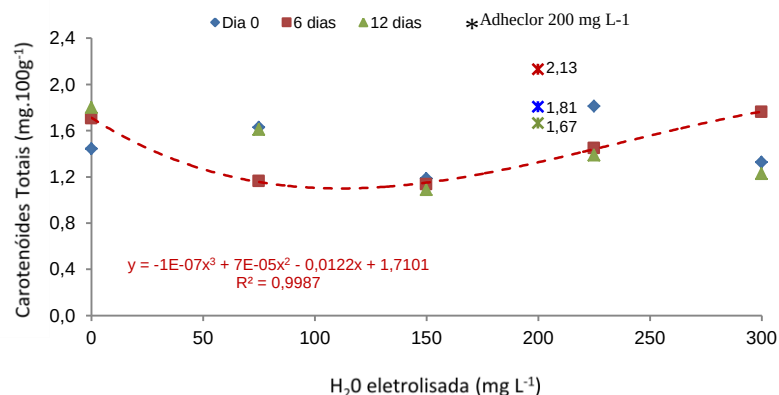


Figura 14. Carotenoides totais (mg 100g de polpa⁻¹) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adhechlor®, armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

No que diz respeito aos polifenóis extraíveis totais, as mangas minimamente processadas apresentaram um acréscimo no conteúdo de polifenóis logo após a sanitização com água eletrolisada (Figura 15). Esse aumento dos teores de polifenóis foi uma resposta das células injuriadas à ação do corte e contato com a solução de água eletrolisada.

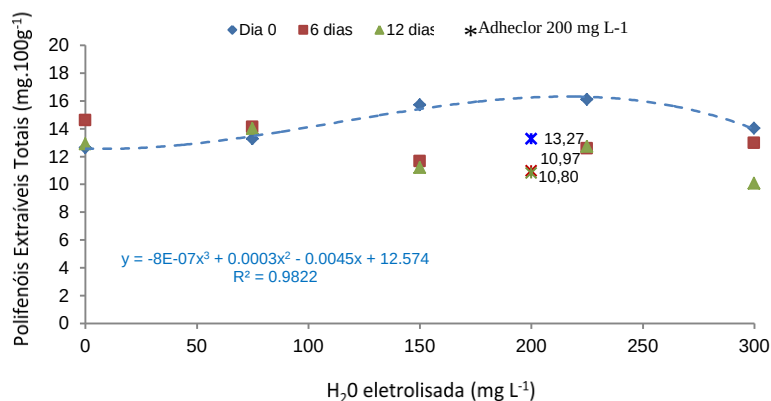


Figura 15. Polifenóis Extraíveis Totais (mg de ácido gálico 100g de polpa⁻¹) da manga minimamente processada submetida a diferentes concentrações de água eletrolisada e ao Adheclor[®], armazenada durante 0, 6 e 12 dias a 3 ± 2 °C e $85 \pm 5\%$ UR. FORTALEZA-CE, 2012.

4.3. Análise microbiológica

Os resultados das análises de coliformes termotolerantes (NMP 100g⁻¹), psicrotróficos (UFC g⁻¹), bolores e leveduras (UFC g⁻¹) e *Salmonella* spp. nas mangas minimamente processadas podem ser observados na Tabela 1. As contagens de coliformes termotolerantes nas mangas minimamente processadas tratadas com água eletrolisada e Adheclor[®] (produto comercial) foram $< 3,0$ NMP 100g⁻¹ em todos os dias de avaliação. Estes valores estão abaixo da tolerância máxima permitida

pela Resolução RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde, que é de 5×10^2 NMP g⁻¹ (BRASIL, 2001).

Os psicotróficos apresentaram contagem < 10 UFC g⁻¹ em todas as amostras analisadas (Tabela 1), o que indica baixos riscos de deterioração ou presença de patógenos. Segundo Iuamoto (2009), não existem limites máximos estabelecidos para os produtos minimamente processados, apenas são consideradas contagens altas de psicrotróficos quando a população é $> 10^5$ UFC g⁻¹. Em estudo realizado por Villas Boas et al. (2004) em mangas ‘Tommy Atkins’ minimamente processadas submetidas a diferentes tratamentos químicos, também não foram encontrados coliformes termotolerantes nas amostras armazenadas a $5 \pm 0,5$ °C e 80-90% UR durante 12 dias.

A contagem de bolores e leveduras na manga minimamente processada encontra-se na tabela 1. Com base nos resultados, constatou-se que o uso da água eletrolisada nas concentrações de 150 mg L⁻¹, 225 mg L⁻¹ e 300 mg L⁻¹ de cloro livre manteve a população de bolores e leveduras < 10 UFC g⁻¹ até o 6º dia, semelhantemente ao produto comercial (Adheclor®). No 12º dia de armazenamento, as mangas minimamente processadas tratadas com água eletrolisada (150 mg L⁻¹ de cloro livre) apresentaram bolores e leveduras da ordem de $2,10 \times 10^3$, valores próximos aos encontrados nas mangas minimamente processadas sanitizadas com o Adheclor® ($2,16 \times 10^3$). Populações maiores de bolores e leveduras foram encontradas por Antonioli et al. (2005), ao estudarem a eficácia do hipoclorito de sódio (NaClO) na desinfecção da casca do abacaxi ‘Pérola’

minimamente processado, na qual encontraram populações de bolores e leveduras de $2,0 \times 10^4$ UFC g⁻¹. Pinheiro et al. (2005) também encontraram valores de bolores e leveduras ($2,5 \times 10^5$ UFC g⁻¹) ao estudarem a qualidade das mangas minimamente processadas comercializadas em supermercados de Fortaleza-CE.

Não foi identificada a presença de *Salmonella* spp. nas amostras de manga minimamente processada (Tabela 1), obedecendo ao limite de tolerância estabelecido pela Resolução RDC Nº 12, de 2 de janeiro de 2001, que é de ausência em 25g.

Tabela 1. Contagem de coliformes termotolerantes (NMP 100g⁻¹), psicrotróficos (UFC g⁻¹), bolores e leveduras (UFC g⁻¹) e *Salmonella* spp. em mangas minimamente processadas submetidas a sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®] avaliadas durante 0, 6 e 12 dias de armazenamento a 3 ± 2 °C e 85 ± 5% UR. FORTALEZA-CE, 2012.

TRATAMENTOS	Tempo de Armazenamento (dias)											
	Coliformes (NMP/100g)			Psicrotróficos (UFC g ⁻¹)			Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)			<i>Salmonella</i> spp. (em 25g)		
	0	6	12	0	6	12	0	6	12	0	6	12
H ₂ O	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 10	< 10	< 10	1,1 x 10 ³	1,6 x 10 ²	2,13 x 10 ³	ausência	ausência	ausência
ADH200	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	2,16 x 10 ³	ausência	ausência	ausência
H ₂ Oẽ75	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 10	< 10	< 10	< 10	3,5 x 10 ²	1,0 x 10 ^{6**}	ausência	ausência	ausência
H ₂ Oẽ150	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	2,10 x 10 ³	ausência	ausência	ausência
H ₂ Oẽ225	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	1,52 x 10 ³	ausência	ausência	ausência
H ₂ Oẽ300	< 3,0	< 3,0	< 3,0	< 10	< 10	< 10	< 10	< 10	1,5 x 10 ⁴	ausência	ausência	ausência

** contagem estimada. H₂O= água sem tratamento; ADH200 = Adheclor[®] (200 mg L⁻¹); H₂Oẽ75 = Água eletrolisada (75 mg L⁻¹); H₂Oẽ150 = Água eletrolisada (150 mg L⁻¹); H₂Oẽ225 = Água eletrolisada (225 mg L⁻¹); H₂Oẽ300 = Água eletrolisada (300 mg L⁻¹).

4.4. Análise Sensorial

Até o 8º dia, os provadores não encontraram diferença na aparência (Tabela 2), das mangas minimamente processadas tratadas com água eletrolisada (150 mg L^{-1}) e o produto comercial (Adheclor®). No 12º dia, as menores notas para aparência ($P < 0,05$) estão relacionadas à perda de brilho (L^*) e das colorações vermelha (a^*) e amarela (b^*), afetando, desta maneira, o aspecto visual da manga minimamente processada. Os valores atribuídos pelos provadores ficaram próximos de “8”, que corresponde na escala hedônica a “gostei muito”. As mangas minimamente processadas mantiveram aparência adequada para comercialização até 14 dias (não mostrado).

Quanto à aceitação global, os provadores não encontraram diferença entre as mangas minimamente processadas tratadas por ambos os sanitizantes (água eletrolisada e Adheclor®) durante os 12 dias de armazenamento (Tabela 2). A manutenção da aceitação global pode estar relacionada à menor percepção de sabores estranhos na manga.

Na avaliação da presença de gosto estranho na manga minimamente processada, observou-se que as mangas tratadas com o produto comercial (Adheclor®) apresentavam maior intensidade de gosto estranho comparado às aquelas tratadas com água eletrolisada (150 mg L^{-1} de cloro livre), como mostra a Tabela 2.

Tabela 2. Valores atribuídos pelos provadores nos testes sensoriais afetivos de mangas minimamente processadas submetidas a sanitização com água eletrolisada (H₂O_ē) e Adheclor[®] (ADH) durante 0, 4, 8 e 12 dias armazenadas a temperatura de 3 ± 2 °C. FORTALEZA-CE, 2012.

TESTES SENSORIAIS	dia 0		4 dias		8 dias		12 dias	
	TRATAMENTOS		TRATAMENTOS		TRATAMENTOS		TRATAMENTOS	
	H ₂ O _ē	ADH	H ₂ O _ē	ADH	H ₂ O _ē	ADH	H ₂ O _ē	ADH
Aceitação da Aparência	7,43 a	7,76 a	7,86 a	7,90 a	7,82 a	7,42 a	6,96 b	7,44 a
Aceitação Global	7,71 a	7,62 a	7,66 a	7,73 a	7,56 a	7,73 a	7,38 a	7,60 a
Gosto Estranho	0,14 b	0,48 a	0,10 b	0,29 a	0,20 a	0,24 a	0,04 b	0,54 a

*Médias com a mesma letra na linha - dentro de cada dia - não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
H₂O_ē = água eletrolisada a 150 mg L⁻¹; ADH = Adheclor[®] a 200 mg L⁻¹.

Segundo Dornelles et al. (2009), a simples média de aceitação, quando existem consumidores com preferências opostas, faz com que o resultado de alguns provadores anule o de outros, resultando em médias que podem não apresentar diferença significativa entre si, por isso se faz necessário verificar a distribuição de frequência dos provadores por meio do histograma (Figuras 16, 17 e 18).

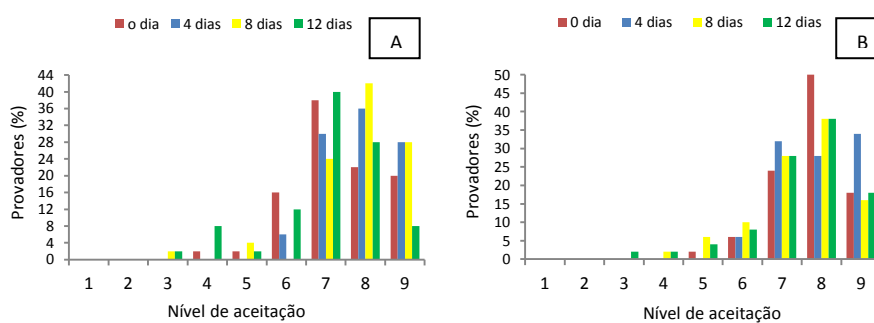


Figura 16. Nível de aceitação sensorial para o teste afetivo aceitação da aparência da manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (A) e Adheclor® (B) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.

Percebe-se que durante todos os dias de avaliação (0, 4, 8 e 12 dias) houve realmente uma concentração maior dos valores 7 e 8 na escala hedônica atribuídos pelos provadores aos testes de aceitação da aparência e aceitação global (Figura 17) tanto para as mangas minimamente

processadas tratadas com água eletrolisada (Figura 17A) quanto pelo uso do Adheclor[®] (Figura 17B).

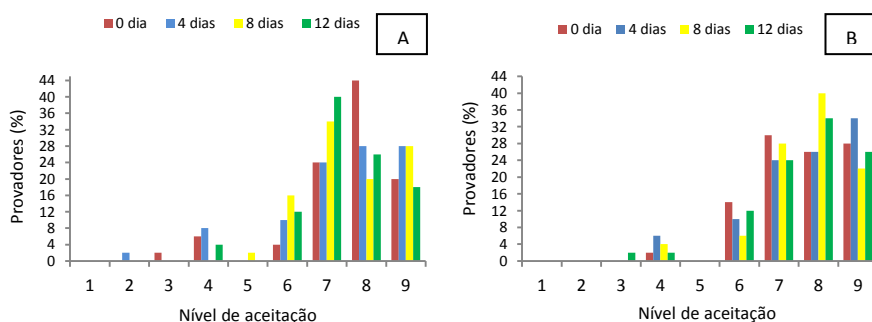


Figura 17. Nível de aceitação sensorial para o teste afetivo aceitação global da manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (A) e Adheclor[®] (B) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.

No que se refere à intensidade de gosto estranho (Figura 18) nas mangas minimamente processadas, houve uma quantidade maior de respostas “sim” (presença de gosto estranho) para os cubos de manga previamente sanitizadas com Adheclor[®] (Figura 18B) comparadas com aqueles nos quais se utilizou como sanitizante a água eletrolisada (Figura 18A) aos 0, 4 e 12 dias de avaliação.

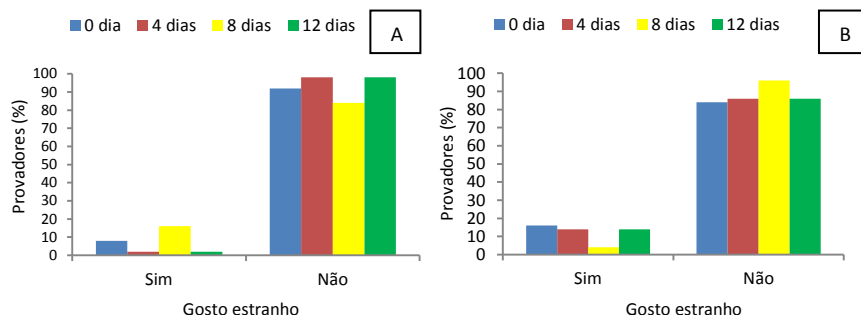


Figura 18. Avaliação da presença ou ausência de gosto estranho na manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (A) e Adheclor® (B) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.

Com base na análise de regressão, pode-se perceber que houve efeito significativo do tempo para o teste aceitação da aparência (Figura 19A). As mangas tratadas com água eletrolisada e Adheclor® mostraram um comportamento quadrático e linear, respectivamente (Figura 19). Para o teste afetivo aceitação global (Figura 19B) e intensidade de gosto estranho (Figura 20), observa-se que os dados não se ajustaram a nenhum modelo estatístico nos dias de avaliação (Tabela 6 e 7-ANEXO).

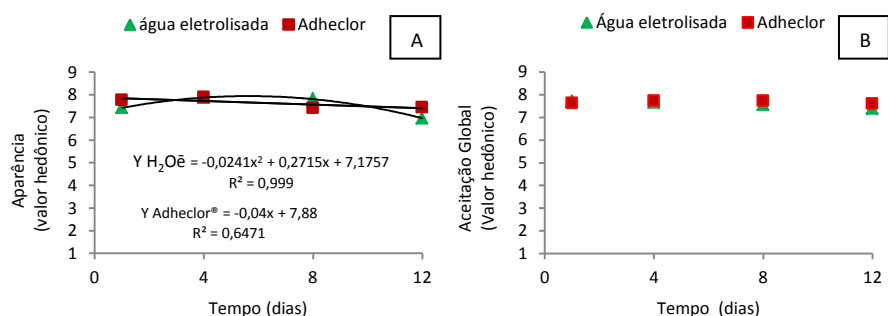


Figura 19. Análise de regressão dos testes sensoriais: A- aceitação da aparência e B - aceitação global na manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (150 mg L^{-1}) e Adheclor® (200 mg L^{-1}) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.

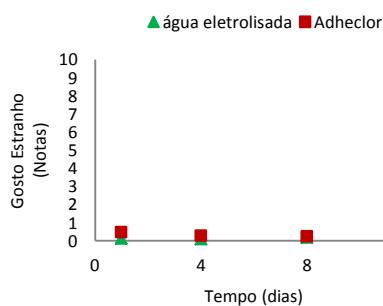


Figura 20. Análise de regressão do teste sensorial intensidade de gosto estranho na manga minimamente processada submetida a sanitização prévia com água eletrolisada (150 mg L^{-1}) e Adheclor® (200 mg L^{-1}) durante 0, 4, 8 e 12 dias de avaliação. FORTALEZA-CE, 2012.

5. CONCLUSÃO

As mangas minimamente processadas tratadas com água eletrolisada apresentaram qualidade equivalente às submetidas a sanitização com produto comercial (Adhechlor[®]), evidenciando que a água eletrolisada pode ser uma tecnologia alternativa na indústria de processamento mínimo da manga.

REFERÊNCIAS

ABADIAS, M.; USALL, J.; OLIVEIRA, M.; ALEGRE, I.; VIÑAS, I. Efficacy of neutral electrolyzed water (NEW) for reducing microbial contamination on minimally processed vegetables. **International Journal of Food Microbiology**, v. 123, p. 151-158, 2008.

ALEXANDRE, E. M. C.; SANTOS-PEDRO, D. M.; BRANDÃO, T. R. S.; SILVA, C. L. M. Influence of aqueous ozone blanching and combined treatments on microbial load of red bell peppers, strawberries and watercress. **Journal of Food Engineering**, v. 105, p. 277-282, 2011.

ALEXANDRE, E. M. C.; BRANDÃO, T. R. S.; SILVA, C. L. M. Assessment of the impact of hydrogen peroxide solutions on microbial loads and quality factors of red bell peppers, strawberries and watercress. **Food Control**, v. 27, p. 362-368, 2012.

AL-HAQ, M. I.; SUGIYAMA, J. **Application of electrolyzed water in food processing**. ASAE/CSAE annual meeting, Ottawa, Canada, 2004.

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

ANDREWS, W. H.; JACOBSON, A.; HAMMACK, T. *Salmonella* (Chapter 5) In: **Bacteriological Analytical Manual Online**. 2001. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM244774.pdf>>. Acesso em 08 jan. 2013.

ANDREWS, W. H.; HAMMACK, T. S. Food Sampling and Preparation of Sample Homogenate. (Chapter 1) In: **Bacteriological Analytical Manual online**. Set. 2002. Disponível em:<<http://www.fda.gov/downloads/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM244774.pdf>>. Acesso em 08 jan. 2013.

ANDRADE, N. J.; MACÊDO, J. A. B. **Higienização na indústria de alimentos**. São Paulo. ed. Varela, 1996.

ANDRADE, N. J.; PINTO, C. L. O; ROSADO, M. S. **Higiene na indústria de alimentos: avaliação e controle da adesão e formação de biofilmes bacterianos**. São Paulo: Varela, 2008.

ANTONIOLLI, L. R.; BENEDETTI, B. C.; SOUZA FILHO, M. S. M.; BORGES, M. F. Efeito do hipoclorito de sódio sobre a microbiota de abacaxi ‘Pérola’ minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 1, p. 157-160, 2005.

APHA - AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Compendium of methods for microbiological of foods**. 3^a ed, Washington, 1992.

ARTÉS, F.; GÓMEZ, P.; AGUAYO, E.; ESCALONA, V.; ARTÉS-HERNÁNDEZ, F. Sustainable sanitation techniques for keeping quality and safety of fresh-cut plant commodities. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, p. 287-296, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11^a ed. Washington: AOAC, p. 1115, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9425. **Hipoclorito de sódio - Determinação de cloro ativo - Método volumétrico**. Rio de Janeiro, p. 3, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 14725-4 - **Produtos químicos - informações sobre segurança, saúde e meio ambiente**. Parte 4: Ficha de informações de segurança de produtos químicos (FISPQ). Rio de Janeiro, p. 98, 2009.

BARI, M. L.; SABINA, Y.; ISOBE, S.; UEMURA, T.; ISSHIKI, K. Effectiveness of electrolyzed acidic water in killing *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* Enteritidis, and *Listeria monocytogenes* on the surfaces of tomatoes. **Journal of Food Protection**, v. 66, p. 542-548, 2003.

BATISTA, P. F. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante em frutas produzidas no submédio do Vale do São Francisco**, 2010. 162p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2010.

BRASIL. Resolução Portaria nº 6 de 10 de março de 1999 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. **Aprova o Regulamento técnico sobre os parâmetros e critérios para o controle higiênico-sanitário em estabelecimentos de alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, publicada em 12 de março de 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Leis, Decretos, etc. Instrução Normativa Nº 1, de 7 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de frutas**. Diário Oficial da União, Nº 6, Brasília, 10 de janeiro de 2000. Seção 1, p. 54-58, 2000.

BRASIL. Resolução RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA. **Dispõe sobre o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, publicada em 10 de jan. 2001.

BRASIL. **Dados epidemiológicos – DTA, período de 2000 a 2012. Unidade Técnica de Doenças de Veiculação Hídrica e Alimentar-UHA.** Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis- CGDT. Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS, 2011.

BOMFIM, M. P.; LIMA, G. P. P.; SÃO JOSE, A. R.; REBOUÇAS, T. N. H.; CHATZIVAGIANNIS, M. A. F.; SOUZA, I. V. B. Caracterização físico-química de manga cv Bourbon submetidas à aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha.** v. 10, p. 26-35, 2009.

BUCK, J. W.; WALCOTT, R. R.; BEUCHAT, L. R. **Recent trends in microbiological safety of fruits and vegetables.** Plant Health Progress, 2003.

BURT, S. Essential oils: Their antimicrobial properties and potential applications in foods – a review. **International Journal of Food Microbiology.** v. 94, p. 223-253, 2004.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC), 2011a. **Investigation update: multistate outbreak of human Salmonella I 4, [5] , 12:i: infections linked to alfalfa sprouts.** <<http://www.cdc.gov/salmonella/i4512i-/021011/index.html>>. Acesso em 20 fev. 2013.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC), 2011b. **Multistate outbreak of Listeriosis linked to whole cantaloupes**

from Jensen farms, Colorado. Disponível em: <http://www.cdc.gov/listeria/outbreaks/cantaloupes-jensen_farms/120811/index.html>. Acesso em 20 fev. 2013.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Estatística Experimental e Matrizes**. 1^a ed. Viçosa: Editora UFV, 2006. v. 1. 285p.

DAS, E.; GURAKAN, G. C.; BAYINDIRLI, A. Effect of controlled atmosphere storage modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival of *Salmonella enteritidis* on cherry tomatoes. **Food Microbiology**. v. 23, p. 430-438, 2006.

DELAQUIS, P. J.; STANICH, K.; GIRARD, B.; MAZZA, G. Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils. **International Journal of Food Microbiology**. v. 74, p. 101-109, 2002.

DEVLIEGHERE. F.; VERMEULEN. A.; DEBEVERE, J. Chitosan: antimicrobial activity, interactions with food components and applicability as a coating on fruit and vegetables. **Food Microbiology**. v. 21, p. 703-714, 2004.

DEWAAL, C. S.; BHUIYA, F., 2009. **Outbreaks by the numbers: fruits and vegetables 1990 e 2005**. Disponível em: Center for Science in the Public Interest. Washington, DC <<http://www.cspinet.org/foodsafety/IAFPPoster.pdf>>. Acesso em 20 fev. 2013.

DORNELLES, A. S.; RODRIGUES, S.; GARRUTI, D. S. Aceitação e perfil sensorial das cachaças produzidas com Kefir e *Saccharomyces cerevisiae*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29 (3): p. 518-522, jul.-set. 2009.

DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA). p. 676, 2001.

DUTTA, P.; TRIPATHI, S.; MEHROTRA, G.; DUTTA, J. Review: perspectives for chitosan based antimicrobial films in food applications. **Food Chemistry**, v. 114, p. 1173-1182, 2009.

ENI, A. O.; OLUWAWEMITAN, I. A.; SOLOMON, O. U. Microbial quality of fruits and vegetables sold in Sango Ota, Nigeria. **African Journal of Food Science**. v. 4, p. 291-296, 2010.

FARBER, J. Microbiological issues surrounding the safety of fresh cut produce. 10th, **World Congress of Food Science and Technology**. Abstract Book, Sydney, Australia, p. 11, 1999.

FENG, P.; WEAGANT, S. D.; GRANT, M. A.; BURKHARDT, W. Enumeration of Escherichia coli and the Coliform Bacteria. (Chapter 4) In: **Bacteriological Analytical Manual** on line. Set. 2002. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/UCM244774.pdf>>. Acesso em 08 jan. 2013.

FICHA TÉCNICA. **Adheclor 2% - Desinfetante Clorado**. Adhetech, ago. 2006.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA), 1998. **Guidance for industry, guide to minimize microbial food safety hazards for fresh fruit and vegetables**. Disponível em: <<http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceComplianceRegulatoryInformation/GuidanceDocuments/ProduceandPlanProducts/UCM169112.pdf>>. Acesso em 19 fev. 2013.

FORSYTHE, S. J. **Microbiologia da segurança alimentar**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

FURLAN, M. R.; MARTINS, R. C. C.; RODRIGUES, E.; SCALCO, N.; NEGRI, G.; LAGO, J. H. G. Variação dos teores de constituintes voláteis de *Cymbopogon citratus* (DC) Staf. Poaceae, coletados em diferentes regiões do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v. 20, n. 5, p. 686-691, 2010.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos**, 2ª edição, São Paulo, Varela Editora e Livraria LTDA, 2003.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.; VALENZUELA-SOTO, E.; LIZARDI-MENDOZA, J.; GOYCOOLEA, F.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M.; VILLEGAS-OCHOA, M. Effect of chitosan coating in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut papaya 'Maradol'. **Journal of the Science of Food & Agriculture**, v. 89, p. 15-23, 2009.

GOPAL, A.; AJLONNI, S.; ROGINSKIF, H.; COVENTRY, J.; WAN, J. Application of non-conventional disinfection techniques to extend the shelf-life of minimally processed foods. **10th, World Congress of Food Science and Technology**. Abstract Book, Sydney, Australia, 1999.

GRAÇA, A.; ABADIAS, M.; SALAZAR, M.; NUNESA, C. The use of electrolyzed water as a disinfectant for minimally processed apples. **Postharvest Biology and Technology**. v. 61, p. 172-177, 2011.

GTZ – DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR TECHNISCHE ZUSAMMENARBEIT. **Manual de exportación: frutas tropicales y hortalizas**. Eschborn: GTZ, p. 34, 1992.

GUNDUZ, G. T.; GONUL, S. A.; KARAPINAR, M. Efficacy of oregano oil in the inactivation of *Salmonella typhimurium* on lettuce. **Food Control**, v. 21, p. 513-517, 2010.

HORIBA, N., HIRATSUKA, K., ONOE, T., YOSHIDA, T., SUZUKI, K., MATSUMOTO, T.; NAKAMURA, H. Bactericidal effect of electrolyzed neutral water on bacteria isolated from infected root canals. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology and Endodontics**, v. 87, p. 83-87, 1999.

HSU, S. H.; KAO, H. Y. Effect of storage conditions on chemical and physical properties of electrolyzed oxidizing water. **Journal of Food Engineering**, v. 65, p. 465-471, 2004.

HSU, S. Y. Effects of flow rate, temperature and salt concentration on chemical and physical properties of electrolyzed oxidizing water. **Journal Food Engineering**, v. 66, p. 171–176, 2005.

HUANG, Y. R.; HUNG, Y. C.; HSU, S. Y.; HUANG, Y. W.; HWANG, D. F. Application of electrolyzed water in the food industry. **Food Control**, v. 19, p. 329-345, 2008.

IMPERATO, D. T. S. **Higienização de instalações e equipamentos na indústria de alimentos**, 2008. 56p. Monografia (Especialização em higiene e inspeção de produtos de origem animal). Instituto Qualittas de Ensino, Jundiaí, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3ª ed., v. 1, São Paulo, p. 533, 1985.

INTERNATIONAL FRESH-CUT PRODUCE ASSOCIATION (IFPA). **International fresh-cut produce association: fresh-cut innovations through technology**. Fact sheet published by the association on their web site <http://www.fresh-cuts.org>. Alexandria, VA, 2004.

IUAMOTO, M. Y. **Processamento mínimo de laranja ‘pera’: tipo de corte, sanitização, centrifugação e atmosfera modificada**. Piracicaba, 2009. p. 9-16. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo (USP), 2009.

IZUMI, H. Electrolyzed water as a disinfectant for fresh-cut vegetables. **Journal Food Science**. v. 64, p. 536-539, 1999.

JACOMINO, A. P.; ARRUDA, M. C.; MOREIRA, R. C.; KLUGE, R. A. Processamento Mínimo de frutas no Brasil. In: SYMPOSIUM ESTADO ACTUAL DEL MERCADOS DE FRUTOS Y VEGETALES CORTADOS EN IBEROAMÉRICA, 2004, "San José" Costa Rica. **Resumos...** "San José" Costa Rica, p.79-86, 2004.

JOHNSTON, L. M.; JAYKUS, L.; MOLL, D.; MARTINEZ, M.; ANCISO, J.; MORA, B.; MOE, C. L. A field study of the microbiological quality of fresh produce. **Journal Food Protection**, v. 68, p. 1840-1847, 2005.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 5^a ed. Berkeley: University of California, 1992.

KAMEYAMA, O.; ABRÃO JÚNIOR, J.; TEIXEIRA, J. M. A.; ANDRADE, N. J.; MINIM, V. P. R. SOARES, L. S. Extrato de própolis na sanitização e conservação de cenoura minimamente processada. **Revista Ceres**, p. 218-233, 2008.

KESKINEN, L. A.; BURKEA, A.; ANNOUS, B. A. Efficacy of chlorine, acidic electrolyzed water and aqueous chlorine dioxide solutions to decontaminate *Escherichia coli* O157:H7 from lettuce leaves. **International Journal of Food Microbiology**, v. 132, p. 134-140, 2009.

KIM, C.; HUNG, Y. C.; BRACKETT, R. E. Efficacy of electrolyzed oxidizing (EO) and chemically modified water on different types of foodborne pathogens. **International Journal of Food Microbiology**. v. 61, p. 199-207, 2000.

KIURA, H.; SANO, K.; MORIMATSU, S.; NAKANO, T.; MORITA, C.; YAMAGUCHI, M.; MAEDA, T.; KATSUOKA, Y. Bactericidal activity of electrolyzed acid water from solution containing sodium chloride at low concentration, in comparison with that at high concentration. **International Journal of Food Microbiology Methods**, v. 49, p. 285-293, 2002.

KOIDE, S.; SHITANDA, D.; NOTE, M.; CAO, W. Effects of mildly heated slightly acidic electrolyzed water on the disinfection and physicochemical properties of sliced carrot. **Food Control**, v. 22, p. 452-456, 2011.

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 Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEN, S. V.; HUNG, Y. C.; CHUNG, D. Effects of storage conditions and pH on chlorine loss on electrolyzed oxidizing (EO) water. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 50, p. 209-212, 2002.

LIAO, L. B.; CHEN, W. M.; XIAO, X. M. The generation and inactivation mechanism of oxidation–reduction potential of electrolyzed oxidizing water. **Journal of Food Engineering**. v. 78, p. 1326–1332, 2007.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**. San Diego, v. 148, n. 22, p. 346-382, 1987.

LUCENA, E. M. P. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga ‘Tommy Atkins’ no Vale do São Francisco**, 2006. 152p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2006.

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S.; CARVALHO, J. M.; FIGUEIREDO, R. W. **Processamento de frutas tropicais: nutrição, produtos e controle de qualidade**. Fortaleza: Editora UFC, p. 277, 2009.

MARRIOTT, N. G.; GRAVANI, R. B. Sanitizers. In.:____. **Principles of food sanitation**. New York: Springer, Cap.10, p. 165-189, 2006.

MATURIN, L. J.; PEELER, J. T. Aerobic plate count. In: **Bacteriological Analytical Manual, Chapter3**. Disponível em <<http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm063346.htm>>. Acesso em 18 fev.2013.

MCPHERSON, L. L. Understanding ORP’s role in the disinfection process. **Water Engineering & Management**, November, p. 29-31,1993.

MEDEIROS, E. A. A.; SOARES, N. F. F.; POLITO, T. O. S.; SOUSA, M. M.; SILVA, D. F. P. Sachês antimicrobianos em pós-colheita de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, p. 363-370, 2011.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. 2ª ed. Boca Raton, FL, 1998.

MELO, E. S.; SANTOS, A. F. **Processamento mínimo de mangas (Mangifera indica L. cv. 'Tommy Atkins') cultivadas sob sistema de produção orgânica e convencional**. VIII Congresso de iniciação científica da Universidade Federal de Campina Grande, 2011.

MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCIA-VELASCO, M. A. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central México. **Postharvest Biology and Technology**, p. 142-150, 1998.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylit acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MORI, Y.; KOMATSU, S.; HATA, Y. Toxicity of electrolyzed strong acid aqueous solution-subacute toxicity test and effect on oral tissue in rats. **Odontology**, v. 84, p. 619-626, 1997.

MONNIN, A.; LEE, J.; PASCALL, M. A. Efficacy of neutral electrolyzed water for sanitization of cutting boards used in the preparation of foods. **Journal of Food Engineering**. v. 110, p. 541-546, 2012.

NAJAFI, M. B. H.; KHODAPARAST, M. H. H. Efficacy of ozone to reduce microbial populations in date fruits. **Food Control**. v. 20, p. 27-30, 2009.

NAKAGAWARA, S.; GOTO, T.; NARA, M.; OZAWA, Y.; HOTTA, K.; ARATA, Y. Spectroscopic characterization and the pH dependence of

bactericidal activity of the aqueous chlorine solution. **Analytical Sciences**. v. 14, p. 691-698, 1998.

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

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

OLAIMAT, A. N.; HOLLEY, R. A. Factors Influencing the Microbial Safety of Fresh Produce: A Review. **Food Microbiology**. v. 32, p. 1-19, 2012.

PACHECO, M. A. S. R.; FONSECA, Y. S. K.; DIAS, H. G. G.; CANDIDO, V. L. P.; GOMES, A. H. S.; ARMELIN, I. M.; BERNARDES, R. Condições higiênico-sanitárias de verduras e legumes comercializados no CEAGESP de Sorocaba-SP. **Higiene Alimentar**, v. 16, n. 101, p. 50-55, 2002.

PAN, Y.; BREIDT, F.; KATHARIOU, S. Resistance of *Listeria monocytogenes* biofilm to sanitizing agents in a simulated food processing environment. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 72, p. 7711-7717, 2006.

PARISH, M. E.; BEUCHAT, L. R.; SUSLOW, T. V.; HARRIS, L. J.; GARRET, E. H.; FARBER, J. N.; BUSTA, F. F. 2003. **Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce**. In: Kroger, M. (Ed.), *Comprehensive Reviews in Food Science and Food*

Safety. FDA, Chicago. Chapter V. Disponível em <<http://www.cfsan.fda.gov/~comm/ift3-toc.html>>. Acesso em 19 fev. 2013.

PEREIRA, A. C. S. **Qualidade, compostos bioativos e atividade antioxidante total de frutas tropicais e cítricas produzidas no ceará**, 2009. 120p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

PINHEIRO, N. M.; FIGUEIREDO, A. T. F.; FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, F. A.; SOUZA, P. H. M. Avaliação da qualidade microbiológica de frutos minimamente processados comercializados em supermercados de Fortaleza. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 27, n. 1, p. 153-156, 2005.

PLATIKANOV, S.; TAULER, R.; RODRIGUES, P.; ANTUNES, M.; PEREIRA, D.; ESTEVES DA SILVA, J. Factorial analysis of the trihalomethane formation in the reaction of colloidal, hydrophobic, and transphilic fractions of DOM with free chlorine. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 17, p. 1389-1400, 2010.

RAHMAN, S. M. E.; DING, T.; OH, D. H. Inactivation effect of newly developed low concentration electrolyzed water and other sanitizers against microorganisms on spinach. **Food Control**, v. 21, p. 1383-1387, 2010.

ROCHA, R. H. C.; MENEZES, J. B.; MORAIS, E. A.; SILVA, G. G.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; ALVEZ, M. Z. Uso do índice de degradação de amido na determinação da maturidade da manga 'Tommy Atkins'. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 302-305, 2001.

SANTOS, J. C.; CARVALHO FILHO, C. D.; BARROS, T. F.; GUIMARÃES, A. G. Atividade antimicrobiana in vitro dos óleos essenciais de orégano, alho, cravo e limão sobre bactérias patogênicas isoladas de

vôngole. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina. v. 32, n. 4, p. 1557-1564, out./dez., 2011.

SANTOS, M. I.; CAVACO, A.; GOUVEIA, J.; NOVAIS, M. R.; NOGUEIRA, P. J.; PEDROSO, L.; FERREIRA, M. A. S. S. Evaluation of minimally processed salads commercialized in Portugal. **Food Control**. v. 23, p. 275-281, 2012.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT User's Guide**. v.8.0. Cary, NC, v. 1, 2000.

SCALLAN, E.; GRIFFIN, P. M.; ANGULO, F. J.; TAUXE, R. V.; HOEKSTRA, R. M. Foodborne illness acquired in the United States unspecified agents. **Emerging Infectious Diseases**, v. 17, p. 16-22, 2011.

SEOW, J.; ÁGOSTON, R.; PHUA, L.; YUK, H. G. Microbiological quality of fresh vegetables and fruits sold in Singapore. **Food Control**. v. 25, p. 39-44, 2012.

SHIGETO, S.; MATSUMOTO, K.; YAGUCHI, H.; OKUDA, T.; MIYAJIMA, S.; NEGI, A.; SHIMAZAKI, J.; TSUBOTA, K. Acidic electrolyzed water in the disinfection of the ocular surface. **Experimental Eye Research**, v. 70, p. 1-6, 2000.

SHIMIZU, Y.; HURUSAWA, T.; Antiviral, antibacterial, and antifungal actions of electrolyzed oxidizing water through electrolysis. **Dental Journal**. v. 37, p. 1055-1062, 1992.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, p. 317, 1997.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; PEREIRA, C. S.; SALOMÃO, L. C. C.; STRUIVING, T. B. Caracterização de frutos de 15 cultivares de mangueira na Zona da Mata Mineira. **Revista Ceres**. Viçosa-MG, v. 56, n. 6, p. 783-789, 2009.

SILVA, E. O.; PINTO, P. M.; JACOMINO, A. P.; SILVA, L. T. **Processamento Mínimo de Produtos Hortícolas**. Fortaleza (CE): Embrapa Agroindústria Tropical (Série Documentos Embrapa, n. 139), 2011.

SILVEIRA, S. M.; CUNHA JÚNIOR, A.; SCHEUERMANN, G. N.; SECCHI, F. L.; VIEIRA, C. R. W. Chemical composition and antimicrobial activity of essential oils from selected herbs cultivated in the South of Brazil against food spoilage and foodborne pathogens. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 42, n. 7, p. 1300-1306, jul. 2012.

SOUZA, B. S.; DURIGAN, J. F.; DONADON, J. R.; SOUZA, P. S. Mangas minimamente processadas amadurecidas naturalmente ou com etileno e armazenadas em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 28, n. 2, p. 271-275, 2006.

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

SUSLOW, T. **Postharvest chlorination: basic properties and key points for effective distribution**. University of California, 1997.

TOURNAS, V. H.; KATSODAS, E. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruits. **International Journal of Food Microbiology**, 105 (1), p. 11-17, 2005.

TRAJANO, V. N.; LIMA, E. O.; SOUZA, E. L.; TRAVASSOS, A. E. R.. Propriedade antibacteriana de óleos essenciais de especiarias sobre bactérias contaminantes de alimentos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v. 29, p. 542-545, jul-set., 2009.

VILAS BOAS, B. M.; NUNES, E. E.; FIORINI, F. V. A.; LIMA, L. C. O.; VILAS BOAS, E. V. 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.

VOROBJEVA, N. V.; VOROBJEVA, L. I.; KHODJAEV, E. Y. The bactericidal effects of electrolyzed oxidizing water on bacterial strains involved in hospital infections. **Artificial Organs**, v. 28, p. 590-592, 2003.

WARRINER, K., HUBER, A., NAMVAR, A., FAN, W., DUNFIELD, K. Recent advances in the microbial safety of fresh fruits and vegetables. **Advances in Food and Nutrition Research**, v. 57, p. 155-208, 2009.

WILEY, R. C. Introduction to minimally processed refrigerated fruits and vegetables. In: WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits & vegetables**, New York: Chapman & Hall, p. 1-14, 1994.

WINGERT, C. **Avaliação das condições higiênico sanitárias dos serviços de alimentação de um shopping center do município de Porto Alegre**, 2012. 53p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

YAUN, B. R.; SUMMER, S. S.; EIFERT, J. D.; MARCY, J. E. Inhibition of pathogens on fresh produce by ultraviolet energy. **International Journal of Food Microbiology**, v. 90, n. 1, p. 1-8. 2004.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation off carbohydrate in plant extracts by antrone. **Biochemical Journal**, Cambridge, v. 57, n. 2, p. 504-514, 1954.

YUAMOTO, M. Y. **Processamento mínimo de laranja ‘Pera: tipo de corte, sanitização, centrifugação e atmosfera modificada**, 2009. 63p. Dissertação (Mestre em Ciências). Universidade de São Paulo, São Paulo-SP, 2009.

ZACHARIA, A. I.; KAMITANI, Y.; MIWA, N.; MUHIMBULA, H.; IWASAKI, K. Application of slightly acidic electrolyzed water as a potential non-thermal food sanitizer for decontamination of fresh ready-to-eat vegetables and sprouts. **Food Control**. v. 22, p. 601-607, 2011.

ANEXO

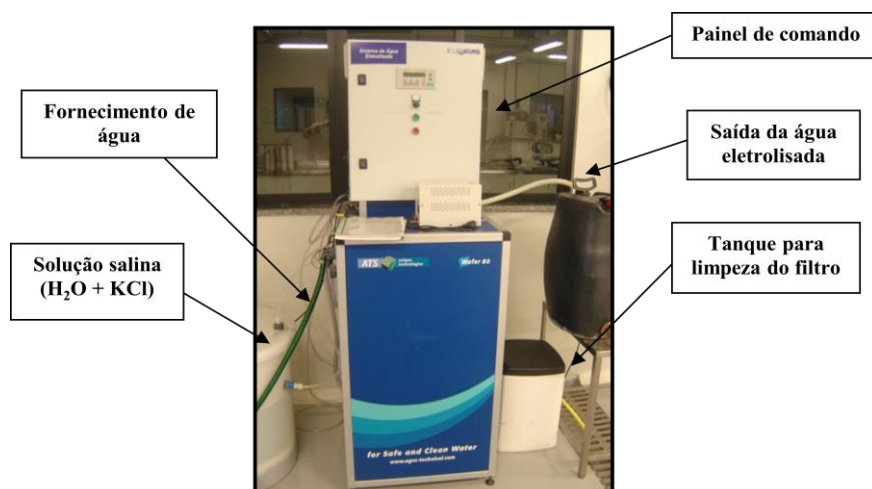


Figura 21. Equipamento utilizado para produção de água eletrolisada - H_2O_2 (ECA WATER, Modelo Wafer 80, Agro Technical Supplies – ATS). EMBRAPA, Fortaleza - CE, 2012.

Tabela 3. pH das soluções de imersão das mangas ‘Tommy Atkins’ *in natura*. Fortaleza-CE, 2012.

^a Controle (água);	
^b Água eletrolisada (75 mg L ⁻¹);	
^c Água eletrolisada (150 mg L ⁻¹);	5
^d Água eletrolisada (225 mg L ⁻¹);	5
^e Água eletrolisada (300 mg L ⁻¹);	5
^f Adheclor (200 mg L ⁻¹).	1
H_2O_2 225 ^d	8,43 ± 0.005
H_2O_2 300 ^e	8,49 ± 0.017
ADH200 ^f	10,48 ± 0.060

¹ Média das leituras em triplicata ± desvio padrão.

Tabela 4. Teste de média das variáveis perda de massa, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e vitamina C da manga minimamente processada nos dias 0, 6 e 12 em função da sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®]. Fortaleza, 2012.

TEMP	PERDA MASSA (%)	FIRMEZA (N)	SS (°Brix)	AT	SS/AT	VIT C
0 dia	0,00c	3,85a	16,79a	1,45a	11,88b	27,85a
6 dias	0,06b	2,71b	15,99ab	1,63a	9,89b	27,74a
12 dias	0,10a	2,43b	15,03b	0,65b	23,98a	20,00b

Tabela 5. Teste de média das variáveis L*, a*, b*, açúcares redutores, açúcares totais, carotenóides totais e polifenóis extraíveis totais da manga minimamente processada nos dias 0, 6 e 12 em função da sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®]. Fortaleza, 2012.

TEMP	L*	a*	b*	RED	TOT	CAROT	PET
0 dia	68,71a	4,37a	69,79a	4,93ab	11,15a	1,48a	14,35a
6 dias	62,36ab	2,95b	62,58a	5,55a	12,73a	1,44ab	13,19ab
12 dias	51,35b	3,09ab	30,09b	4,74b	13,55a	1,42b	12,18b

RED = Açúcares Redutores; TOT = Açúcares Totais; CAROT = Carotenóides Totais; PET = Polifenóis Extraíveis Totais.

Tabela 6. Análise de regressão da aceitação global, aceitação da aparência e gosto estranho da manga minimamente processada nos dias 0, 4, 8 e 12 em função da sanitização com água eletrolisada. Fortaleza, 2012.

Testes sensoriais	Valor de p			Equação do Modelo	p	
	Linear	Quadrática	Modelo		Falta de ajuste	R ²
Aceitação global	0,9191	0,4859	0,7799	-	-	-
Aceitação da aparência	0,0315	0,9987	0,0983	$-0.040x + 7.878$	0.084	0.6471
Gosto estranho	0,8041	0,1461	0,3363	-	-	-

Tabela 7. Análise de regressão da aceitação global, aceitação da aparência e gosto estranho da manga minimamente processada nos dias 0, 4, 8 e 12 em função da sanitização com Adheclor[®]. Fortaleza, 2012.

Testes sensoriais	Valor de p			Equação do Modelo	p	
	Linear	Quadrática	Modelo		Falta de ajuste	R ²
Aceitação global	0,1586	0,8841	0,3653	-	-	-
Aceitação da aparência	0,11	<0,0001	0,0001	$-0.0248 x^2 + 0.2943x + 7.092$	0.995	0.999
Gosto estranho	0,5267	0,3871	0,5627	-	-	-

 A	 B	 C												
APARÊNCIA - Manga Minimamente Processada Nome: _____ Data: __/__/__ Prov. __ Por favor, avalie as amostras na sequência solicitada, utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou da APARÊNCIA. Escreva a posição na escala que melhor reflete seu julgamento: Aceitação da Aparência (9) Gostei muitíssimo (8) Gostei muito (7) Gostei (6) Gostei pouco (5) Nem gostei/Nem desgostei (4) Desgostei pouco (3) Desgostei (2) Desgostei muito (1) Desgostei muitíssimo <table border="1" style="width: 35%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px 5px;">Amostra</th> <th style="padding: 2px 5px;">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td style="height: 15px;"> </td></tr> </tbody> </table> Comentário: _____	Amostra	Valor					ACEITAÇÃO GLOBAL - Manga Minimamente Processada Prove a amostra e avalie de MANEIRA GLOBAL, marcando o quanto você gostou ou desgostou, utilizando a escala abaixo: Aceitação Global (9) Gostei muitíssimo (8) Gostei muito (7) Gostei (6) Gostei pouco (5) Nem gostei/Nem desgostei (4) Desgostei pouco (3) Desgostei (2) Desgostei muito (1) Desgostei muitíssimo <table border="1" style="width: 35%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="padding: 2px 5px;">Amostra</th> <th style="padding: 2px 5px;">Valor</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td style="height: 15px;"> </td></tr> <tr><td style="height: 15px;"> </td><td style="height: 15px;"> </td></tr> </tbody> </table> Comentário: _____	Amostra	Valor					INTENSIDADE DE SABOR ESTRANHO - Manga Minimamente Processada Nessa 2ª amostra, você sente algum sabor estranho? NÃO ☐ SIM ☐ Em caso de SIM, diga qual? _____ Indique a intensidade do sabor estranho, marcando na escala de 0 a 10. 0 = ausência e 10 = muito forte. 012345678910
Amostra	Valor													
Amostra	Valor													

Figura 22. Ficha para avaliação da aceitação da aparência (A), aceitação global (B) e intensidade de gosto estranho (C) nas mangas minimamente processadas submetidas à prévia sanitização com água eletrolisada e Adheclor[®], avaliadas durante 0, 4, 8 e 12 dias. FORTALEZA, 2012.