

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
MESTRADO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C E EMBALAGENS NA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE CAJÁ-MANGA

Luís Henrique Costa Vasconcelos

ANÁPOLIS – GO  
FEVEREIRO 2015

**RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C E EMBALAGENS NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DE CAJÁ-MANGA**

LUÍS HENRIQUE COSTA VASCONCELOS

ORIENTADOR: PROFº Dr. ANDRÉ JOSÉ DE CAMPOS

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas de Anápolis como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola – Engenharia de sistemas agroindustriais, para obtenção do título de MESTRE.

ANÁPOLIS – GO  
FEVEREIRO 2015

Vasconcelos, Luís Henrique Costa.  
Radiação ultravioleta C e embalagens na conservação pós-  
colheita de cajá-manga  
/ Luís Henrique Costa Vasconcelos. - 2015.  
90 f. il.

Orientadora: Prof. Dr. André José de Campos.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de  
Goiás. Unidade Universitária de  
Ciências Exatas e Tecnológicas. Programa de Pós-  
Graduação em Engenharia Agrícola, 2015.  
Bibliografia.

1. *Spondias dulcis* Forst. 2. Radiação não ionizante. 3.  
Atmosfera modificada passiva. 4. Pós-colheita. 5. Protótipo.  
I. Título.

**RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C E EMBALAGENS NA CONSERVAÇÃO  
PÓS-COLHEITA DE CAJÁ-MANGA**

Por

Luis Henrique Costa Vasconcelos

Dissertação apresentada como parte das exigências para obtenção do título de  
MESTRE EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovado em 24/02/2015



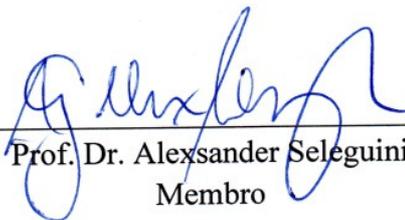
---

Prof. Dr. André José de Campos  
Orientador  
UEG/UnUCET



---

Prof. Dra. Claudia Cristina Garcia Martin Didonet  
Membro  
UEG/UnUCET



---

Prof. Dr. Alexsander Seleguini  
Membro  
UFG/EA

**DEDICATÓRIA:**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus e aos meus pais e a minha esposa pelos exemplos dados e todo apoio ao longo desta jornada.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus pois tudo é por Ele, para Ele e dEle, e que sem o seu misericordioso amor, nada disso seria suficiente e possível.

Aos meus pais pelo empenho e carinho em todos os momentos e decisões da minha vida.

A minha querida e amada esposa Rebeca Freitas Vasconcelos pela paciência, carinho e compreensão.

As minhas avós, Lourdes de Melo Costa (*in memoriam*) e Glaciema Pereira Vasconcelos, pelos conselhos, exemplos e orações.

A toda minha família que esteve ao meu lado, solidarizando e cooperando pra isto.

Ao Prof.º Dr. André José de Campos que, realmente como um pai, foi paciente, bondoso e sempre esteve pronto e disposto a ajudar, com muito entusiasmo e empenho. Além dos inúmeros momentos, orientações e ensinamentos prestados ao longo destes dois anos, que levarei por toda vida.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação Stricto Sensu em Engenharia Agrícola que contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos professores Robson Maia Geraldine, Osvaldo Gomes Pinto e Claudia Cristina Garcia Martin Didonet por dispor laboratórios, equipamentos e ensinamentos que complementaram este estudo.

Aos técnicos administrativos e de laboratório da UEG, em especial a Eliete, Edileia e seu Valdeir, por inúmeras ajudas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior – CAPES pela bolsa concedida.

Aos amigos do programa: Gustavo Henrique Mendes Brito, Sanchez de Castro Lacerda, Alba Valeria, Danilo Corrêa Silva, Zeuxis Rosa Evangelista, Milenne Aparecida, Kari Katiele, Sarah Cristine Martins Neri, Mariana Barbosa da Silva, Raniele Tadeu Guimarães de Souza e Athina Bárbara Medeiros e Souza pela cumplicidade e companheirismo.

E a todos que contribuíram para realização desse trabalho, seja por ações ou orações.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>XII</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XIII</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>3</b>
2.1. CARACTERIZAÇÃO DO CAJÁ-MANGA.....	3
2.2. RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C.....	6
2.3. ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA (AMP).....	10
2.4. VARIÁVEIS E ANÁLISES BIOATIVAS .....	15
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>20</b>
3.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS .....	20
3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	20
<b>3.2.1. Experimento 1.....</b>	<b>21</b>
<b>3.2.2. Experimento 2.....</b>	<b>22</b>
3.6. AVALIAÇÕES .....	24
3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
4.1. PRIMEIRO EXPERIMENTO.....	29
4.2. SEGUNDO EXPERIMENTO.....	46
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>65</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>66</b>
<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>87</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> - VALORES MÉDIOS DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	50
<b>TABELA 2</b> - VALORES MÉDIOS DE FIRMEZA (CN) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	51
<b>TABELA 3</b> - VALORES MÉDIOS DO POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	53
<b>TABELA 4</b> - VALORES MÉDIOS DE ACIDEZ TITULÁVEL (% ÁCIDO CÍTRICO) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	55
<b>TABELA 5</b> - VALORES MÉDIOS DE ÍNDICE DE MATURAÇÃO (SS/AT) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	56
<b>TABELA 6</b> - VALORES MÉDIOS DO PARÂMETRO DE LUMINOSIDADE L DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	58
<b>TABELA 7</b> - VALORES MÉDIOS DE CROMA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	60
<b>TABELA 8</b> - VALORES MÉDIOS DE CLOROFILA TOTAL (MG G <sup>-1</sup> ) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	62
<b>TABELA 9</b> - VALORES MÉDIOS DE CAROTENOIDES (MG G <sup>-1</sup> ) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	63
<b>TABELA 10</b> - VALORES MÉDIOS DE COR A* DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	83

<b>TABELA 11</b> - VALORES MÉDIOS DE COR A* DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	83
<b>TABELA 12</b> - VALORES MÉDIOS DE COR B* DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	84
<b>TABELA 13</b> - VALORES MÉDIOS DE COR B* DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	84
<b>TABELA 14</b> - VALORES MÉDIOS DE CLOROFILA A DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	85
<b>TABELA 15</b> - VALORES MÉDIOS DE CLOROFILA A DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	85
<b>TABELA 16</b> - VALORES MÉDIOS DE CLOROFILA B DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	86
<b>TABELA 17</b> - VALORES MÉDIOS DE CLOROFILA B DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	86
<b>TABELA 18</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE AROMA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	88
<b>TABELA 19</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE AROMA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	88
<b>TABELA 20</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE TEXTURA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	89
<b>TABELA 21</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE TEXTURA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	89
<b>TABELA 22</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE SABOR DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	89
<b>TABELA 23</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE SABOR DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	90

<b>TABELA 24</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE PREFERÊNCIA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	90
--	----

<b>TABELA 25</b> - VALORES MÉDIOS DE NOTAS DE PREFERÊNCIA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	90
---	----

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b> - FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST). FONTE: PRÓPRIO AUTOR.....	3
<b>FIGURA 2</b> - REPRESENTAÇÃO L, A, B COLOR SOLID DO SISTEMA CIELAB UNIVERSAL SOFTWARE E DESCRIÇÃO DO ÂNGULO <i>HUE</i> (°H*) E DO ÍNDICE DE SATURAÇÃO CROMA (C*). FONTE: MINOLTA CORP, 1994. ....	17
<b>FIGURA 3</b> - PROTÓTIPO DO APARELHO DE RADIAÇÃO UVC. FONTE: PRÓPRIO AUTOR.....	21
<b>FIGURA 4</b> - FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ARMAZENADOS EM EMBALAGEM DE PVC+EPS DO 1º EXPERIMENTO, ORDENADOS EM TEMPOS DE 1, 2, 3, 4 MINUTOS E CONTROLE, RESPECTIVAMENTE. FONTE: PRÓPRIO AUTOR.....	22
<b>FIGURA 5</b> - ILUSTRAÇÃO DAS DIFERENTES EMBALAGENS UTILIZADAS NO EXPERIMENTO. DA ESQUERDA PARA DIREITA: CONTROLE, POLIETILENO TEREFTALATO, POLICLORETO DE VINILA E BANDEJAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO, POLIETILENO DE BAIXA DENSIDADE E POLIPROPILENO, RESPECTIVAMENTE. ....	23
<b>FIGURA 6</b> - FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ARMAZENADOS EM DIFERENTES EMBALAGENS E ARMAZENADOS EM B.O.D. DO 2º EXPERIMENTO. FONTE: PRÓPRIO AUTOR. ....	23
<b>FIGURA 7</b> - TEXTURÔMETRO CT3 (BROOKFIELD), UTILIZADO PARA DETERMINAÇÃO DE FIRMEZA. FONTE: PRÓPRIO AUTOR.....	25
<b>FIGURA 8</b> - REFRAÔMETRO ABBE REFRACTOMETER QUIMIS, UTILIZADO PARA DETERMINAÇÃO DO TEOR DE ° BRUX. FONTE: PRÓPRIO AUTOR. ....	25
<b>FIGURA 9</b> - COLORÍMETRO COLORQUEST XE, USADO PARA INDICAR OS ÍNDICES DE COR. FONTE: PRÓPRIO AUTOR.....	26
<b>FIGURA 10</b> - A) MINIENSTRÍFUGA, MINISPIN® PLUS EPPENDORFAG HAMBURG B) ESPECTROFOTÔMETRO UV-VISÍVEL BIOSPECTRO. FONTE: PRÓPRIO AUTOR. ....	28
<b>FIGURA 11</b> - PERDA DE MASSA FRESCA EM FRUTOS (%) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	29
<b>FIGURA 12</b> - SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRUX) EM FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	31
<b>FIGURA 13</b> - FIRMEZA (cN) EM FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE IRRADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	32
<b>FIGURA 14</b> - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (pH) DE CAJÁ ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	34

<b>FIGURA 15</b> - ACIDEZ TITULÁVEL (% ÁCIDO CÍTRICO) EM FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	36
<b>FIGURA 16</b> - ÍNDICE DE MATURAÇÃO (SS/AT) EM FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	37
<b>FIGURA 17</b> - PARÂMETRO DE LUMINOSIDADE L DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	39
<b>FIGURA 18</b> - °HUE (ÂNGULO DE COR) EM FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	41
<b>FIGURA 19</b> - CROMA DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	42
<b>FIGURA 20</b> - CLOROFILA TOTAL (MG G <sup>-1</sup> ) EM FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	43
<b>FIGURA 21</b> - CAROTENOIDES (MG G <sup>-1</sup> ) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE TEMPOS DE RADIAÇÃO UVC E DIAS DE ARMAZENAMENTO. ....	45
<b>FIGURA 22</b> - PERDA DE MASSA FRESCA EM FRUTOS (%) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	47
<b>FIGURA 23</b> - PERDA DE MASSA FRESCA EM FRUTOS (%) DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	47
<b>FIGURA 24</b> - °HUE (ÂNGULO DE COR) EM FRUTOS DE CAJÁ-MANGA ( <i>SPONDIAS DULCIS</i> FORST), EM FUNÇÃO DE DIFERENTES EMBALAGENS E DIAS DE ARMAZENAMENTO, ASSOCIADOS A 2 MINUTOS DE RADIAÇÃO UVC. ....	59
<b>FIGURA 25</b> - MODELO DE FICHA PARA AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS DE AROMA, TEXTURA, SABOR E ACEITABILIDADE DO FRUTO CAJÁ-MANGA, ONDE CADA BANDEJA CORRESPONDE A UM TRATAMENTO. FONTE: PRÓPRIO AUTOR. ....	87

## RESUMO

O cajá-manga é considerado um fruto com sabor exótico com qualidades nutricionais, que ganha destaque no mercado regional. No entanto, como acontece nos frutos, o cajá-manga necessita de técnicas que visem manter suas qualidades sensoriais e de pós-colheita. Portanto, objetivou-se neste trabalho avaliar as características pós-colheita do cajá-manga submetidos a diferentes embalagens e tempos de radiação ultravioleta C (UVC), verificando as variáveis de qualidade: físicas, físico-químicas e bioativas. As amostras dos frutos foram extraídas da Fazenda e Vinícola Jabuticabal e as análises foram realizadas na Unidade Universitária Ciências Exatas e Tecnológicas da UEG. O trabalho foi dividido em dois experimentos em Delineamento Inteiramente Casualizado e as repetições em triplicata. No primeiro experimento foi utilizado esquema fatorial 5x8, sendo tempos de radiação UVC (0, 1, 2, 3 e 4 minutos) e dias de análise (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias), respectivamente, e no segundo experimento foi esquema fatorial 5x8, sendo diferentes embalagens com 2 minutos de radiação UVC (PP, PEBD, PVC+EPS, PET e sem embalagem) e dias de análise (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias), respectivamente. Primeiramente, confeccionou-se um protótipo de irradiação ultravioleta (254 nm) para os experimentos. Nos dois experimentos foram avaliados: perda de massa, firmeza, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação, coloração (a, b, L, °Hue e croma), carotenoides totais, clorofila a, b e total, aroma, textura, sabor e aceitabilidade. Os dados originados das análises dos frutos do experimento 1 foram submetidos a análise de regressão e os do experimento 2 em análise de variância ( $P < 0,05$ ), e quando significativos foi feito o teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade. Com bases nos resultados, conclui-se que o tempo de 2 minutos possibilitou a manutenção das características desejáveis de pós-colheita, permitindo ao fruto conservar, por maior período, a qualidade física, físico-química e bioativa com maior estabilidade, além de apresentar maior tempo de vida útil, sendo utilizado para o experimento 2. Com o mesmo desempenho, a embalagem de PEBD, obteve interação benéfica da embalagem com a atmosfera modificada passiva, na manutenção da qualidade pós-colheita adequada, mostrando-se potencial para o acondicionamento de frutos de cajá-manga. Evidenciou-se também que o tempo de 3 minutos e a embalagem de PVC+EPS, destacaram-se na manutenção da qualidade do fruto de cajá-manga, porém com pequenas restrições em algumas variáveis analisadas.

Palavras-chave: *Spondias dulcis* Forst, radiação não ionizante, atmosfera modificada passiva, pós-colheita, protótipo.

## ABSTRACT

The caja-manga is considered a fruit with exotic taste with nutritional qualities, which is highlighted in the regional market. However, as in fruits, caja-manga needs techniques for preserving their sensory and post-harvest qualities. Therefore, the aim of this study was to evaluate the caja-manga postharvest characteristics under different packaging and ultraviolet irradiation times C (UVC), checking the quality variables: physical, physico-chemical and bioactive. The samples were extracted from the fruits Farm and Winery Jabuticabal and analyzes were performed at the University Unit Exact Sciences and Technology of UEG. The work was divided in two experiments in completely randomized design and repetitions in triplicate. In the first experiment 5x8 factorial design was used, with UVC irradiation times (0, 1, 2, 3 and 4 minutes) and test days (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 and 21 days), respectively and in the second experiment was a factorial 5x8, with different packaging with 2 minutes UVC radiation (PP, LDPE, PVC + EPS, PET and unpackaged) and days of analysis (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 to 21 days), respectively. First, fashioned into a prototype ultraviolet irradiation (254 nm) for experiments. In both experiments were evaluated: weight loss, firmness, hydrogen potential (pH), soluble solids, titratable acidity, maturation index, color (a, b, L, °Hue and chroma), carotenoids, chlorophyll a, b and total, aroma, texture, flavor and acceptability. The data derived from the analysis of the fruits of experiment 1 were subjected to regression analysis and the experiment 2 in analysis of variance ( $P < 0.05$ ), and when significant was done mean comparison Tukey test at 5% probability . On the basis of the results, it is concluded that the time allowed for 2 minutes maintaining the desirable characteristics of post-harvest, allowing the fruit preserve, for a longer period, the physical, physico-chemical and bioactive greater stability, as well as presenting longer life time, being used for the experiment 2. With the same performance, packaging LDPE, obtained beneficial interaction of the packaging with modified atmosphere, in maintaining proper postharvest quality, potential showing up for packaging fruit caja-manga. It also showed that the time of 3 minutes and the PVC + EPS packaging, stood out in maintaining fruit quality caja-manga, but with minor restrictions in some variables.

Keywords: *Spondias dulcis* Forst, non-ionizing radiation, passive modified atmosphere, post-harvest, prototype.

## 1. INTRODUÇÃO

A fruticultura é um ramo econômico que vem crescendo em todo o Brasil e fornece produtos tanto para a exportação quanto para o consumo interno. Neste panorama, encontra-se o fruto da cajazeira (*Spondias dulcis* Forst), de árvore frutífera pertencente à família *Anacardiaceae*, produzida, comercializada e difundida principalmente, nas regiões Norte e Nordeste, onde há crescente demanda, e também em biomas como a Mata Atlântica, sendo seus frutos conhecidos popularmente como cajá, cajá-manga, cajá-mirim, cajazinho ou taperebá (BOSCO et al. 2003; SOUZA et al., 2000; SACRAMENTO e BARRETO, 2012).

A produção brasileira de frutas é uma das maiores no mundo, incluindo a fruticultura tropical, porém pouco explorada, sendo maior seu consumo nos países desenvolvidos, devido aos seus benefícios potenciais à saúde (OLIVEIRA et al., 2012; GONDIM et al., 2013). O país aparece em terceiro lugar, como produtor mundial de frutas com uma produção de 42,6 milhões de toneladas (BRAZILIAN FRUIT, 2013). Com cada planta de cajazeira, apresentando rendimento médio de 100 kg planta<sup>-1</sup> (10 t ha<sup>-1</sup>) (BOSCO et al., 2003), onde o gênero *Spondias* obteve 20 mil toneladas de frutos ano<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2015).

O cajá-manga, apresenta-se com alto rendimento de polpa (40 a 60%), tem alta aceitabilidade no mercado por seu sabor e aroma exótico, com elevado valor comercial (PINTO, 2002) como matéria-prima para sucos, sorvetes, picolés, licores e geleias (SOUZA et al., 2006; CAVALCANTE et al., 2009), e também principalmente, no consumo de frutos *in natura*, com valores de acidez e pH que favorecem a conservação, e contribui social e economicamente, principalmente no Norte e Nordeste (SOARES, et al., 2006; MARTINS e MELO, 2015). No entanto, a maior parte é destinada a agroindústria (SACRAMENTO e SOUZA, 2000; AZEVEDO et al., 2004).

No entanto, observa-se inúmeras perdas pós-colheita para algumas culturas, o que evidentemente, gera prejuízos. Desta forma, há a necessidade de estudos e desenvolvimento de novas técnicas e processos que permitam reduzir perdas, e que favoreçam o agronegócio, trazendo incremento na renda dos produtores. Uma das alternativas para que isto ocorra é o uso de técnicas pós-colheita a partir de frutas nativas ou daquelas que facilmente se propaguem no solo brasileiro, e que possibilite maior vida pós-colheita (DIAS et al., 2003; EVANGELISTA et al., 2008; OLIVEIRA et al., 2011; SANTOS et al. 2011; DAIUTO et al., 2012; MANOLOPOULOU et al., 2012).

Muitos são os tratamentos em testes usados na pós-colheita de frutos. Ainda que muitos deles conservem a qualidade e sejam eficientes no retardo e senescência do produto, alguns aumentam a vida de maneira economicamente inexpressiva, afetam as características organolépticas, ou deixam resíduos químicos (BASSETO, 2002; PONZO, 2009; ABREU, 2010).

Neste aspecto, a radiação ultravioleta 'C' (UVC), é considerada como um atuador antimicrobiano, desinfetando água, superfícies e inativando microrganismos, possibilitando aumento da vida do fruto, controlando as reações de oxidação enzimática e o desenvolvimento microbiológico, com manutenção das características sensoriais e nutricionais do produto (SILVA, 2012).

É atribuída a estas ações, resultados fotobioquímicos induzidos nas células (PIGATTO, 2008). Utilizando-se a radiação UVC adequada, permite reduzir patógenos no tecido vegetal, minimizando as doenças pós-colheita e, conseqüentemente, aumentando o período de vida útil (STEVENS et al., 2005).

Outro processo muito utilizado e tem-se tornado de grande influência é o uso de embalagens com atmosfera modificada passiva, que interferem nos processos bioquímicos e fisiológicos do fruto, e também permitem retardar a senescência e diminuir a proliferação de agentes microbianos (ARRUDA et al., 2011). Nesse processo há diminuição no nível de O<sub>2</sub> e aumento no CO<sub>2</sub>, que possui efeito inibidor do crescimento bacteriano, retardando e prevenindo a senescência, bem como alterações fisiológicas e bioquímicas, além de deixar mais atrativo ao consumidor (MANTILLA et al., 2010; MENDANHA, 2014).

Outro ponto de excepcional importância na qualidade e pós-colheita de frutos é associação da refrigeração com outras técnicas pós-colheita, pois a refrigeração atua na prolongação da vida pós-colheita de frutos, anulando o desenvolvimento de podridões, inibindo o desenvolvimento de muitos microrganismos, proporcionando o controle de diversos mecanismos de deterioração e diminuindo o desenvolvimento microbiano e a atividade enzimática (BENATO et al., 2001; KADER, 2002; FELLOWS, 2009; SANDHYA, 2010).

Neste contexto, o objetivo desta presente pesquisa foi avaliar as características de pós-colheita do cajá-manga submetidos a diferentes embalagens e tempos de radiação ultravioleta C (UVC), verificando a manutenção das variáveis de qualidade: físicas, físico-químicas e bioativas, apontando os tratamentos que prolonguem, por maior período, a vida e a qualidade pós-colheita do produto e que mantenham as características organolépticas.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. CARACTERIZAÇÃO DO CAJÁ-MANGA

A cajazeira, árvore do cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), é pertencente à família *Anacardiaceae*, que faz parte dos gêneros *Spondias*, é caracterizada por ser frutífera perene, de folhas caducas, lenhosa, tronco revestido por casca rugosa e grossa, que ramifica e esgalha na parte terminal, atribuindo porte alto à planta. A copa é imponente, ampla e vistosa em fase de frutificação e floração (LORENZI, 1992; MITCHELL e DALY, 1998; SOUZA,1998; SOUZA e BLEICHER, 2002; LORENZI et al., 2003).

Nativa das regiões tropicais da Ásia, África e América, também encontrada no Brasil nas regiões Nordeste e Norte, onde seus frutos são popularmente conhecidos como cajá-manga, cajá-mirim, cajá-manga verdadeiro ou taperebá (Figura 1). São usados para fazer sucos, polpas, sorvetes, picolés, geleias e néctares de excelente qualidade comercial e valor nutritivo (SACRAMENTO e BARRETO, 2012).

Presente no agronegócio Nordestino e do Norte, o cajá-manga tem crescente participação, principalmente na comercialização dos frutos *in natura* e processamento da polpa, com alta aceitação no mercado por apresentar excelente qualidade e sabor exótico, agregando valor comercial para o preparo de polpas (SOARES et al., 2006).

O cajá-manga recebe classificação como fruto de drupa, sabor agridoce, com peso variando de 48 a 110g, rendimento de polpa de 56,0 a 73,0%, acidez titulável 0,9 a 1,6 g 100 g<sup>-1</sup>, sólidos solúveis 10 a 15 °Brix (SACRAMENTO et al., 2010); medindo de 7 a 11 cm de comprimento, sendo achatados na base de forma ovoide, e cor variando de amarelo ao alaranjado (SILVA e SILVA, 1995; BOSCO et al., 2003). Segundo Ferreira (2012), os frutos do cajá-manga são ricos em carotenóides, açúcares, pró – vitamina A e vitamina C.



**FIGURA 1** - Frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst). Fonte: Próprio autor.

Segundo Martins e Melo (2013), contém em 100 gramas de polpa cajá-manga, em média: 64mg de vitamina A, 50mg de vitamina B, 35,90mg de vitamina C; 0,26mg de Niacina, 11,60g de glicídios, 0,80g de proteína, 0,20g de lipídios, 56mg de cálcio, 67mg de fósforo; 0,30mg de ferro e 45 Kcal.

De acordo com Canuto et al. (2010), a caracterização de parâmetros para controle de qualidade, como pH, acidez titulável, sólidos solúveis e cor, bem como de compostos com interesse funcional para polpas das espécies frutíferas amazônicas, permite valorizar esses produtos como alimento funcional e oferece opção de atividade sustentável para a população dessas regiões.

O Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento (MAPA, 1999), estabelece padrões mínimos para os sólidos solúveis, pH e acidez titulável pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ), através da Instrução Normativa nº. 122, de 13 de setembro de 1999, para a polpa de cajá-manga, cujo valor mínimo é de 9° Brix para sólidos solúveis, de 2,2 para pH e 0,9 g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  para acidez titulável.

Rodrigues et al. (2012), relatam aumento dos teores de açúcares solúveis totais e açúcares redutores com redução nos teores de amido, levando a crer que o aumento nos sólidos solúveis deve ocorrer devido à conversão dos açúcares. E obtiveram em frutos cultivados no Ceará, valores de sólidos solúveis em média de 10° Brix para o verde; 11°Brix para frutos com casca de 25% a 50% amarela; 12,5° Brix para frutos com 75% da casca amarela e 13,2°Brix para frutos 100% amarelos.

Frutos de cajá-manga tem teores médios de sólidos solúveis de 12,8° Brix, segundo estudos de Rufino et al. (2009), avaliando a qualidade de frutos tropicais não tradicionais do Brasil. Mata et al. (2005), em seu trabalho com cajá-manga sob baixas temperaturas realizou a caracterização química do cajá-manga, encontrando valores médios de 9,10 °Brix e acidez titulável de 1,23%. Kohatsu et al. (2011), trabalhando com cajá-manga sob diferentes temperaturas durante 12 dias de armazenamento, obteve em 4, 8 e 25°C; 12,88, 12,78 e 12,54°Brix, respectivamente.

Silva et al. (2009), ao concluírem seu trabalho de caracterização de cajá-manga, afirmam que, com o amadurecimento dos frutos, verificou-se redução na acidez titulável e aumento nos sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e na relação SS/AT, dos estádios de maturação verde ao maduro.

Segundo Godim et al. (2013), trabalhando com cajá-mangas de 8 localidades diferentes, encontrou em média pH de 3,40, onde não houve diferença, e afirma que frutos com menor valor de pH, beneficia a conservação por dificultar o desenvolvimento de

microrganismos, no entanto, para consumo *in natura*, valores maiores de pH têm maior preferência do consumidor.

Em cajazeiras, Coelho et al. (2010), verificaram que os teores médios de sólidos solúveis são 11,83 e 9,58 °Brix, para os clones 'Capuan' e 'Lagoa Redonda', respectivamente.

Sales e Wauhon (2013), em estudos sobre influência do processamento no teor de compostos bioativos em frutos de cajá-manga, caracterizando o fruto *in natura* despulpado, encontraram valores médios de 3,0 para o pH.

Silva et al. (2009), caracterizando frutos de cajazeira em diferentes estádios de maturação, observaram que frutos de cajá-manga verde, de vez e madura apresentam pH de 3,25, 3,39 e 3,47, respectivamente. O mesmo encontrou relação média de SS/AT de 7,62 para frutos *in natura* verdes e 12,77 e 15,14 para frutos "de vez" e maduro também *in natura* respectivamente. Em relação a coloração, Sampaio (2002), trabalhando com cajá-manga, infere que a mudança do verde ao amarelo-alaranjado é considerado um indicativo importante quanto a maturação fisiológica. Segundo Moura et al. (2003), frutos de cajá-manga apresentaram valores médios de cor L, variando entre 38 a 60. Enquanto a\* variou de -10 a 24, e b\* de 17 a 40. Enquanto que o croma de cajá-manga caracterizado por Canuto et al. (2010), teve valor médio igual a 32,7.

Tratando-se da fração bioquímica do cajá-manga, os teores de compostos bioativos, ácido ascórbico, fenólicos totais, flavonóides e carotenóides totais, foram determinados em polpas obtidas a partir de 18 frutos tropicais brasileiros, onde descreve o cajá-manga com elevada atividade anti-radical livre. E a atividade antioxidante mostrou-se com alta correlação com compostos fenólicos totais e flavonóides; porém, a correlação encontrada foi muito pequena para ácido ascórbico e carotenóides totais (BARRETO et al., 2009).

Segundo Hamano e Mercadante (2001) e Kimura (1989), foram detectados e identificados sete carotenoides no cajá-manga:  $\alpha$ -caroteno,  $\beta$ -caroteno,  $\gamma$ -caroteno, zeinoxantina, criptoxantina, criptoflavina e luteína. Com a  $\beta$ -criptoxantina contribuindo de forma marcante para o valor de vitamina A, perfazendo 74% do total na polpa e na casca. De acordo com Mattiello (2005), são encontrados no cajá-manga, expressivo teor de carotenóides, que conferem ao fruto intensa cor amarela, quando maduro, além de um significativo apelo funcional.

Mendes et al. (2008), verificaram que o cajá-manga apresentou valores entre 50,1 a 65,0 mg 100g<sup>-1</sup> de carotenoides, com média total de 57,2 mg 100g<sup>-1</sup>. E ainda afirmam que o cajá-manga, além das propriedades nutricionais, apresenta propriedades funcionais bastante

desejáveis, principalmente pelos expressivos teores de carotenoides encontrados. Moura et al. (2011), inferem que isto torna o cajá-manga promissora fonte de compostos antioxidantes, cujo consumo deveria ser estimulado.

## 2.2. RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C

Segundo Durigan (2013), o uso de tecnologia na pós-colheita trata-se da utilização de conhecimentos nas áreas da química, física, bioquímica, microbiologia, fisiologia, logística, refrigeração entre outros, para que possa atender os consumidores em diferentes locais e ofertando produtos frescos de qualidade. Tal objetivo é atendido desde a colheita adequada até a manutenção dessa qualidade, utilizando-se de embalagens, armazenamento e distribuição, atendendo os consumidores, no tempo e na forma que eles desejam comprar.

A fruticultura apresenta grande importância mundial tratando-se de aspectos econômicos, alimentares e sociais, porém, nota-se que há falta do emprego de técnicas apropriadas de pós-colheita referentes ao armazenamento e transporte de determinados produtos, que são altamente perecíveis e que geram demasiadas perdas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Dentre as técnicas pós-colheita existentes, a radiação ultravioleta é um componente importante na conservação de frutas e hortaliças. Invisível na radiação solar e fazendo parte do espectro eletromagnético presente entre luz visível e raio-X. As faixas dos comprimentos de ondas estão entre 10 nm a 400 nm, divididas em UVA: 315–400 nm, UVB: 280–315 nm e UVC: 100–280 nm. Os comprimentos de onda mais longos denominam-se como ‘UV germicida’, e seu efeito germicida encontra-se na faixa de 200 a 300 nm, com maior eficiência no comprimento de onda de 254 nm (CAMPOS, 2008; OLIVEIRA, 2003). Suas vantagens são: custo relativo, simplicidade de implantação e operação (MANZOCCO et al., 2011), baixo tempo de contato e não produzir residual tóxico (OLIVEIRA, 2003).

Também existem outras vantagens que o tratamento com radiação UVC apresenta para a indústria alimentícia, uma vez que não apresenta restrições legais de uso (KEYSER et al., 2008). E é efetiva para eliminar fungos, bactérias, vírus, protozoários, e algas, evidenciando as potencialidades para aplicação na indústria alimentícia (LÓPEZ-MALO E PALOU, 2005).

Em ambientes, segundo Sanchez et al. (2012), o efeito da radiação ultravioleta germicida atua de forma absoluta sobre fungos e bactérias, e seu efeito depende do nível e da duração do tempo de irradiação. Em baixa dosagem, promove o atraso na senescência e amadurecimento em frutos e hortaliças (LU et al., 1991), sem trazer prejuízos a qualidade de

produtos armazenados, prolongando-se a vida pós-colheita (STEVENS et al., 1998; MAHARAJ et al., 1999; HEMMATY et al., 2006).

A ação da radiação UVC, de acordo com Mercier e Kúc (1997), funciona como estressor abiótico apto em acionar mecanismos de defesa dos tecidos vegetais. Tais mecanismos contemplam o acúmulo de compostos antimicrobianos (fitoalexinas), crescimento da ação de enzimas do sistema antioxidante, indução do metabolismo de carotenóides e compostos fenólicos e também modificação da parede celular (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2007; ERKAN et al., 2008; ALOTHMAN et al., 2009; LIU et al., 2009).

De acordo com Fan et al. (2012), a resposta dos produtos à radiação UVC é específica para cada espécie e variedade. O tempo de radiação UVC no alimento depende da área de irradiação, da distância entre a fonte de emissão, bem como da duração da operação. Ainda segundo Ribeiro et al. (2012), esses efeitos benéficos dependem do momento da dose, aplicação, área de exposição, espécies e cultivares de frutas e hortaliças.

Esta técnica, segundo Falguera et al. (2011), trata-se de uma descontaminação superficial no armazenamento pós-colheita de frutos, mostrando efeito de prevenção de doenças pós-colheita.

A UVC apresenta potencialidades na redução de podridões no armazenamento de hortícolas, sendo também eficaz em frutas (CAMILI et al., 2004). De acordo com Shama e Alderson (2005), a UVC tem capacidade de induzir a hormese em frutos. Sendo a hormese o efeito benéfico oriundo da aplicação, em baixa dosagem, de agentes potencialmente prejudiciais a organismos vivos.

A atuação da radiação UVC na flora microbiana, incluindo patogênicos, ocorre devido a inibição da tradução celular e da dimerização das cadeias de DNA, não permitindo a reprodução dos microrganismos (SASTRY et al., 2001 e OHLSSON, 2002). Segundo Gardner e Shama (2000), são muitas as evidências que demonstram a eficiência do uso deste tipo de tratamento para descontaminação nas superfícies de produtos sólidos. Porém, a baixa capacidade de penetração da radiação UVC, apresenta-se como a principal desvantagem na aplicação desta técnica em produtos alimentares.

Segundo Ribeiro et al. (2012), a radiação UVC é um tecnologia bem estabelecida. Com poucas exceções, em geral, os resultados confirmaram que a radiação UVC apresenta potencial para se tornar amplamente utilizado através da aplicação direta em hortaliças e frutas para obter duas classes distintas de efeitos benéficos: reduzir população microbiana destes produtos; e, através de aplicações de baixas doses, obter algumas respostas desejáveis desses produtos para melhorar a sua defesa contra fungos, melhorar o teor de componentes

com efeitos benéficos para saúde, prolongar a vida de prateleira, manter ou mesmo melhorar as características sensoriais.

A radiação UVC em pequenas doses (0,25 a 20 KJ m<sup>-2</sup>) afeta o DNA dos microrganismos, que ao penetrar na célula é absorvida, provoca lesões fotoquímicas, induzindo a formação de dímeros de timina acarretando alteração na hélice de DNA que bloqueiam a polimerase do DNA, interrompendo a replicação das células microbianas, conseqüentemente, morte celular (LADO e YOUSEF, 2002; TERRY e JOYCE, 2004). Que por sua vez, auxiliam na prevenção de doenças pós-colheita, trazendo qualidade, e estendendo a vida pós-colheita.

Segundo Cia et al. (2009), a radiação UVC em tempos de 0, 1, 2, 4 e 8 minutos, foi eficiente na conservação de bagas de uva 'Niagara Rosada' e armazenadas em condições ambiente (25±1 °C /80±5% UR), durante sete dias e sob refrigeração (1±1 °C / 90±5% UR) durante 16 dias, mais cinco dias em ambiente. Não apresentando alterações dos atributos físico-químicos, porém apresentou, a menor luminosidade (L) para o tratamento controle, seguido do tempo de 1 minuto, e as demais não se diferiram, significativamente, sendo maior valor médio de cor L, de 37,34 para a maior tempo (4 minutos) de UVC enquanto o croma, exceto para o menor tempo de radiação UVC, tiveram menores valores, significativamente.

Segundo Coutinho et al. (2003), aplicando luz tipo 'C' em armazenamento de pêssegos, observaram que o maior tempo de radiação UVC (30 minutos) manteve por maior período as características desejáveis de pós-colheita. Enquanto o pH dos pêssegos tratados com 10 e 30 minutos, não apresentou variação significativa.

De acordo com Rigolo et al. (2009), a perda de massa em uva sob radiação UVC e atmosfera modificada, observaram maior perda de massa no controle, seguida dos filmes PEBD (polietileno de baixa densidade) e BOPP (polipropileno biorientado). Constatando-se que, quanto maior o tempo de radiação ultravioleta menor o crescimento micelial, porém, tais tempos não foram letais aos microrganismos analisados.

Segundo Daiuto et al. (2013), a perda de massa fresca em abacates irradiados em luz UVC é crescente para todos os tratamentos, de 5, 10, 15 e 20 min, além do controle. Onde a perda de massa mais acentuada foi nos frutos submetidos à 5 minutos de radiação e controle, e a produção de CO<sub>2</sub> nestes frutos foram maiores em relação aos demais tratamentos. Para a firmeza, houve redução em relação aos valores iniciais, principalmente até o 12º dia de armazenamento, com aumento do pH nos 5 tratamentos.

Souza et al. (2009), não constataram diferença significativa na firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável e pH em pêssegos armazenados durante 20 dias e irradiados com

UVC a 5, 10, 15 e 20 minutos. Porém, houve elevação no índice de maturação durante o armazenamento em todos os tratamentos, diferindo-se significativamente após 10 dias de armazenamento, no qual o tratamento com 10 minutos apresentou maiores valores caracterizando avanço no amadurecimento dos frutos.

Em estudos de Neves et al. (2002), com nectarina, observaram que a interação positiva entre o tempo de irradiação UVC (a 5, 10, 15 e 20 minutos ) x temperatura de refrigeração, proporcionaram maior firmeza dos frutos. Mostraram também a eficiência da irradiação no atraso ou na não-existência do pico climatérico dos frutos tratados, proporcionando conservação pós-colheita até o 20º dia com tempo de exposição de 20 minutos de irradiação UVC.

Marques et al. (2013), estudando mangas irradiadas com associação de UVC e revestimento observaram que esta técnica proporciona maior manutenção da firmeza e das outras características pós-colheita.

Tiecher (2010), trabalhando com efeito da radiação UVC na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em frutos de tomate, observou que a firmeza de polpa não foi afetada pelo tratamento com UVC, porém houve redução na velocidade de maturação, especialmente no que tange ao retardamento da alteração de coloração, apesar de estimular a produção de etileno, que é conhecido pela ação de desencadeamento da síntese de licopeno e degradação de clorofila.

Segundo Miguel (2012), em mangas 'Tommy Atkins' armazenadas por 7 dias com tempos de radiação UVC de 30 segundos e 1 minuto, só apresentaram diferença do grau *Hue* no último dia, onde o menor tempo foi responsável pelo maior grau *Hue*, e em mangas 'Palmer' com os mesmos tempos não apresentaram diferenças ao longo do armazenamento.

Segundo Marques et al. (2013), aplicando radiação UVC em mangas 'Palmer', observaram maior croma nos frutos irradiados em relação ao controle ao longo do armazenamento.

Em tomates segundo, Campos e Vietes (2009), observaram que os tempos de radiação UVC de 3 minutos e 10 segundos e 2 minutos, proporcionaram as maiores médias de carotenoides ao longo de 21 dias de armazenamento, diferenciando significativamente do tratamento de 1 minuto de radiação UVC e controle, com exceção apenas para o 7º dia onde apenas o tratamento de maior tempo proporcionou as maiores médias diferindo das demais. E ainda inferem que, com o aumento dos tempos de radiação UVC, ocorreu também o aumento dos valores médios de carotenóides totais, evidenciando seu efeito positivo.

### 2.3. ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA (AMP)

De acordo com Alves et al. (2008) e Braga Filho et al. (2009), o mercado brasileiro tem grande potencial de produção de frutas, como abacaxi, banana, maçã, mamão, manga, melão, uva, dentre outras, que são consumidas no mercado externo e interno. No entanto, outras frutas regionais nativas e exóticas, também possuem alto potencial de mercado, incluindo acerola, araticum, atemoia, bacuri, castanhas, graviola, mangaba, sapoti, seriguela e o cajá-manga, entre outras, que ainda precisam de mais estudos.

Neste aspecto, utiliza-se uma das técnicas para a conservação de frutos, a atmosfera modificada, que se dá por meio de duas formas, passiva ou ativa. Na atmosfera modificada ativa ocorre a injeção de gases no momento em que o fruto é embalado, enquanto a atmosfera modificada passiva ocorre pela própria respiração do fruto (LANA e FINGER, 2000).

A passiva é economicamente mais interessante, pois a atmosfera interna das embalagens é modificada e atinge níveis estáveis de  $O_2$  e  $CO_2$ , diminuindo a concentração de  $O_2$  e elevando-se os níveis de  $CO_2$ , que possui efeito inibidor do crescimento bacteriano (MANTILLA et al., 2010), de acordo com a taxa de respiração do produto e com a permeabilidade da embalagem, criando uma composição de gás ideal dentro da embalagem, onde os níveis de oxigênio e dióxido de carbono não sejam prejudiciais e que a atividade respiratória do produto seja a menor possível (RODRIGUES et al., 2008).

Segundo Mattietto e Lopes (2007), há vários fatores que podem ser capazes de influenciar a qualidade pós-colheita e a vida de prateleira dos frutos, como as condições de processamento, tipo e propriedades das embalagens, temperatura e tempo de estocagem, tipo de produto e carga microbiana e enzimática inicialmente presentes.

Diversas formas de minimizar a falta de alimentos têm sido estudadas e sugeridas, no entanto, maior parte delas, contornam de forma secundária as perdas pós-colheita. Muitas vezes, há maior investimento em novas cultivares, 10 a 15% com maior produção, do que o uso de novas tecnologias ou embalagens para armazenamento que possam diminuir as perdas pós-colheita entre 10 e 20% (MATTIUZ et al., 2003).

Uma técnica importante na complementação de outras e na conservação dos frutos é o emprego da atmosfera modificada. Vista como uma técnica importante, a atmosfera modificada atua na preservação de frutas e hortaliças. Há dois tipos de atmosfera modificada, a ativa e passiva (BRACKMANN e CHITARRA, 1998; KADER, 2002; GÜRAKAN e BAYINDIRH, 2005).

A atmosfera modificada tem como objetivo prolongar o período de conservação dos frutos utilizando-se da diminuição da taxa respiratória. Essa redução da taxa respiratória e

consequente redução das reações metabólicas atrasam a senescência e o amadurecimento dos frutos por diminuírem o uso de ácidos orgânicos, carboidratos e outras reservas (MATHOOKO, 1996). Com a modificação da atmosfera, pode-se suprimir o desenvolvimento de podridões, pois essa modificação atua direta e/ou indiretamente nos patógenos.

A atmosfera passiva é resultado de uma atmosfera criada passivamente dentro da embalagem pela respiração do produto, traduzida pelo uso do oxigênio e liberação de dióxido de carbono (BRACKMANN e CHITARRA, 1998), enquanto a ativa é a injeção de composição gasosa no momento em que o produto é embalado (LANA e FINGER, 2000). Sendo economicamente mais interessante, a atmosfera modificada passiva atua na atmosfera interna das embalagens modificando-as, de modo a atingir os níveis de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> através da respiração do próprio produto e de acordo com a permeabilidade do material da embalagem (RODRIGUES et al., 2008).

Segundo Brackmann et al. (2006), alterando-se a atmosfera, ocorre redução na ação de sistemas oxidativos e das enzimas clorofilases, pela combinação de um alto teor de CO<sub>2</sub> e um baixo de O<sub>2</sub>, onde o elevado teor de CO<sub>2</sub> concorre com o etileno pelo sítio de ligação no receptor, diminuindo a sua atividade nos processos de síntese e atividade de enzimas reguladoras da degradação das clorofilas.

Em estudos de Chitarra e Chitarra (2005), o emprego de atmosfera modificada, utilizando-se filmes plásticos, limita a perda de massa dos frutos e as trocas gasosas para o ambiente, diminuindo o metabolismo dos produtos e prolongando sua qualidade pós-colheita, além de proporcionar outros efeitos desejáveis, como a manutenção cor e da firmeza por meio da alteração da composição de gases que circundam os frutos (OSHIRO et al., 2013). Segundo Steffens et al. (2009), o processo é de baixo custo e prático, podendo ofertar por maior período frutos com qualidade.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), frutos e hortaliças são produtos vivos que formam um ciclo de respiração, maturação, amadurecimento e morte, e para permitir a continuidade do processo vital, empregam-se embalagens, que protegem o fruto contra danos, isolando-os de condições adversas de umidade, temperatura, acúmulo de gases, entre outros. Analogamente, a embalagem não substitui a refrigeração, por isso é necessário armazenar os frutos embalados em baixas temperaturas para se conseguir as melhores respostas.

Segundo Sales et al. (2004), a sustentabilidade à senescência e a elevada sensibilidade a danos mecânicos, dificulta o comércio de frutas em localidades afastadas das áreas produtoras, principalmente quando não é usado a refrigeração adequada. Como auxílio para

reduzir a acelerada perda da qualidade dos frutos, emprega-se a atmosfera modificada e o armazenamento refrigerado, podendo ser aplicadas juntas ou isoladamente. Sendo o armazenamento refrigerado imprescindível para retardar a deterioração fisiológica, química e física dos produtos *in natura* (VIVIANI e LEAL, 2007).

Segundo Kader (1998), os principais filmes usados para armazenamento de frutos é o PEBD (polietileno de baixa densidade) e o PVC (cloreto de polivinila), e Hardenburg (1971), complementa que estes filmes são mais permeáveis ao CO<sub>2</sub> do que ao O<sub>2</sub>.

De acordo com Costa (1998), o cajá-manga armazenado em temperatura ambiente, refrigerado e refrigerado sob atmosfera modificada, permite ao fruto conservação da qualidade pós-colheita por 1, 2 e 8 dias, respectivamente, para consumo *in natura*, e para a indústria de 2, 5 e 10 dias, respectivamente.

Segundo Kohatsu et al. (2011), o cajá-manga por se tratar de um produto que é consumido *in natura* principalmente, há a necessidade do emprego da atmosfera modificada e do uso de refrigeração, que prolongam o período de conservação dos frutos durante o armazenamento, podendo diminuir a incidência de danos oriundos pela transpiração e respiração, como mudança de aparência e perda de massa. E ainda infere que conhecer e aplicar técnicas adequadas são de suma importância e asseguram a manutenção da qualidade deste produto.

Em caqui 'Fuyu', segundo Neves et al. (2006), utilizando embalagem de PEBD com atmosfera modificada passiva promoveu adequada manutenção da qualidade sensorial do frutos em 90 dias de armazenamento refrigerado. De acordo com Neves et al. (2004), a utilização de embalagem PEBD com atmosfera modificada passiva, em carambolas 'Golden Star', permitiu um período seguro de 45 dias de armazenamento refrigerado, com adequada manutenção dos atributos físico-químicos e sensoriais.

O acondicionamento de mangas com atmosfera modificada, de acordo com Rodrigues et al. (2008), influí positivamente na manutenção das características sensoriais e na qualidade microbiológica. Além disso, a atmosfera modificada também foi fundamental para evitar a perda de massa do produto.

De acordo com Pirovani (1998), quando há associação de atmosfera modificada e refrigeração, ocorre substancial diminuição no desenvolvimento de microrganismos, e retardo nas alterações químicas e fisiológicas. Segundo Darezzo (2000), cada produto tem determinada atmosfera adequada e específica para o armazenamento, que depende do período de estocagem e da temperatura.

Segundo estudos de Santos et al. (2011), utilizando atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’, notaram que o uso das embalagens plásticas associadas à refrigeração retardam o amadurecimento dos frutos, e frutos embalados com filme de polietileno apresentam características físico-químicas, satisfatórias para uma maior conservação pós-colheita.

Segundo Albuquerque et al. (2010), a redução da taxa respiratória e produção de etileno podem prolongar a vida pós-colheita de frutos tropicais, em que técnicas de armazenamento são primordiais nesse processo. Nisso, o armazenamento refrigerado e atmosfera modificada tem sido utilizados amplamente como método para reduzir perdas pós-colheita.

O efeito da atmosfera modificada e embalagem podem contribuir positivamente na perda de massa e na manutenção da qualidade dos frutos de goiaba durante o armazenamento refrigerado (GRIGIO et al., 2011).

Hojo et al. (2011), trabalhando com diferentes embalagens para lichias, aponta que atmosfera modificada tem-se mostrado benéfica para impedir a perda de massa e o consequente escurecimento do produto. Onde não observaram diferenças no ângulo *Hue* em seus tratamentos, controle, PET e PVC. Enquanto a cromaticidade foi menor na testemunha comparados com os frutos armazenados em filme plástico poliolefínico (PD), PET e PVC.

Oliveira et al. (2010), armazenando carambola em atmosfera modificada, constataram que em todos os tratamentos, bandeja com filme de PVC e PP, inclusive no tratamento controle em 21 dias, aumentou o teor de sólidos solúveis seguido por uma estabilização, e durante todo período de armazenamento, sendo que esse aumento, comprova a alta atividade metabólica em relação aos frutos submetidos à atmosfera modificada, e manteve o mesmo nível de pH, inferindo ainda, que estas proporcionam aos frutos melhores características físico-químicas e fisiológicas, retardando a senescência e oferecendo um produto de melhor qualidade ao consumidor. Os teores de clorofila apresentaram decréscimo enquanto os carotenoides aumentaram ao longo do experimento, com destaque para os frutos embalados, que apresentaram menores perdas de clorofila a e b e menor incremento nos teores de carotenoides, retardando assim o amadurecimento.

Segundo Vilas Boas et al. (2012), em estudos com pimentões verdes, a perda de massa é influenciada interativamente pelos fatores tempo de armazenamento e embalagens, de bandejas cobertas com PVC, PP e polipropileno biorientado (BOPP), onde o aumento para a perda de massa foi independente do tipo de embalagem utilizada. Enquanto a variável firmeza e luminosidade não foi influenciada pela interação embalagem e tempo de armazenamento,

Miguel et al. (2007), utilizando dois tipos de embalagens para armazenamento de tomates, constataram que os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e o pH se mostraram significativamente afetados pela embalagem. E na luminosidade, ocorreu incremento para as embalagens de PET e PP.

Segundo Cia et al. (2010), em estudos com uvas embaladas em PEBD, observaram maior teor de sólidos solúveis no controle, provavelmente em razão da maior perda de massa de matéria fresca das bagas, enquanto os cachos embalados em PELBD (Polietileno de baixa densidade linear) apresentaram os menores teores, o que pode ter ocorrido em razão das condições de anaerobiose promovidas por esta embalagem, que podem ter levado os frutos a produzir energia pela respiração anaeróbica.

Oliveira et al. (2014), utilizando embalagens com filme de policloreto de vinila e polipropileno biaxialmente orientado (BOPP) na conservação pós-colheita de camu-camu, apontam que houve menor perda de massa com frutos sob atmosfera modificada, devido a formação de um microambiente saturado de umidade, com conseqüente diminuição de pressão de vapor d'água entre o meio da embalagem e o fruto, reduzindo a transpiração do produto. Enquanto a firmeza apresentou decréscimo gradual com o avanço dos dias de armazenamento em filme de menor permeabilidade (BOPP), comparando-se com controle e filme de PVC.

Em mangas 'Parvin' armazenadas em atmosfera modificada, Donadon et al. (2003), constatou em seu trabalho, aumento no índice de maturação em frutos acondicionados em embalagem PET comparando-se com PVC. Enquanto o ângulo *Hue* não apresentou diferenças nos 14 dias de armazenamento, em embalagens de copo e saco plástico de PEBD e bandeja PET, e o croma foi maior para a embalagem de PEBD, e menor para PET.

No armazenamento de framboesa 'Heritage', Mezzalira et al. (2010), constataram que não houve diferença significativa de frutos embalados com filme PVC, PP e controle, porém a embalagem de PEBD apresentou maior relação de SS/AT comparando-se com os demais.

De acordo com Jisaka et al. (2013), em uvas "Itália", a embalagem de PVC e PEBD se diferiram estatisticamente, apresentando maior valor de *Hue* para a PEBD

Grigio (2013), trabalhando com diferentes embalagens em camu-camu, observaram que entre os tratamentos de PVC+EPS, PET e no controle, houve diminuição dos teores de ácido ascórbico, porém no tratamento com filme PVC a diminuição foi menor, indicando melhor conservação dos frutos de camu-camu e melhor manutenção de suas características fisiológicas e nutricionais, enquanto não apresentou diferenças significativas nos teores de carotenoides.

Em relação as variáveis bioquímicas, Siqueira (2008) e Santos et al. (2006), afirmam que frutos armazenados sob atmosfera modificada alteram a coloração vagarosamente, enquanto os frutos sem embalagem, em menor tempo, atingem valores menores do ângulo *Hue*.

#### 2.4. VARIÁVEIS E ANÁLISES BIOATIVAS

As alterações físico-químicas e físicas são as principais causas da perda de qualidade ao longo do armazenamento. A perda de massa está diretamente relacionada à perda de umidade, caracterizada como principal agente de deterioração, resultando em perdas qualitativas e quantitativas (PEREIRA et al., 2014).

Segundo Finger e Vieira (2002), a perda de massa induz acentuados efeitos fisiológicos nos alimentos. A perda de massa acomete a produção de etileno, respiração e traz alterações no padrão da síntese de proteínas.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a perda de massa relaciona-se diretamente com a firmeza, sendo um dos fatores alelos ao turgor e firmeza do tecido.

Finger e Vieira (2002), ressaltam que a maior parte dos produtos toleram entre 5 e 10% da perda massa para o não aparecimento de enrugamento superficial ou murcha, os produtos de um modo geral, quando em condições ideais, sofrem alguma perda de massa durante o armazenamento, principalmente pela binômio respiração e transpiração.

Tratando-se do teor de sólidos solúveis (SS), como uma medida indireta da quantidade de açúcares, uma vez que aumenta o valor à medida que estes vão se acumulando no fruto. A sua medição não representa o teor exato dos açúcares, pois outras substâncias também se encontram dissolvidas como ácidos orgânicos, vitaminas, fenólicos, pectina, etc., no entanto, entre essas, os açúcares são as mais representativas, chegando a constituir até 85-90% dos sólidos solúveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os teores de sólidos solúveis dos frutos são importantes tanto para o consumo *in natura* como para a indústria (BRUNINI et al., 2004). Geralmente são preferidos para consumo e para industrialização, frutos com altos teores de sólidos solúveis, por propiciar maior rendimento no processamento, em razão da maior quantidade de néctar produzido por quantidade de polpa. A maior parte dos sólidos solúveis é constituída de açúcares, expressa principalmente na forma de glicose, frutose e sacarose (SANTOS, 2009).

O teor de sólidos solúveis apresenta correlação com teores de açúcares e ácidos orgânicos, característica de interesse para produtos comercializados *in natura*, pois o mercado consumidor prefere frutos doces (CANUTO et al., 2010). Nesse aspecto, os teores de sólidos solúveis apontam a quantidade dos sólidos que se encontram dissolvidos na polpa ou suco das

frutas. Têm a tendência de aumentar com o avanço da maturação e são designados como °Brix (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Muitos países usam os valores do conteúdo de sólidos solúveis como um guia de mercado para aceitação, embora nem sempre seja, individualmente, um bom indicador de qualidade (CASTOLDI et al., 2008).

De acordo com Costa et al. (1998), em estudos com cajá-manga, inferem que o aumento dos sólidos solúveis está relacionado à hidrólise do amido durante o processo de maturação, acarretando variações entre 7 a 12,5% nos estádios fisiologicamente desenvolvido ao completamente maduro.

As características físicas e físico-químicas como, sólidos solúveis, firmeza e acidez titulável são indispensáveis, pois além de influenciarem as características sensoriais, apontam importantes indicações sobre a sua capacidade de armazenamento dos frutos (CASTRO, 2013; MENDONÇA et al., 2007).

Frutos e hortaliças têm cerca de 3 a 20% de carboidratos, que funcionam como combustível. Destes carboidratos, o amido ocorre como polissacarídeo de armazenamento, enquanto que a celulose, hemicelulose e pectina contribuem para a firmeza. A celulose, por sua vez, é um polissacarídeo importante que proporciona firmeza à estrutura da célula, uma vez que é o principal componente da parede celular. Sendo a qualidade do produto distinguida em propriedades sensoriais de cor, firmeza e sabor, podendo, no entanto, ocorrer variações nestas propriedades que tem influência na vida de prateleira e da aceitação do produto. Com a ação da perda de massa, há um problema sério com o produto colhido, e isso faz com que ocorra a murcha e perda de firmeza (SINHA et al., 2011).

Como importante atributo quanto a tolerância ao manejo pós-colheita e de aceitabilidade, a firmeza é afetada por uma série de fatores, que vão desde temperatura, disponibilidade de nutrientes e água no solo, e a umidade relativa. Tal fator altera-se ao longo do amadurecimento, principalmente por degradar o amido e modificações metabólicas das paredes celulares, que com efeito ocorre a dissolução da lamela média, que transforma conversões insolúveis em solúveis, diminui a coesão entre células adjacentes e ocorre o amolecimento (PRASANNA et al., 2007).

Pectinas solúveis em água de frutos maduros contribuem para o amolecimento do fruto, o que faz com que a firmeza diminua com o avanço da maturidade (ISHAK et al., 2005). A manutenção da firmeza em frutos pode ser causada, possivelmente, pela lignificação do tecido, catalisada principalmente pelas enzimas fenilalanina amônioliase e peroxidase (CAMARGO et al., 2012).

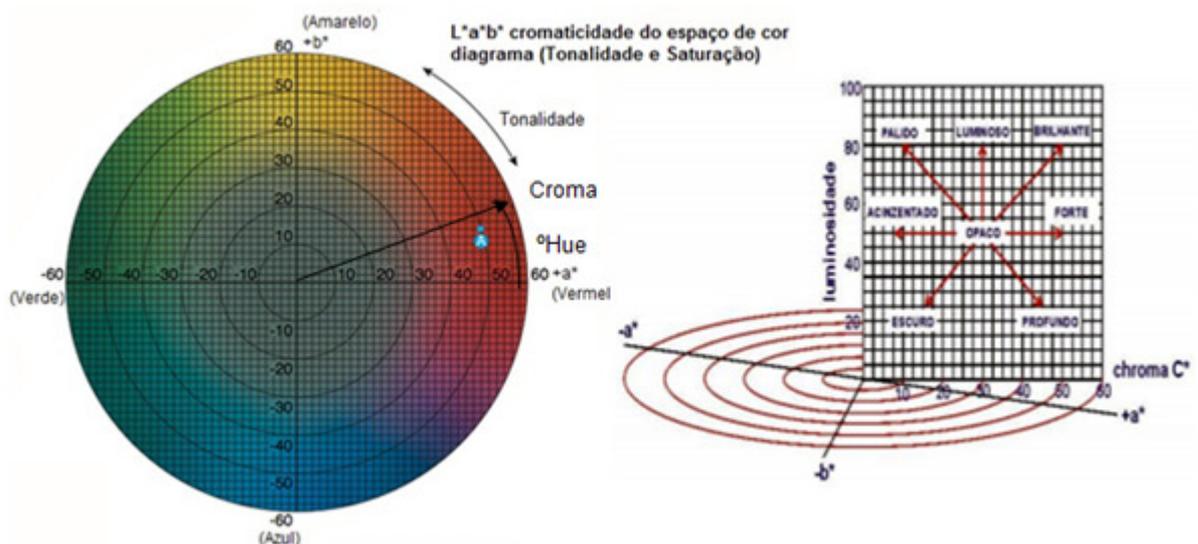
Tratando-se da acidez, de acordo com McCarthy et al. (1991), o teor de ácido capaz de modificar o pH depende da concentração de sólidos solúveis, sais e proteínas, da capacidade tamponante desses componentes e do grau de ionização. A redução da acidez é decorrência natural da evolução da maturação dos frutos, onde os ácidos orgânicos são metabolizados na via respiratória e convertidos em moléculas não ácidas (PECH, 2002).

Uma medida importante para avaliar o grau de maturação de determinado fruto é o Índice de Maturação, comumente conhecido como Índice de Maturação que é definido como a razão entre sólidos solúveis e acidez titulável (IENSEN et al., 2013; TRESSLER e JOSLYN, 1961).

Camargo et al. (2012), inferem que o incremento do índice de maturação, está associado a perda de peso, favorecendo uma elevação das concentrações de sólidos solúveis.

Segundo Vicenzi (2014), a razão entre sólidos solúveis e acidez titulável é uma expressão comumente utilizada para avaliar o sabor, sendo mais representativa que os valores isolados dos teores de açúcares ou de acidez, sendo demonstrado o equilíbrio entre esses dois fatores.

Analisando parâmetros físicos relacionados a cor, sendo expressa pelo sistema de coordenadas retangulares no espaço de cor  $L^*a^*b^*$ , conhecido como sistema CIELab, definido pela norma CIE-*Commission Internationale de l'Éclairage* (1976), onde  $L^*$  expressa em porcentagem valores de luminosidade (0%= negro e 100% = branco),  $a^*$  representa as cores vermelha (+) ou verde (-) e  $b^*$  as cores amarela (+) ou azul (-), variando de +60 a -60, conforme Figura 2.



**FIGURA 2** - Representação  $L^*a^*b^*$  Color Solid do sistema Cielab Universal Software e descrição do ângulo  $Hue$  ( $^{\circ}h^*$ ) e do índice de saturação cromática ( $C^*$ ). Fonte: MINOLTA CORP, 1994.

A coloração é o parâmetro de qualidade mais atrativo para o consumidor e varia entre características edafoclimáticas da região, tratos culturais e cultivares (CHITARRA e CHITARRA, 2005). L, a e b são parâmetros analisados os quais representam as medidas objetivas de cor avaliadas pelo olho humano (MINOLTA CORP, 1994).

Outros parâmetros de cor analisado, e que dão representatividade, são o ângulo de cor *Hue* e croma, onde o *Hue* assume valor zero para a cor vermelha, 90° para amarela, 180° para verde e 270° para azul, e a cromaticidade ou croma (C) expressa a intensidade da cor, ou seja, a saturação em termos de pigmentos desta cor. Valores de croma próximos de zero representam cores neutras (cinzas), enquanto valores maiores, próximos de 60 expressam cores mais vívidas (MENDONÇA et al., 2003; LAWLESS e HEYMANN, 1998).

De acordo com Hutchings (2002), o estudo da cor utilizando os valores isolados das coordenadas é incorreto, porque as duas coordenadas não são independentes. No entanto, o ângulo de tonalidade, *Hue*, e o índice de saturação, croma, são apropriados para obtenção desta descrição, visto que *Hue* (°H) e croma (C) são medidas derivadas de a\* e b\*.

Os valores de °*Hue* são apropriados para expressar a variação da coloração em produtos vegetais, e é um parâmetro que pode ser utilizado para identificar o ponto de colheita (BRUNINI et al., 2004).

Segundo Alves et al. (2011), a maturação aparente do fruto é baseada na coloração da casca. Sendo que a coloração verde em frutos imaturos é atribuída à presença de clorofila, e ao atingir tamanho maior do fruto ocorre mudança na cor, início da maturação, evidenciando a degradação da clorofila, que ainda permanece em baixa quantidade nos tecidos vegetais (ZAMBRANO et al., 1995).

Dos parâmetros bioquímicos, a clorofila confere a coloração verde à casca nos frutos, que é degradada com o tempo, dando visibilidade aos carotenóides, pigmentos amarelos que caracterizam a maturação (VILAS BOAS et al., 2001). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a coloração das frutas e hortaliças é resultante dos pigmentos clorofila e carotenóides, bem como dos pigmentos fenólicos (antocianinas, flavonóis e protocianinas).

A cor verde dos frutos se deve à presença das clorofilas a e b. A molécula de clorofila possui duas partes: uma delas é a porfirina ou anel complexo, contendo  $Mg^{+2}$ , e a outra parte é linear denominada fitol (álcool). A conversão da coloração verde, implica na quebra da estrutura de clorofila, causada principalmente pelas mudanças de pH, e sistemas oxidantes presentes, e também em ocorrência de clorofilases, que dividem o fitol da porfirina na molécula de clorofila. No processo de desenvolvimento do fruto e antes do desaparecimento da clorofila ocorre a síntese de carotenóides. A ausência da clorofila é consequência da ação

da clorofilase que dá ao fruto a cor amarela já existente. Essa ação desenvolve-se com aumento climatérico da respiração, onde chega a um máximo que coincide, no tempo, com o pico climatérico (AWAD, 1993).

A mudança de cor no processo de maturação de frutos climatéricos, como o cajá-manga, é em razão da transição de cloroplastos em cromoplastos, sendo um fenômeno dependente do etileno (KAHLAU e BOCK, 2008; BARSAN et al., 2010). Nessa transição, ocorre a degradação de clorofilas e a síntese dos carotenóides, os quais são unidos nos cromoplastos, agentes determinantes das cores amarela, vermelha e laranja (EGEA et al., 2010).

Os carotenoides são antioxidantes biológicos que fazem parte do grupo de pigmentos coloridos comuns em tecidos vegetais. Também são chamados de pró-vitamina A, pois no fígado ocorre a conversão em vitamina A na forma de retinol e outras formas. São encontrados no leite, vegetais, ovo, frutas e outros.

Segundo Roesler et al. (2007), são encontrados muitos compostos antioxidantes em frutos, incluindo vitaminas, enzimas, ácidos fenólicos e carotenoides, muitos a partir do metabolismo secundário (BAGCHI et al., 2004; AABY et al., 2005). A capacidade antioxidante destes compostos retardam ou inibem as reações oxidativas de moléculas simples até polímeros e biosistemas complexos, a partir da inibição de radicais livres inicialmente, e em outro momento a eliminação de radicais importantes de propagação, como peroxila e alcoxila, onde ocorre distribuição de hidrogênio para essas moléculas, suspendendo a reação em cadeia (SOARES, 2002; ROESLER et al., 2007).

Uma função muito importante dos carotenoides é a de agir como antioxidante, fazendo deste composto ser mais utilizado na indústria de alimentos, além do efeito da coloração com proteção do aparato fotossintético no excesso de luz (BAKER e GUNTHER, 2004). Segundo Silva (2012), o pigmento carotenoide está presente em maior quantidade na casca, conferindo maior atividade antioxidante. Com a degradação das clorofilas, são desmascarados os carotenoides que estão presentes na casca do fruto, dando a característica do produto como maduro com a cor amarela (SEYMOUR, 1993; WILLS et al., 1998).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS**

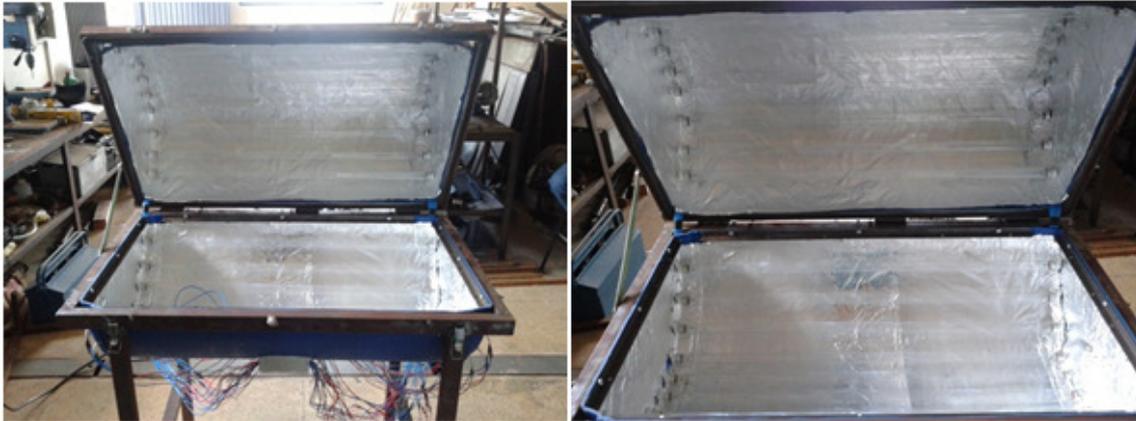
Os frutos foram colhidos na propriedade produtora de cajá-manga, Fazenda e Vinícola Jabuticabal, localizada em Nova Fátima, distrito do município de Hidrolândia - Goiás, a 16°54'24"S e 49°19'90"W, a 673m de altitude, cidade do Estado de Goiás, entre os meses de março e abril de 2014.

Para as amostras dos frutos, os mesmos foram selecionados de forma manual, quanto à uniformidade do estágio de maturação e ausência de defeitos, em potencial de consumo comercial. Após colhidos, os frutos foram transportados em caixas de poliestireno expandido (EPS) de 16 litros refrigeradas com uma barra de gelo-x.

Antes da montagem dos experimentos, os frutos foram armazenados em câmara fria a 10°C durante 12 horas, visando à diminuição do metabolismo dos mesmos. Posteriormente, os frutos foram levados para o laboratório para a montagem dos experimentos, armazenamento e análises. Sendo os experimentos e análises físico-químicas e bioativas realizadas no laboratório de Secagem e Armazenamento Pós-colheita da Universidade Estadual de Goiás - UEG, Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas – UnUCET, na cidade de Anápolis - Goiás.

#### **3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS**

Primeiramente, para a realização dos experimentos, foi confeccionado um protótipo de irradiador ultravioleta C (UVC), composto por estrutura da câmara cilíndrica de polímero plástico e um grupo de 20 lâmpadas germicidas sem filtro, sendo 10 na parte superior e 10 na parte inferior do irradiador, com 30 watts cada, ligadas em paralelo, com a estrutura de geometria 50x50x90cm e tela trefilada galvanizada, dividindo o equipamento em parte superior e inferior, como mostra na Figura 3.



**FIGURA 3** - Protótipo do aparelho de radiação UVC. Fonte: próprio autor.

Para melhor quantificar o efeito isolado da radiação ultravioleta C (254 nm) e também o efeito combinado com a atmosfera modificada passiva, na conservação pós-colheita do cajá-manga, o presente trabalho foi dividido em dois experimentos.

### **3.2.1. Experimento 1**

Após a confecção do protótipo, foram avaliados cinco tempos de exposição dos frutos a fonte de radiação UVC (0, 1, 2, 3 e 4 minutos), em delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 5x8 (tempos de radiação UVC x dias de análise), sendo que as análises foram realizadas em triplicata.

Os frutos foram colocados no interior do aparelho e receberam irradiação em todas as faces. Após a radiação, os frutos, de cada tratamento, foram colocados em embalagens de policloreto de vinila (PVC) e poliestireno expandido (EPS) com 4 frutos em cada, para avaliação do armazenamento pós-colheita conforme Figura 4, sendo refrigerado e armazenado em B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) à 8° C, com 85±5% de UR, por um período de 21 dias, sendo que as análises foram feitas a cada 3 dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias).



**FIGURA 4** - Frutos de cajá-manga armazenados em embalagem de PVC+EPS do 1º experimento, ordenados em tempos de 1, 2, 3, 4 minutos e controle, respectivamente. Fonte: próprio autor.

### 3.2.2 Experimento 2

Neste experimento, foi selecionado o tempo de exposição à radiação UVC, que teve o melhor efeito no primeiro experimento, com base na análise estatística, juntamente com a inclusão da atmosfera modificada passiva proporcionada pelo emprego de diferentes embalagens (Figura 5). E da mesma forma, foi realizado delineamento inteiramente casualizado, esquema fatorial 5x8 (embalagens x dias de análise) e as análises realizadas também em triplicata. Os tratamentos foram divididos em: (1) Embalagem de polipropileno (PP), (2) Embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), (3) Embalagem de policloreto de vinila (PVC) e poliestireno expandido (EPS), (4) Embalagem de polietileno tereftalato (PET) e (5) Controle (sem embalagem), com todos recebendo 2 minutos de radiação UVC, conforme Figura 6. As amostras foram armazenadas refrigeradas em B.O.D. (8° C e 85±5% UR), durante 21 dias e analisados a cada três dias (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 e 21 dias).



**FIGURA 5** - Ilustração das diferentes embalagens utilizadas no experimento. Da esquerda para direita: Controle, Polietileno tereftalato, Policloreto de vinila e bandejas de poliestireno expandido, Polietileno de baixa densidade e Polipropileno, respectivamente.



**FIGURA 6** - Frutos de cajá-manga armazenados em diferentes embalagens e armazenados em B.O.D. do 2º experimento. Fonte: próprio autor.

### 3.6. AVALIAÇÕES

As avaliações pós-colheita foram divididas dentro de 3 grupos:

**Grupo Controle:** foi feita análise física da perda de massa fresca. Este grupo constitui-se por 3 embalagens, com 4 frutos cada, para cada tratamento, os quais foram numerados e mantidos intactos. O intervalo de amostragem foi a cada 3 dias, num período de 21 dias.

**Grupo Destrutivo:** Neste grupo foram feitas análises de firmeza, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (IM), coloração ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , *Hue* e Croma), pH e clorofila a, b e total e carotenoides. Foram utilizados 3 embalagens, com 4 frutos cada, por tratamento, em cada dia de análise, as quais foram realizadas a cada 3 dias, num período de 21 dias, utilizando-se de toda fração do fruto, exceto a semente.

**Grupo Sensorial:** Esta análise foi realizada por um grupo de 50 provadores não treinados, os quais provaram uma parcela do fruto dos diferentes tratamentos, identificados com números aleatórios, e atribuíram notas para os parâmetros aroma, textura, sabor e aceitabilidade. Esses parâmetros foram analisados no início (dia 0), na metade (12º dia) e no final dos 21 dias de análise.

Na determinação da perda de massa fresca os frutos foram pesados a cada 3 dias, em balança de precisão – carga máxima de 2000 g e divisão de 10 mg, Gehaka BG400, erro=0,01g, com 0,001 cada unidade, considerando perda de massa calculada pela diferença entre massa inicial do cajá-manga, contida nas embalagens, e a obtida em cada intervalo de tempo, sendo os resultados expressos em porcentagem. Calculando-se a perda de massa a partir da equação (1):

$$PM(\%) = \frac{P_i - P_j}{P_i} \times 100 \quad (1)$$

Onde:

PM = perda de massa (%);

$P_i$  = peso inicial do fruto (g);

$P_j$  = peso do fruto no período subsequente a  $P_i$  (g).

A firmeza foi determinada pelo uso do texturômetro CT3 (Brookfield), Figura 7, utilizando ponteira *proube* tipo agulha, com distância de penetração de 5 mm e velocidade de penetração de  $6,9 \text{ mm seg}^{-1}$ . Foi procedida a leitura em lados opostos da seção equatorial dos frutos, sendo que o valor obtido para se determinar à firmeza, em cN (centiNewton), foi definido como a máxima força requerida para que uma parte do ponteira penetre a polpa do fruto.



**FIGURA 7** - Texturômetro CT3 (Brookfield), utilizado para determinação de firmeza. Fonte: próprio autor.

O potencial hidrogeniônico (pH) foi medido utilizando o peagmetro Tec-3MP Tecnal e a metodologia utilizada foi a descrita por IAL (2008). A calibração do aparelho foi realizada com tampão pH 4 e 7, alternando-os, até atingir estabilidade do resultado.

Os sólidos solúveis (SS) foram medidos através de leitura refratométrica direta (Figura 8), onde primeiramente, prepara-se a amostra para análise, realizando-se a maceração do cajá-manga em almofariz e pistilo. Após a maceração, realiza-se a higienização do refratômetro Abbe refractometer Quimis, com medições de 0-32°Brix, com água destilada e papel toalha, para dar início à análise. Deposita-se pequena quantidade da mistura no corpo de prismas, com auxílio de uma pipeta e abre-se a entrada de luz. Ajustando o botão de acionamento, calibra-se a interface com o traço no centro da imagem, realizando a leitura direta do teor de SS do cajá-manga, em °Brix, de acordo com IAL (2008).



**FIGURA 8** - Refratômetro Abbe refractometer Quimis, utilizado para determinação do teor de ° Brix. Fonte: próprio autor.

A acidez titulável (AT) foi determinada por titulação em solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1 M, tendo como indicador do ponto de viragem a fenolftaleína a 1%, de acordo com o IAL (2008). O conteúdo de acidez titulável, expresso em gramas de ácido cítrico por 100 gramas de polpa, foi determinado através da titulação de 10 gramas de polpa homogeneizada e diluída para 100 ml de água destilada.

O índice de maturação (IM) foi determinado pela razão entre sólidos solúveis (SS) e acidez titulável (AT) (IAL, 2008). Esse parâmetro mede a qualidade e aceitação do fruto durante o armazenamento.

Na coloração foi verificado os valores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ , *Hue* e croma, medidos por refletância, utilizando-se colorímetro ColorQuest XE, conforme a Figura 9, onde a coordenada  $L^*$  indica quão escuro e quão claro é o produto (valor zero cor preta e valor 100 cor branca), a coordenada  $a^*$  está relacionada à intensidade de verde (-60) a vermelho (+60) e a coordenada  $b^*$  está relacionada à intensidade de azul (-60) e amarelo (+60). E o grau *Hue* (ângulo de tonalidade cromática) foi determinado pela equação (2), enquanto o Croma (cromaticidade) foi dada pela equação (3):

$$^{\circ}H = \arctan \frac{b^*}{a^*} \quad (2)$$

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

Onde:

$^{\circ}H$  = ângulo *Hue*;

C = Croma;

$a^*$  = valor de  $a^*$ ;

$b^*$  = valor de  $b^*$ .



**FIGURA 9** - Colorímetro ColorQuest XE, usado para indicar os índices de cor. Fonte: próprio autor.

Nas análises bioativas (Carotenóides totais, Clorofila a, b e total) foi realizadas através metodologia de Linchtenthaler (1987) e Arnon (1949) com adaptações, com uma fração de aproximadamente 50mg de amostra, por repetição, pesadas em balança de precisão, carga máxima de 2000 g e divisão de 1 mg, e imediatamente colocadas em *ependorfs* (volume: 3000µL) juntamente com 1500µL de acetona 80%, maceradas e armazenadas em refrigerador, biplex CRD36 Consul, a temperatura de 2°C por 1 hora para extração dos pigmentos. Após esse período, os frascos de *ependorfs* foram centrifugadas em microcentrífuga, MiniSpin® plus eppendorf AG Hamburg - Germany (Figura 10a), por 15 minutos a 13400 rpm, sendo o sobrenadante colocado em tubos de ensaio envoltos em papel alumínio e refrigerado novamente, até que o procedimento fosse repetido com a mesma amostra que foi retirado o sobrenadante, desde a etapa de adição de 1500µL acetona 80% na amostra e maceração. Totalizando 3000µL colocados em cubetas e procedidos às leituras de absorbâncias em espectrofotômetro UV-Visível Biospectro 200 a 1000 ηm (Figura 10b) com comprimentos de onda de 470, 648 e 664 ηm. Os resultados obtidos foram expressos em miligramas de clorofila e carotenoides por grama de matéria fresca. Segundo as equações (4), (5), (6) e (7):

$$C_a = \frac{(13,36.A_{664} - 5,19.A_{648}).8,1}{D_w} \quad (4)$$

$$C_b = \frac{(27,43.A_{648} - 8,12.A_{664}).8,1}{D_w} \quad (5)$$

$$C_T = C_a + C_b \quad (6)$$

$$C_{x+c} = \frac{(4,785.A_{470} + 3,657.A_{664} - 12,76.A_{648}).8,1}{D_w} \quad (7)$$

Onde:

$C_a$  = Clorofila a;

$C_b$  = Clorofila b;

$C_T$  = Clorofila Total;

$C_{x+c}$  = Carotenoides;

$A_{648}$  = absorbância em 648 ηm;

$A_{664}$  = absorbância em 664 ηm;

$A_{470}$  = absorbância em 470 ηm;

$D_w$  = Peso seco de tecido vegetal extraído.



**FIGURA 10** - a) Minientrífuga, MiniSpin® plus eppendorfAG Hamburg b) Espectrofotômetro UV-Visível Biospectro. Fonte: próprio autor.

Aroma, Textura, Sabor e Aceitabilidade: foram obtidos por avaliação sensorial através de uma equipe de 50 provadores, não treinados, para provar uma parcela do fruto, de cada tratamento, e avaliar tais atributos (WANG, 1999), pontuando cada aspecto do cajá-manga. De acordo com a seguinte escala de notas (APÊNDICE B): Aroma: 0-1 (sem aroma); 2-3 (aroma fraco); 4-6 (aroma moderado); 7-8 (aroma forte) e 9-10 (aroma muito forte); Textura: 0-1 (textura bem mole); 2-3 (textura mole); 4-6 (textura média); 7-8 (textura dura) e 9-10 (textura muito dura); Sabor: 0-1 (sem sabor); 2-3 (sabor fraco); 4-6 (sabor moderado); 7-8 (sabor forte) e 9-10 (sabor muito forte); e Aceitabilidade: sendo utilizada escala hedônica de 9 pontos, ancorados em seus extremos nos termos gostei muitíssimo (9) e desgostei muitíssimo (1).

### 3.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

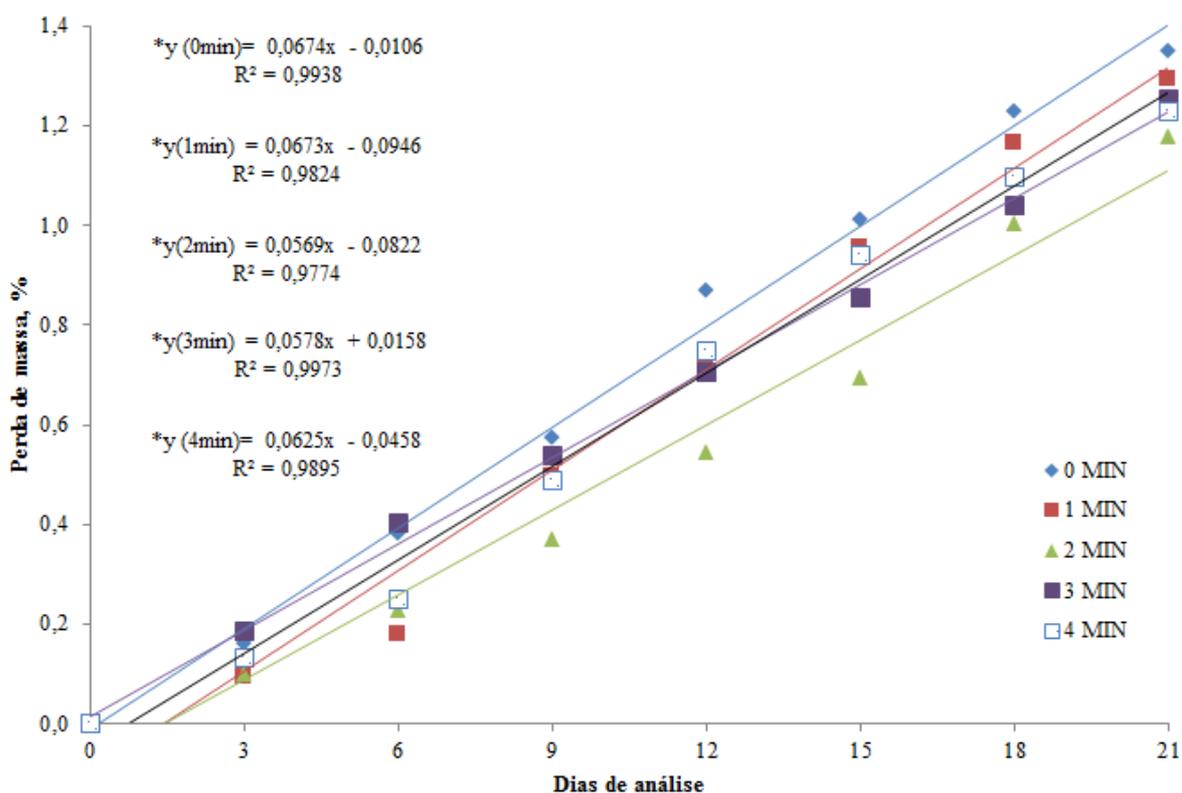
Os dados originados das análises dos frutos do experimento 1 foram submetidos a análise de regressão e os do experimento 2 em análise de variância ( $P < 0,05$ ), e quando significativos foi feito o teste de comparação de médias Tukey a 5% de probabilidade ( $P < 0,05$ ) análise de variância ( $P < 0,05$ ), para todos os parâmetros, com exceção para a Perda de massa fresca e o ângulo *Hue* que também foi realizado análise de Regressão. Para as análises estatísticas foi utilizado o Software SISVAR 5.3.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. PRIMEIRO EXPERIMENTO

No primeiro experimento, observou-se que em todas as variáveis houve interação significativa entre os fatores.

De acordo com a Figura 11, foram avaliados os valores da perda de massa de cajá-manga, em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento. Observa-se que houve interação significativa para esse fator. Os resultados mostram que, para a perda de massa, ocorreram elevações ao longo dos dias em seu percentual de massa perdida, em todos os tratamentos.



**FIGURA 11** - Perda de massa fresca em frutos (%) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

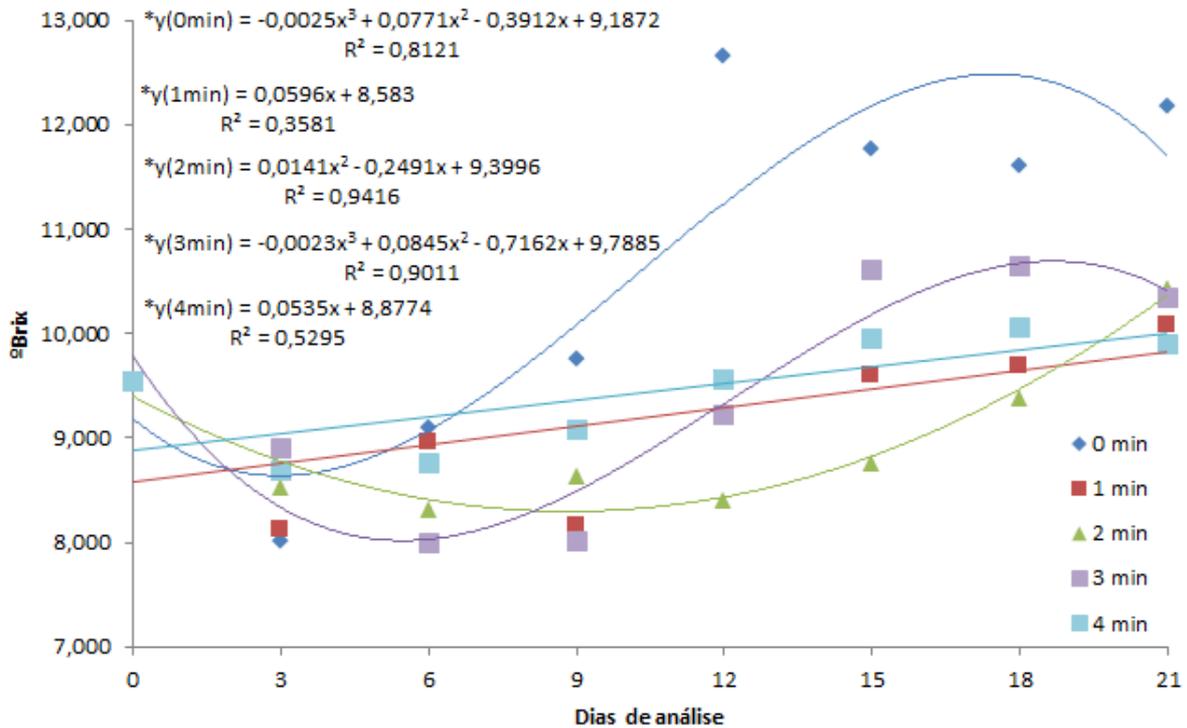
Para o tratamento controle, a queda da massa foi mais acentuada do que nos outros tratamentos, evidenciando o potencial mantenedor da massa e propriedades essenciais da pós-colheita em frutos de cajá-manga com o uso de técnicas não ionizantes.

O maior tempo ou dose de radiação UVC não é necessariamente a mais adequada para manutenção da vida pós-colheita em combate a microrganismos (RIGOLO et al., 2009) como obtido no tempo de 2 minutos de radiação UVC, porém doses maiores permitem ao fruto superar por maior período as condições de armazenamento, como Daiuto et al. (2013), afirmam na perda de massa fresca em abacates irradiados em luz UVC ser crescente para todos os tratamentos, de 5, 10, 15 e 20 minutos e controle, no entanto a perda de massa mais acentuada foi nos frutos submetidos à 5 minutos de radiação e controle.

Com o tratamento de 2 minutos de radiação UVC, diferenciou-se em média, cerca de 35,33% do total da perda de massa comparando-se com o tratamento controle (0 minuto), essa diferença também é vista contrastando-se com os tratamentos de 3 minutos (20,97%), 1 minuto (18,83%) e 4 minutos (18,44%).

Destacando-se o tratamento de 2 minutos de radiação UVC, com o menor percentual de perda de massa ao longo do tempo, evidenciando o potencial dessa dose para conservação pós-colheita do fruto e também para ser utilizada no 2º experimento. Outros tempos, como 3 e 4 minutos, também mostraram-se com potencial para a utilização no segundo experimento, no entanto outros fatores corroboraram para o uso do tempo de 2 minutos, como firmeza, sólidos solúveis, pH e acidez.

De acordo com a Figura 11 foram avaliados os teores de sólidos solúveis do cajá-manga, em função do tempo de exposição à radiação UVC e dias de armazenamento. Observa-se que houve interação significativa para esse fator, onde os resultados apontam aumento no teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento para a maior parte dos tratamentos, permitindo notar que tratamentos com 1 e 2 minutos de exposição, proporcionou estabilidade desses teores se comparado aos demais tratamentos, isso retrata o potencial da radiação UVC na conservação pós-colheita de frutos de cajá-manga.



**FIGURA 12** - Sólidos solúveis (°Brix) em frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Para essa análise, tem-se destaque os tratamentos 1 e 4 minutos de radiação UVC, pois permitiram que, durante o período de 21 dias, os frutos mantivessem estáveis seus valores de sólidos solúveis, não diferindo entre si estatisticamente ao longo do armazenamento.

Como pode ser observado, os valores de sólidos solúveis, encontrados nesse experimento, são concordantes com os valores determinados por Mata et al. (2005), que obtiveram valores médios de 9,10 °Brix. Santos (2009), trabalhando com a conservação da polpa de umbu-cajá-manga, constatou valores médios de sólidos solúveis de 10 °Brix. Rufino et al. (2009), avaliando a qualidade de frutos de cajá-manga, relataram teores médios de 12,8 °Brix.

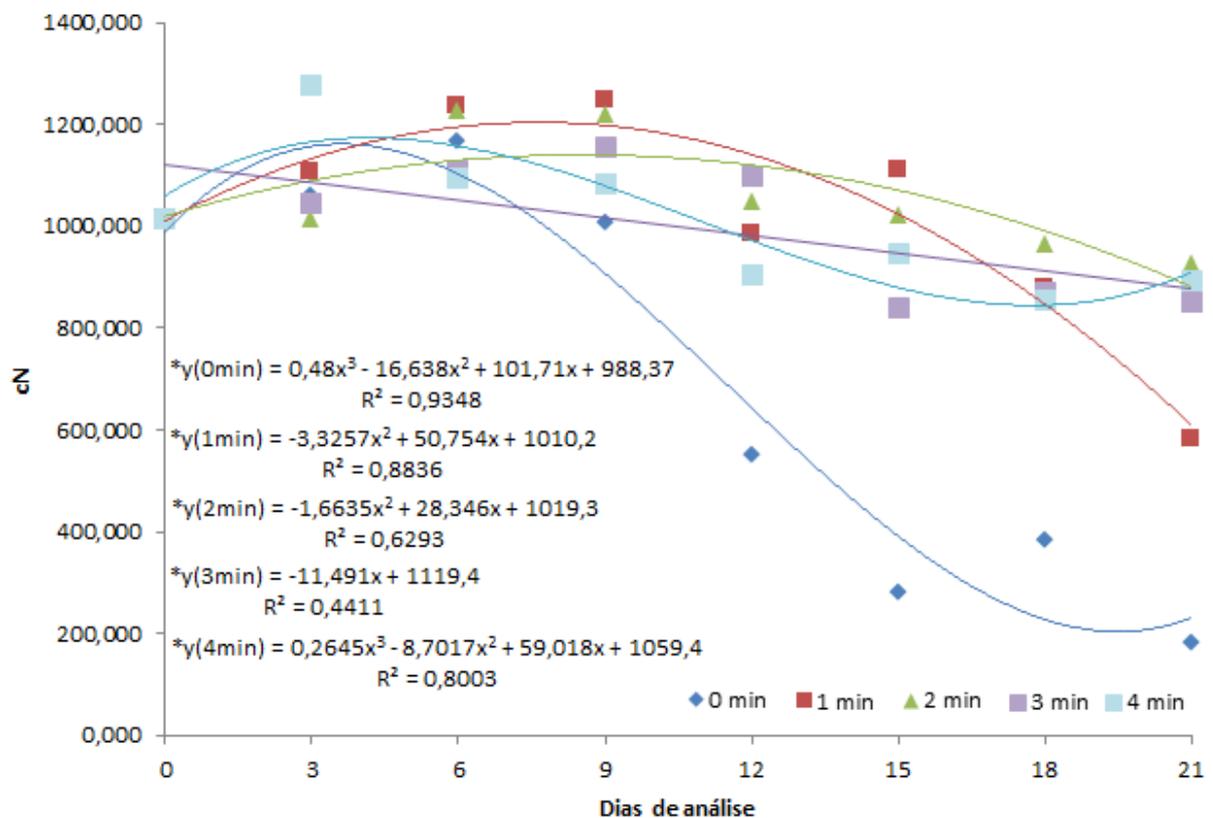
No entanto, os valores médios de sólidos solúveis deste trabalho diferem de Canuto (2010), em seu trabalho sobre caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia, onde obteve valores médios de 6,7 °Brix em suas polpas de cajá-manga.

Em tomates, segundo Campos (2008), não foram observadas diferenças significativas entre os frutos tratados com UVC quando comparados com o controle, para sólidos solúveis. Da mesma forma em Souza et al. (2009) com pêssegos armazenados durante 20 dias, não constatarem diferença significativa nos sólidos solúveis, firmeza, acidez titulável e pH, de frutos irradiados com UVC a 5 minutos - 1,85  $\text{kJ m}^{-2}$ , 10 minutos - 3,71  $\text{kJ m}^{-2}$ , 15 minutos - 5,55  $\text{kJ m}^{-2}$  e 20 minutos - 7,52  $\text{kJ m}^{-2}$ , além do controle. Igualmente registrado por Daiuto et

al. (2013), com abacates ‘Hass’ tratados com UVC de 5 a 20 minutos não notaram diferenças nos sólidos solúveis.

Nota-se que em alguns pontos há uma pequena diminuição desses valores, isso segundo Zagory e Kader (1989), pode ser devido a transformação do amido em açúcares e às condições da atmosfera no interior da embalagem. Como Rigolo et al. (2009), em cachos de uva, observaram que o efeito da radiação promoveu decréscimo do teor de sólidos solúveis durante o armazenamento em diferentes embalagens.

Segundo a Figura 12, foram avaliadas a firmeza do cajá-manga, em função do tempo de radiação UVC e dos dias de armazenamento. Observou-se que houve interação significativa para esses fatores, onde os resultados apontam a firmeza decaindo ao longo do armazenamento para todos os tratamentos (CHITARRA e CHITARRA, 2005), no entanto, o tratamento de 2 minutos conseguiu estabelecer maior resistência quando comparados com os demais tratamentos, durante os 21 dias de armazenamento. Permitindo inferir mais uma vez, as potencialidades da radiação UVC em conservação pós-colheita de frutos de cajá-manga, o que também serviu de base para o uso da dose de 2 minutos para aplicação na 2ª etapa do experimento.



**FIGURA 13** - Firmeza (cN) em frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de irradiação UVC e dias de armazenamento.

Ao longo de todo o armazenamento do experimento, foi possível notar que não ocorreram diferenças em todos os tratamentos até o 9º dia, onde o tratamento de 0 minutos se diferenciou dos demais, por passar a reduzir acentuadamente a firmeza do produto, decaindo metade da resistência já no 12º dia de análise, proporcionando redução da firmeza de 82,18% em média do dia inicial até o 21º dia. Corroborando com Daiuto et al. (2013), onde os frutos apresentam uma redução da firmeza em relação aos valores iniciais.

Os tratamentos de 2 e 3 minutos apresentaram grande similaridade em seu armazenamento, podendo destacar a estabilidade da firmeza do fruto ao longo do armazenamento, principalmente no tratamento de 2 minutos. Evidenciando que o consórcio de radiação UVC, embalagem e refrigeração, propiciaram estabilidade suficiente da firmeza, para esses tratamentos, em 21 dias de armazenamento.

De modo geral, até o 9º dia de experimento não houve diferenças entre as firmezas nos tratamentos, exceto no controle, que já no 12º dia decaiu em 54,63% em relação ao 9º dia, demonstrando que a radiação UVC é eficiente na prevenção da redução da firmeza de frutos de cajá-manga.

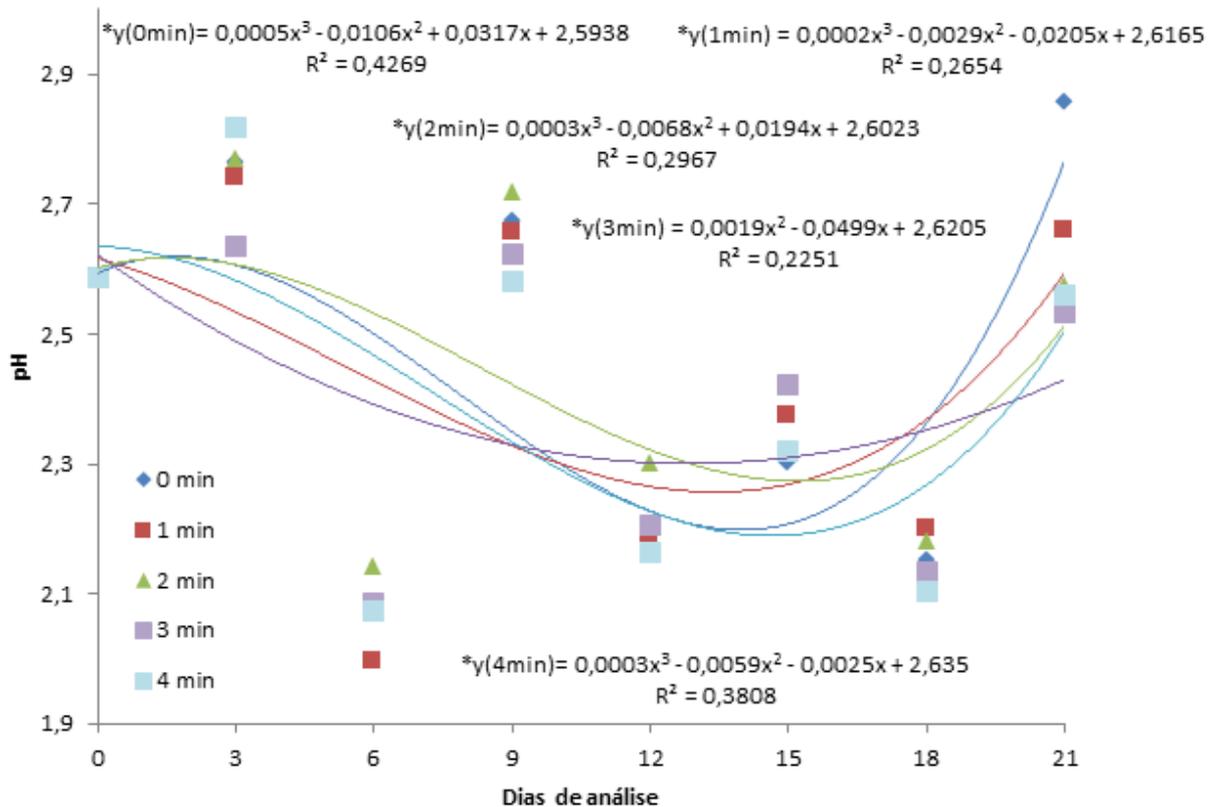
Comparando-se com o tratamento controle, é possível observar o efeito significativo da radiação UVC, mantendo os frutos dos outros tratamentos, mais firmes durante o armazenamento, promovendo menor atividade das enzimas poligalacturonase, mantendo-se a firmeza do produto (STEVENS et al., 2004).

Pode-se inferir de forma geral, que a radiação UVC foi responsável por manter por maior período a firmeza dos produtos, sendo um dos principais fatores determinantes na vida pós-colheita do fruto (PAN et al., 2004).

É possível notar que a maior dose não promoveu a conservação da resistência do fruto por maior período. Além disso, altas doses podem provocar escurecimento, perda de firmeza, aparecimento de depressões superficiais, amadurecimento anormal e perda de sabor e aroma nos produtos (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Considerando-se também, que cada produto tem uma determinada resposta específica à radiação UVC, dependendo da variedade e espécie (FAN et al., 2012).

Diferentemente de Coutinho et al. (2003), que a maior dose em pêssegos foi a mais desejável para as características pós-colheita. Já Sautter et al. (2011) e Souza et al. (2009), também com pêssego, não constataram diferenças significativas da firmeza em seus diferentes tratamentos. Tiecher (2010) em tomates tratados com UVC ( $3,7 \text{ KJ m}^{-2}$  - 10 minutos) não apresentou diferença significativa na firmeza, comparando-se com o controle.

De acordo com a Figura 14, foram avaliados os níveis de potencial hidrogeniônico do cajá-manga, em função do tempo de exposição à radiação UVC e dias de armazenamento. Observou-se interação significativa entre esses fatores, no entanto ocorreram oscilações desse teor ao longo do armazenamento, não sendo possível verificar evidentemente a evolução do nível de pH durante o período experimental.



**FIGURA 14** - Potencial hidrogeniônico (pH) de cajá (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Nota-se que entre o 6° e 18° dia não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que apenas no 21° dia foi possível constatar que o tratamento 0 minutos de radiação apresentou, significativamente, valor médio maior em relação aos demais. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o aumento de pH durante o armazenamento pode ser consequência da redução da acidez titulável, que ocorre normalmente em todos os frutos durante o armazenamento, fato esse não verificado nas condições desse experimento. Em abacates tratados com 5, 10, 15 e 20 minutos de radiação UVC e controle, Daiuto et al. (2013), afirmam que ocorreu aumento do pH durante o período armazenado.

Percebe-se que entre os tratamentos ocorreram ligeiras mudanças ao longo do tempo, porém os valores médios do pH estavam bem próximos. Como no trabalho de Souza et al.

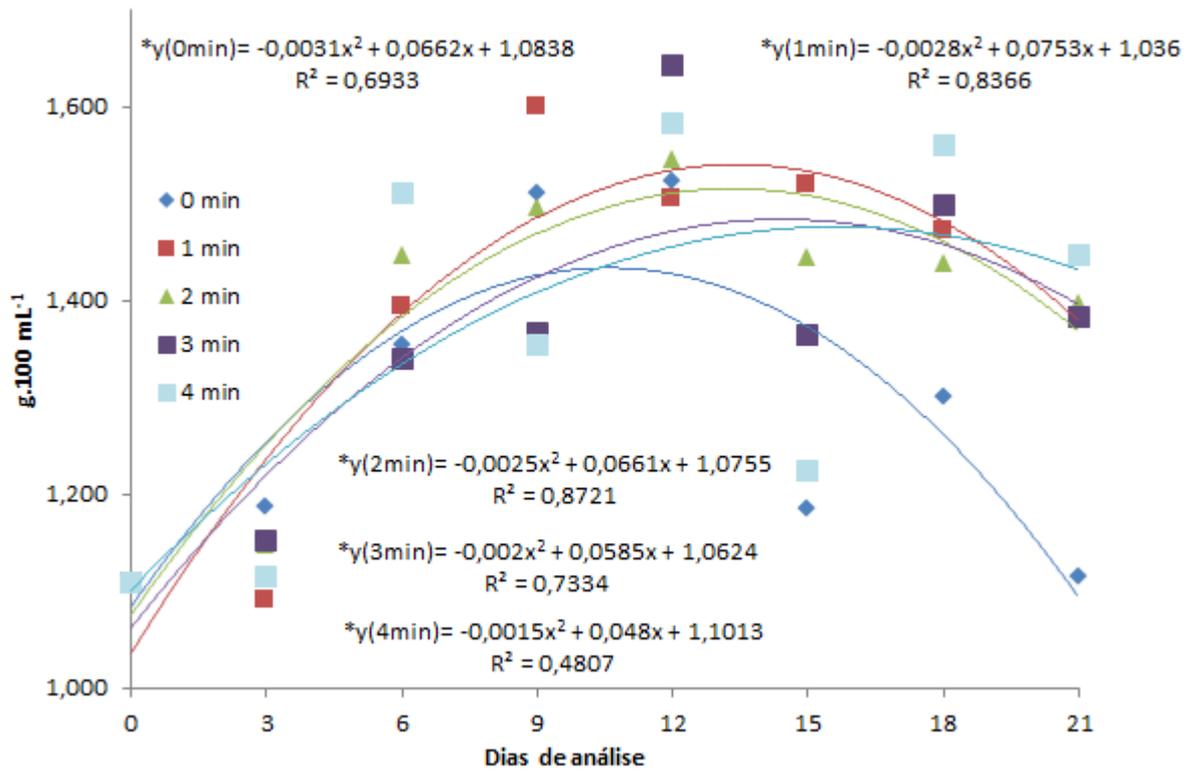
(2009), onde não constataram diferença significativa no pH de pêssegos sob os mesmos tratamentos que o presente trabalho, durante 20 dias de armazenamento. Da mesma forma Coutinho et al. (2003), trabalhando com pêssegos irradiados a 10 e 30 minutos não apresentou diferença significativa. Dessa forma, nota-se estabilidade dos valores de pH, como Daiuto et al. (2010), que inferiram sobre a estabilidade nos valores de pH durante o armazenamento.

Estudos de Sales e Waughon (2013), sobre influência do processamento em frutos de cajá-manga, verificaram valores médios de pH de 2,45 semelhantes aos encontrados para esse experimento. E abaixo dos valores encontrados por Silva et al. (2009), onde caracterizou frutos de cajá-manga em diferentes estádios de maturação, encontrando pH de 3,25, 3,39 e 3,47 para frutos verde, de vez e maduro, respectivamente.

Tratando-se da conservação pós-colheita, valores baixos de pH possibilitam maior período de armazenamento, conforme Gondim et al. (2013), inferiram em seu trabalho que, valores de pH mais elevados têm maior preferência do consumidor, enquanto que pH mais baixo, favorece a conservação dos alimentos por dificultar o desenvolvimento de microrganismos.

Também neste trabalho, tanto os valores de pH, sólidos solúveis e acidez titulável são superiores aos mínimos estabelecidos pela Instrução Normativa nº. 122, de 13 de setembro de 1999 tratando do Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) do Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento, onde, para a polpa de cajá-manga, o valor mínimo é de 2,20, 9% e 0,9 g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  para pH, sólidos solúveis e acidez titulável, respectivamente (MAPA,1999).

Foram avaliados os valores de acidez titulável do cajá-manga (Figura 15), em função do tempo de exposição à radiação UVC e dias de armazenamento. Observou-se ligeira elevação dos valores até o 12º dia com posterior queda para a maioria dos tratamentos. Esse aumento é provavelmente devido a evolução da maturação dos frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).



**FIGURA 15** - Acidez titulável (% ácido cítrico) em frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

A relação onde ocorre o aumento do pH e a redução da acidez titulável, não foi evidente para os frutos estudados até o 12º dia de análise, podendo-se notar, conforme destacado por Chitarra e Chitarra (2005), onde afirma que o aumento de pH durante o armazenamento pode ser consequência da redução da acidez titulável, e também com Yamashita et al. (2006), onde inferiram que na maior parte dos frutos apresentou decréscimos nos níveis de acidez ao longo do amadurecimento. Essa queda foi notadamente, mais acentuada no tratamento controle e menos evidente nos demais tratamentos.

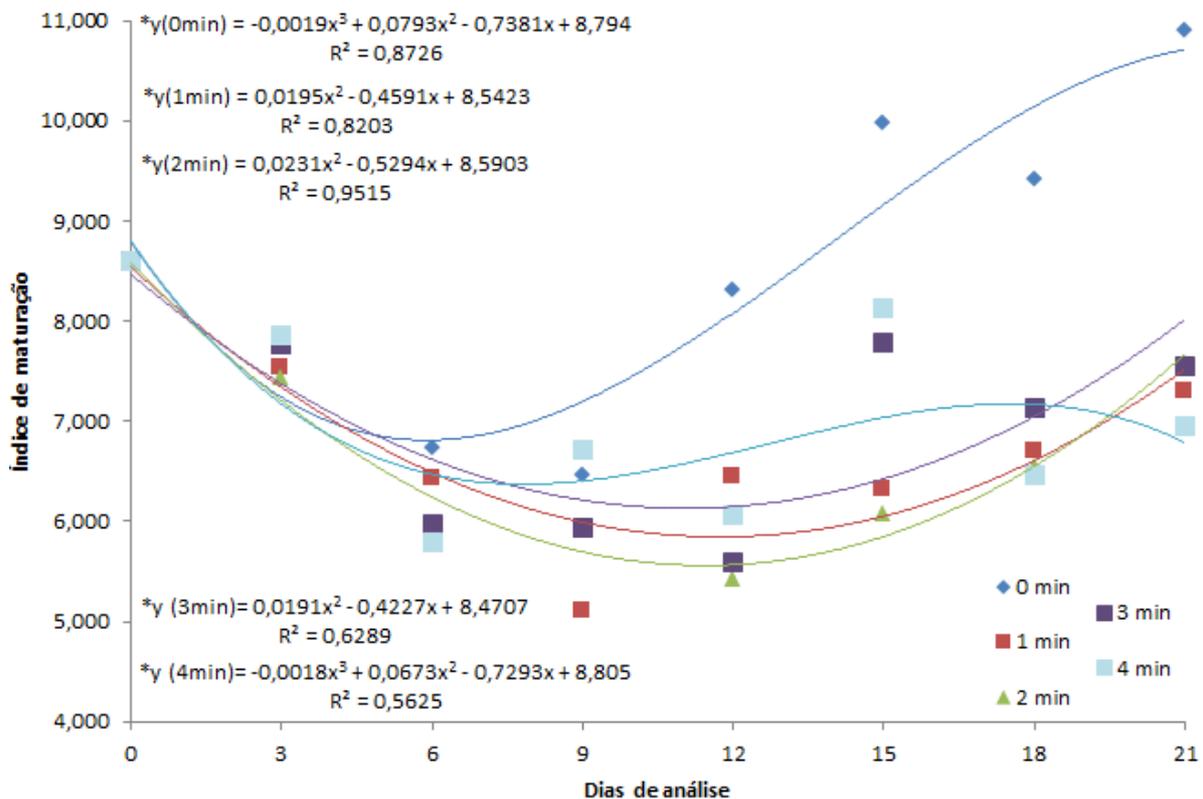
Esses valores estão próximos aos de Silva et al. (2009), que caracterizaram frutos verdes de cajá-manga, obtendo 1,44 % de ácido cítrico, e diferindo-se dos demais, onde encontraram 0,97 e 0,792% de ácido cítrico para frutos de vez e maduros, respectivamente, ocorrendo redução da acidez titulável e aumento dos teores de sólidos solúveis, açúcares solúveis totais e a relação SS/AT. Diferindo-se de Gondim et al. (2013), onde encontraram 0,94% de ácido cítrico para os frutos e corroborando com Santos (2009), que encontrou 1,21% a 1,37% de ácido cítrico para umbu-cajá-manga.

Percebe-se que até o 12º dia, entre os tratamentos, não ocorreu mudanças significativas na acidez. A partir desse momento, nota-se que o tratamento controle evidenciou queda mais acentuada da acidez, enquanto que os outros tratamentos irradiados

seguiram praticamente no mesmo comportamento, propiciando efeito positivo da radiação UVC na manutenção deste parâmetro.

Essa manutenção dos níveis mais elevados de acidez titulável pode ser resultante da redução da taxa respiratória, pois os ácidos são as substâncias mais prontamente disponíveis para a obtenção de energia no ciclo de Krebs (BRACKMANN et al., 1998). Semelhante ao encontrado por Tibola et al. (2007), trabalhando com morangos, verificaram que a acidez titulável diferiu significativamente nos morangos tratados com UVC em comparação com as frutas do tratamento controle.

A Figura 16 apresenta os valores médios do índice de maturação do cajá-manga em função dos tempos de radiação UVC aplicados. Neste parâmetro, pode-se observar que houve interação significativa para esses fatores.



**FIGURA 16** - Índice de maturação (SS/AT) em frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Primeiramente, observa-se que no tratamento controle, o crescimento de índice ao longo do armazenamento foi maior estatisticamente que os demais tratamentos, sendo que nos demais tratamentos ocorreu oscilação dessa variável. Os valores mais elevados para o controle foram provavelmente ocasionados pela maior perda de massa e maior aceleração do amadurecimento observado no decorrer do armazenamento, concentrando os monossacarídeos

e o teor de sólidos solúveis para este tratamento (SILVA FILHO et al., 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005; CAMARGO et al., 2012).

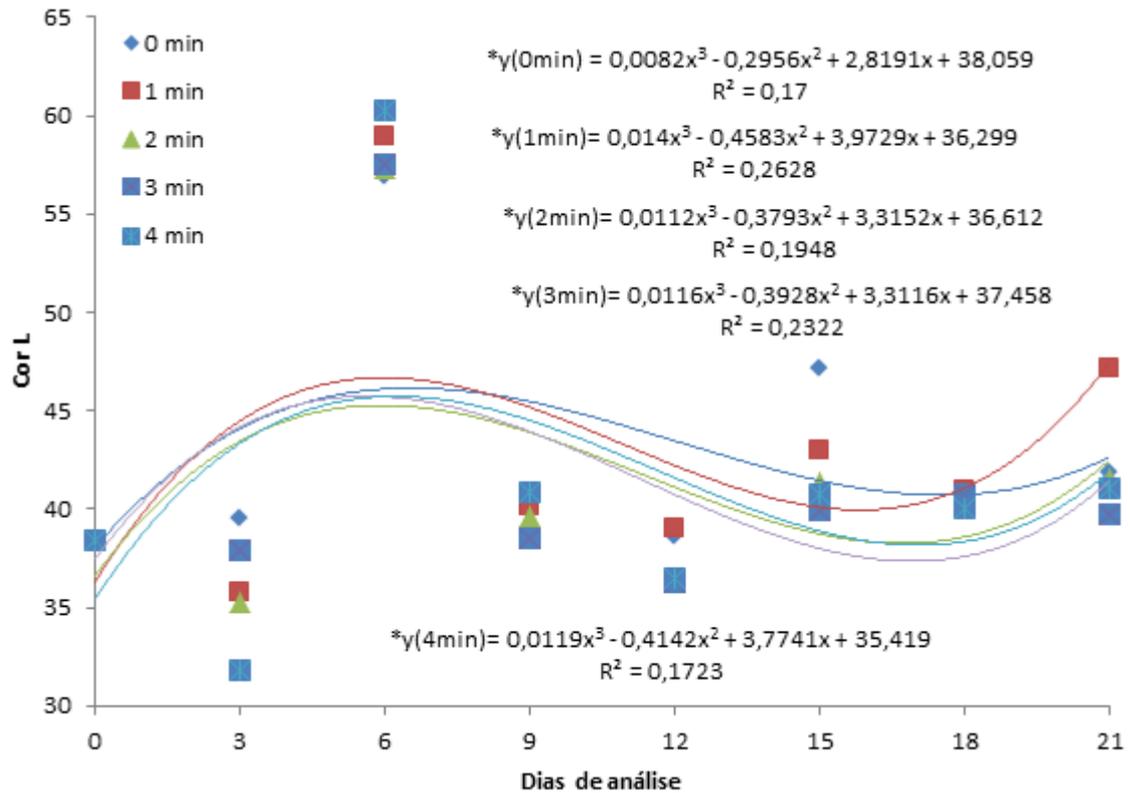
Percebe-se que nos tratamentos de 1 e 2 minutos de radiação UVC o índice de maturação apresentou maior estabilidade durante o período de armazenamento. Não muito distante destes, os tratamentos de 3 e 4 minutos também apresentaram comportamento semelhantes entre si, apontando que o uso da radiação UVC pode promover nos frutos de cajá-manga retardo dos processos metabólicos que auxiliam na maturação do fruto (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Podendo então ser um método de conservação pós-colheita eficiente na pós-colheita de cajá-manga.

Nota-se também nessa avaliação que os tratamentos não apresentaram diferenças até o 9º dia, como também na maioria das outras análises, que ocasionou as diferenças observadas em detrimento dos tempos de radiação UVC. Malgarim et al. (2006), observaram em morangos tratados com radiação UVC a não ocorrência de diferença significativa para a relação SS/AT.

Em tomates 'Pitenza' irradiados em tempos de 1, 2, 3 minutos e 10 segundos de radiação UVC, segundo Campos (2008), o índice de maturação só apresentou diferença no último dia de análise para o tempo de 2 minutos. Os valores do presente estudo entre 5,09 a 10,89, corroboram com os caracterizados por Silva et al. (2009), que encontraram relação média de SS/AT de 7,62 para frutos verdes e 12,77 e 15,14 para frutos "de vez" e maduro, respectivamente. Nesta perspectiva, para este estudo pode-se observar que a radiação UVC possibilitou manter os frutos verdes por maior período, refletindo nos valores do índice de maturação.

Já Santos (2009), encontrou valores médios da relação de SS/AT de 7,57. Bastos et al. (1999), encontraram para o cajá-manga relação de 7,14 para o índice de maturação. Estes autores apontam ser esta a faixa de consumo do fruto. Portanto, os tratamentos desde trabalho proporcionaram para o cajá-manga características bem próximas de quando o fruto está pronto para o consumo, observando dessa forma que a radiação UVC age como promotora da qualidade e conservação pós-colheita.

Segundo a Figura 17, foram avaliados os valores médios do parâmetro luminosidade L do cajá-manga, em função do tempo de exposição à radiação UVC e dias de armazenamento. Observou-se interação significativa entre esses fatores, sendo que os valores de L variaram de 31,761 a 60,233, diferentemente de Moura et al. (2003), que encontraram valores entre 38 a 60 para o cajá-manga.



**FIGURA 17** - Parâmetro de luminosidade L de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Luminosidade ou claridade é uma escala utilizada para referenciar as cores do sistema RGB (*Red-Green-Blue* ou também vermelho-verde-azul), sendo compreensível e intuitivo ao ser humano. O parâmetro de cor L de luminosidade da amostra evidenciou que o tratamento de 3 minutos conseguiu manter praticamente o mesmo padrão de luminosidade, em média 41,12 para os 21 dias de armazenamento, com exceção apenas para o 6º dia, com Vicente et al. (2005), a radiação UVC não alterou a luminosidade em pimentões. Silva (2012), constatou que a radiação UVC não afetou a cor  $L^*$  de pera, banana, morango e beterraba nos tempos de 0,5; 1; 2; 4 e 8 minutos.

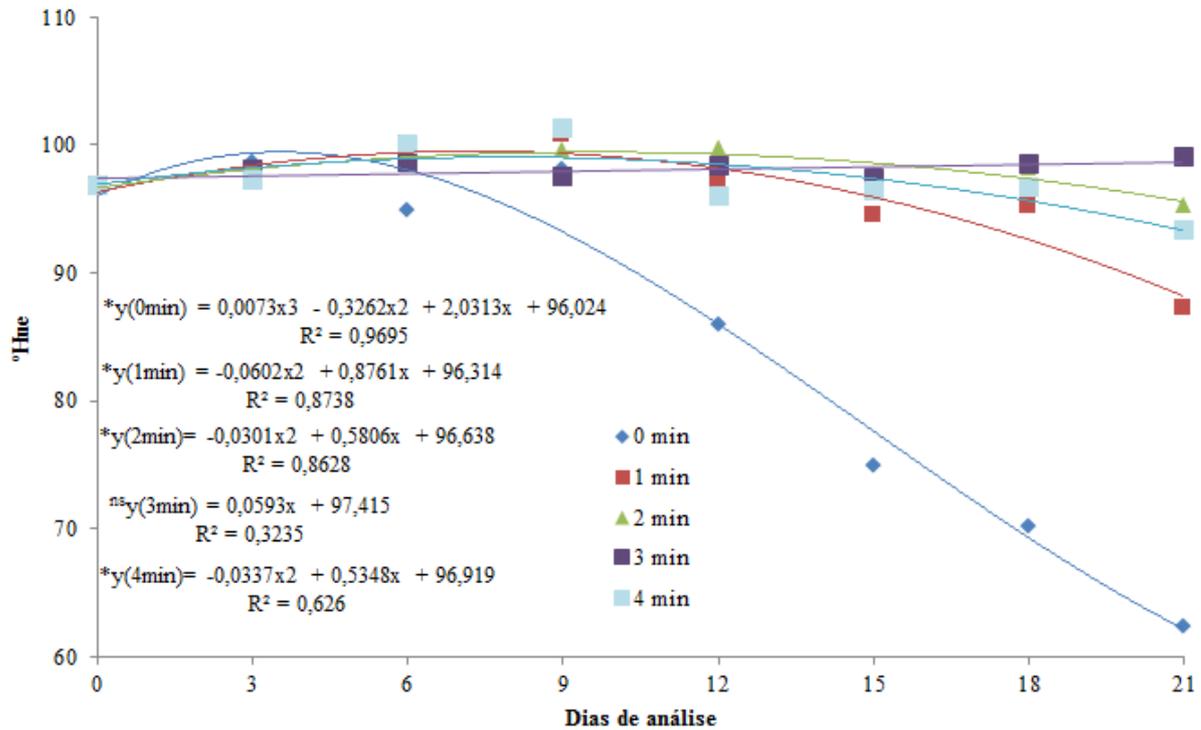
Porém, nos demais tratamentos, houve moderado aumento da luminosidade apontando que o fruto estava tendendo do mais escuro para o mais claro, possivelmente, por migrar da cor verde escura para a verde clara e posterior amarela (APÊNDICE A), evidenciado provavelmente pela quebra ou degradação da clorofila e amadurecimento dos mesmos (AWAD, 1993; VILAS BOAS et al., 2001; SOARES, 2002; CHITARRA e CHITARRA, 2005; ROESLER et al., 2007). No 6º ao 12º dia não houve diferença significativa entre os tratamentos, ressaltando que em outras avaliações do presente estudo, por volta do 12º dia, foi onde mais apresentou diferenças significativas entre os dias. Sendo outro fator, o período de

armazenamento, que interfere na condição de cor  $L^*$  em cajá-manga, segundo Bastos et al. (1999), inferem que tempo e temperatura otimizados garantiram a estabilidade desses atributos para fruto de cajá-manga.

A UVC de modo geral, não apresentou acentuadas diferenças neste parâmetro, apesar de ser significativa a interação, conforme Tiecher (2010), observou em tomates que a radiação UVC reduziu a velocidade de maturação, especialmente no que tange ao retardamento da alteração de coloração, apesar de estimular a produção de etileno, que é conhecido pela ação de desencadeamento da síntese de licopeno e degradação de clorofila. Tibola et al. (2007), verificaram em seu trabalho que a dose de radiação UVC em morangos não alterou os parâmetros de Cor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $^{\circ}Hue$ .

Em se tratando das doses de radiação UVC, para este experimento, foi notado comportamento contrário ao observado por Cia et al. (2009), trabalhando com tempos de UVC de 0, 1, 2, 4 e 8 minutos em uvas armazenadas em temperatura ambiente ( $25^{\circ}C$ ), apresentou para o controle, a menor luminosidade ( $L^*$ ), seguido da dose de 2 minutos, e as demais não se diferiram, e quando refrigeradas ( $1^{\circ}C$ ), tiveram de modo geral, luminosidade semelhante as uvas avaliadas inicialmente, sendo maior valor médio de cor  $L^*$  para a maior tempo de UVC.

São exibidos na Figura 18 o valor médio do ângulo  $Hue$  do cajá-manga em função do período de armazenamento e dos tempos de radiação UVC. Em relação ao ângulo  $Hue$ , pode-se observar a influência que a radiação UVC provocou nos frutos de cajá-manga comparando-se com o controle. Se observados somente os tratamentos que tiveram radiação, nota-se que apenas no 21º dia houve mudança significativa entre os tratamentos, onde os tratamentos com 3 e 2 minutos propiciaram os maiores valores. Mostrando a potencialidade da radiação UVC em detrimento ao  $^{\circ}Hue$  que é uma medida apropriada para expressar a variação da coloração em produtos vegetais (BRUNINI et al., 2004), onde nesse parâmetro a radiação mostrou-se eficiente por manter a coloração mais próxima do verde por maior período em comparação ao tratamento sem radiação.



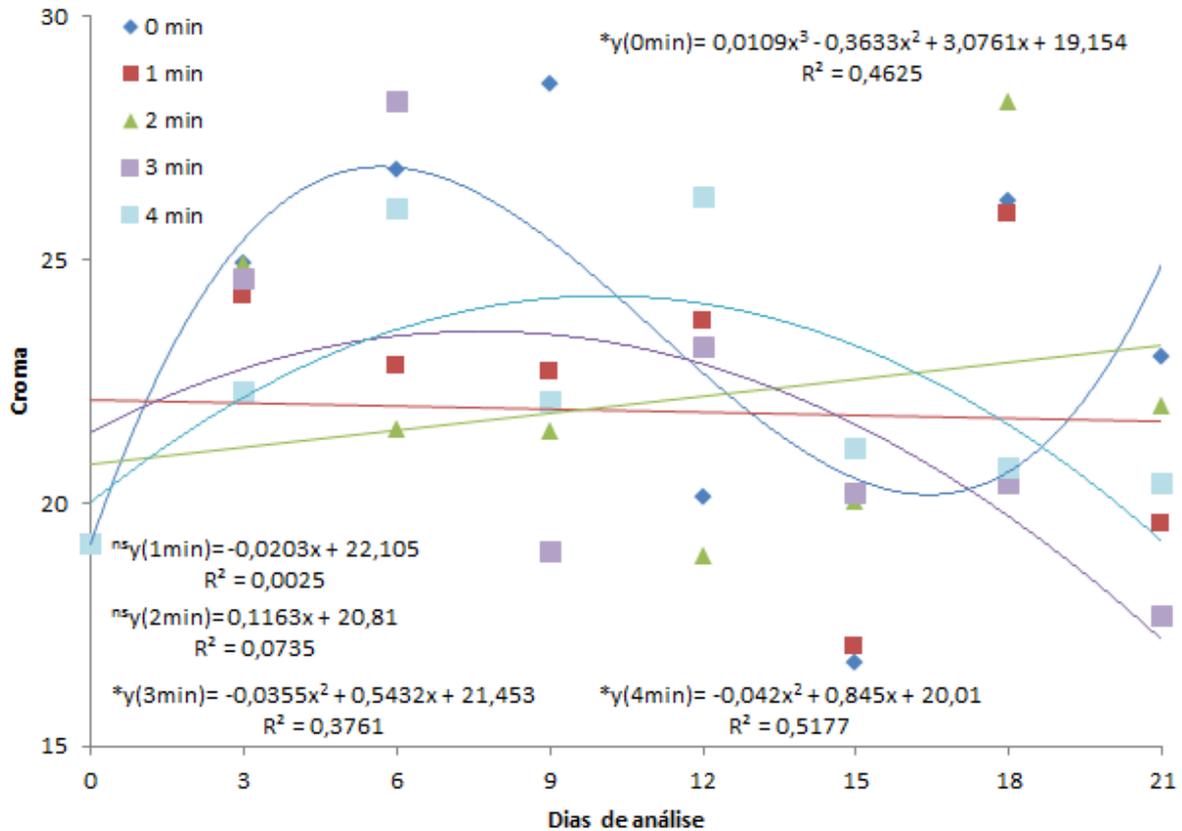
**FIGURA 18** -  $^{\circ}Hue$  (ângulo de cor) em frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Nesse aspecto, pode-se inferir que os tratamentos com radiação garantiram durante os 21 dias de armazenamento os parâmetros de  $^{\circ}Hue$  praticamente inalterados, evidenciando que neste período, os mesmos não se diferiram significativamente. Silva (2012), observou que as maiores doses foram responsáveis pelos maiores valores de  $Hue$ , diferentemente deste estudo.

Observando que em todos os tratamentos até o 9º dia não foi verificada alteração estatística significativa do ângulo  $Hue$ , enquanto que o controle já apresentou mudança desse parâmetro aos 12 dias de armazenamento.

A relação entre o tempo de exposição UVC e o aumento ou diminuição do ângulo  $Hue$  não foi observado, exceto no controle, onde nos demais tratamentos, apresentaram valores médios próximos. Tal comportamento foi diferente para Cia et al. (2009), em morangos tratados com UVC, apresentando maiores valores de  $Hue$  para o controle. E Silva (2012), observou maiores valores médios de  $Hue$ , com o acréscimo da dose de radiação UVC em pêra, morango, beterraba e limão. Tibola et al. (2007) e Malgarim et al. (2006), não apresentaram diferenças em  $^{\circ}Hue$ . E em mangas ‘Tommy Atkins’ tratadas com doses de radiação UVC de 1,14 e 2,28  $Kj\ m^{-2}$ , Miguel (2012), observou que a menor dose, apresentou maior grau  $Hue$ .

As médias apresentadas na Figura 19 mostram a variação dos valores de croma do cajá-manga em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.



**FIGURA 19** - Cromia de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento

Pode-se observar que no tempo de 4 minutos, o croma dos frutos mantiveram-se o mesmo durante todo o período experimental, não sendo observada diferença significativa até o 6º dia em relação aos demais tratamentos. Nos tratamentos de 1, 2 e 3 minutos também apresentou comportamento similar, sugerindo estabilidade dessa variável, sendo que o tratamento controle demonstrou maior irregularidade das médias amostradas, oscilando durante todo o armazenamento.

Liu et al. (2012), afirmam não haver diferença na aplicação da radiação UVC nos valores de croma e  $^{\circ}Hue$ , diferentemente deste trabalho onde houve interação significativa entre tratamentos e durante o armazenamento.

O comportamento do croma nesse experimento, mostrou-se com pequenas oscilações, mas de certa forma, constante. Variando ligeiramente durante o armazenamento, mostrando desta forma que a radiação UVC possibilitou estabilidade desse parâmetro.

Notou-se diferenças entre os tratamentos nos diferentes tempos de radiação, diferentemente de Liu et al. (2012), onde notaram que não houve diferença no  $^{\circ}Hue$  e também no croma de tomates irradiados com UVC.

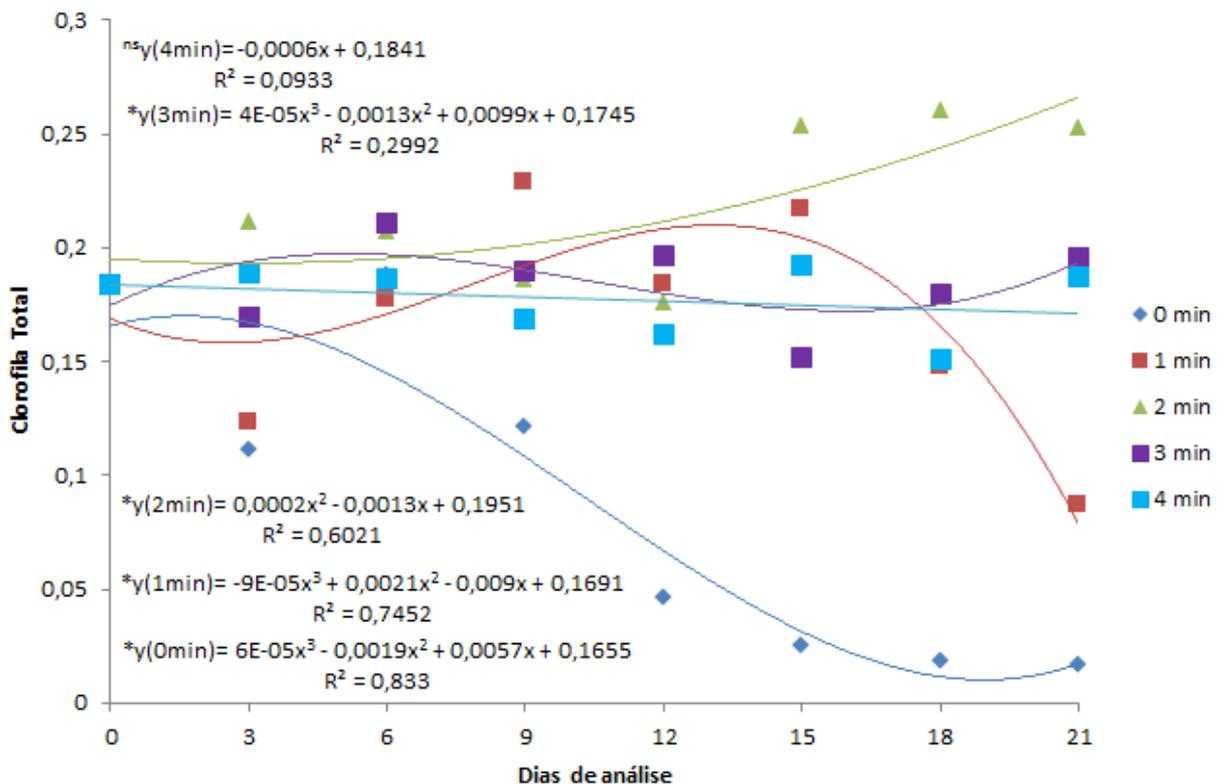
Em uvas, segundo Cia et al. (2009), constataram que, exceto para a menor tempo de radiação UVC, os demais tempos proporcionaram menor croma nos cachos. Em mangas ‘Palmer’ tratadas com radiação UVC, Marques et al. (2013), observaram maior croma nos frutos irradiados em relação ao controle ao longo do armazenamento, sendo diferente do observado para cajá-manga nesse experimento.

Canuto et al. (2010), caracterizando os frutos de cajá-manga encontraram valor médio de croma igual a 32,7. Valores que se diferenciaram deste estudo, inclusive o controle.

Nota-se, com a aplicação da radiação UVC, significativa melhora no potencial de conservação do cajá-manga. Tendo menor escurecimento dos frutos tratados com radiação, mostrando não ser dependente apenas da atividade da polifenoloxidase e da concentração de compostos fenólicos essa alteração (COSTA, 2010).

Os maiores tempos não foram responsáveis pelos maiores valores de croma, e também o menor tempo não obteve a menor média significativa, diferentemente de Cote et al. (2013), onde observaram esse fenômeno, além de inferir que o controle não se diferenciou dos demais tratamentos.

Na Figura 20 são mostrados os valores médios de Clorofila Total, em função do tempo de radiação UVC e dias de armazenamento.



**FIGURA 20** - Clorofila Total (mg g<sup>-1</sup>) em frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

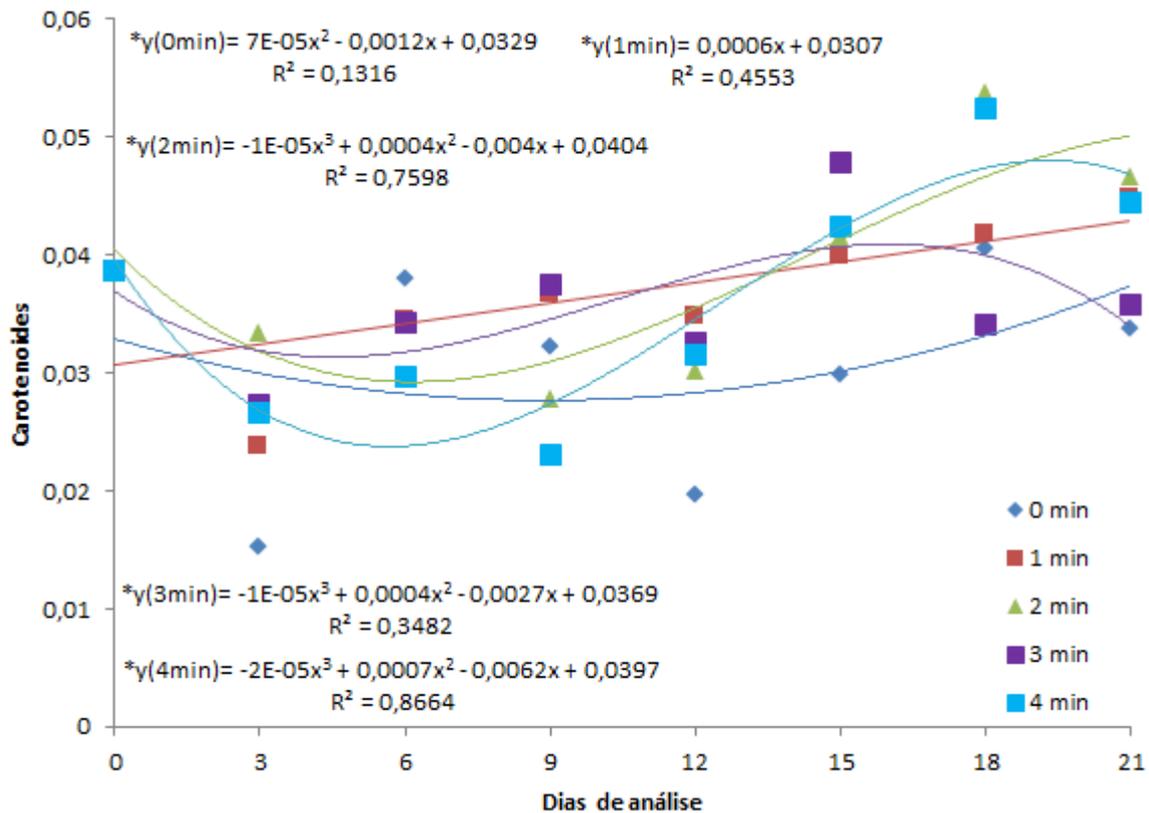
Nesta análise, o tratamento de 4 minutos foi o que conseguiu manter o valor médio de clorofila estável, durante os dias de armazenamento. No tratamento de 3 minutos também foi observado certa estabilidade, porém com ligeiras oscilações desses valores, da mesma forma que no tempo de 2 minutos, sendo que a partir do 12º dia foi possível observar aumento significativo desse valor, apresentando o maior valor médio de clorofila entre todos os tratamentos. Já a dose de 1 minuto e o controle, apresentaram déficit de clorofila até o final do armazenamento. Ficando evidente, a partir desses resultados, que a dose de radiação UVC relacionou-se significativamente com o teor de clorofila total, apontando que frutos tratados com esta técnica pós-colheita podem trazer benefícios a manutenção da clorofila dos frutos, retardando a quebra deste pigmento pela redução do amadurecimento dos mesmos, deixando os frutos verdes por maior período.

Desse modo, os frutos que foram irradiados, proporcionaram retardo no processo de amadurecimento, não afetando negativamente a qualidade em frutos sob armazenamento (STEVENS et al., 1998; MAHARAJ et al., 1999; HEMMATY et al., 2006). Sendo assim, a radiação age como um processo, capaz de retardar a senescência, incluindo retardo na degradação de clorofilas (COSTA et al., 2006).

Para os tratamentos controle e 1 minuto, foi possível constatar melhor a mudança da cor verde para amarela nos frutos, principalmente por serem produtos climatéricos, ocorrendo a transição de cloroplastos em cromoplastos (KAHLAU e BOCK, 2008; BARSAN et al., 2010). Nessa transição, segundo Egea et al. (2010), ocorre degradação de clorofilas e síntese de carotenóides, que se acumulam em cromoplastos, responsáveis pela cor amarela, laranja e vermelha de vários frutos.

Tiecher (2010), mencionou que a radiação UVC pode estimular a produção de etileno, que é conhecido pela ação de desencadeamento da síntese de licopeno e degradação de clorofila, porém o mesmo autor não observou em seus experimentos, sem esclarecer exatamente a causa exata do fenômeno. Isso também foi evidente neste estudo, principalmente nos tratamentos que tiveram maiores doses, os quais também mantiveram os produtos verdes por maior período, principalmente nos tempos de 2, 3 e 4 minutos.

Os valores médios dos carotenoides de cajá-manga que receberam diferentes tempos de radiação UVC em 21 dias de armazenamento estão apresentados na Figura 21. Esta variável apresentou diferenças durante o armazenamento e também nos diferentes tempos de radiação, havendo interação significativa entre esses fatores.



**FIGURA 21** - Carotenoides ( $\text{mg g}^{-1}$ ) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

O desaparecimento da clorofila, que é o responsável pela cor verde aos frutos, foi ocorrendo com o tempo, dando visibilidade para os carotenoides, que são pigmentos amarelos que caracterizam o processo de maturação (VILAS BOAS et al., 2001), como observado nos diferentes tempos de radiação UVC aplicados neste experimento.

Nota-se que, em todos os tempos de radiação UVC, houve oscilação dos valores, demonstrando certa estabilidade desse parâmetro ao longo do armazenamento, sendo que os maiores valores médios foram observados para o tratamento 2 minutos, enquanto o controle apresentou o mesmo comportamento dos demais tempos, mas com valores médios menores.

Essa manutenção do teor de carotenoides mais elevado pode ter sido estimulada possivelmente pela radiação UVC, que ativou os mecanismos de defesa do fruto (MERCIER e KÚC, 1997), sendo estes mecanismos responsáveis por vários fenômenos nos frutos, um deles é o responsável por promover a indução do metabolismo de carotenoides (GONZÁLEZ-AGUILAR et al., 2007; ERKAN et al., 2008; ALOTHMAN et al., 2009; LIU et al., 2009). Provavelmente, por conta desse fator, os frutos mantiveram-se com certa estabilidade durante o armazenamento, conferindo apelo funcional significativo aos frutos (MATTIETO, 2005).

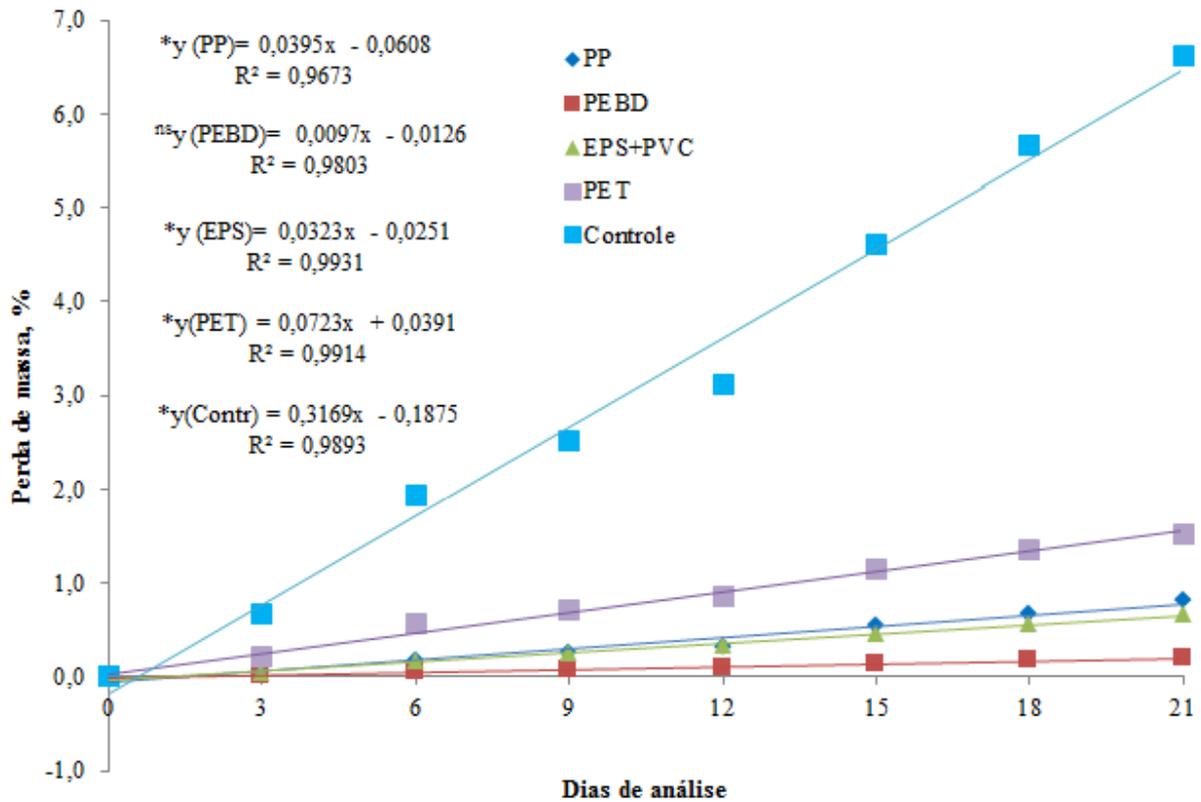
Campos e Vietes (2009), inferem em seu trabalho com tomates, que os maiores tempos de 2 e 3 minutos e 10 segundos foram os que proporcionaram as maiores médias de carotenoides ao longo do armazenamento, e com o aumento dos tempos de radiação UVC ocorreu também aumento dos valores médios de carotenoides totais, evidenciando seu efeito positivo. Diferente do observado nesse estudo, onde as maiores médias dos carotenoides foram nos menores tempos de radiação.

#### 4.2. SEGUNDO EXPERIMENTO

Nesta etapa, da mesma forma que a anterior, observa-se que em todas as variáveis houve interação significativa entre os fatores.

Nos dados do experimento 2, de acordo com a Figura 22, foram avaliados os valores médios da perda de massa do fruto cajá-manga, em função da exposição com 2 minutos de radiação UVC, diferentes embalagens e dias de armazenamento. Nota-se a ocorrência de interação significativa entre os fatores.

Nota-se que tanto no primeiro como no segundo experimento, os percentuais de perda de massa não ultrapassam os 7%, e segundo Finger e Vieira (2002), a máxima perda de massa fresca tolerada para o não aparecimento de enrugamento e/ou murcha na superfície oscila entre 5 e 10%, além disso, produtos perecíveis como o cajá-manga mesmo refrigerado, embalado e irradiado, sofre alguma perda de massa durante o armazenamento devido ao efeito combinado da respiração e da transpiração (CHITARRA e CHITARRA, 2005).



**FIGURA 22** - Perda de massa fresca em frutos (%) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Segundo Vilas Boas et al. (2012), a perda de massa é influenciada interativamente pelos fatores tempo de armazenamento e embalagens de bandejas cobertas com PVC, PP e polipropileno biorientado para pimentões verdes, e o aumento da perda de massa independe do tipo de embalagem utilizada.

Conforme Kohatsu et al. (2011), destacam que o emprego de atmosfera modificada e o uso de refrigeração, prolonga o período de conservação dos frutos durante o armazenamento diminuindo danos da perda de massa, reduzindo os danos ocasionados pela respiração e transpiração, e no experimento, todos os tratamentos evidenciaram perda de massa ao longo do armazenamento refrigerado.

O uso das embalagens promove menor perda de massa nos frutos, onde PEBD, PVC+EPS e PP, destacam-se por permitir a manutenção dessa qualidade por maior período e com bom aspecto externo, como Oliveira et al. (2010) com carambolas em diferentes embalagens, constataram-se durante todo o período de armazenamento, menor perda de massa fresca nas carambolas armazenadas com embalagens, além de manter boa aparência ao longo da vida de prateleira.

Nota-se o potencial das embalagens para amenizar o efeito da perda de massa, como tratado por Hojo et al. (2011), onde apontam a atmosfera modificada sendo benéfica para impedir a perda de massa e o consequente escurecimento do produto.

Como também ocorrido no 1º experimento, evidenciou-se aumento em seu percentual de massa em todos os tratamentos ao longo dos dias de análise. Tais resultados apontam que o tratamento de PEBD+2 min de UVC foi o tratamento que conseguiu manter, por maior período, condições adequadas de armazenamento, permitindo ao fruto manter a turgidez ao longo desse período, destacando o potencial dessa embalagem na conservação pós-colheita do fruto, que pode ser por consequente fechamento de capacidade hermética (MIGUEL et al., 2007).

Grigio et al. (2011), trabalhando com o efeito da atmosfera modificada e embalagem PEBD em goiabas, constataram que o uso desta embalagem pode contribuir positivamente na manutenção da qualidade dos frutos durante o armazenamento refrigerado, e da mesma forma nos frutos de cajá-manga, houve contribuição da associação da atmosfera modificada e a embalagem, evidenciando o potencial da embalagem de PEBD.

Apesar das diferenças da perda de massa dos frutos durante o período de armazenamento, pode-se destacar ligeira diferença entre os tratamentos PP+2 min UVC e PVC+EPS+2min UVC, que também mostraram-se eficazes no controle da perda de massa, exceção para a embalagem PET+2 min UVC, onde apresentou baixa capacidade na manutenção da massa do produto. Isto, provavelmente, deve-se a falta de regularidade na vedação da embalagem, pois este tipo de embalagem não fecha adequadamente em toda a sua extensão, permitindo a troca de gases. E no caso do tratamento controle, o mesmo apresentou acentuada perda de massa, comparando-se com os demais tratamentos.

No trabalho de Santos et al. (2011), usando atmosfera modificada na conservação pós-colheita de manga, inferem que embalagens plásticas associadas à refrigeração retardam o amadurecimento dos frutos, e da mesma forma isso também pode ser observado nos frutos de cajá-manga em 21 dias de análise.

O tipo da embalagem, do material, da espessura, etc, são fatores que interferem na manutenção pós-colheita dos frutos de cajá-manga, o mesmo observado por Oliveira et al. (2014), onde a menor perda de massa foi nos frutos revestidos com BOPP em relação ao PVC e sem embalagem, associada à menor permeabilidade daquele filme ao vapor de água.

Dessa forma, o uso da embalagem de PEBD, nas condições desse experimento, mostrou efeito positivo e vantagem sobre as demais, em relação a manutenção da perda de massa na pós-colheita de frutos de cajá-manga, por maior período, da mesma forma que

Malgarim et al. (2006), observaram a menor perda de massa em frutos de morango irradiados por 6 minutos em luz UVC e acondicionados em embalagens de PEBD, comparados com outros frutos sem irradiação e diferentes embalagens.

Os valores obtidos para sólidos solúveis na Tabela 1 mostraram que o comportamento das amostras de cajá-manga foi próximo ao evidenciado no 1º experimento, o que também permitiu inferir o uso da dose de 2 minutos para aplicação na 2º fase do experimento, sendo possível constatar que a embalagem tem influência significativa em relação ao parâmetro sólidos solúveis, pois a própria constituição da embalagem modifica o comportamento e senescência dos frutos, como a característica de cada embalagem em permitir as trocas gasosas e apresentar diferentes espessuras, tipo de material, etc (SOUZA et al., 2002; OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2005; YAMASHITA et al., 2006).

Fato esse, que Miguel et al. (2007), evidenciaram que os teores de sólidos solúveis em tomates embalados com PP e PET foram de 4,32 e 4,62 °Brix, respectivamente, inferindo que os teores de sólidos solúveis, acidez titulável, relação SS/AT e o pH são significativamente afetados pela embalagem.

Também Oliveira et al. (2010), trabalhando com diferentes embalagens na carambola, inferem que os menores teores de SS está relacionado ao retardo do amadurecimento promovido pelas embalagens que formaram uma atmosfera rica em CO<sub>2</sub> ao redor dos frutos, e o aumento da taxa de CO<sub>2</sub> faz com que os frutos apresentem redução no metabolismo.

Diferentemente de Brunini et al. (2004), ao trabalhar com embalagens e temperatura de armazenamento para jabuticabas em bandejas polietileno tereftalato revestidas com filme plástico de PVC e bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme plástico de PVC, observaram que os teores de sólidos solúveis apresentaram ligeiro aumento, com exceção de bandejas de poliestireno com filme plástico de PVC, e conclui que o uso de embalagens, associados ou não a baixas temperaturas, não interfere na evolução da acidez titulável, sólidos solúveis e pH.

**TABELA 1** - Valores médios de sólidos solúveis (°Brix) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS + 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	8,666aDE	8,666aAB	8,666aBC	8,666aB	8,666aD	8,666
3	8,066aE	8,300aAB	8,766aBC	8,233aB	8,700aD	8,413
6	9,466abDE	8,500abAB	8,133bC	8,566abB	9,766aCD	8,886
9	11,200aBC	8,300cAB	10,200abAB	8,266cB	9,000bcD	9,393
12	10,100aCD	7,533bB	9,666aABC	8,966abAB	9,733aCD	9,083
15	13,200aA	9,700bA	10,300bAB	9,500bAB	12,566aAB	11,053
18	13,566aA	8,700cAB	10,633bA	9,800bcAB	11,133bBC	10,766
21	12,433aAB	9,500bA	9,533bABC	10,400bA	13,666aA	11,106
Média	10,837	8,650	9,462	9,050	10,404	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

Coelho et al. (2010), avaliando a caracterização de clones de cajazeira, apresentaram valores médios de sólidos solúveis de 9,58 a 11,83 °Brix. Rodrigues et al. (2012), em seu trabalho sobre qualidade de frutos de cajazeira em diferentes estádios de maturação observaram que, os sólidos solúveis foram aproximadamente de 10,2 °Brix para fruto, 11,5 °Brix para frutos com casca de 25% a 50% amarela, 12 °Brix para frutos com 75% da casca amarela e 13,7 °Brix para frutos 100% amarelos. Dados também semelhantes com Kohatsu et al. (2011), onde obtiveram teores de sólidos solúveis de 12,88, 12,78 e 12,54 °Brix, a 4, 8 e 25°C, respectivamente, para frutos de cajá-manga armazenados durante 12 dias. Da mesma forma, os resultados mostram que os teores de sólidos solúveis seguem um padrão de aumento ao longo do armazenamento, corroborando também com Mata et al. (2005), Santos (2009) e Rufino et al. (2009).

Segundo Molinari (2007), trabalhando com métodos combinados para a preservação de mamão 'Golden, observou que não houve diferença significativa para os teores de sólidos solúveis, acidez titulável e pH nos frutos embalados com caixa de papelão e diferentes espessuras de PEBD e também recebendo irradiação gama. Esse mesmo comportamento também ocorreu com amora-preta em filme de PEBD (CIA et al., 2007).

No entanto, a técnica da embalagem associada à radiação UVC demonstra-se eficiente em manter as características essenciais da pós-colheita. Possivelmente, prevenindo que compostos químicos e enzimáticos sejam convertidos em açúcares e evitando que o fruto atinja a senescência rapidamente (SOMMER, 1985; CIA et al., 2010) com decréscimo nos teores de amido, de forma gradativa, ao mesmo tempo que o teor de sólidos solúveis vai aumentando (MIZOBUTSI et al., 2012).

Na embalagem de PEBD foi possível notar os menores valores médios, diferindo significativamente dos demais tratamentos durante os 21 dias, provavelmente, devido ao tipo de vedação e filme da embalagem.

Os valores das firmezas do cajá-manga em função das diferentes embalagens e dos dias de armazenamento são apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2** - Valores médios de firmeza (cN) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS + 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	1235,833aA	1235,833aA	1235,833aAB	1235,833aA	1235,833aA	1235,833
3	1242,50abA	1091,6abAB	1353,333aA	1049,16abAB	949,166bA	1137,16
6	1077,083aA	1185,833aA	1193,33aAB	1362,50aA	1015,83aA	1166,91
9	930,416aA	1290,166aA	966,66aABC	1175,00aAB	1114,27aA	1095,30
12	960,000aA	1224,166aA	981,66aABC	1170,00aAB	963,333aA	1059,83
15	389,166bB	977,766aAB	1057,5aABC	1030,00aAB	408,333bB	772,553
18	288,333bB	979,166aAB	674,166abC	992,50aAB	310,833bB	649,000
21	205,833cB	664,800abB	807,500aBC	793,333aB	270,83bcB	548,460
Média	791,146	1081,175	1033,750	1101,042	783,554	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

Observa-se que a firmeza dos frutos apresentou decréscimo ao longo do período de armazenamento, constatando diferença significativa entre os frutos com e sem embalagem, e também diferenças entre as embalagens utilizadas, corroborando com o trabalho de Oliveira et al. (2010).

O efeito da embalagem pode ser observado em detrimento das diferenças entre as 5 embalagens utilizadas, onde o tratamento PET+2min UVC e PEBD+2min UVC registraram as maiores médias de firmeza, 1101,04 e 1081,17 cN, respectivamente, mostrando que esses tratamentos têm potencialidades na manutenção da firmeza do cajá-manga. Possivelmente, devido a lignificação do tecido, catalisada principalmente pelas enzimas fenilalanina amônio-liase e peroxidase (CAMARGO et al., 2012).

Não distante, encontra-se o tratamento PVC+EPS+2min UVC, com média de 1033,75 cN durante os 21 dias de análise. Ao decorrer do armazenamento, todos os tratamentos foram sofrendo amaciamento e amadurecendo, conforme exposto por Ishak et al. (2005), onde inferem que o avanço da maturidade traz diminuição da firmeza, visto que pectinas solúveis contribuem para o amolecimento do fruto.

Como a firmeza é um importante atributo para a aceitabilidade e tolerância a manejo pós-colheita, e os resultados obtidos apontam certas variações, segundo Prasanna et al. (2007), essas variações podem ser ocasionadas por um grande número de fatores como a disponibilidade hídrica do solo, a temperatura, a umidade relativa e a disponibilidade de nutrientes.

Ainda de acordo com Prasanna et al. (2007), este parâmetro vai sofrendo alterações durante o amadurecimento do fruto essencialmente provocadas pela degradação do amido e modificações no metabolismo das paredes celulares, sendo assim, as modificações sofridas nos frutos principalmente nos tratamentos controle e PP foram mais evidentes, não sendo efetivas na manutenção do amido e conseqüentemente sobre a firmeza do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Pode-se inferir que o tratamento PET dos frutos de cajá-manga mantiveram durante o período de armazenamento seus carboidratos juntos à parede celular, pois segundo Chitarra e Chitarra (2005), a degradação de carboidratos da parede celular, assim como a poligalacturonase e a celulase, desencadeiam o amolecimento dos frutos, e além dessas características, o tratamento PEBD também mostrou-se eficiente em reduzir a perda de massa, pois a perda de massa tem relação direta com a firmeza, sendo um dos fatores responsáveis pelo turgor e pela firmeza do tecido (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Houve acentuada diferença entre os tratamentos das embalagens de PP e PEBD, que diferem-se do exposto por Sanches et al. (2011), trabalhando com nêspas nas mesmas embalagens, onde não alteraram a firmeza além da acidez titulável e pH. E também o PP diferiu-se do PVC+EPS, ao contrário dos pimentões estudados por Vilas Boas et al. (2012), onde a variável firmeza não foi influenciada pela interação embalagem e tempo de

armazenamento. No entanto, corrobora com Oliveira et al. (2010), onde a embalagem de PP não proporcionou tantos benefícios, comparando-se com a embalagem de PVC+EPS, em detrimento de um equilíbrio entre os gases de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub>, acarretando perda da firmeza.

Portanto, tanto os tratamentos de PET e PEBD que tiveram resultados próximos e mais estáveis na redução da perda de firmeza além de permitir aos frutos maior conservação pós-colheita. Castro (2013), relata que as determinações de firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez e matéria seca são fundamentais porque além de influenciarem as características sensoriais dos frutos, dão importantes indicações sobre a sua capacidade de armazenamento.

De acordo com a Tabela 3, foram avaliados os níveis de potencial hidrogeniônico do cajá-manga, em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC. Observou-se interação significativa entre os fatores testados, sendo observado elevação desse teor ao longo do armazenamento.

**TABELA 3** - Valores médios do potencial hidrogeniônico (pH) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	2,386aD	2,386aC	2,386aD	2,386aB	2,386aCD	2,386
3	2,336bD	2,490aC	2,366abD	2,390abB	2,376abD	2,392
6	2,473aCD	2,453aC	2,466aCD	2,456aB	2,450aCD	2,460
9	2,553aBC	2,510aBC	2,506aCD	2,466aB	2,523aBC	2,512
12	2,536bBC	2,650abAB	2,653abAB	2,690aA	2,633abB	2,632
15	2,806abA	2,740abA	2,780abA	2,686bA	2,846aA	2,772
18	2,863aA	2,773abcA	2,676cAB	2,730bcA	2,826abA	2,774
21	2,640aB	2,650aAB	2,600aBC	2,683aA	2,663aB	2,647
Média	2,574	2,582	2,554	2,561	2,588	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

Verificou-se que os valores de pH foram aumentando ao longo dos dias de armazenamento, evidenciando Radunz et al. (2014), que na fase final de maturação e início de amadurecimento, há uma pequena estabilização do pH da polpa que em seguida se eleva

novamente, e a acidez titulável chega a um máximo e diminui em seguida. Porém o tratamento PEBD, contrariou o estudo do autor anterior, pois apesar do aumento do pH, ao longo do armazenamento, os frutos ainda se mostraram verdes até as últimas análises. Já nos outros tratamentos ficou evidente sua maturação a partir do 12º dia de experimento.

Este aumento do pH observado pode indicar possível degradação dos ácidos orgânicos da polpa (MAIA et al., 2007), e também as baixas oscilações podem ser devido a própria característica do produto, pois segundo Leitão (1991), o pH é um fator intrínseco ao produto e os valores encontrados entre os frutos dos diferentes tratamentos mostraram que não houve diferenças acentuadas.

Os valores obtidos neste experimento estão próximos ao encontrado por Moura et al. (2011), ao estudarem o processamento e utilização da polpa de cajá-manga, com pH em média de 2,98 a temperatura de 25°C. Sanches et al. (2011), observaram em nêspersas, durante 45 dias de armazenamento, a não ocorrência de diferença para o pH, tanto para as embalagens de PEBD e PP. Contrasta-se este trabalho com o realizado por Gondim et al. (2013), onde utilizando umbu-cajá-manga encontraram pH médio de 3,40 em 8 localidades estudadas.

Rinaldi et al. (2011), relataram em tomates armazenados com filme PVC e PEBD que houve aumento significativo nos valores de pH no produto sem embalagem e no submetido ao filme de PEBD, ambos mantidos sob refrigeração. Já Camargo et al. (2012), trabalhando com diferentes embalagens para uva, afirmaram que as embalagens não exerceram influência para pH, SS e índice de maturação. E Mariano (2011), relata no armazenamento de goiabas, que a embalagem PET apresentou pH mais ácido em relação a embalagem de PVC+EPS.

Desta forma, presume-se que as variações dos valores de pH, em detrimento das embalagens e dias de armazenamento, não interferiram de forma acentuada nesses teores de pH.

De acordo com a Tabela 4, foram avaliados os valores médios de acidez titulável do cajá-manga, sendo verificado interação significativa entre os fatores. Constatou-se decréscimo nos níveis de acidez para os tratamentos controle e PP + 2 min UVC, enquanto que nos demais tratamentos foi observado ligeira oscilação dos valores.

**TABELA 4** - Valores médios de acidez titulável (% ácido cítrico) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	1,430aABC	1,430aB	1,430aA	1,430aAB	1,430aAB	1,430
3	1,594aA	1,462aB	1,532aA	1,545aAB	1,564aA	1,539
6	1,380bABC	1,493abB	1,535abA	1,605abA	1,660aA	1,535
9	1,307bBCD	1,571aB	1,461abA	1,558aAB	1,667aA	1,513
12	1,496bAB	1,888aA	1,465bA	1,504bAB	1,606bA	1,592
15	1,203bCD	1,410abB	1,369abA	1,505aAB	1,243bBC	1,346
18	1,239bcBCD	1,401bB	1,367bcA	1,666aA	1,139cC	1,362
21	1,109bD	1,393aB	1,395aA	1,303abB	1,164abC	1,273
Média	1,345	1,506	1,444	1,515	1,434	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

Verificou-se que a acidez foi mantida pelos tratamentos, como mostra o PVC+EPS, não se diferenciando estatisticamente durante os 21 dias armazenados, evidenciando o potencial de controle desse tratamento para manutenção da acidez. Diferentemente de Silva et al. (2009), onde a maior acidez foi usando embalagem de PVC+EPS para atemóia. Da mesma forma, encontra-se o PEBD e o PET, que também apresentaram comportamento semelhante ao PVC+EPS durante os dias de armazenamento.

As maiores médias de acidez estão relacionadas aos tratamentos que melhor mantiveram a perda de massa, e os tratamentos com maior perda de massa são os de menor acidez. Contrariando este estudo, Silva et al. (2009), afirmam que maiores teores de acidez encontrados nos tratamentos sem embalagem devem estar relacionados à maior perda de água pelos frutos, resultando em maior concentração dos ácidos orgânicos presentes no suco celular. Campos et al. (2012), também inferem que houve aumento da acidez ao longo do armazenamento para guariva em atmosfera modificada passiva, principalmente no grupo controle.

Isso demonstra a importância da preservação pós-colheita em atmosfera modificada passiva para manutenção da qualidade de frutos, onde o metabolismo respiratório

provavelmente apresenta menor aceleração e, conseqüentemente, menor consumo de ácidos orgânicos (OLIVEIRA et al., 2010). O presente estudo confirma o relatado por Pech (2002), onde menciona que a redução da acidez é decorrência natural da evolução da maturação dos frutos, na qual os ácidos orgânicos são metabolizados na via respiratória e convertidos em moléculas não ácidas.

A Tabela 5 traz os valores médios do índice de maturação em detrimento das diferentes embalagens testadas. Com base nos resultados, constatou-se a estabilidade dos frutos armazenados na embalagem PET até o 18º dia e a menor média deste índice ao longo dos dias para PEBD. Não descartando também o armazenamento em atmosfera modificada passiva da embalagem de PVC+EPS, que demonstrou certa estabilidade ao longo do armazenamento. Porém no tratamento PP e controle, comparando-se com os demais, observou-se elevação dos índices de maturação, fato esse que pode ser notado já no 9º dia, para o tratamento PP, e no 12º dia, para o controle, devido provavelmente ao comportamento característico de maturação e amadurecimento do cajá-manga constatado.

**TABELA 5** - Valores médios de índice de maturação (SS/AT) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	6,065aC	6,065aAB	6,065aAB	6,065aAB	6,065aB	6,065
3	5,053aC	5,677aAB	5,763aAB	5,332aB	5,581aB	5,481
6	6,854aBC	5,702aAB	5,300aB	5,355aB	5,890aB	5,820
9	8,592aB	5,287bAB	7,120abAB	5,313bB	5,398bB	6,342
12	6,780aBC	3,988bB	6,624aAB	5,967aAB	6,159aB	6,035
15	11,103aA	6,910bA	7,557bA	6,135bAB	10,103aA	8,362
18	11,208aA	6,210bcA	7,817bA	5,889cAB	9,777aA	8,180
21	11,264aA	6,836bA	6,842bAB	8,004bA	11,829aA	8,955
Média	8,365	5,834	6,636	6,090	7,600	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

Os valores médios do índice de maturação observados para cajá-manga, nas condições desse experimento, foram de 3,988 a 11,829. Yamashita et al. (2001), trabalhando com mangas 'Tommy Atkins' embaladas com filme de PVC, observaram que a relação SS/AT foi de 16,5 para frutos com embalagem PVC, enquanto a controle obteve 23,3, sendo observado aumento menos expressivo de sólidos solúveis e maior redução na acidez.

Cia et al. (2007), trabalhando com amora-preta, observaram que a embalagem PEBD não influenciou de forma significativa o índice de maturação. Na conservação de figos 'Roxo de Valinhos' em polietileno de baixa densidade, Neves et al. (2002), observaram que os frutos nessa embalagem apresentaram melhor aspecto visual, menores teores de sólidos solúveis, maiores níveis de acidez titulável e menores valores na relação SS/AT, quando comparados com o controle. Contrastando-se ao deste trabalho, pois houve aumento na relação SS/AT em todos os tratamentos, exceto no PEBD onde ocorreu apenas oscilação dessa variável.

Segundo Souto et al. (2004), o uso de embalagens de PVC e PEBD em abacaxi 'Pérola' não apresentaram diferença significativa na relação SS/AT durante o armazenamento de 29 dias. No entanto, para este estudo nota-se o contrário, pois observou-se que o menor índice de maturação foi na embalagem de PEBD, tendo uma diferença em 13,74% em relação aos frutos embalados em PVC.

Sendo a embalagem de PEBD responsável pelas menores médias ao longo do armazenamento, diferentemente em framboesa 'Heritage', segundo Mezzalira et al. (2010), onde notou-se que não houve diferença significativa de frutos embalados com filme PVC, PP e controle, porém a embalagem de PEBD apresentou maior relação de SS/AT comparando-se com os demais.

Observando as médias finais dos tratamentos, verifica-se que o PEBD apresentou diferença em média de 4,3% para o PET e 13,7% para o PVC.

Para o parâmetro luminosidade (L) do cajá-manga, ao longo do armazenamento, foram observadas pequenas diferenças nos frutos (Tabela 6), sendo que os valores apresentaram ligeiro aumento para os tratamentos PP e PET, enquanto que para os frutos embalados com PEBD e PVC+EPS os valores oscilaram, se mantendo praticamente estáveis do início ao final do armazenamento, exceção apenas para o controle que apresentou redução dos valores observados. Nesse aspecto, foi possível evidenciar que o binômio radiação UVC e embalagem tem influência nas características intrínsecas do produto.

**TABELA 6** - Valores médios do parâmetro de luminosidade L de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	43,631aBCD	43,631aA	43,631aAB	43,631aAB	43,631aA	43,631
3	41,425aCD	40,298aAB	39,158aAB	39,085aBC	37,736aABC	39,540
6	39,502aD	40,011aAB	39,882aAB	36,939aC	36,643aBC	38,595
9	46,239aABC	41,011abAB	38,880bB	37,544bBC	36,092bBC	39,953
12	43,740aBCD	39,109aAB	42,841aAB	42,009aABC	40,870aAB	41,714
15	50,378aA	36,957cdB	45,308abA	42,640bcABC	34,456dBC	41,948
18	49,803aAB	44,900abA	41,546bAB	42,866bABC	32,976cC	42,418
21	49,468aAB	42,487bAB	41,938bAB	46,062abA	35,663cBC	43,124
Média	45,523	41,051	41,648	41,347	37,258	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P > 0,05$ ).

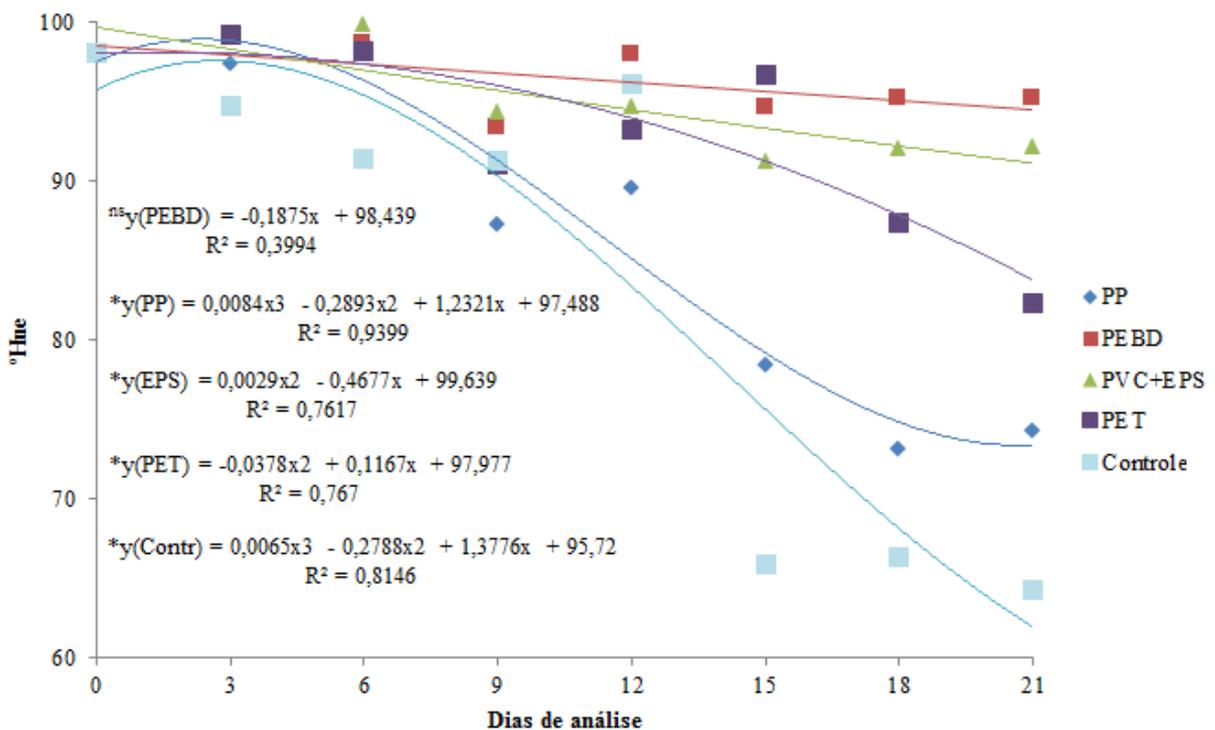
Os resultados do presente trabalho tiveram comportamento diferente ao de Silva et al. (2009), com atemóia, onde observaram que não houve diferença significativa da luminosidade para tratamentos controle e filme PVC, e da mesma forma que neste trabalho, com o tempo, apresentou diferença mais lenta no escurecimento do que os frutos controle, onde houve um decréscimo da luminosidade durante o armazenamento. Esse comportamento pode ser devido às limitações de trocas gasosas causadas pela embalagem, que retarda as transformações bioquímicas, como a degradação da clorofila e aparecimento de pigmentos carotenoides responsáveis pelo escurecimento da polpa (SILVA et al., 2009).

Nota-se que não ocorreram acentuadas diferenças no tratamento PEBD, como também observado por Tibola et al. (2007), onde trabalhando com morangos, verificaram a não ocorrência de diferença significativa para essa embalagem nos parâmetros de cor  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  e  $^{\circ}Hue$ . Vilas Boas et al. (2012), não observaram diferença significativa quanto as embalagens de PVC e PP para pimentões. Para as embalagens PET e PP, Miguel et al. (2007), observaram o incremento de L em tomates.

Como neste trabalho, o comportamento das embalagens apresentaram moderada influência em relação a luminosidade, da mesma forma em lichias, armazenadas em embalagens PET e PVC+EPS ocorreu pequena redução da luminosidade, e no controle houve

escurecimento acentuado segundo Hojo et al. (2011). Segundo o mesmo autor, o escurecimento da casca prejudicou significativamente a aparência, enquanto as proteções plásticas proporcionaram proteção inicial, que se agravou a partir do 12º dia de armazenamento, com o aparecimento de manchas escuras.

Na Figura 23, são apresentados os valores médios de grau *Hue*. As embalagens proporcionaram influência positiva para esse parâmetro, sendo a embalagem de maior destaque, a PEBD, onde apenas neste tratamento o valor de *Hue* conseguiu manter-se igual estatisticamente, durante todo o armazenamento, e também com maior valor de *Hue* diferindo-se significativamente dos demais tratamentos. Sendo os valores maiores responsáveis por proporcionar colorações mais próximas do verde, conseqüentemente reduzindo o amadurecimento e perda da clorofila. Outro tratamento que apresentou-se promissor, porém com certas oscilações, foi o PVC+EPS, mantendo-se com o valor médio final do armazenamento próximo estatisticamente ao PEBD.



**FIGURA 24** -  $^{\circ}Hue$  (ângulo de cor) em frutos de cajá-manga (*Spondias dulcis Forst*), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Os tratamentos controle e PP obtiveram os menores valores médios de  $^{\circ}Hue$ , onde nesse caso, quanto menor o valor desse ângulo, inferior a  $90^{\circ}$ , mais próximo da faixa do amarelo, mostrando que tais embalagens não conseguiram reduzir a perda da clorofila durante o armazenamento, em comparação aos demais tratamentos.

Jisaka et al. (2013), corroboram em seus tratamentos com este estudo, pois também encontraram valor de °Hue maior para PEBD, comparando-se com PVC e controle. Já em cerejas o menor valor de °Hue foi para a embalagem de PEBD, segundo Candan et al. (2007).

Donadon et al. (2003), trabalhando com mangas Parvin embaladas em PEBD e PET, não observaram diferenças no valor de °Hue nos 14 dias de armazenamento, da mesma forma que Sanches et al. (2012), com quiabos. Em lichias também não houve diferenças de °Hue, no controle, PVC e PET, segundo Hojo et al. (2011). Já em maçãs, Fante (2011), observou que o controle e PEBD apresentaram menor valor de Hue comparando-se com PEAD e PP.

Na Tabela 7, são apresentados os valores médios de croma. As maiores variações foram apresentadas nos tratamentos controle, PET e PP, sendo que o PP foi o tratamento que apresentou aceleração da maturação, juntamente com o controle, a partir do 9º dia de análise. Para os tratamentos PEBD e PVC+EPS, o comportamento foi mais uniforme, apesar deles também terem oscilado ao longo do armazenamento. Nessa etapa, o controle foi o tratamento que menos estabilizou o valor médio do croma ao longo do armazenamento, tanto que no final do experimento, os frutos já apresentavam coloração enegrecida.

**TABELA 7** - Valores médios de croma de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS + 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	26,047aBCD	26,047aA	26,047aAB	26,047aABC	26,047aB	26,047
3	23,948aCD	27,208aA	26,687aAB	26,923aABC	24,499aB	25,853
6	22,126aD	23,816aAB	24,646aAB	24,531aBC	23,188aB	23,661
9	28,639abABC	26,988bA	29,944abA	31,880abA	33,220aA	30,134
12	25,828aBCD	18,237bB	21,790abB	22,389abC	20,963abB	21,841
15	32,403aA	23,532cAB	29,607abA	25,680bcBC	20,563cB	26,357
18	33,625aA	25,318bcA	26,131bcAB	29,479abAB	22,630cB	27,437
21	31,314aAB	23,881bAB	25,654bAB	32,181aA	24,913bB	27,589
Média	27,991	24,378	26,313	27,389	24,503	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

Nota-se diferença entre PP e controle, como também observado com Ali et al. (2004), porém foi observado que o controle teve valor médio maior em seus estudos, diferentemente deste estudo.

De acordo com Hojo et al. (2011), em lichias a cromaticidade foi menor no controle quando comparados com os frutos armazenados em filme plástico poliolefínico (PD), PET e PVC, semelhante ao presente estudo. E para Marques (2012), trabalhando com figos-da-índia, observou que a cromaticidade foi maior em embalagens de PVC, seguidos de PD e PET.

Em relação ao teor de clorofila total (Tabela 8) foi observado que em todos os tratamentos houve a diminuição dos valores médios ao longo do armazenamento. No entanto, os tratamentos de PVC+EPS e PEBD mantiveram esses valores mais estáveis até o 15º dia de armazenamento, com posterior aumento ao final do armazenamento. Diferentemente do PP e controle que já no 15º dia apresentou decréscimo. Nesse aspecto, ficou evidente que o PEBD foi o detentor das maiores médias entre os tratamentos, seguido do PVC. A utilização dessas embalagens proporcionou a manutenção da qualidade durante o armazenamento, devido à alteração na atmosfera que provavelmente propiciou redução da respiração, ocasionando retardo do amadurecimento e senescência, refletindo na diminuição da perda de clorofila e no escurecimento enzimático (SARANTÓPOULOS, 1999).

**TABELA 8** - Valores médios de Clorofila Total ( $\text{mg g}^{-1}$ ) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS + 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	0,2294aB	0,2294aCD	0,2294aD	0,2294aB	0,2294aC	0,2294
3	0,2717abB	0,2853abBC	0,2741abBCD	0,2622bB	0,3303aAB	0,2847
6	0,3472bA	0,3944abA	0,3684bA	0,4453aA	0,3458bA	0,3802
9	0,2510cB	0,3891abA	0,3325bAB	0,3863abA	0,3995aA	0,3517
12	0,2122cB	0,3873aA	0,3142bABC	0,2975bB	0,2670bcBC	0,2956
15	0,0474bC	0,2911aBC	0,2552aCD	0,2944aB	0,0416bD	0,1859
18	0,0212cC	0,3096aB	0,1048bE	0,0783bcC	0,0552bcD	0,1138
21	0,0285dC	0,1942bD	0,2817aBCD	0,0957cC	0,0723cdD	0,1345
Média	0,1761	0,3101	0,2700	0,2611	0,2176	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P > 0,05$ ).

Segundo Santos et al. (2006) e Siqueira (2008), concentrações ideais de  $\text{O}_2$  e  $\text{CO}_2$ , diminui o metabolismo do fruto, retardando o aparecimento dos carotenoides pré-existentes, devido a lenta degradação da clorofila a partir da ação enzimática da clorofilase. De acordo com Brackmann et al. (2006), taxas inferiores de  $\text{O}_2$ , associadas a um alto valor de  $\text{CO}_2$ , retardam a respiração, diminuindo a atividade dos mecanismos de síntese das enzimas responsáveis pela quebra das clorofilas.

Segundo Oliveira et al. (2010), em carambola houve decréscimo da clorofila, sendo observado menores perdas deste pigmento em frutos embalados com PP e PVC+EPS.

Radunz et al. (2014) inferem que, na fase final da maturação e início do amadurecimento, há um desaparecimento rápido da clorofila da casca, uma pequena estabilização do pH da polpa que em seguida se eleva novamente. Diferentemente do observado para o tratamento PEBD, pois apesar do aumento do pH ao longo do armazenamento os frutos ficaram verdes até as últimas análises. Já nos outros tratamentos ficou evidente sua maturação e degradação da clorofila a partir do 12º dia de análise.

Para os teores de carotenoides (Tabela 9), observa-se oscilação desses valores em todos os tratamentos, sendo verificada queda somente para o controle e PP ao final dos dias de

análise. No entanto, as embalagens de PEBD e PVC+EPS foram responsáveis pelas maiores médias ao longo do armazenamento, mantendo certa estabilidade nesse período, enquanto que o controle apresentou as menores médias tanto ao longo do armazenamento quanto entre os tratamentos.

**TABELA 9** - Valores médios de Carotenoides ( $\text{mg g}^{-1}$ ) de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS + 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	0,0545aA	0,0545aAB	0,0545aAB	0,0545aBC	0,0545aBC	0,0545
3	0,0581abA	0,0521bAB	0,0548bAB	0,0422bC	0,0741aA	0,0563
6	0,0697aA	0,0671aA	0,0713aA	0,0787aA	0,0688aAB	0,0711
9	0,0583aA	0,0625aA	0,0610aAB	0,0575aBC	0,0575aABC	0,0594
12	0,0587abA	0,0686aA	0,0623abAB	0,0505bBC	0,0503bBC	0,0581
15	0,0524abAB	0,0537abAB	0,0632aAB	0,0623aAB	0,0414bC	0,0546
18	0,0322bC	0,0556aAB	0,0500aB	0,0440abBC	0,0456abC	0,0455
21	0,0354bBC	0,0430abB	0,0562aAB	0,0480abBC	0,0130cD	0,0391
Média	0,0524	0,0571	0,0592	0,0547	0,0507	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

Como o maior decréscimo ocorreu no tratamento controle, evidenciou-se que o uso da atmosfera modificada passiva provavelmente auxiliou na manutenção dos carotenoides, além do efeito gerado pela radiação UVC, sendo esse sinergismo mais aparente para os filmes plásticos utilizados: PEBD e PVC+EPS. Comprova-se essa evidência pela funcionalidade da própria atmosfera que é gerada na embalagem, pois quando em concentrações ideais de  $\text{CO}_2$  e  $\text{O}_2$ , ocorre o atraso no desmascaramento dos carotenoides pré-existentes e também diminui a velocidade do metabolismo do fruto, devido a lenta degradação da clorofila a partir da atividade enzimática da clorofilase (SANTOS et al., 2006; SIQUEIRA, 2008), permitindo aos tratamentos realizarem apenas a manutenção dos carotenoides durante o armazenamento (SEYMOUR, 1993; WILLS et al., 1998).

Fernandes (2011), não encontrou diferenças nos valores de carotenoides de rúcula armazenadas em PVC+EPS e PEBD. Grigio (2013), também notou que não houve diferenças nos teores de carotenoides de camu-camu embalados com PET, PVC+EPS e controle. Em embalagens de PP e PVC+EPS, Oliveira et al. (2010), observaram que os carotenoides em carambola aumentaram com pouco incremento, retardando o amadurecimento.

## 5. CONCLUSÕES

Com base nas avaliações realizadas, conclui-se que o tempo de 2 minutos de radiação UVC foi o responsável por manter as características desejáveis de pós-colheita, permitindo ao fruto conservar, por maior período, a qualidade física, físico-química e bioativa com maior estabilidade, além de apresentar maior tempo de vida útil.

Seguindo o mesmo critério, dentro das características pós-colheita aceitáveis, destaca-se a embalagem de PEBD, sendo observado à interação benéfica da embalagem com a atmosfera modificada passiva na manutenção da qualidade pós-colheita adequada, mostrando-se o potencial desta embalagem no acondicionamento de frutos de cajá-manga.

Conclui-se também que o tempo de 3 minutos e a embalagem de PVC+EPS, destacaram-se na manutenção da qualidade do fruto de cajá-manga, porém com pequenas restrições em algumas variáveis analisadas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AABY, K.; SKREDE, G.; WROLSTAD, R. E. Phenolic composition and antioxidant activities in flesh and achenes of strawberries (*Fragaria ananassa*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 10, p. 4032-404, 2005.

ALI, M. S.; NAKANO, K.; MAEZAWA, S. Combined effect of heat treatment and modified atmosphere packaging on the color development of cherry tomato. **Postharvest Biology and Technology**, v. 34, p.113–116, 2004.

ALOTHMAN, M.; BHAT, R.; KARIM, A. A. UV radiation-induced changes of antioxidant capacity of fresh-cut tropical fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 10, p. 512-516, 2009.

ABREU, J. R. de. Monitoramento de alterações físicas, químicas e fisiológicas durante amadurecimento de goiabas cv "Pedro Sato". 2010. 94 p. Tese (Doutorado em agroquímica) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

ALBUQUERQUE, E. M. B.; OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; ALMEIDA, F. A. C.; GOMES, J. P. Comportamento dos açúcares redutores em manga *in natura* armazenada em atmosfera modificada. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.3, p.27-31, 2010.

ALVES, E. D.; MACIEL, L. P.; PINTO, A. S. O.; FRANCO, T. C. M.; BASTOS, C. T. da R. M.; SILVA, L. H. M. da. Avaliação da qualidade nutricional e do teor de polifenóis totais de abacaxi (smooth cayenne) em função da temperatura de armazenamento pós- colheita. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campo Mourão (PR), v.2, n.2, p.128-134, Dez., 2011.

ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MOSCA, J. L.; SILVA, S. M.; MENEZES, J. B. Postharvest Physiology and Biochemistry of Some Non-Traditional American Tropical Fruits. **Acta Horticulturae**, The Hague, n.768, p.233-238, 2008.

ARNON, D.I. Copper enzymes in isolated chloroplasts Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, Maryland, v.24, n.1, p. 1-15, Jan., 1949.

ARRUDA, M. C. de; JACOMINO, A. P.; TREVISAN, M. J.; JERONIMO, E. M.; MORETTI, C. L. Atmosfera modificada em laranja 'Pêra' minimamente processada. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.664-671, 2011.

AZEVEDO, D. M.; MENDES, A. M.; FIGUEIREDO, A. F. Característica da germinação e morfologia do endocarpo e plântula de taperebá (*Spondias dulcis* Forst) – Anacardiaceae. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 3, p.534-537, 2004.

AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Nobel, 1993. 114p.

BAGCHI, D.; SEN, C. K.; BAGCHI, M.; ATALAY, M. Antiangiogenic, antioxidant, and anti-carcinogenic properties of a novel anthocyanin-rich berry extract formula. **Biochemistry**, Moscou, v.69, n.1, p.75-80, 2004.

BAKER, R.; GUNTHER, C. The role of carotenoids in consumer choice and the likely benefits from their inclusion into products for human consumption. **Trends Food Science**, v.15, p.484-488, 2004.

BARRETO, G. P. M.; BENASSI, M. T.; MERCADANTE, A. Z. Bioactive Compounds from Several Tropical Fruits and Correlation by Multivariate Analysis to Free Radical Scavenger Activity, **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 20, n. 10, 1856-1861, 2009.

BARSAN, C.; SANCHEZ-BEL, P.; ROMBALDI, C.; EGEEA, I.; ROSSIGNOL, M.; KUNTZ, M.; ZOUINE, M.; LATCHÉ, A.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Characteristics of the tomato chromoplast revealed by proteomic analysis. **Journal of Experimental Botany**, v. 61, p. 2413-2431, 2010.

BASSETO, E. **Conservação de goiabas “Pedro Sato” tratadas com 1-metilciclopropeno: concentrações e tempos de exposição**. 2002. 71 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP.

BASTOS, M. do S. R.; FEITOSA, T.; OLIVEIRA, M. E. B. de. Análise qualitativa e tecnológica da agroindústria de polpa de fruta na Região Nordeste. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 252-257, Dez. 1999.

BENATO, E. A.; CIA, P.; SOUZA, N. L. de. Manejo de doenças de frutas pós-colheita. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Lavras, v. 9, p. 403-440, 2001.

BOSCO, J; SOARES, K. T.; AGUIAR FILHO, S. P. de.; BARROS, R. V. A Cajazeira: uma alternativa para a economia regional, 2003. **Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba**. Disponível em: <<http://www.emepa.org.br/publicac/caja.html>> Acesso em: 13 Jan 2015.

BRACKMANN, A.; CHITARRA, A. B. Atmosfera controlada e atmosfera modificada. CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 27., 1998, Poços de Caldas. **Anais...**Lavras: UFLA, 1998. p.133-169.

BRACKMANN, A.; STEFFENS, C. A.; SESTARI, I.; NEUWALD, D. A.; GIEHL, R. F. H. Armazenamento em atmosfera modificada e controlada de banana prata com absorção de etileno. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 914-919, Out. 2006.

BRAGA FILHO, J. R.; NAVES, R. V.; VELOSO, V. da R. S.; CHAVES, L. J.; NASCIMENTO, J. N. do; AGUIAR, A. V. Produção de frutos e caracterização de ambientes de ocorrência de plantas nativas de araticum no cerrado de Goiás. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Brasília, v.31, n.2, p. 461-473, 2009.

BRAZILIAN FRUIT. Retrospectiva Analítica 2010 da Cadeia Produtiva das Frutas. IBRAF, 2013. Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org/Pbr/Fruticultura/Fruticultura.asp>>. Acesso em: 13 Jan 2015.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L. de; SALANDINI, C. A. R.; BAZZO, F. R. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'SABARÁ'. **Ciência. Tecnologia Alimentos**, Campinas, 24(3): 378-383, Set. 2004.

CAMARGO, R. B.; TERAPO, D.; PEIXOTO, A. R.; ONO, E. O.; CAVALCANTI, L. S.; COSTA, R. M. da. Atmosfera modificada na conservação da qualidade de uva 'Thompson Seedless' e na redução da podridão de *Aspergillus*. **Summa phytopathol**, Botucatu, v.38, n.3, Sept. 2012.

CAMILI, E.C.; BENATO, E.A.; PASCHOLATI, S.F.; CIA, P. Avaliação de irradiação UVC aplicada em pós-colheita na proteção de uva 'Itália' contra *Botrytis cinerea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.30, p.306-313, 2004.

CAMPOS, A. J. de. **Radiação gama, ultravioleta (UVC) e atmosfera controlada na conservação da qualidade de tomate 'Débora plus' e 'pitenga'**. 2008. 138 p. Tese (Doutorado em energia na agricultura) - Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

CAMPOS, A. J. de; VIETES, R.L. Ultravioleta (UVC) na conservação da qualidade de tomate. **Revista Eletrônica de Agronomia**, Garça, v.16, n.2, p.20-26, Dez. 2009.

CAMPOS, R. P.; HIANE, P. A.; RAMOS, M. I. L.; RAMOS FILHO, M. M.; MACEDO, M. L. R.. Conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia sp.*). **Revista Brasileira Fruticultura**, v.34, n.1, Jaboticabal, Mar. 2012.

CANUTO, G. A. B.; XAVIER, A. A. O.; NEVES, L. C.; BENASSI, M. de T. Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. **Revista Brasileira Fruticultura**, v.32, n.4, Jaboticabal, Dec. 2010.

CAVALCANTE, L. F. Componentes qualitativos do cajá-manga em sete municípios do brejo paraibano. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 4, p. 627-632, 2009.

CASTOLDI, R.; CHARLO, H. C. de O.; VARGAS, P. F.; BRAZ, L. T. Qualidade de frutos de cinco híbridos de melão rendilhado em função do número de frutos por planta. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 455-458, Jun. 2008.

CASTRO, I. M. G. Efeito de várias modalidades de monda em macieiras do grupo 'Gala' (*Malus domestica* Borkh.). **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Agronômica) - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real. 2013. 92 p.

CHITARRA, M. I.; CHITARRA; A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: 2 ed. Revisada e ampliada, 2005. 785 p. Universidade Federal de Lavras.

CIA, P.; BENATO, E.A.; VALENTINI, S.R. DE T.; ALMEIDA ANJOS, V.D. DE A.; PONZO, F.S.; SANCHES.J.; TERRA, M.M. Radiação ultravioleta no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em uva 'Niagara rosada'. **Bragantia**, v. 68, n.4, 2009.

CIA, P.; BRON, I. U.; VALENTINI, S. R. de T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A. Modified atmosphere and refrigeration for the postharvest conservation of blackberry, **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 11-16, Sept. 2007.

CIA, P.; BENATO, E. A.; VALENTINI, S. R. de T.; SANCHES, J.; PONZO, F. S.; FLÔRES, D.; TERRA, M. M. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de uva 'Niagara Rosada'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.45, n.10, p.1058-1065, Out. 2010.

COELHO, E. L.; SOUZA, P. A. de; SOUZA, F. X. de; SILVA, M. S.; COSTA, J. T. A. Caracterização físico-química de dos frutos dos clones de cajazeira Capuan e Lagoa Redonda submetidos à poda. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 5, p. 46-52, 2010.

COSTA, A. C. da. **Estudo de conservação de pêssego [Prunus pérsica (L.) Batsch] minimamente processado**. 2010. 78 p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

COSTA, L.; ARIEL, V. R.; CIVELLO, P., M.; CHAVES, A. R.; MARTÍNEZ, G. A. UVC treatment delays postharvest senescence in broccoli florets. **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 204-210, 2006.

COSTA, N. P.; FILGUEIRAS, H. A. C.; ALVES, R. E.; SILVA, A. Q. da; OLIVEIRA, A. C. de. Development and maturation of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) in northeast Brazil. **Proceedings of The interamerican Society For Tropical Horticulture**, v. 42, p. 301-306, 1998.

COTE, S.; RODONI, L.; MICELI, E.; CONCELLÓN, A.; CIVELLO, P. M.; VICENTE, A. R. Effect of radiation intensity on the outcome of postharvest UVC treatments. **Postharvest Biology and Technology**, v. 83, p. 83–89, 2013.

COUTINHO, E. F.; SILVA JUNIOR, J. L. da; HAERTER, J. A.; NACHTIGAL, G. R.; CANTILLANO, R. F. F. Aplicação pós-colheita de luz ultravioleta (UVC) em pêssegos cultivar Jade, armazenados em condição ambiente. **Ciência Rural**, v.33, n.4, Santa Maria, Aug. 2003.

DAIUTO, E. R.; CABIA, N. C.; FUMES, J. G. F.; VIEITES, R. L.; CARVALHO, L. R. de; GARCIA, M. R. Capacidade anti radical livre e qualidade pós colheita de abacate 'Hass'. **Revista Brasileira de produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 51-62, 2012.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. P.; TREMOCOLDI, M. A. CARVALHO, L. R. de; FUMES, J. G. F. Pós-colheita do abacate 'Hass' submetido a radiação UVC. **Revista colombiana de ciências hortícolas**, v. 7, n. 2, p. 149-160, Dici. 2013.

DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; TREMOCOLDI, M. A.; RUSSO, V. C. Taxa respiratória de abacate 'Hass' submetidos a diferentes tratamentos físicos. **Revista iberoamericana de tecnología postcosecha**, v. 10, n. 2, p. 101-109, 2010.

DAREZZO, H.M. Processamento mínimo de alface (*Lactuca sativa* L.). In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2000, Viçosa. **Palestras...** Viçosa: UFV, 2000. p.117-124.

DIAS, D. R.; SCHWAN, R. F.; LIMA, L. C. O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst). **Ciência. Tecnologia Alimentos**, v.23, n.3, Campinas, Dec. 2003.

DONADON, J. R.; DURIGAN, J. F.; SOUZA, B. S. de; LIMA, M. A. Produtos minimamente processados de mangas parvin conservados em diferentes embalagens, **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 1, p. 87-92, 2003.

DURIGAN, J.F. Pós-colheita de frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 339 – 675, Jun. 2013.

EGEA, I.; BARSAN, C.; BIAN, W.; PURGATTO, E.; LATCHÉ, A.; CHERVIN, C.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. Chromoplast Differentiation: current status and perspectives. **Plant Cell Physiology**, v. 51, p. 1601-1611, 2010.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Semi-Árido. Pesquisa incrementa fruticultura de sequeiro. Carlos Antônio Fernandes Santos. Disponível em: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/noticias/noticia2.html>> Acesso em: 14 Jan. 2015.

ERKAN, M.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme and decay in strawberries fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 163-171, 2008.

EVANGELISTA, R. M.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I.; VIEITES, R. L. Qualidade de pimentão 'Rubia' minimamente processado e armazenado sob refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 338-343, 2008.

FALGUERA, V.; PAGÁN, J.; GARZA, S.; GARVÍN, A.; IBARZ, A. Ultraviolet processing of liquid food: a review. **Food Research International**, v. 44, p. 1580–1588, 2011.

FAN, X.; NIEMIRA, B.A.; PRAKASH, A. Irradiation of fresh fruits and vegetables. **Food technology**, v. 3, p. 36–43. 2012.

FANTE, C. A. **Caracterização, qualidade e conservação pós-colheita de maçã 'Eva' (Malus sp.)**. 2011. 105p. Tese (Doutorado em Ciência dos alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

FELLOWS, P. **Food Processing: Principles and Practice**. 3 ed. Cambridge: 2009. Woodhead Publishing Limited.

FERNANDES, A. **A influência de embalagens na fisiologia póscolheita de rúcula (Eruca sativa Miller var. folha larga) hidropônica**. 2011. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

FERREIRA, L. C. **Desenvolvimento de iogurtes probióticos e simbióticos sabor cajá-manga (Spondias dulcis Forst)**. 2012. 93 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 2002. 29 p.

GARDNER, D.W.M.; SHAMA, G. Modeling UV-induced inactivation of microorganisms on surfaces. **Journal of Food Protection**. v. 63, p. 63-70, 2000.

GONDIM, P. J. S.; SILVA, S. de M.; PEREIRA, W. E.; DANTAS, A. L.; CHAVES NETO, J. R.; SANTOS, L. F. dos. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.11, Nov. 2013.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; VILLEGAS-OCHOA, M. A.; MARTÍNEZ-TÉLEZ, M. A.; GARDEA, A. A.; AYALA-ZAVALA, J. F. Improving antioxidant capacity of fresh-cut mangoes treated with UVC. **Journal of Food Science**, v. 72, p. 197-202, 2007.

GRIGIO, M. L. **Caracterização e conservação pós-colheita de camu-camu (*Myrciaria dubia* (Kunth) Mc Vaugh)**. 2013, 72 p. Dissertação (mestrado em produção vegetal) – Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.

GRIGIO, M. L.; NEVES, L. C.; TOSIN, J. M.; NASCIMENTO, C. R. e; CHAGAS, E. A.; VIEITES, R. L. Efeito da modificação atmosférica em goiabas var. Paluma na redução de danos mecânicos em pós-colheita. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 57-65, Abr. 2011.

GÜRAKAN, E.D.G.C.; BAYINDIRH, A. Effect of controlled atmosphere storage, modified atmosphere packaging and gaseous ozone treatment on the survival of *Salmonella enteritidis* on cherry tomatoes. **Food Microbiology**, Ankara , v.23, n. 5, p.430-438, 2006.

HAMANO, P. S.; MERCADANTE, A. Z. Composition of carotenoids from commercial products of caja (*Spondias lutea*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.335-343, 2001.

HARDENBURG, R.E. Effect on in-package environment on keeping quality of fruits and vegetables. **HortScience**, Alexandria, v.6, p.198-201, 1971.

HEMMATY, S.; MOALLEMI, N.; NASERI, L. Shelf-life and quality of apple fruits in response to postharvest application of UVC radiation. **Journal of Applied Horticulture**, v. 8, n. 2, p. 114-116, 2006.

HOJO, E. T. D.; DURIGAN, J. F.; HOJO, R. H. Uso de embalagens plásticas e cobertura de quitosana na conservação pós-colheita de lichias. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, Volume Especial, E. 377-383, Out. 2011.

HUTCHINGS, J. B. The perception and sensory assessment of Colour. In: MACDOUGALL, D. B. (Ed.). Colour in Food. England: **Woodhead Publishing Limited**, 2002. p. 9-32.

IAL. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos Para Análise de Alimentos**. 3 ed. São Paulo: IAL, 2008.

IIENSEN, D., SANTOS, I.V., QUAST, E., QUAST, L.B., RAUPP, D.S. Desenvolvimento de Geleia de Kiwi: Influência da Polpa, Pectina e Brix na Consistência. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, 2013.

ISHAK, S.A.; ISMAIL, N.; MOHD NOOR, M.A.; AHMAD, H. Some physical and chemical properties of ambarella (*Spondias cytherea* Sonn.) at three different stages of maturity. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 18, n. 8, p. 819-827, Dec. 2005.

JISAKA, J. L.; BENATO, E. A.; VALENTINI, S. R. T.; VALÉRIA DELGADO DE ALMEIDA ANJOS, V. D. de A.; CASTRO, M. F. P. M. de. Conservação de uva com atmosfera modificada e óleo essencial. VII CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 7., 2013, Campinas, São Paulo, **Anais...** 2013. Campinas, São Paulo: CIIC, 2013.

KADER, A.A. Advances in controlled atmosphere applications for quality maintenance of fresh fruits. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., 1998, Poços de Caldas. **Conferências...** Lavras: UFLA, 1998. p.136-150.

KADER, A.A. **Modified Atmospheres during Transport and Storage**. In: KADER, A.A. (Ed.). **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, p.135-144, 2002.

KAHLAU, S.; BOCK, R. Plastid transcriptomics and translomics of tomato fruit development and chloroplast-to-chromoplast differentiation: chromoplast gene expression largely serves the production of a single protein. **The Plant Cell**, v. 20, p. 856-874, 2008.

KEYSER, M.; MÜLLER, I.A.; CILLIERS, F.P.; NEL, W.; GOUWS, P.A. Ultraviolet radiation as non-thermal treatment for inactivation of microorganisms in fruit juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 9, p. 348–354. 2008.

KIMURA, M. **Reavaliação de métodos analíticos e determinação da composição de carotenóides e valor de vitamina A em mamão e cajá-manga**. 1989. 120 f. (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

KOHATSU, D.S.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W.P.; EVANGELISTA, R.M. Qualidade de frutos de cajá-manga-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, Jaboticabal Out. 2011.

LADO, B., YOUSEF, A. Alternative food preservation technologies: efficacy and mechanisms. **Microbes and infection**, v.4, p. 433-440, 2002.

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

LAWLESS, H.T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food**. New York: Chapman & Hall, 1998. 819 p.

LEITÃO, M. F. F. Microbiologia de sucos, polpas e produtos ácidos. **Manual Técnico**. Campinas, n. 8, p. 32-52, 1991.

LINCHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in enzymology**, v.148, p. 350-382, 1987.

- LIU, C.; JAHANGIR, M. M.; YING, T. Alleviation of chilling injury in postharvest tomato fruit by preconditioning with ultraviolet irradiation. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 92, p. 3016–3022, 2012.
- LIU, L. H.; ZABARAS, D.; BENNETT, L. E.; AGUAS, P.; WOONTON, B. W. Effects of UVC, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. **Food Chemistry**, v. 115, p. 495-500, 2009.
- LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. Ultraviolet light and food preservation. **Novel food processing technologies**. New York: CRC, Chap.18. 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 1992. 370p.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M.A.V.; BACHER, L.B. **Árvores exóticas no Brasil: madeiras, Ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 382 p. 2003.
- LU, J.Y.; STEVENS, C.; KHAN, V.A.; KABWE, M. The effect of ultraviolet irradiation on shelf-life and ripening of peaches and apples. **Food Qual.**, v.14, p.299-305, 1991.
- MAHARAJ, R.; ARUL, J.; NADEAU, P. Effect of photochemical treatment in the preservation of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* cv. Capello) by delaying senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 13-23, 1999.
- MAIA, A.G.; SOUZA, M.H.P.; SANTOS, M.G.; SILVA, S.D.; FERNANDES, G.A.; PRADO, M.G. Efeito do processamento sobre componentes do suco de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.1, p.130-134, 2007.
- MALGARIM, M. B.; CANTILLANO, R. F. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 185-189, Ago. 2006.
- MALGARIM, M. B.; TIBOLA, C. S.; ZAICOWISK, C.; FERRI, V. C.; SILVA, P. R. da. Modificação da atmosfera e resveratrol na qualidade pós-colheita de morangos cv. 'Camarosa'. **Revista Brasileira AgroCiência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 67-70, Mar. 2006.
- MANOLOPOULOU, H.; LAMBRINOS, G.; XANTHOPOULOS, G. Active modified atmosphere packaging of fresh-cut bell peppers: effect on quality indices. **Journal of Food Research**, v. 1, n. 3, p. 148-158, 2012.
- MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. de C.; FRANCO, R. M. Modified atmosphere in food preservation. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 437-448, Dez. 2010.
- MANZOCCO L.; PIEVE, S.; BERTOLINI, A.; BARTOLOMEOLI, I.; MAIFRENI, M.; VIANELLO, A.; NICOLI, M.C. Surface decontamination of fresh-cut apple by UVC light exposure: Effects on structure, colour and sensory properties. **Postharvest Biology and Technology**, v. 6, p. 165-171. 2011.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Instrução Normativa nº 122, de 10 de setembro de 1999**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 13 de setembro de 1999. Seção 1. Brasília: MAPA, 1999. p.72-76.

MARIANO, F. A. de C. **Influência de embalagens no processamento mínimo de cultivares de goiaba**. 2011. 65 p. Dissertação (mestrado em Sistemas de Produção) - Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira.

MARQUES, K. M.; MIGUEL, A. C. A.; DURIGAN, M. F. B.; GALATI, V. C.; DURIGAN, J. F. Associação da radiação ultravioleta e de revestimentos na conservação de mangas 'palmer' previamente armazenadas sob condição promotora de injúria. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, HORTALIÇAS E FLORES, 4., 2013, Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto, 2013.

MARQUES, K. M. **Processamento mínimo de figo-da-índia: formas de preparo, associadas a diferentes embalagens e temperaturas**. 2012. 97 p. Dissertação (mestrado em produção vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

MARTINS, S. T.; MELO, B. Spondias (Cajá-manga e outras). **Instituto de Ciência agrárias. Núcleo de estudo em fruticultura no cerrado**, 2013. Universidade Federal de Uberlândia. Página: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>. Acesso em: 13 Janeiro de 2015.

MATA, M. E. R. M. C.; DUART, M. E. M.; ZANINI, H. L. H. T. Calor específico e densidade da polpa de cajá-manga (spondias lutea l.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. **Engenharia Agrícola Jaboticabal**, v.25, n.2, p.488-498, Ago. 2005.

MATHOOKO, F.M. Regulation of respiration metabolism in fruits and vegetables by carbon dioxide. **Postharvest Biology and Technology**, Nairobi, v.9, p.247-64, 1996.

MATTIETO, R. A. de. **Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá-manga (Spondias lutea L.) e umbu (Spondias tuberosa)**. 2005. 299 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

MATTIETTO, R. A. de.; LOPES, A. S. Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá-manga (Spondias Lutea L.) e umbu (Spondias Tuberosa, Arruda Câmara). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27. n. 3, p. 456-463, Set. 2007.

MATTIUZ, B.; DURIGAN, J. F.; ROSSI JÚNIOR, O. D. Processamento mínimo de goiabas 'Paluma' e 'Pedro Sato'. Avaliação química, sensorial e microbiológica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n.3, p. 409-413, Dez. 2003.

MCCARTHY, M.J.; HEIL, J.R.; KRUEGERMANN, C.; DESVIGNES, D. Acid Requirement for pH Modification of Processed Foods. **Journal of Food Science**, v.56, n.4, p.1750-3841, 1991.

MENDANHA, R. S. R. R. Atmosfera modificada na embalagem de fruta, vegetais inteiros e minimamente processados. 2014. 68p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Instituto Superior de Agronomia, Portugal, Lisboa.

MENDES, L. M. de F. C.; NEVES, J. A.; DIAS, L. P.; SILVA, M. de J. M. da. Carotenóides e antocianinas totais em polpas de cajá-manga congeladas (*Spondias dulcis* Forst). In: Congresso de pesquisa e inovação da rede norte nordeste de educação tecnológica, 3., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: CEFET-CE, 2008.

MENDONÇA, K.; JACOMINO, A. P.; MELHEM, T. X.; KLUGE, R. A.. Concentração de etileno e tempo de exposição para desverdecimento de limão “Siciliano”. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, n. 2, p. 179-183, Dez. 2003.

MENDONÇA, R. D.; FERREIRA, K. S.; SOUZA, L. M. de; MARINHO, C. S.; TEIXEIRA, S. L. Características físicas e químicas de goiabas ‘cortibel 1’ e ‘cortibel 4’ armazenadas em condições ambientais. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.685-692, 2007.

MERCIER, J.; KÚC, J. Elicitation of 6-methoxymellein in carrot leaves by *Cercospora carotae*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 73, p. 60-62, 1997.

MEZZALIRA, E. J.; PIVA, A. L.; BETIATTO, G.; POZZEBOM, A.; ZANELA, J.; NAVA, G. A. Atmosfera modificada na conservação pós-colheita de framboesa ‘Heritage’. Sistemas de Produção Agropecuária - Ciências Agrárias, Animais e Florestais, 2010. Dois Vizinhos. **Seminário...** Dois Vizinhos: SPA, 2010.

MITCHELL, J.D.; DALY, D.C. The “tortoise’s cajá-manga”- a new species of *Spondias* (Anacardiaceae) from southweatern Amazoniza. **Brittonia**, New York, v.50, n.4, p.447-451, 1998.

MIGUEL, A. C. A.; DIAS, J R. P. S.; SPOTO, M. H. F.; RIZZO-BENATO, R. T. Qualidade de tomate ‘Débora’ minimamente processado armazenado em dois tipos de embalagens. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, Dez. 2007.

MIGUEL, A. C. A. **Tratamento térmico, radiação ultravioleta (UVC), quitosana e cera na prevenção de injúrias pelo frio em mangas 'Tommy atkins' e 'Palmer'**. 2012. 200 p. Doutorado (Tese em produção vegetal) - Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal.

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

MIZOBUTSI, G. P.; SILVA, J. M. da; MIZOBUTSI, E. H.; RODRIGUES, M. L. M.; LOPES, R. S.; FERNANDES, M. B.; OLIVEIRA, F. S. Conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n.6, p. 751-757, nov/dez, 2012.

MOLINARI, A. C. F. **Métodos combinados para preservar a qualidade pós-colheita do mamão 'Golden' tipo exportação**. 2007. 75 p. Tese (Doutorado em Energia na agricultura) - Universidade de são Paulo, Piracicaba.

MOURA, C. L. A. de; PINTO, G. A. S.; FIGUEIREDO, R. W. de. Processamento e utilização da polpa de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst). **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 237-252, Dez. 2011.

MOURA, F. T. de; SILVA, S. de M.; MARTINS, L. P.; MENDONÇA, R. M. N.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C. Evolução do Crescimento e da Maturação de Frutos de Cajazeira (*Spondias dulcis* Forst). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 47, p. 231-233. Oct. 2003.

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

NEVES, L.C.; BENEDETTE, R.M.; SILVA, V.X. da; LUCHETTA, L.; ZANUZZO, M.R.; ROMBALDI, C.V. Comportamento pós-colheita de caquis cv. Fuyu, através da atmosfera modificada passiva e da adsorção de etileno, armazenados sob refrigeração. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v. 28 n.3, Jaboticabal, Dez. 2006.

NEVES, L. C.; MANZIONE, R. L.; VIEITES, R. L. Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*) frigoconservada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 676-679, Dez. 2002

OHLSSON, T. **Minimal processing of foods with no-thermal methods**. CRC Press. Boca Raton/London/New York/Washington DC. p 34-60. 2002.

OLIVEIRA, E. C. M. de. **Desinfecção de efluentes sanitários tratados através da radiação ultravioleta**. 2003. 97 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia ambiental) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

OLIVEIRA, L. F. G.; SANTOS, P. N.; CANA, E.; LOURENÇO JUNIOR, J.; RODRIGUES, S. Utilização da atmosfera modificada na conservação pós-colheita de carambola. **Global Science Technology**, v. 3, n. 2, p. 49-59, Ago. 2010.

OLIVEIRA, J. de; SILVA, I. G.; SILVA, P. P. M. da; SPOTO, M. H. F. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de camu-camu. **Ciência Rural**, v.44, n. 6, Santa Maria, Jun. 2014.

OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G.; COELHO, E. M.; COELHO, F. C. Armazenamento de mamão 'Golden', em condições de atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v. 29, n.2, p. 139-142, 2005.

OLIVEIRA, V. B., YAMADA, L. T., FAGG, C. W., E BRANDÃO, M. G. L. Native foods from Brazilian biodiversity as a source of bioactive compounds. **Food Research International**, v.48, p. 170–179, 2012.

OLIVEIRA, V. S. de; AFONSO, M. R. A.; COSTA, J. M. C. da. Caracterização físico-química e comportamento higroscópico de sapoti liofilizado. **Revista Ciência Agronômica**. v.42, n. 2, Fortaleza, Jun. 2011.

OSHIRO, A. M.; DRESCH, D. M.; SCALON, S. de P. Q. Atmosfera modificada e temperaturas de armazenamento na conservação pós-colheita de guavira (*Campomanesia adamantium* Camb.). **Journal BioScience**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p. 1421-1430, Nov. 2013.

PAN, J.; VICENTE, A. R.; MARTÍNEZ, G. A.; CHAVES, A. R.; CIVELLO, P. M. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.84, p. 1831-1838. 2004.

PECH, J. C. Unravelling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: NATOADVANCED RESEARCH WORKSHOP ON BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY OF THE PLANT HORMONE ETHYLENE, 2002, Murcia. **Anais...** 2002.

PEREIRA, G. da S.; MACHADO, F. L. de C.; COSTA, J. M. C. da. Aplicação de recobrimento prolonga a qualidade pós-colheita de laranja 'Valência Delta' durante armazenamento ambiente. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 520-527, Set. 2014.

PIGATTO, G. **Irradiação UV em *Xantomonas campestris* pv. *campestris* visando a produção da goma xantana**. 2008. 77 p. Dissertação (Mestrado em microbiologia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

PINTO, W. da S. Caracterização de genótipos de cajazeira (*Spondias lutea* L.) e as necessidades do sistema agroindustrial. 2002. 75 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas.

PIROVANI, M.E. Quality of minimally processed letuce as influenced by packaging and chemical treatment. **Journal of Food Quality**, Westport, v.22, p.475-484, 1998.

PONZO, F. S. Agentes alternativos no controle póscolheita da antracnose em goiabas 'Kumagai'. 2009. 60 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola). Instituto Agronômico, Campinas.

PRASANNA, V.; PRABHA, T. N.; THARANATHAN, R. N. Fruit Ripening Phenomena – An Overview. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 47, p. 1-19, 2007.

RADÜNZ, A. L.; ACUNHA, T. dos S.; GIOVANAZ, M. A.; HERTER, F. G.; CHAVES, F. C. Intensidade de poda na produção e na qualidade dos frutos de mirtilheiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. vol.36 no.1 Jaboticabal Jan./Mar. 2014.

RIBEIRO, C.; CANADA, J.; ALVARENGA, B. Prospects of UV radiation for application in postharvest technology. **Journal Food Agriculture**. v. 24, n. 6, p. 586-597, 2012.

RIGOLO, G.; BENATO, E. A.; CIA, P.; ANJOS, V. D. A.; SARANTOPOULOS, C. L.; BERTO, M. I.; CASTRO, M. F. de; KAIHATU, C. Radiação ultravioleta (UVC) e atmosfera modificada na conservação de uva cv. *centennial seedless*. **Instituto Agronômico de São Paulo - IAC** 2009.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B. N.; SALES, R. N.; AMARAL, R. D. A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 305-316, Dez. 2011.

RODRIGUES, H. N. B.; SOUZA, P. A. de; COELHO, E. L.; SOUZA, F. X. de; FREITAS, R. V. da S. Qualidade de frutos de cajazeira em diferentes estádios de maturação provenientes de clones cultivados no Ceará - CE. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 3, p. 38-43, Set. 2012.

RODRIGUES, L.K.; PEREIRA, L.M.; FERRARI, C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G. DE L.; HUBINGER, M.D. Vida útil de fatias de manga armazenadas em embalagem com atmosfera modificada passiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 28, Dez. 2008.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; HOLANDA, R. B.; SOUSA, C. A. S.; PASTORE, G. M. Atividade Antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 53-60, 2007.

RUFINO, M. do S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. de; SILVEIRA, M. R. S. da; MOURA, C. F. H. Quality for fresh consumption and processing of some non-traditional tropical fruits from Brazil. **Fruits**, v. 64, p. 361-370, 2009.

SACRAMENTO, C. K.; BARRETO, W. S.; AHNERT, D.; FARIA, J. C. **Recursos genéticos de Spondias na Bahia: cajá-manga, ciriguela e cajarana**. In: Ildo Eliezer Lederman, Josué Francisco Silva Junior,. (Org.). Spondias no Brasil: umbu, cajá-manga e espécies afins. Spondias no Brasil: umbu, cajá-manga e espécies afins. 1ed .Recife: Ed UFPE Universidade Federal de Pernambuco, v. 1, p. 53-62 , 2010.

SACRAMENTO, C. K.; BARRETO, W. S. Frutas tropicais não tradicionais para o cultivo no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22. 2012, 11 p. Bento Gonçalves, **Anais...** Rio Grande do Sul. 2012.

SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F.X. de. **Cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 42p.

SALES, A. N.; BOTREL, N.; COELHO, A. H. R. Aplicação de 1-metilciclopropeno em banana 'Prata-Anã' e seu efeito sobre a substâncias pecticas e enzimas pectinolíticas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, p.479-487, 2004.

SALES, A. N.; WAUGHON, T. G. M. Influência do processamento no teor de compostos bioativos em frutos de murici e cajá-manga. **Revista Agrarian**, v.6, n.19, p.7-15, 2013.

SAMPAIO, S. de A. **Transformações durante o amadurecimento pós-colheita de frutos de cajazeira (*Spondias mombim* L.), ciriguela (*Spondias purpurea* L.) e mangabeira (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2002. 78 f. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.

SANCHES, J.; ANTONIALI, S.; PASSOS, F.A. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de quiabos. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, Jul. 2012.

SANCHES, J.; CIA, P.; VALENTINI, S. R. de T.; BENATO, E.; CHAGAS, E. A.; PIO, R. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita da nêspera 'Fukuhara'. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 455-459, 2011.

SANCHEZ, S. J. P., ESCHANDI, M. A., PRADA, J. A., SEGURA, D. S. Luz ultravioleta germicida y control de microorganismos ambientales en hospitales. **Revista Costarricense de Salud Pública**. v. 21, n.1, p. 19-22, San José, Jun. 2012.

SANDHYA. Modified atmosphere packaging of fresh produce: Current status and future needs. **Food Science and Technology**, Samrala, Ludhiana, v.43, p.381-392, 2010.

SANTOS, A. E. O. dos; ASSIS, J. S. de; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. dos. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Semiárido De Visu**, v.1, n.1, p. 10-17, 2011.

SANTOS, A. E. O. dos; GRAVINA, G. de A.; BERBERT, P. A.; ASSIS, J. S. de; BATISTA, P. F.; SANTOS, O. O. dos. Efeito do tratamento hidrotérmico e diferentes revestimentos na conservação pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins’. **Revista Brasileira de Ciência Agrárias**. v.6, n.1, p.140-146, Mar. 2011.

SANTOS, C. M. S. Influência da atmosfera controlada sobre a vida pós-colheita e qualidade de banana Prata anã. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 30, n2., p. 317-322, Abr. 2006.

SANTOS, M. B. **Conservação da polpa de umbu-cajá-manga (spondias spp) por métodos combinados**. 2009. 76 p. Dissertação (Mestrado em fitotecnia) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA.

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

SASTRY, S.K.; DATTA, A.K.; WOROBO, R.W. Ultraviolet Light; Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing Technologies. **Journal of Food Science**. v. 90, n. 7, p. 3178- 3186, 2001.

SAUTTER, C. K.; BRACKMANN, A.; ANESE, R. de O.; WEBER, A.; RIZZATTI, M. R.; PAVANELLO, E. P. Controle da podridão-parda e características físico-químicas de pêssegos ‘Magnum’ submetidos a tratamentos pós-colheita com elicitores abióticos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 2, p. 172-177, Abr. 2011.

SEYMOUR, G. B. Banana. In: Seymour, G. B.; Taylor, J. E.; Tucker, G. A. (Eds.), *Biochemistry of Fruit Ripening*. London: **Chapman and Hall**, 1993. p. 83 – 106.

SHAMA, G.; ALDERSON, P. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialization. **Trends in Food Science and Technology**, Loughborough, v.16, p.128-136, 2005.

SILVA, A. Q.; SILVA, H. Cajá-manga, uma frutífera tropical. **Informativo SBF**, Itajaí -SC, v. 14, n.4, 1995.

SILVA, A. V. C.; ANDRADE, D. G. de; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M. A. G.; MUNIZ, E. N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemóia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, Jun. 2009.

- SILVA FILHO, D. F. Discriminação de etnovarietades de cubú (*Solanum sessiflorum* Dunal. *Solanaceae*) da Amazônia com base em suas características morfológicas e químicas. 2002. 117 p. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)-Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- SILVA, G. G. da; MORAIS, P. L. D. de; ROCHA, R. H. C.; SANTOS, E. C. dos; SARMENTO, J. D. A. Caracterização do fruto de cajaranazeira em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.2, p.159-163, 2009.
- SILVA, L. J. B. da; SOUZA, M. L. de; ARAÚJO NETO, S. E. de; MORAIS, A. P. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de maracujá amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 995-1.003, 2009.
- SILVA, V. G. da. Efeitos da aplicação de calor e da radiação UVC na qualidade de polpas refrigeradas de hortofrutícolas. 2012. 62 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar) - Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior de Agronomia, Portugal, Lisboa.
- SILVA, V. X. da. Determinação do ponto de colheita do camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh] por meio de atributos de qualidade e funcionais. 2012. 109 p. Dissertação (Mestrado em produção vegetal) - Universidade Federal de Roraima, Boa Vista.
- SINHA, N. K.; HUI, Y.H.; EVRANUZ, E.; SIDDIQ, M.; AHMED, J. **Handbook of vegetables and vegetable**. Blackwell Publishing Ltd. 2011.
- SIQUEIRA, C. L. **Conservação Pós-colheita de Genótipos de Bananeiras Resistentes a Sigatoka Negra por Atmosfera Modificada**. 2008. 167 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semi-Árido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG.
- SOARES, E. B.; GOMES, R. L. F.; MELLO, J. G. C.; NASCIMENTO, F. N. do; SILVA, I. C. V.; COSTA, J. C. L. da. Caracterização física e química de frutos de cajazeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3. p. 518-519, 2006.
- SOARES, S. E. Phenolic acids as antioxidants. **Revista de Nutrição**, v.15, p. 71-81, 2002.
- SOMMER, N. Role of controlled environments in suppression of postharvest diseases. **Canadian Journal Plant Pathology**, Peterborough, v.7, p. 331-339, 1985.
- SOUTO, R. F.; DURIGAN, J. F.; SOUZA, B S. de; DONADON, J.; MENEGUCCI, J. L. P. Conservação pós-colheita de abacaxi ‘pérola’ colhido no estágio de maturação “pintado” associando-se refrigeração e atmosfera modificada. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 24-28, Abr. 2004.
- SOUZA, A. V.; KOHATSU, D.S.; LIMA, G.P.P.; VIEITES, R.L. Conservação pós-colheita de pêsego com o uso da refrigeração e da irradiação. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Vol.. 31, n. 4, p. 1184-1189, Dez. 2009.
- SOUZA, F. X.; BLEICHER, E. Comportamento da cajazeira enxertada sobre umbuzeiro em Pacajus-CE. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 24, n. 3, p. 790-792, 2002.

SOUZA, F. X.; COSTA, J. T. A.; LIMA, R. N. de; CRISÓSTOMO, J. R.. Crescimento e desenvolvimento de clones de cajazeira cultivados na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 3, p. 414-420, 2006.

SOUZA, F. X.; SOUSA, F. H. L.; FREITAS, J. B. S.; ROSSETTI, A. G. Aspectos morfológicos da unidade de dispersão de cajazeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.215-220, Jan. 2000.

SOUZA, F.X., SOUSA, F.H.L.; MELO, F.I.O. Aspectos morfológicos de endocarpos de cajarana (*Spondias cytherea* sonn - *Anacardiaceae*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, p. 141-146. 1998.

STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; ALVES, E.O.; TANAKA, H.; BRACKMANN, A.; BOTH, V. Armazenamento de ameixas 'Laetitia' em atmosfera modificada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2439-2444, 2009.

STEVENS, C.; KHAN, V.A.; WILSON, C.L. The effect of fruit orientation of postharvest commodities following low dose ultraviolet light-C treatment on host induced resistance to decay. **Crop Protection**, Ames, v.24, n.8, p.756-759, 2005.

STEVENS, C.; LIU, J.; KHAN, V. A.; LU, J.; KABWE, Y. M. K.; WILSON, C. L.; IGWEGBE, E. C. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The effects of low-dose ultraviolet light-C treatment on polygalacturonase activity, delay ripening and *Rhizopus* soft rot development of tomatoes. **Crop protection**, 23:551-554. 2004.

STEVENS, C.; LIU, J.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; IGWEGBE, E. C. K.; KABWE, M. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. Application of hormetic UVC for delayed ripening and reduction of *Rhizopus* soft rot in tomatoes: the effect of tomatine on storage rot development. **Journal Phytopathology**, v. 146, p. 211-221, 1998.

TERRY, L. A.; JOYCE, D. C. Elicitors of induced disease resistance in postharvest. Horticultural crops: a brief review. **Postharvest Biology and Technology**, v.32, p.1-13, 2004.

TIBOLA, C. S.; MALGARIM, M. B.; ZAICOVSKI, C. B.; PEGORARO, C.; CERO, J.; FERRI, V. C. Luz ultravioleta na inibição de podridões pós-colheita de morangos (*Fragaria ananassa*, Duch.) 'Camarosa'. **Revista Brasileira AgroCiência**, Pelotas, v.13, n.4, p.509-512, Dez. 2007.

TIECHER, A. **Efeito da radiação UVC na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)**. 2010. 62 p. Dissertação (Mestrado em agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A. Fruits and vegetables juice processing technology. **Westport: Conn. Avi**, 1028 p. 1961.

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

VICENZI, R. **Processamento mínimo de morangos (Fragaria x ananassa, Duch) tratados com radiação UVC durante o cultivo.** 2014. 106 p. Tese (Doutorado em Ciência e tecnologias dos alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

VILAS BOAS, B. M.; SIQUEIRA, H. H. de; LEME, S. C.; LIMA, L. C. de O.; ALVES, T. C. Conservação de pimentão verde minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens plásticas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 34-39, Mar. 2012.

VILAS BOAS, E. D. B.; ALVES, R. E.; FILGUEIRAS, H. A. C.; MENEZES, J. B.; MATSUURA, F.; FOLEGATTI, M. **Características da fruta. Banana: pós-colheita.** Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 71 p.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana Prata Anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.29, p.407-413, 2007.

WANG, C.Y. Postharvest quality decline, quality maintenance and quality. Evaluations. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.485, p.389-392, 1999.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4 ed. Sidney: **CAB International**, 1998. 262 p.

YAMASHITA, F.; TONZAR, A. C.; FERNANDES, J. G.; MORIYA, S.; BENASSI, M de T. Embalagem individual de mangas cv. 'Tommy Atkins' em filme plástico: efeito sobre a vida de prateleira. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 23, n. 2, p. 288-292, Ago. 2001.

YAMASHITA, F.; VEIGA, G. F.; BENASSI, M. de T.; ROBERTO, S. R. Morangos embalados com filme de policloreto de vinila (PVC). **Semina: Ciência Agrárias, Londrina**, v. 27, n. 3, p.429-436, 2006.

ZAGORY, D.; KADER, A.A. Quality maintenance in fresh fruits and vegetables by controlled atmospheres. In: JEN, J.J. Quality factors of fruits and vegetable: chemistry and technology. **American Chemical Society**, Washington, c. 14, p. 174-178, 1989.

ZAMBRANO, J; MOYEJA, J.; PACHECO, L. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. **Agromonia Tropical**, Venezuela, v.46, n.1, p.61-72, 1995.

## APÊNDICE A

Nas Tabelas 10 e 11, são apresentados os dados estatísticos da 1° e 2° etapa experimento, dos valores médios do parâmetro de cor a\*, enquanto as Tabelas 12 e 13, são mostrados os parâmetros de cor b\*.

**TABELA 10** - Valores médios de cor a\* de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
0	-2,446aC	-2,446aBC	-2,446aA	-2,446aA	-2,446aAB	-2,446
3	-3,093aC	-2,355aBC	-2,701aA	-3,428aA	-2,801aAB	-2,875
6	-2,141aC	-4,541bC	-3,865abA	-4,276abA	-4,551bB	-3,874
9	-3,10aC	-4,206aBC	-3,666aA	-2,473aA	-4,306aB	-3,550
12	2,041aB	-2,806bBC	-3,476bA	-3,330bA	-2,806bAB	-2,075
15	7,469aA	-1,552bAB	-2,868bA	-2,593bA	-2,330bAB	-0,374
18	7,544aA	-2,007bBC	-2,932bA	-3,026bA	-2,377bAB	-0,559
21	8,825aA	0,985bA	-1,541cA	-2,788cA	-1,195bcA	0,857
Média	1,887	-2,366	-2,936	-3,045	-2,851	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

**TABELA 11** - Valores médios de cor a\* de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	-3,612aD	-3,612aA	-3,612aAB	-3,612aCD	-3,612aB	-3,612
3	-3,078aD	-4,307aA	-4,284aB	-4,282aD	-2,000aB	-3,590
6	-3,282abD	-3,567bA	-4,239bB	-3,455bCD	-0,557aB	-3,020
9	1,443aC	-1,624bA	-2,205bAB	-0,55abBC	-0,725abB	-0,734
12	0,247aC	-2,516aA	-1,729aAB	-1,31aBCD	-2,202aB	-1,502
15	6,527aB	-1,916bA	-0,595bA	-2,971bCD	8,162aA	1,841
18	9,630aA	-2,283cA	-0,880bcA	1,330bAB	8,430aA	3,245
21	8,246aAB	-2,128cA	-0,949cA	4,296bA	10,795aA	4,052
Média	2,015	-2,744	-2,312	-1,320	2,286	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

**TABELA 12** - Valores médios de cor b\* de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
0	18,970aCD	18,970aA	18,970aAB	18,970aB	18,970aB	18,970
3	19,683aCD	18,838aA	19,001aAB	24,340aAB	22,091aAB	20,790
6	25,253aABC	25,820aA	25,618aA	27,901aA	25,651aAB	26,048
9	21,323aBCD	22,216aA	21,260aAB	18,853aB	21,653aAB	21,061
12	29,123aA	23,066abA	20,556bAB	22,953abAB	26,130abA	24,365
15	27,601aAB	22,593abA	21,279bAB	20,048bB	20,992bAB	22,502
18	20,830aBCD	22,764aA	20,306aAB	20,179aB	20,558aAB	20,927
21	16,921bD	23,574aA	17,104bB	17,450abB	20,362abAB	19,082
Média	22,463	22,230	20,511	21,336	22,050	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

**TABELA 13** - Valores médios de cor b\* de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS + 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	25,795aABC	25,795aA	25,795aAB	25,795aABC	25,795aB	25,795
3	23,734aABC	26,862aA	26,340aAB	26,580aABC	24,408aAB	25,585
6	21,880aC	23,542aAB	24,274aAB	24,286aBC	23,162aAB	23,429
9	28,583abAB	26,896bA	29,807abA	31,859abA	33,211aA	30,071
12	25,826aABC	18,062bB	21,683abB	22,340abC	20,842abAB	21,751
15	31,737aA	23,435cdAB	29,506abA	25,500bcABC	18,798dC	25,795
18	32,143aA	25,206bcA	26,070bcAB	29,443abAB	20,753cAB	26,723
21	30,097abAB	23,784cAB	25,633bcAB	31,841aA	22,369cAB	26,745
Média	27,474	24,198	26,139	27,206	23,667	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (P>0,05).

Nas Tabelas 14 e 15, são apresentados os dados estatísticos da 1º e 2º etapa experimento, dos valores médios de Clorofila a, e as Tabelas 16 e 17, são mostrados os valores médios de Clorofila b.

**TABELA 14** - Valores médios de Clorofila A de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
0	0,1072aA	0,1072aAB	0,1072aC	0,1072aA	0,1072aA	0,1072
3	0,0664cB	0,0728cCD	0,1298aBC	0,0937bcA	0,1107abA	0,0946
6	0,1111aA	0,1053aABC	0,1215aC	0,1220aA	0,1091aA	0,1138
9	0,0682cB	0,1344aA	0,1097abC	0,1150abA	0,0970bcA	0,1049
12	0,0248bC	0,1092aAB	0,1088aC	0,1181aA	0,0977aA	0,0917
15	0,1051dC	0,1345abA	0,1580aAB	0,0910cA	0,1186bcA	0,1214
18	0,0104cC	0,0895bBC	0,1635aA	0,1087bA	0,0923bA	0,0929
21	0,0114dC	0,0523cD	0,1585aAB	0,1242bA	0,1151bA	0,0923
Média	0,0631	0,1007	0,1321	0,1100	0,1060	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 15** - Valores médios de Clorofila A de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	0,1370aBC	0,1370aDE	0,1370aC	0,1370aC	0,1370aC	0,1370
3	0,1650aB	0,1695aCD	0,1626aBC	0,1552aC	0,1912aAB	0,1687
6	0,2138bA	0,2352abA	0,2276bA	0,2705aB	0,2100bA	0,2314
9	0,1376cBC	0,2315aA	0,1927bAB	0,2234abA	0,2283abA	0,2027
12	0,1100cC	0,2253aAB	0,1772bBC	0,1674bC	0,1494bBC	0,1659
15	0,0243bD	0,1658aCD	0,1463aC	0,1681aC	0,0187bD	0,1046
18	0,0121cD	0,1841aBC	0,0594bE	0,0437bcD	0,0276bcD	0,0654
21	0,0111dD	0,1174bE	0,1747aBC	0,0534cD	0,0223cdD	0,0758
Média	0,1014	0,1832	0,1597	0,1523	0,1231	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 16** - Valores médios de Clorofila B de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
0	0,0773aA	0,0773aAB	0,0773aAB	0,0773aAB	0,0773aA	0,0773
3	0,0443bBC	0,0503bCD	0,0817aAB	0,0754aAB	0,0781aA	0,0660
6	0,0771aA	0,0714aABC	0,0862aAB	0,0891aA	0,0771aA	0,0802
9	0,0533bAB	0,0936aA	0,0762abAB	0,0751abAB	0,0715abA	0,0739
12	0,0214bCD	0,0744aABC	0,0674aB	0,0778aAB	0,0640aA	0,0610
15	0,0098cD	0,0825abAB	0,0957aA	0,0607bB	0,0733abA	0,0644
18	0,0083cD	0,0580bBCD	0,0968aA	0,0706bAB	0,0586bA	0,0585
21	0,0055dD	0,0350cD	0,0944aA	0,0713bAB	0,0722abA	0,0557
Média	0,0371	0,0678	0,0845	0,0747	0,0715	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 17** - Valores médios de Clorofila B de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
0	0,0923aB	0,0923aBC	0,0923aB	0,0923aC	0,0923aC	0,0923
3	0,1064aAB	0,1155aBC	0,1117aAB	0,1067aC	0,1392aAB	0,1159
6	0,1332bA	0,1592abA	0,1408abA	0,1746aA	0,1356bAB	0,1487
9	0,1132bAB	0,1576aA	0,1401abA	0,1630aAB	0,1711aA	0,1490
12	0,1024bAB	0,1620aA	0,1370abA	0,1298abBC	0,1172bBC	0,1297
15	0,0232bC	0,1254aAB	0,1091aAB	0,1263aBC	0,0231bD	0,0814
18	0,0091cC	0,1255aAB	0,0453bC	0,0344bcD	0,0274bcD	0,0483
21	0,0174cC	0,0766abC	0,1072aAB	0,0424bcD	0,0500bcD	0,0587
Média	0,0747	0,1268	0,1104	0,1087	0,0945	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

## APÊNDICE B

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_ anos Sexo: M  F  Data: \_\_\_ de \_\_\_ de 2014.

Por favor, avalie as amostras utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou dos frutos de cajá. Marque apenas **UMA** posição em cada quadro na escala que melhor reflita seu julgamento. Obrigado!

### **BANDEJA 1**

Aroma:	Textura:	Sabor:	Aceitabilidade (marque apenas uma):	
<input type="checkbox"/> sem aroma (0-1)	<input type="checkbox"/> muito mole (0-1)	<input type="checkbox"/> sem sabor (0-1)	<input type="checkbox"/> gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> mole (2-3)	<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> média (4-6)	<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> dura (7-8)	<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo
<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> muito dura (9-10)	<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> indiferente	

### **BANDEJA 2**

Aroma:	Textura:	Sabor:	Aceitabilidade (marque apenas uma):	
<input type="checkbox"/> sem aroma (0-1)	<input type="checkbox"/> muito mole (0-1)	<input type="checkbox"/> sem sabor (0-1)	<input type="checkbox"/> gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> mole (2-3)	<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> média (4-6)	<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> dura (7-8)	<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo
<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> muito dura (9-10)	<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> indiferente	

### **BANDEJA 3**

Aroma:	Textura:	Sabor:	Aceitabilidade (marque apenas uma):	
<input type="checkbox"/> sem aroma (0-1)	<input type="checkbox"/> muito mole (0-1)	<input type="checkbox"/> sem sabor (0-1)	<input type="checkbox"/> gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> mole (2-3)	<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> média (4-6)	<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> dura (7-8)	<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo
<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> muito dura (9-10)	<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> indiferente	

### **BANDEJA 4**

Aroma:	Textura:	Sabor:	Aceitabilidade (marque apenas uma):	
<input type="checkbox"/> sem aroma (0-1)	<input type="checkbox"/> muito mole (0-1)	<input type="checkbox"/> sem sabor (0-1)	<input type="checkbox"/> gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> mole (2-3)	<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> média (4-6)	<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> dura (7-8)	<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo
<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> muito dura (9-10)	<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> indiferente	

### **BANDEJA 5**

Aroma:	Textura:	Sabor:	Aceitabilidade (marque apenas uma):	
<input type="checkbox"/> sem aroma (0-1)	<input type="checkbox"/> muito mole (0-1)	<input type="checkbox"/> sem sabor (0-1)	<input type="checkbox"/> gostei muitíssimo	<input type="checkbox"/> desgostei ligeiramente
<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> mole (2-3)	<input type="checkbox"/> fraco (2-3)	<input type="checkbox"/> gostei muito	<input type="checkbox"/> desgostei moderadamente
<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> média (4-6)	<input type="checkbox"/> moderado (4-6)	<input type="checkbox"/> gostei moderadamente	<input type="checkbox"/> desgostei muito
<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> dura (7-8)	<input type="checkbox"/> forte (7-8)	<input type="checkbox"/> gostei ligeiramente	<input type="checkbox"/> desgostei muitíssimo
<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> muito dura (9-10)	<input type="checkbox"/> muito forte (9-10)	<input type="checkbox"/> indiferente	

**FIGURA 25** - Modelo de ficha para avaliação dos parâmetros de aroma, textura, sabor e aceitabilidade do fruto cajá-manga, onde cada bandeja corresponde a um tratamento. Fonte: próprio autor.

Nos parâmetros avaliados sobre aroma, textura, sabor e aceitabilidade, também passaram por processo estatístico, separados em 1º e 2º experimento. Sobre aroma nas Tabelas 18 e 19, sobre textura nas Tabelas 20 e 21, sobre sabor nas Tabelas 22 e 23, e sobre aceitabilidade nas Tabelas 24 e 25.

**TABELA 18** - Valores médios de notas de aroma de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
3	3,050aA	3,160aA	3,130aA	3,070aA	3,110aA	3,104
12	3,550aA	3,190aA	2,410aA	2,740aA	3,250aA	3,028
21	3,570aA	3,830aA	3,330aA	3,590aA	3,460aA	3,556
Média	3,390	3,393	2,957	3,133	3,273	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 19** - Valores médios de notas de aroma de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
3	3,250aA	3,040aA	2,560aA	2,940aB	3,100aA	2,978
12	3,820aA	2,730aA	3,310aA	3,880aA	2,900aA	3,328
21	-	-	-	-	-	-
Média	3,535	2,885	2,935	3,410	3,000	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 20** - Valores médios de notas de textura de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
3	5,740aA	5,400aA	5,120aB	4,980aB	5,020aA	5,252
12	4,720bB	5,640abA	5,640abAB	6,120aA	5,120bA	5,448
21	5,600abA	5,200bA	6,460aA	6,020abA	5,820abA	5,820
Média	5,353	5,413	5,740	5,707	5,320	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 21** - Valores médios de notas de textura de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
3	6,020aA	5,980aA	5,800abA	5,440abA	4,960bA	5,64
12	5,560abA	5,340abB	5,780aA	5,740aA	4,880bA	5,46
21	-	-	-	-	-	-
Média	5,790	5,660	5,790	5,590	4,920	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 22** - Valores médios de notas de sabor de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
3	4,820aA	5,020aA	5,660aA	5,580aA	5,270aA	5,270
12	4,710aA	4,850aA	4,970aA	5,330aA	4,540aA	4,880
21	4,050aA	5,050aA	5,120aA	4,580aA	4,780aA	4,716
Média	4,527	4,973	5,250	5,163	4,863	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 23** - Valores médios de notas de sabor de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
3	3,830bB	5,090aA	4,760abA	5,480aA	4,500abB	4,732
12	5,230abA	4,140bB	5,010abA	5,760aA	5,410aA	5,110
21	-	-	-	-	-	-
Média	4,530	4,615	4,885	5,620	4,955	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 24** - Valores médios de notas de preferência de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de tempos de radiação UVC e dias de armazenamento.

Dias	Tratamentos					Média
	0 min	1 min	2 min	3 min	4 min	
3	6,480aA	6,340aA	6,560aA	6,900aA	6,400aA	6,536
12	6,860aA	6,400aA	6,260aA	6,160aA	6,980aA	6,532
21	6,640aA	6,740aA	6,000aA	6,180aA	6,540aA	6,420
Média	6,660	6,493	6,273	6,413	6,640	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).

**TABELA 25** - Valores médios de notas de preferência de cajá-manga (*Spondias dulcis* Forst), em função de diferentes embalagens e dias de armazenamento, associados a 2 minutos de radiação UVC.

Dias	Tratamentos					Média
	PP + 2 min UVC	PEBD + 2 min UVC	PVC+EPS+ 2 min UVC	PET + 2 min UVC	Controle + 2 min UVC	
3	6,620aA	6,700aA	6,640aA	6,800aA	7,000aA	6,752
12	6,840abA	6,620abA	6,420bA	6,740abA	7,320aA	6,788
21	-	-	-	-	-	-
Média	6,730	6,660	6,530	6,770	7,160	

Médias seguidas pela mesma, letra minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $P>0,05$ ).