

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
CÂMPUS ANÁPOLIS DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA  
AGRÍCOLA

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PITOMBAS *IN NATURA* SUBMETIDAS A  
DIFERENTES TEMPERATURAS, EMBALAGENS E DOSES DE  
RADIÇÃO UV-C**

Renato Rosa de Almeida

Anápolis - GO  
Fevereiro, 2019

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PITOMBAS *IN NATURA* SUBMETIDAS A  
DIFERENTES TEMPERATURAS, EMBALAGENS E DOSES DE  
RADIÇÃO UV-C**

**RENATO ROSA DE ALMEIDA**

Orientador: Prof. Dr. André José de Campos

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás - UEG, Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo – CCET, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Sistemas Agroindustriais.

Anápolis - GO  
Fevereiro, 2019

R447q Rosa de Almeida, Renato  
Qualidade pós-colheita de pitombas in natura submetidas a diferentes temperaturas, embalagens e doses de radiação UV-C. / Renato Rosa de Almeida; orientador André José de Campos. -- , 2019.  
109 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Engenharia Agrícola) -- Câmpus-Anápolis CET, Universidade Estadual de Goiás, 2019.

1. Talisia esculenta Radlk. 2. Temperatura. 3. Atmosfera modificada passiva. 4. Radiação UV-C. 5. Pós-colheita. I. José de Campos, André, orient. II. Título.

**QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE PITOMBA *IN NATURA* SUBMETIDAS A  
DIFERENTES TEMPERATURAS, EMBALAGENS E DOSES DE RADIAÇÃO  
UV-C**

Por

Renato Rosa de Almeida

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

Aprovado em 26/02/2019



---

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



---

Prof. Dra. Yanuzi Mara Vargas Camilo  
Membro  
(UniEvangélica)



---

Prof. Dr. Luis Carlos Cunha Júnior  
Membro  
UFG/EA

A Deus, à minha família e amigos, em especial minha esposa, Verediana Fiorentin, pelo apoio e incentivo ao longo desta jornada, por ter me apoiado nos momentos mais difíceis.

**Dedico!**

iv

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades, por ter permitido meu crescimento e desenvolvimento profissional. Obrigado por concluir mais um objetivo.

Ao Prof. Dr. André José de Campos, pela orientação e contribuição na minha formação profissional, obrigado pela oportunidade, amizade, paciência, disponibilidade e pelos ensinamentos durante minha vida acadêmica.

Aos meus pais José Assis Ribeiro de Almeida e Orlinda Rosa dos Reis Almeida, por todo o incentivo e carinho, vocês foram essenciais para eu chegar até onde cheguei, alcançando todos os meus objetivos.

Aos meus sogros Gilberto Luiz Fiorentin, em especial minha sogra Ivanilde Rainer por me apoiar e acreditar em mim.

A Sra. Maria Lenilda Maia Lima e Ailton Maia Lima pela doação das Pitombas e por ter disponibilizado sua propriedade em Montes Claros de Goiás para coleta dos frutos, sem os quais não seria possível o desenvolvimento dessa pesquisa. E também pela atenção e simpatia.

Aos amigos e colegas da graduação e pós-graduação pela preciosa ajuda, pela convivência, contribuições e companheirismo durante o desenvolvimento desse trabalho, em especial a Evelyn Julia Nascimento, Bianca Pierre, Lucas Marquezan, Maressa Moreira, Gabriella Meireles Campos, Fernando Camargo, Thayná Rodrigues e Luana Lopes que, assim como eu pagaram todos os pecados despolpando pitombas.

À Prof. Dra. Cristiane Morgado da Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia - EA, pela disposição e contribuição com os ensaios bioativos.

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

À secretária do Mestrado Sra. Eliete, por sua dedicação, paciência, presteza e simpatia.

Aos técnicos de laboratório da Universidade Estadual de Goiás, em especial o Sr. Waldeir Costa, que contribuiu de forma significativa no desenvolvimento dessa pesquisa.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

À Universidade Estadual de Goiás, Câmpus de Ciências Exatas e Tecnológicas Henrique Santillo e ao Programa de Mestrado *Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta, para a realização deste trabalho.

**Sem vocês nada disso seria possível!**

“Quanto mais suor derramado em treinamento, menos sangue será derramado em batalha.”

Dale Carnegie

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xi
RESUMO .....	xiv
ABSTRACT .....	xv
1. INTRODUÇÃO .....	16
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	18
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA PITOMBA .....	18
2.2. REFRIGERAÇÃO .....	20
2.3. ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA (AMP) .....	22
2.4. RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C (UV-C) .....	25
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	28
3.1. ORIGEM, COLHEITA E PREPARO DOS FRUTOS .....	28
3.2. CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS .....	28
3.2.1. Primeiro experimento: Temperatura + Embalagens + Dias .....	28
3.2.2. Segundo experimento: Radiação UV-C + Dias .....	29
3.3. ANÁLISES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS .....	30
3.3.1. Perda de massa .....	30
3.3.2. Conservação pós-colheita .....	30
3.3.3. Relação polpa/casca e relação polpa/semente .....	31
3.3.4. Firmeza de casca .....	31
3.3.5. Potencial hidrogeniônico (pH) .....	31
3.3.6. Acidez titulável (AT) .....	31
3.3.7. Sólidos solúveis (SS) .....	32
3.3.8. Índice de maturação (SS/AT) .....	32
3.3.9. Coloração .....	32
3.3.10. Taxa respiratória (TR) .....	32
3.4. ANÁLISES BIOATIVAS .....	33
3.4.1. Vitamina C (ácido ascórbico) .....	33
3.4.2. Atividade antioxidante (ATA) .....	34
3.4.3. Compostos fenólicos (CF) .....	35
3.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	36
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	37
4.1. TEMPERATURA E EMBALAGENS (AMP) .....	37
4.1.1. Perda de massa .....	37
4.1.2. Firmeza de casca .....	40
4.1.3. Sólidos solúveis (SS) .....	42
4.1.4. Acidez titulável (AT) .....	44
4.1.5. Índice de maturação (SS/AT) .....	46
4.1.6. Potencial hidrogeniônico (pH) .....	49
4.1.7. Coloração .....	51

4.1.7.1.Luminosidade (L*) .....	51
4.1.7.2.°Hue .....	53
4.1.7.3.Croma .....	55
4.1.8. Vitamina C (ácido ascórbico) .....	58
4.1.9. Atividade antioxidante (DPPH) .....	61
4.1.10. Compostos fenólicos (CF) .....	63
4.1.11. Conservação pós-colheita .....	66
4.2.RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C (UV-C) .....	69
4.2.1. Perda de massa .....	69
4.2.2. Firmeza de casca .....	70
4.2.3. Relação polpa/casca e polpa/semente .....	71
4.2.4. Acidez titulável (AT) .....	73
4.2.5. Sólidos solúveis (SS) .....	74
4.2.6. Índice de maturação (SS/AT) .....	75
4.2.7. Potencial hidrogeniônico (pH) .....	77
4.2.8. Coloração .....	78
4.2.9. Taxa respiratória (TR) .....	80
4.2.10. Vitamina C (ácido ascórbico) .....	81
4.2.11. Atividade antioxidante (DPPH) .....	83
4.2.12. Compostos fenólicos (CF) .....	84
4.2.13. Conservação pós-colheita .....	86
5. CONCLUSÃO .....	88
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	89
ANEXOS .....	108

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Estágio de maturação fisiológica dos frutos de pitombas ( <i>Talisia esculenta</i> Radlk) .....	<b>28</b>
<b>Figura 2.</b> Curva de calibração do DPPH (a) e a curva das diluições dos extratos 100, 50 e 25 ppm (b) .....	<b>34</b>
<b>Figura 3.</b> Curva de calibração dos compostos fenólicos (CF), Ácido Gálico (GAE) .....	<b>35</b>
<b>Figura 4.</b> Perda de massa (%) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>39</b>
<b>Figura 5.</b> Sólidos solúveis (SS, °Brix) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>43</b>
<b>Figura 6.</b> Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>45</b>
<b>Figura 7.</b> Índice de maturação (SS/AT) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>48</b>
<b>Figura 8.</b> Potencial hidrogeniônico (pH) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>50</b>
<b>Figura 9.</b> Luminosidade (L*) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>53</b>
<b>Figura 10.</b> Cromo de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>57</b>
<b>Figura 11.</b> Vitamina C (mg 100 mL <sup>-1</sup> ) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>59</b>
<b>Figura 12.</b> Atividade antioxidante (EC <sub>50</sub> g g <sup>-1</sup> DPPH) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>62</b>
<b>Figura 13.</b> Compostos fenólicos (CF, mg GAE 100 g <sup>-1</sup> ) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento .....	<b>65</b>
<b>Figura 14.</b> Conservação pós-colheita (dias) de pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12, 14±1°C, à 75±5% de UR, e 25±2°C (temperatura ambiente) à 68±5% de UR, por 16 dias .....	<b>67</b>

<b>Figura 15.</b> Embalagem de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), cloreto de polivinila (PVC) + poliestireno expandido (EPS), polietileno tereftalato (PET) e sem embalagem (S/E). Temperatura de 6°C (16 dias), 8°C (15 dias), 10, 12 e 14°C (13 dias) e 25±2°C (9 dias de armazenamento) .....	<b>68</b>
<b>Figura 16.</b> Perda de massa (%) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>69</b>
<b>Figura 17.</b> Firmeza de casca (N) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>71</b>
<b>Figura 18.</b> Relação polpa/semente (a) e polpa/casca (b) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>72</b>
<b>Figura 19.</b> Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) de pitombas irradiadas (UV-C), e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>74</b>
<b>Figura 20.</b> Sólidos solúveis (SS, °Brix) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>75</b>
<b>Figura 21.</b> Índice de maturação (SS/AT) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>76</b>
<b>Figura 22.</b> Potencial hidrogeniônico (pH) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>78</b>
<b>Figura 23.</b> Luminosidade - L* (a), croma (b) e °hue (c) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>79</b>
<b>Figura 24.</b> Taxa respiratória (mL CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias. CV = 13,76%. *significativo pelo teste de F (P≤0,05). Média ± desvio padrão .....	<b>80</b>
<b>Figura 25.</b> Vitamina C (mg 100 mL <sup>-1</sup> ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>82</b>
<b>Figura 26.</b> Atividade antioxidante (EC <sub>50</sub> g g <sup>-1</sup> DPPH) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>84</b>
<b>Figura 27.</b> Compostos fenólicos (CF, mg GAE 100 g <sup>-1</sup> ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias .....	<b>85</b>
<b>Figura 28.</b> Conservação pós-colheita (dias) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C, com 75±5% de UR, por 22 dias .....	<b>87</b>
<b>Figura 29.</b> Tratamento T1 (0,00 kJ m <sup>-2</sup> ) aos 18 dias, T2 (0,60 kJ m <sup>-2</sup> ) aos 20 dias, T3 (1,21 kJ m <sup>-2</sup> ) aos 22 dias, T4 (2,42 kJ m <sup>-2</sup> ) aos 16 dias e T5 (4,84 kJ m <sup>-2</sup> ) aos 16 dias de armazenamento .....	<b>87</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Pitombas acondicionadas em embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E), armazenadas em temperatura ambiente ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) à  $68\pm 5\%$  de UR, por 8 dias ..... **37**
- Tabela 2.** Variação média da perda de massa (%) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75\pm 5\%$  de UR ..... **39**
- Tabela 3.** Variação média da perda de massa (%) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e  $14\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento ..... **39**
- Tabela 4.** Variação média da firmeza (N) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75\pm 5\%$  de UR ..... **41**
- Tabela 5.** Variação média da firmeza (N) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e  $14\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento ..... **42**
- Tabela 6.** Variação média dos sólidos solúveis (SS, °Brix) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e  $14\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento ..... **43**
- Tabela 7.** Variação média da acidez titulável (AT, % ácido cítrico) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75\pm 5\%$  de UR ..... **44**
- Tabela 8.** Variação média da acidez titulável (AT, % ácido cítrico) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e  $14\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento ..... **46**
- Tabela 9.** Variação média do índice de maturação (SS/AT) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75\pm 5\%$  de UR ..... **47**
- Tabela 10.** Variação média do índice de maturação (SS/AT) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e  $14\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento ..... **48**
- Tabela 11.** Variação média do potencial hidrogeniônico (pH) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75\pm 5\%$  de UR ..... **49**
- Tabela 12.** Variação média da luminosidade ( $L^*$ ) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75\pm 5\%$  de UR ..... **52**

<b>Tabela 13.</b> Variação média da luminosidade ( $L^*$ ) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e $14\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento .....	<b>53</b>
<b>Tabela 14.</b> Variação média do $^{\circ}\text{hue}$ em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com $75\pm 5\%$ de UR .....	<b>55</b>
<b>Tabela 15.</b> Variação média do $^{\circ}\text{hue}$ em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e $14\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento .....	<b>55</b>
<b>Tabela 16.</b> Variação média do croma em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com $75\pm 5\%$ de UR .....	<b>57</b>
<b>Tabela 17.</b> Variação média do croma em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e $14\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento .....	<b>58</b>
<b>Tabela 18.</b> Variação média da vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com $75\pm 5\%$ de UR .....	<b>59</b>
<b>Tabela 19.</b> Variação média da vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e $14\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento .....	<b>60</b>
<b>Tabela 20.</b> Variação média da atividade antioxidante ( $\text{EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com $75\pm 5\%$ de UR .....	<b>62</b>
<b>Tabela 21.</b> Variação média da atividade antioxidante ( $\text{EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e $14\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento .....	<b>63</b>
<b>Tabela 22.</b> Variação média dos Compostos fenólicos (CF, $\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com $75\pm 5\%$ de UR .....	<b>65</b>
<b>Tabela 23.</b> Variação média dos compostos fenólicos (CF, $\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e $14\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento .....	<b>66</b>
<b>Tabela 24.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV), em %, para a perda de massa (%) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>70</b>
<b>Tabela 25.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a firmeza de casca (N) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>71</b>
<b>Tabela 26.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a relação polpa/casca (RP/C) e polpa/semente (RP/S) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>73</b>

<b>Tabela 27.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a acidez titulável (% ácido cítrico $100\text{ g}^{-1}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>74</b>
<b>Tabela 28.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para os sólidos solúveis ( $^\circ\text{Brix}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>75</b>
<b>Tabela 29.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para o índice de maturação (SS/AT) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>77</b>
<b>Tabela 30.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para o potencial hidrogeniônico (pH) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>78</b>
<b>Tabela 31.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para os valores de luminosidade - $L^*$ (a), croma (b) e $^\circ\text{hue}$ (c) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>79</b>
<b>Tabela 32.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a vitamina C ( $\text{mg } 100\text{ mL}^{-1}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>82</b>
<b>Tabela 33.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a antioxidante ( $\text{EC}_{50}\text{ g } \text{g}^{-1}\text{ DPPH}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>84</b>
<b>Tabela 34.</b> Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para os compostos fenólicos (CF, $\text{mg GAE } 100\text{ g}^{-1}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a $6\pm 1^\circ\text{C}$ com $75\pm 5\%$ de UR, por 14 dias .....	<b>85</b>

ALMEIDA, R.R. **Qualidade pós-colheita de pitombas *in natura* submetidas a diferentes temperaturas, embalagens e doses de radiação UV-C.** 2019. 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Goiás - CCET, Anápolis-GO, 2019.

**RESUMO:** Os frutos da pitombeira apresentam grande aceitação pelo homem e pela fauna, a polpa é suculenta, doce, levemente ácida e de sabor agradável, podendo ser consumido *in natura*. Portanto, este trabalho visa avaliar os atributos pós-colheita da pitomba *in natura* submetida a diferentes temperaturas, embalagens e doses de radiação ultravioleta C (UV-C), verificando as variáveis de qualidade: físicas, químicas, físico-químicas e bioativas. Para verificar o efeito combinado das temperaturas, embalagens e o tempo de armazenamento, na conservação pós-colheita da pitomba, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo 5x5x7 para análises físicas, físico-químicas e químicas, e 5x5x4 para as análises bioativas (temperaturas x embalagens x dias), com 3 repetições e 10 frutos por repetição. Sendo cinco temperaturas: 6°C, 8°C, 10°C, 12°C e 14±1°C à 75±5% de umidade relativa (UR) e cinco embalagens: polipropileno (PP); polietileno de baixa densidade (PEBD); polietileno tereftalato (PET); cloreto de polivinila (PVC) + poliestireno expandido (EPS) e sem embalagem (controle), sendo as avaliações realizadas a cada 2 dias, num período de 12 dias (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 dias), enquanto que as análises bioativas foram realizadas a cada 4 dias (0, 4, 8 e 12 dias). Avaliando os efeitos da radiação UV-C e o tempo de armazenamento, na conservação pós-colheita da pitomba, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo 5x8 (doses de radiação x dias) com 3 repetições e 10 frutos por repetição. Os tratamentos foram determinados quanto à exposição dos frutos à fonte irradiadora, constituindo: controle - 0,00 kJ m<sup>-2</sup> (0 min); 0,60 kJ m<sup>-2</sup> (1 min); 1,21 kJ m<sup>-2</sup> (2 min); 2,42 kJ m<sup>-2</sup> (4 min) e 4,84 kJ m<sup>-2</sup> (8 min), com amplitude de onda medindo 254 nm. A instalação do experimento consistiu no acondicionamento dos frutos irradiados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), armazenados a 6±1°C em incubadora BOD com 75±5% de umidade relativa (UR). Os frutos foram analisados a cada 2 dias quanto às características físicas, químicas, físico-químicas e bioativas, por 14 dias (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias), exceto a conservação pós-colheita que, em ambos os experimentos, as pitombas foram avaliadas por maior período, em função da sua qualidade comercial. Foram avaliados: perda de massa, conservação pós-colheita, firmeza de casca, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), índice de maturação (SS/AT), coloração: (L\*, °hue e croma), potencial hidrogeniônico (pH), relação polpa/casca, relação polpa/semente, taxa respiratória (TR), vitamina C (ácido ascórbico), atividade antioxidante (ATA) e compostos fenólicos (CF). Os dados obtidos com as respectivas análises foram submetidos à análise de variância (P≤0,05) e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott e regressão ao nível 5% de significância. Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitem concluir que a embalagem de PEBD, combinada com a temperatura de 6°C, assegurou a menor perda de massa, além de proporcionar aos frutos incremento na conservação pós-colheita, por até 16 dias. Quanto ao experimento com UV-C, conclui-se que as doses de 0,60 e 1,21 kJ m<sup>-2</sup> se mostraram promissoras na conservação pós-colheita da pitomba, por contribuir significativamente nos teores dos compostos fenólicos, estabilidade do ácido ascórbico, melhor capacidade antioxidante e menor perda de massa, além de serem responsáveis por manter as características desejáveis de pós-colheita, permitindo a conservação do fruto por até 22 dias.

**Palavras-chave:** *Talisia esculenta* Radlk., conservação, refrigeração, atmosfera modificada passiva, ultravioleta.

ALMEIDA, R.R. **Postharvest quality of *in natura* pitombas subjected to different temperatures, packaging and doses of UV-C radiation.** 2019. 109p. Dissertation (Master's Degree in Agricultural Engineering), Universidade Estadual de Goiás - CCET, Anápolis-GO.

**ABSTRACT:** The fruits of the pitombeira have great acceptance by man and fauna, the pulp is succulent, sweet, lightly acidic and of pleasant flavor, and can be consumed *in natura*. Therefore, this work aims to evaluate the postharvest attributes of pitomba subjected to different temperatures, packaging and doses of ultraviolet radiation C (UV-C), verifying the quality variables: physical, chemical, physicochemical and bioactive. To verify the combined effect of temperatures, packaging and the storage time, in the postharvest conservation of pitomba, a completely randomized design was used in a 5x5x7 triple factorial scheme for physical, physicochemical and chemical, and 5x5x4 for the bioactive analyses (temperatures x packages x days), with 3 replications and 10 fruits per repetition. Being five temperatures: 6°C, 8°C, 10°C, 12°C and 14±1°C to 75±5% of relative humidity (RH) and five packages: polypropylene (PP); low density polyethylene (LDPE); polyethylene terephthalate (PET); polyvinyl chloride (PVC) + expanded polystyrene (EPS) and without packaging (control), the evaluation was performed every 2 days, in a period of 12 days (0, 2, 4, 6, 8, 10 and 12 days), while the bioactive analyses were performed every 4 days (0, 4, 8 and 12 days). Evaluating the effects of UV-C radiation and storage time, in the postharvest conservation of pitomba, a completely randomized design was used in a 5x8 double factorial scheme (radiation doses x days) with 3 replications and 10 fruits per repetition. The treatments were determined as to the exposure of the fruits to the irradiating source, constituting: the control 0.00 KJ m<sup>-2</sup> (0 min); 0.60 KJ m<sup>-2</sup> (1 min); 1.21 KJ m<sup>-2</sup> (2 min); 2.42 KJ m<sup>-2</sup> (4 min) and 4.84 KJ m<sup>-2</sup> (8 min), with wave amplitude measuring 254 nm. The installation of the experiment consisted of the packaging of the fruits irradiated in low density polyethylene (LDPE), stored at 6±1°C in BOD incubator with 75±5% relative humidity (RH). The fruits were analyzed every 2 days regarding physical, chemical, physicochemical and bioactive characteristics, for 14 days (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 and 14 days), except for the postharvest conservation that, in both experiments, the pitombas were evaluated by higher period, depending on their commercial quality. Were evaluated: mass loss, postharvest conservation, peel firmness, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), maturation index (SS/TA), staining: (L\*, °hue and chroma), hydrogenionic potential (pH), pulp/peel ratio, pulp/seed ratio, respiratory rate (RT), vitamin C (ascorbic acid), antioxidant activity (ATA) and phenolic compounds (FC). The data obtained with the respective analyses were subjected to analysis of variance (P≤0.05) and, when significant, the averages were compared by the Scott-Knott test and regression at level 5% of significance. In the conditions under which the experiments were carried out, the results allow us to conclude that the LDPE packaging, combined with the temperature of 6°C, ensured the lower mass loss, besides providing the fruit increment in the postharvest conservation, for up to 16 days. As for the experiment with UV-C, it was concluded that the doses of 0.60 and 1.21 kJ m<sup>-2</sup> showed promising in the postharvest conservation of pitomba, by contributing significantly for the phenolic compounds, ascorbic acid stability, better antioxidant capacity and lower mass loss, besides being responsible for maintaining desirable postharvest characteristics, allowing fruit preservation for up to 22 days.

**Keywords:** *Talisia esculenta* Radlk., conservation, refrigeration, modified atmosphere passive, ultravioleta.

## 1. INTRODUÇÃO

Considerado o segundo maior bioma da América do Sul, o Cerrado encontra-se totalmente na região tropical e representa, não somente para o Brasil, mas para o mundo, um alto potencial de produção agrícola (PEREIRA e PASQUALETO, 2011). Nos últimos anos, o interesse por espécies frutíferas nativas deste bioma aumentou consideravelmente, tanto por parte dos pesquisadores como dos consumidores que estão cada vez mais preocupados com estilo de vida e hábitos alimentares mais saudáveis (FRAGA, 2018). Sendo estes frutos excelentes fontes de vitaminas, minerais, fibras e substâncias que, além de nutrir, podem trazer benefícios adicionais à saúde quando consumidos regularmente como parte da alimentação (LIU, 2013; VIRGOLIN et al., 2017; BARBA et al., 2017).

Dentre as inúmeras espécies frutíferas existentes no Cerrado, encontra-se a pitomba (*Talisia esculenta*), pertencente à família Sapindaceae. Embora a fruta seja nativa da Mata Atlântica e Amazônica, a pitombeira é encontrada nos cerrados e cerradões de Goiás e Mato Grosso (ALVES et al., 2009; LORENZI et al., 2006). Comercialmente faz parte da culinária brasileira, em especial das regiões Norte e Nordeste, sendo sua polpa consumida principalmente *in natura* e na fabricação de compotas, geleias e doces (GUARIM NETO et al., 2000; VIEIRA e GUSMÃO, 2008).

As pitombas possuem cascas resistentes e taníferas, sendo de fácil transporte e conservação, mas apresentam-se ligeiramente quebradiças nos frutos de maturação avançada (SILVA et al., 2008). Nesse contexto, no Brasil, muito se perde da produção agrícola durante a fase pós-colheita, principalmente em função do manejo inadequado e desconhecimento de técnicas de conservação (OLIVEIRA e CEREDA, 1999; SENHOR et al., 2009). Segundo Silva et al. (2008) diversas técnicas com a finalidade de manter a qualidade e aumentar a vida útil dos frutos vêm sendo pesquisadas. Dentre essas técnicas e processos que permitem reduzir perdas, favorecendo o agronegócio e incremento na renda dos produtores, pode-se citar a utilização da refrigeração, atmosfera modificada e a irradiação UV-C.

A refrigeração atua anulando o desenvolvimento de podridões, inibindo o desenvolvimento de microrganismos, proporcionando o controle de diversos mecanismos de deterioração do produto e alterando suas características, como textura, sabor, cor e o valor nutritivo (SAMIRA et al., 2011), além de reduzir a taxa respiratória, a transpiração e a atividades enzimáticas (NUNES e EMOND, 2003) do fruto.

O uso da atmosfera modificada passiva, associado ao efeito da refrigeração interfere nos processos bioquímicos e fisiológicos do fruto, e também permite retardar a senescência e

diminuir a proliferação de agentes microbianos (SERPA et al., 2014; ARRUDA et al., 2011), impedindo o crescimento de microrganismos (OSHIRO et al., 2013; MENDANHA, 2014), pela redução do O<sub>2</sub> e aumento do CO<sub>2</sub>, reduzindo, assim, a síntese de etileno e prolongando a vida pós-colheita dos frutos, contribuindo para o incremento do período de comercialização (MENDONÇA et al., 2015).

Durante o armazenamento, os frutos acondicionados em filmes plásticos alteram todo o seu metabolismo, devido a estas películas funcionarem como uma barreira para a movimentação do vapor da água, garantindo desta maneira, a manutenção da umidade relativa elevada no interior da embalagem, como também a turgidez (SILVA et al., 2009a).

E dentre as técnicas pós-colheita citadas, a radiação ultravioleta C (UV-C) age ativando os mecanismos de defesa do fruto, proporcionando proteção à deterioração (TIECHER et al., 2013) e, conseqüentemente, aumentando o período de vida útil. Além disso, a radiação UV-C tem efeito germicida (BASSETTO et al., 2007), atuando de forma eficaz sobre fungos e bactérias, inibindo seu desenvolvimento e germinação pela desnaturação protéica e desorganização da membrana plasmática (DEMIRCI e PANICO, 2008). Ademais, esse tratamento consolida-se como uma tecnologia eficiente no tratamento e conservação de produtos vegetais além de ser acessível pelo baixo custo de utilização (TURTOI, 2013; BARBOSA, 2015).

No entanto, informações a respeito das características químicas e do valor nutritivo dos frutos do cerrado são ferramentas básicas para a avaliação do consumo, para a formulação de novos produtos (ROCHA et al., 2013), e para a aplicação de técnica pós-colheita adequada. Em relação ao potencial e tecnologias de conservação, há grande carência de informações na literatura sobre o comportamento pós-colheita dessa espécie, visto que o fruto apresenta diversas formas de consumo e a sua comercialização é limitada, devido a sua sazonalidade e precibilidade após a colheita.

Neste contexto, objetivou avaliar os atributos de qualidade pós-colheita da pitomba submetida a diferentes temperaturas, embalagens e doses de radiação ultravioleta C (UV-C), verificando as variáveis de qualidade: físicas, físico-químicas, químicas e bioativas. Determinando, ao final dos experimentos, os tratamentos responsáveis em manter, por maior período de armazenamento, a qualidade comercial dos frutos.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA PITOMBA

A *Talisia esculenta* (A. St.- Hil.) Radlk, popular pitomba, pertence à família Sapindaceae, nativa da região Amazônica e Mata Atlântica, é uma frutífera encontrada em várzeas aluviais, fundos de vale, em formações secundárias ou no interior de matas primárias (ALVES et al., 2013), com larga ocorrência em todo bioma amazônico e regiões do Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (SENA, 2014; RABELO, 2012), sendo também encontrada em outros países como a Bolívia e Paraguai (ALVES et al., 2009).

É uma espécie de clima tropical, adaptada às áreas de clima subtropical (LORENZI et al., 2006), com temperatura média anual oscilando em torno de 19 a 25°C e pluviosidade média anual superior a 1000 mm (GOMES, 2007). Trata-se de uma árvore extremamente rústica, pouco exigente quanto a solos, desenvolve bem em solos profundos, permeáveis e bem drenados, indicada para o plantio em áreas degradadas, cuja madeira é utilizada na construção para a fabricação de forros, molduras, tábuas para assoalho, na carpintaria e para confecção de caixas (LORENZI, 2002; GOMES, 2007).

Essa frutífera é de porte arbóreo, podendo atingir até 15 m de altura e tronco entre 30 e 40 cm de diâmetro (GUARIM NETO et al., 2003; LORENZI, 2002), é perene e de produção anual, tornando-se produtiva somente entre 5 e 10 anos após o plantio (RIBEIRO, 2014). A pitombeira possui pequenas flores brancas, perfumadas, situadas em cachos terminais, florescendo entre os meses de agosto a outubro (GUARIM NETO et al., 2003; GUARIM NETO et al., 2000) e, dependendo da região, pode se estender até o início do ano seguinte (LEDERMAN et al., 2012), amadurecem a partir de dezembro e a colheita se concentra entre os meses de janeiro a março (GOMES, 2007).

Os cachos da pitombeira possuem média de 10 a 20 frutos, classificados como pequenas drupas (GUARIM NETO et al., 2003), pesando em média 6,30 g, sendo a casca responsável por 2,81 g, seguido da semente com 2,52 g e pôr fim a polpa com 0,97 g (FRAGA, 2018). Quando maduro, cada fruto pode medir em média 2,3 cm de diâmetro transversal, 2,7 cm de diâmetro longitudinal e 1,32 cm de espessura de casca (QUEIROGA, 2015), com sementes grandes e oblongas, podendo conter até duas sementes em cada fruto. Quando jovens os frutos apresentam coloração amarelada e ao atingir a maturidade a sua casca apresenta cor amarelo-escuro com epicarpo duro, quebradiço e seco (VIEIRA e GUSMÃO, 2008; GUARIM NETO et al., 2003).

A propagação da pitombeira se dá por meio de sementes, as quais têm curta longevidade (CARDOSO et al., 2015), perdendo a viabilidade em aproximadamente 15 dias (RIBEIRO, 2014), tornando necessária à semeadura logo após a extração dos frutos (LORENZI e MATOS, 2006). As sementes são alongadas, apresentando após a retirada dos frutos testas avermelhadas e escuras quando secas (GUARIM NETO et al., 2003), envolvidas por um arilo fino, suculento, translúcido, sabor agridoce e coloração róseo-esbranquiçado (GOMES, 2007; LORENZI et al., 2006).

No entanto, a espécie apresenta grande interesse ecológico, econômico e medicinal, seus frutos são bem aceitos pela fauna e principalmente pela população local da região do Norte e Nordeste do Brasil, onde são comercializados e consumido *in natura* em forma de cachos em feiras livres, no litoral, em supermercados (RIBEIRO, 2014; FRAGA, 2018) e as margens de estradas, sendo bastante usado na fabricação de compotas, geleias e doces (VIEIRA e GUSMÃO, 2006), mas pouco consumido em formas de sorvetes e sucos (RABELO, 2012; GUARIM NETO et al., 2003).

Os frutos comercializados não possuem cultivo organizado, sendo a sua produção oriunda de quintais ou concentração de plantas nativas em determinadas propriedades rurais (ALVES et al., 2009). A exploração desta frutífera se dá de forma extrativista, sem nenhum uso de tecnologia voltada à sua produção (RIBEIRO, 2014) e, durante o período de safra, constitui uma fonte significativa de renda para os pequenos produtores da região (ALVES et al., 2009).

Em relação aos teores nutricionais, minerais e compostos bioativos, observa-se que a cada 100 g de polpa podem conter 80,58% de umidade, 2,15 g de proteínas, 0,7 g de lipídios, 0,7 g de cinzas, 15,85 g de carboidratos, 78,30 Kcal, 17,90 mg de fósforo, 91,9 mg de potássio, 23,00 mg de cálcio, 16,30 mg de magnésio, 0,10 mg de cobre, 0,08 mg de zinco, 1,55 mg de ferro, 200,68 mg de vitamina C (FRAGA, 2018), 105,84 mg de compostos fenólicos e 9,56 DPPH<sub>IC50</sub> (mg mL<sup>-1</sup>) de antioxidante (NERI-NUMA et al., 2014). E tratando-se da fração química, a polpa da pitomba apresenta 1,25% de ácido cítrico, 19,02 °Brix de sólidos solúveis, 3,73 de pH, 6,61 mg 100 g<sup>-1</sup> de carotenoide e 2,91% de açúcar solúveis (QUEIROGA, 2015).

Além da importância nutricional da polpa, o chá das sementes é utilizado para amenizar os problemas de desidratação, enquanto que o das folhas é indicado para dores lombares (RIBEIRO, 2014). A semente têm sido estudada como fonte de compostos com atividade inseticida, apresentando resultados promissores no desenvolvimento larval da broca da cana-de-açúcar (*Diatraea saccharalis*), peso de pupas, fertilidade e a longevidade dos

adultos de lagarta da soja (*Anticarsia gemmatalis*), além de produzir malformações em pupas e adultos (FREIRE et al., 2012; MACEDO et al., 2011).

Estudos recentes de Neri-Numa et al. (2014) comprovaram atividades antiproliferativa, antimutagênica e antioxidante do extrato bruto de pitomba, além da identificação de miricetina e quercetina no extrato hidrolisado da polpa. Ao caracterizar a composição fenólica e aromática da pitomba, Souza et al. (2016) identificaram 13 compostos fenólicos (catequinas, flavonóides e ácidos orgânicos), moderada atividade antioxidante e 27 compostos orgânicos voláteis (COVs), sendo que os ésteres de acetato de fenetil (17,89%) e acetato de isopentila (13,43%) correspondem aos mais representativos compostos orgânicos voláteis, contribuindo para o aroma característico.

Nos últimos anos o interesse nas espécies frutíferas nativas aumentou consideravelmente, de acordo com Fraga (2018) e Queiroga (2015), a polpa da pitomba pode ser bem utilizada, tanto para o consumo *in natura* como processado, visto que seus estudos resultaram em valores elevados de resíduos mineral, sólidos solúveis e vitamina C, além de possuir características físicas, químicas e funcionais excelentes, com elevados teores de proteínas, compostos fenólicos, carotenoides e flavonoides. Entretanto, a pitomba por possuir elevado valor comercial, no mercado *in natura* necessita de estudos e aplicação de técnicas pós-colheita que permitam incrementar o período de comercialização, propiciando o conhecimento, valorização e divulgação dos frutos dessa espécie, visto que sua comercialização é limitada devido sua alta perecibilidade.

## 2.2 REFRIGERAÇÃO

A refrigeração no armazenamento de produtos vegetais é considerada o mais importante e eficiente processo para retardar a deterioração pós-colheita, pois consiste na redução da temperatura e no controle da umidade relativa, reduzindo a taxa respiratória, a transpiração, os processos metabólicos envolvidos na ação das enzimas degradativas e oxidativas, retardando assim a deterioração do produto (SIQUEIRA et al., 2017; DAMIANI et al., 2008; BRACKMANN et al., 2008).

A refrigeração atua na prolongação da vida pós-colheita de diversos vegetais, anulando o desenvolvimento de podridões e inibindo o desenvolvimento de microrganismos (SAMIRA et al., 2011; SERPA et al., 2014). Dependendo da temperatura durante o armazenamento, podem ocorrer alterações nas principais transformações químicas e físicas de interesse comercial do fruto, destacando-se principalmente as mudanças nos teores de carboidratos,

ácidos orgânicos, pigmentos, compostos voláteis, textura (VIEITES et al., 2011; POMPEU et al., 2009), e demais atributos de qualidade.

O princípio desta técnica de conservação é que, em baixas temperaturas, ocorre a redução da mobilidade molecular, e conseqüentemente as reações químicas e processos biológicos ocorrem mais lentamente (BERK, 2009; SAMIRA et al., 2011), proporcionando maior segurança e qualidade do produto. Sem o processo de armazenamento a frio, as deteriorações são mais rápidas devido à produção de calor vital e à liberação de CO<sub>2</sub>, decorrentes da respiração (CHITARRA e CHITARRA, 2005). No Brasil a refrigeração se faz ainda mais importante, devido ao clima tropical do país, com grande parte do ano com temperaturas médias elevadas (PALMIERI et al., 2014).

Ademais, o uso da refrigeração em frutos favorece a comercialização, uma vez que sua qualidade é preservada, o período logístico, exposição e escoamento é ampliado tanto no mercado local, como em caso de exportação. Para Thiyam e Sharma (2014) e Silveira et al. (2005), a faixa ótima de temperatura para a inibição do crescimento de microrganismos fitopatogênicos ocorre entre 0° e 5°C, prevenindo o início de novas infecções e o aumento de infecções existentes no produto.

Essas temperaturas, segundo Menzel e Waite (2005) não evitam o escurecimento do epicarpo. De acordo com Kluge et al. (2002) a temperatura de segurança, dependendo do produto, pode variar de 0° a 15°C, enquanto que para Vieites et al. (2011) a refrigeração não ocasiona distúrbios fisiológicos se utilizada na temperatura ideal para cada espécie, respeitando suas peculiaridades e suas características morfofisiológicas.

Nesse aspecto, em frutos de origem tropical e subtropical, o armazenamento refrigerado por período prolongado em baixas temperaturas pode ocasionar o aparecimento de distúrbios fisiológicos que afetam negativamente sua qualidade, apresentando sintomas como colapso e necrose de tecidos, escurecimento do fruto, suscetibilidade ao ataque por fungos, originando assim o fim da vida pós-colheita (FINGER et al., 2008; DAMODARAN et al., 2010; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Ao analisarem a qualidade pós-colheita dos frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.), Carneiro et al. (2015) observaram que a temperatura de 5°C não foi eficiente para a conservação dos frutos, pois promoveu o aparecimento de sintomas de injúria por frio. Os autores ainda mencionam que, quando armazenados a 25°C, os frutos apresentaram características climatéricas, incluindo mudança de coloração, perda de firmeza, aumento de pH e intenso consumo de carboidratos.

Rinaldi et al. (2017) verificaram, em seu experimento, que a melhor condição de armazenamento para os frutos de maracujá silvestre (*Passiflora setacea* DC.) é sob refrigeração na temperatura de 10°C e 90% de umidade relativa. Na temperatura de 6°C, os frutos apresentaram *chilling injury*, não sendo recomendado, portanto, o armazenamento dos mesmos nesta condição. De acordo com Palharini et al. (2015), o armazenamento refrigerado a 2 e 5°C constitui uma eficiente alternativa para manter a qualidade dos frutos de amora-preta ‘Brazos’, sendo eficaz em retardar seu amadurecimento e o desenvolvimento de podridões por até 9 dias.

E ao avaliar o efeito da temperatura de armazenamento sobre a manutenção da qualidade, o teor de compostos fenólicos e a atividade antioxidante de amoras-pretas ‘Tupy’ e ‘Guarani’, Soethe et al. (2016) notaram que quando armazenadas a 0°C as características físico-químicas dos frutos permaneceram inalteradas, bem como os teores dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante. Quando armazenadas a 5°C, os frutos apresentaram maior firmeza de polpa e elevada acidez, permitindo um satisfatório incremento no teor dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante, sem causar grandes prejuízos ao aspecto visual dos frutos.

Considerando que durante o armazenamento a refrigeração pode não ser suficiente para a manutenção da qualidade e aumento da vida útil dos frutos, decorrente do processo natural de amadurecimento, a associação de tecnologias pós-colheita que retardam esses processos, torna-se imprescindíveis (BOMFIM et al., 2011; MIZOBUTSI et al., 2012; SILVA et al., 2016a). A combinação de tecnologias, contribui para aumentar a validade comercial e assegurar o retardo do amadurecimento dos frutos (KWEON et al., 2013; BOTH et al., 2017), reduzindo os danos ocasionados pela respiração e pela transpiração, como a perda de massa, mudança de aparência (PFAFFENBACHI et al., 2003), redução da carga microbiana (BARTINICKI et al., 2011) e incremento nos compostos bioativos (SANCHES et al., 2017b), além de atrasar o amolecimento dos frutos (KHADEMI et al., 2013), refletindo no período de comercialização.

### 2.3 ATMOSFERA MODIFICADA PASSIVA (AMP)

As condições de armazenamento têm importante papel na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças (EDUSEI e OFOSU-ANIM, 2013). A embalagem em atmosfera modificada é um método de conservação que proporciona aumento da vida pós-colheita dos vegetais, atrasa os processos fisiológicos, contribui para o incremento do período de comercialização e para a manutenção da qualidade dos vegetais (SOETHE et al., 2017a; MANTILLA et al., 2010).

A modificação da atmosfera no interior da embalagem pode ser obtida mediante mecanismos ativos, passivos e controlados (ARRUDA et al., 2011; RUSSO, 2012). A atmosfera modificada passiva se estabelece quando ocorre no interior da embalagem o consumo de O<sub>2</sub> e a produção de CO<sub>2</sub> pela respiração (MANTILLA et al., 2010). No qual, o fruto por si mesmo modifica a atmosfera dentro da embalagem (MEDANHA, 2014), proporcionando menor taxa respiratória, retardando a senescência, inibindo a produção e a ação do etileno (MENDONÇA et al., 2015; ARRUDA et al., 2011).

Enquanto que a atmosfera modificada ativa é obtida pela reposição da atmosfera do interior da embalagem por misturas gasosas com concentrações pré-estabelecidas (REIS, 2014). No geral, consiste na substituição do ar presente no interior da embalagem, por uma mistura de gases como oxigênio (O<sub>2</sub>), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e nitrogênio (N<sub>2</sub>) (MANTILLA et al., 2010), mistura que pode ser alterada durante o armazenamento mediante a necessidade do produto, até atingir a atmosfera de equilíbrio.

O armazenamento pela atmosfera controlada consiste na manutenção de uma concentração fixa dos gases em torno do produto, exigindo um controle cuidadoso de produto e da adição de gases (MENDANHA, 2014). É uma técnica que complementa o armazenamento refrigerado, permitindo que, além da temperatura e da umidade relativa, controle as concentrações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, visto que o N<sub>2</sub> é um gás inerte, podendo-se ainda eliminar o etileno produzido naturalmente pelas frutas (BEZERRA, 2003; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

O armazenamento de frutas em atmosfera modificada passiva (AMP) vem sendo utilizado por pequenos e médios produtores como alternativa na conservação de produtos perecíveis, uma vez que exige baixo investimento e menores níveis tecnológicos quando comparado com a atmosfera ativa e controlada (RODRIGUES et al., 2008; BRACKMAN et al., 2006; STEFFENS et al., 2009). No entanto, a AMP não pode melhorar a qualidade de um produto, antes do armazenamento é essencial que o produto seja de mais elevada qualidade, a fim de otimizar os benefícios da embalagem (MENDANHA, 2014).

Dessa forma, o emprego da atmosfera modificada passiva, utilizando-se filmes plásticos, limita a perda de massa dos frutos e as trocas gasosas com o ambiente, diminuindo as reações químicas e bioquímicas deteriorantes e retardando ou, em alguns casos, impedindo a proliferação de agentes microbianos e o crescimento de microrganismos, prolongando sua qualidade pós-colheita, além de proporcionar outros efeitos desejáveis, como a manutenção da cor, textura, sabor e o valor nutricional do produto, por meio da alteração da composição de

gases que circundam os frutos (OSHIRO et al., 2013; MENDANHA, 2014; EDUSEI e OFOSU-ANIM, 2013; ARRUDA et al., 2011).

A composição da atmosfera interna irá depender da natureza e da espessura do filme, da taxa respiratória, da relação entre a massa do produto e a área da barreira, da temperatura e umidade do ambiente (LANA e FINGER, 2000; CHITARRA e CHITARRA, 2005; REIS, 2014), 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).

Desse modo, a utilização de embalagens no acondicionamento de frutas e hortaliças, além de melhorar a apresentação do produto, age como barreira de gases, ao vapor d'água, garantindo desta maneira, a manutenção da umidade relativa elevada no interior da embalagem, como também a turgidez dos produto (PINHEIRO, 2009; SILVA et al., 2009a; POÇAS e MOREIRA, 2003).

Diversas são as embalagens poliméricas disponíveis para o acondicionamento de frutas e hortaliças (SOETHE et al., 2017a). Dentre as embalagens poliméricas disponíveis encontram-se os filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD), cloreto de polivinila (PVC), polietileno tereftalato (PET) e polipropileno (PP) (BARBOSA et al., 2017; NASSER et al., 2005; FINGER e VIEIRA, 1997; MEDANHA, 2014).

Os filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) apresentam boas características de permeabilidade ao O<sub>2</sub> e ao CO<sub>2</sub> e boas propriedades de barreira ao vapor d'água, bem como os filmes de cloreto de polivinila (PVC), que são mais delgados e cerca de duas vezes mais permeáveis que os de PEBD (CHITARRA e CHITARRA, 2005; NEVES et al., 2002). O uso de filme plástico de PVC é prático e de baixo custo, flexíveis, o qual facilita seu manuseio e aplicação, sendo muito utilizado no armazenamento de frutas e hortaliças (GREENGRAS, 1993; SARANTÓPOULOS et al., 2003).

Em contrapartida, as embalagens de polipropileno (PP) apresentam excelente resistência a rupturas, impactos e boa resistência química (PIATTI e RODRIGUES, 2005). E a polietileno tereftalato (PET) tem sido um dos polímeros mais utilizados, devido as suas características físico-mecânicas, tais como, rigidez, resistência a umidade, boa resistência química e estabilidade à deformação (NASSER et al., 2005; PIATTI e RODRIGUES, 2005). De acordo com diversos autores, a utilização dos filmes plásticos torna-se mais eficiente quando está associada à refrigeração, pois promove aumento considerável na vida de prateleira dos frutos

em função do acúmulo dos benefícios dessas duas técnicas (SPAGNOL et al., 2018; SOETHE et al., 2017b; MORENO et al., 2016; MENDONÇA et al., 2015).

Nesse contexto, para a lichia ‘Bengal’, Ferreira et al. (2016) verificaram que a embalagem PET, associada com a refrigeração, proporcionaram melhor manutenção da qualidade física, química e sensorial dos frutos por até 9 dias, além de ser uma embalagem bem aceita pelos consumidores. Para Grigio et al. (2011), o uso da embalagem plástica de PEBD pode contribuir positivamente na manutenção da qualidade das goiabas ‘Paluma’ durante o armazenamento refrigerado, atenuando os efeitos negativos quando submetidos a danos mecânicos ocasionais de compressão ou queda, porém quando os frutos foram submetidos aos dois tipos de danos simultaneamente, as embalagem não apresentaram essa mesma eficiência.

Em lichias, segundo Aguila (2009), os resultados indicaram que os filmes plásticos de polipropileno (PP), assim como os filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD), apresentaram redução drástica dos teores de O<sub>2</sub> e aumentos significativos de CO<sub>2</sub>. Vasconcelos et al. (2017) concluíram que a embalagem de PEBD foi responsável por manter as características desejáveis de pós-colheita, permitindo ao fruto de cajá-manga conservar, por maior período, a qualidade física e físico-química com maior estabilidade, além de apresentar maior tempo de vida útil.

Ao embalar frutos de maracujá-amarelo com filmes de PVC, Rotili et al. (2013) notaram que a embalagem não inibiu sintomas de desenvolvimento de patógenos por até 30 dias de armazenamento a 5°C, mas reduziu a perda de massa fresca e o enrugamento do fruto, proporcionando condições ótimas de comercialização por até 20 dias. No entanto, para Oliveira et al. (2014), os resultados mostraram que a utilização do filme de PVC, juntamente com refrigeração, para conservação pós-colheita de camu-camu, foi eficaz na manutenção da firmeza do fruto e na redução de perda de massa, mantendo os frutos comercialmente viáveis por 21 dias, enquanto o controle se apresentou inviável após 13 dias de armazenamento.

#### 2.4 RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C (UV-C)

A radiação ultravioleta (UV) é uma técnica de desinfecção física que compreende uma faixa de comprimento de onda de 100 a 400 nm, podendo ser subdividida em ultravioleta de onda longa (UV-A), entre 315 - 400 nm; ultravioleta de onda média (UV-B), entre 280 - 315 nm; ultravioleta de onda curta (UV-C), entre 200 - 280 nm; e ultravioleta no vácuo (UV-V), entre 100 - 200 nm (BATISTA, 2017; KOUTCHMA et al., 2009). A radiação ultravioleta C, constitui-se num método físico amplamente utilizado pela indústria alimentícia, principalmente

para a desinfecção do ar, controle da contaminação de superfícies, embalagens e na pós-colheita (KHADEMI et al., 2013; TIECHER, 2010; BEGUM et al., 2009).

A exposição de vegetais à luz ultravioleta C (UV-C) vem sendo utilizada como uma técnica segura e eficiente no tratamento e conservação pós-colheita (BARBOSA, 2015; SOUZA, 2014) de frutas e hortaliças. Indicando que o tratamento com UV-C pode representar não só um meio eficaz de desinfecção, mas também uma técnica não termal para inativar enzimas indesejáveis responsáveis por reduzir a vida útil dos produtos vegetais (MANZOCCO et al., 2009), durante o período de comercialização.

Uma das vantagens dessa tecnologia é que não altera as características sensoriais do fruto, não gera resíduos, não promove alterações nos componentes nutricionais (SHEN et al., 2013), não tem restrições legais, é letal para uma ampla variedade de microrganismos, induz a resistência em vegetais, além de ser um processo a seco e a frio, simples, eficaz e de baixo custo (RIVERA-PASTRANA et al., 2007; TURTOI, 2013).

Contudo, sua principal limitação é o baixo poder de penetração, acarretando inicialmente maior expressão no epicarpo e, na sequência, no mesocarpo dos frutos e hortaliças (TIECHER, 2010; BARBOSA, 2015). Por esta razão, sua aplicação tem sido recomendada para o tratamento superficial de produtos onde as atividades microbianas e enzimáticas ocorrem (LÓPEZ-MALO e PALOU, 2005; GARDNER e SHAMA, 2000).

Além disso, a radiação UV-C tem efeito germicida, com maior eficiência no comprimento de onda de 254 nm (BASSETTO et al., 2007; GUEDES et al., 2009), atuando de forma eficaz sobre fungos e bactérias, inibindo seu desenvolvimento e germinação pela desnaturação protéica e desorganização da membrana plasmática (DEMIRCI e PANICO, 2008). Esses efeitos da radiação UV-C sobre os vegetais, de acordo com Ribeiro et al. (2012) e Fan et al. (2008), dependem da dose, área de aplicação, espécie, variedade e cultivar. Para Perkins-Veazie et al. (2008), doses altas podem provocar efeitos adversos na qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças.

A exposição à luz UV-C é letal para os microrganismos devido a danos causados no DNA das células ocasionados por alterações no seu sistema reprodutivo, interrompendo a replicação das células, levando a morte celular dos mesmos (GUERRERO-BELTRÁN e BARBOSA-CÁNOVAS, 2004). Ademais, a radiação UV-C tem a capacidade de induzir *hormese* em frutos, definida como o efeito benéfico gerado pela aplicação, em baixas doses, de agentes potencialmente prejudiciais a organismos vivos (SHAMA e ALDERSON, 2005; CIA et al., 2009).

Além da influência na inativação microbiana, a radiação UV-C atua como estressor abiótico nos tecidos dos vegetais, provocando uma situação de estresse, a qual ativa os mecanismos de defesa do fruto. Tais mecanismos incluem a modificação na parede celular, aumento da atividade antioxidante, acúmulo de compostos fenólicos e compostos antimicrobianos (TIECHER et al., 2010; SEVERO et al., 2010; GONZÁLEZ-BARRIO et al., 2009).

Estudos realizados por Sanches et al. (2016) demonstraram que, a aplicação da radiação UV-C na fase pós-colheita aliada a refrigeração preserva por até 25 dias as características físico-químicas de tangerinas ‘Ponkan’. Para Sanches et al. (2018), o uso da radiação UV-C, como tecnologia de conservação pós-colheita, se mostrou eficiente em atrasar a maturação de seriguelas em até 3 dias, além de promover estímulos a síntese de compostos fenólicos e atividade antioxidante durante o armazenamento.

Em relação à microrganismos, a radiação UV-C tem se mostrado eficaz na inativação de esporos de *Aspergillus flavus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium corylophilum* e *Eurotium rubrum* (BEGUM et al., 2009; FLORES-CERVANTES et al., 2013). Dessa forma, em morangos irradiados com UV-C, Batista (2017) notou reduções na contagem de bolores e leveduras em relação a amostra controle. Daiuto et al. (2013) observaram que, quando submetidos ao tratamento de radiação UV-C, os frutos de abacate ‘Hass’ apresentaram aumento na porcentagem da atividade antioxidante e menor perda de massa.

Em mirtilos e morangos, a radiação UV-C pode contribuir na redução de podridões dos frutos, proporcionando aumento no nível de antioxidantes (PERKINS-VEAZIE et al., 2008; COTE et al., 2013). Tiecher et al. (2010) verificaram que a aplicação da radiação UV-C, tanto como controle preventivo como curativo, não protegeu o pêssego contra a infecção do patógeno, mesmo em frutos sem ferimento. Ao avaliar o teor de compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante, em pêssegos e tomates, Tiecher et al. (2010) e Bravo et al. (2013), respectivamente, verificaram que, quando submetidos à radiação UV-C, tiveram incrementos nessas propriedades.

Portanto, os resultados expostos demonstram que existem diferenças da sensibilidade de cada produto à radiação, sendo necessários estudos particulares para identificar os níveis de tolerância de cada fruto (SOUZA, 2012).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

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

As pitombas [*Talisia esculenta* (A. St.- Hil.) Radlk] foram colhidas de forma extrativista, oriundas de um fragmento de cerrado, entre os meses de dezembro de 2017 e janeiro de 2018 na Fazenda Córrego da Mata, localizada no município de Montes Claros/Goiás, situado na região Noroeste Goiana, à 317 Km de Anápolis/Goiás, com altitude de 506 metros.

A Fazenda está localizada entre as coordenadas geográficas 16°04'03" de latitude Sul e 51°24'46" de longitude Oeste, com clima tropical. Na propriedade, os frutos foram colhidos manualmente de diferentes plantas, no estágio de maturação fisiológica (Figura 1), ou seja, quando o epicarpo apresentava coloração variando de amarelo claro ao amarelo escuro.



**Figura 1.** Estágio de maturação fisiológica dos frutos de pitombas (*Talisia esculenta* Radlk).  
Fonte: Próprio autor, 2018.

Após a colheita os frutos foram transportados em lona plástica preta de polietileno de baixa densidade (PEBD) até o laboratório de Secagem e Armazenamento Pós-colheita de Produtos Vegetais, do curso de Engenharia Agrícola, do Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas – Henrique Santillo, da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis/Goiás. No laboratório, os frutos foram selecionados manualmente e visualmente, quanto à ausência de defeitos, estágio de maturação e injúrias, visando à uniformidade do lote.

#### 3.2 CARACTERIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS

Com o objetivo de avaliar e quantificar a máxima conservação pós-colheita da pitomba *in natura*, o trabalho foi dividido em 2 experimentos, com 3 repetições e 10 frutos por repetição.

##### 3.2.1 Primeiro experimento: Temperatura + Embalagens + Dias

Para verificar o efeito combinado das temperaturas, embalagens e o tempo de armazenamento, na conservação pós-colheita de pitomba, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo 5x5x7, para análises físicas, físico-químicas e químicas, e 5x5x4, para as análises bioativas, (temperaturas x embalagens x dias).

Depois de higienizados, ou seja, submersos em solução com hipoclorito de sódio a 2% por 10 minutos, os frutos foram secos em temperatura ambiente e acondicionados em embalagens de polipropileno – PP (0,40 mm); polietileno de baixa densidade – PEBD (0,08 mm); cloreto de polivinila – PVC (0,01mm) + poliestireno expandido – EPS (3 mm); polietileno tereftalato – PET (0,30 mm) e sem embalagem – S/E (controle).

Após o acondicionamento, os frutos foram armazenados em incubadora *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) nas temperaturas de 6, 8, 10, 12 e 14±1°C à 75±5% de UR. Devido à alta perecibilidade constatada dos frutos armazenados em temperatura ambiente (25±2°C), à 68±5% de umidade relativa (UR), realizou-se apenas análises descritivas.

Os frutos foram analisados quanto às características físicas, físico-químicas, químicas e bioativas, como: perda de massa, conservação pós-colheita, firmeza de casca, potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (SS/AT), coloração: luminosidade (L\*), °hue e croma, vitamina C (ácido ascórbico), atividade antioxidante (ATA) e compostos fenólicos (CF).

As análises físicas, físico-químicas e químicas foram realizadas a cada 2 dias, num período de 12 dias (0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 dias), enquanto que as análises bioativas foram realizadas a cada 4 dias (0, 4, 8 e 12 dias), com exceção para a conservação pós-colheita, em que as pitombas foram avaliadas por um período em função da sua qualidade comercial, sendo necessários 7.200 frutos para o experimento.

### **3.2.2 Segundo experimento: Radiação UV-C + Dias**

Para avaliar os efeitos da radiação UV-C na conservação pós-colheita da pitomba, foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial duplo 5x8 (doses de radiação x dias), para análises físicas, físico-químicas, químicas e bioativas. Os tratamentos foram determinados quanto à exposição dos frutos à fonte irradiadora, constituindo: 0,00 kJ m<sup>-2</sup> (0 min - controle); 0,60 kJ m<sup>-2</sup> (1 min); 1,21 kJ m<sup>-2</sup> (2 min); 2,42 kJ m<sup>-2</sup> (4 min) e 4,84 kJ m<sup>-2</sup> (8 min), com amplitude de onda medindo 254 nm.

A radiação UV-C foi aplicada por meio de um protótipo de irradiador ultravioleta C, constituído por uma câmara cilíndrica de polímero plástico, e um grupo de 2 lâmpadas germicidas ligadas em paralelo sem filtro, sendo 1 na parte superior e 1 na parte inferior, com 30 Watts cada, com estrutura geométrica fixa medindo 0,5 m (largura), 0,5 m (profundidade) e 0,9 m (comprimento), e tela trefilada galvanizada dividindo o equipamento em parte superior e inferior. As doses foram determinadas em  $W\ m^{-2}$ , com o auxílio de um fotoradiômetro (Photo-Radiometer HD-2302-0), convertendo posteriormente a unidade para  $kJ\ m^{-2}$ .

A instalação do experimento consistiu no acondicionamento dos frutos irradiados em embalagens de polietileno de baixa densidade – PEBD (0,08 mm), armazenados a  $6\pm 1^{\circ}C$  em incubadora *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) com  $75\pm 5\%$  de umidade relativa (UR).

Os frutos foram analisados quanto às características físicas, físico-químicas, químicas e bioativas, como: perda de massa, conservação pós-colheita, relação polpa/casca, relação polpa/semente, firmeza de casca, potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (SS/AT), coloração: luminosidade ( $L^*$ ),  $^{\circ}hue$  e croma, vitamina C (ácido ascórbico), taxa respiratória (TR), atividade antioxidante (ATA) e compostos fenólicos (CF).

As análises foram realizadas a cada 2 dias quanto às características físicas, físico-químicas, químicas e bioativas, por 14 dias (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias), exceto a conservação pós-colheita, em que as pitombas foram avaliadas por um maior período em função da sua qualidade comercial, sendo necessários 1.350 frutos para o experimento.

### 3.3 ANÁLISES FÍSICAS, FÍSICO-QUÍMICAS E QUÍMICAS

#### 3.3.1 Perda de massa

Para a perda de massa, as pesagens foram realizadas utilizando-se balança digital de precisão Tepron Mark500, precisão de 0,001g, com carga máxima de 500g, considerando a massa inicial de cada fruto. Sendo calculada a porcentagem de perda a partir da equação (1):

$$PM(\%) = \frac{(M_i - M_d)}{M_i} * 100 \quad (1)$$

Em que:

PM (%) = Perda de Massa;  $M_i$  = Massa inicial do fruto (g);  $M_d$  = Massa do fruto no dia de análise (g).

#### 3.3.2 Conservação pós-colheita

Dada pelo número de dias em que os frutos se conservaram em função da sua qualidade comercial (sanidade e coloração), sendo utilizado para tanto uma escala subjetiva de notas: 9 (frutos frescos com ausência de fungos, escurecimento e livre de deterioração); 7 (frutos frescos com leve presença de fungos, escurecimento e deterioração); 5 (pouco aspecto de frescor com moderada presença de fungos, escurecimento e deterioração); 3 (sem frescor com elevada presença de fungos, escurecimento e deterioração); e 1 (frutos desidratados e totalmente coberto com fungos, escurecidos e deteriorado), sendo 7 a nota limite para a qualidade comercial. Se fazendo necessário a participação de 11 avaliadores não treinados, conforme proposto por Souza (2009), com adaptações.

### **3.3.3 Relação polpa/casca e relação polpa/semente**

Com o auxílio de uma balança digital (Tepron Mark500), precisão de 0,001g e carga máxima de 500g, considerou o peso das partes referidas, dividindo-se o peso da polpa pela casca e o peso da polpa pela semente.

### **3.3.4 Firmeza de casca**

A firmeza foi determinada na casca dos frutos com o auxílio de um texturômetro da Brookfield (*Texture Analyser CT3 - 50K*), com velocidade de 6,9 mm s<sup>-1</sup>, sendo utilizado a ponteira de prova TA4/1000 cilíndrica, com 38,1 mm de diâmetro e 20 mm de altura. Os resultados foram expressos em Newton (N), sendo definido a força máxima requerida para o rompimento da casca da pitomba.

### **3.3.5 Potencial hidrogeniônico (pH)**

Foi obtido utilizando-se um potenciômetro portátil da Kasvi (pH 0-14 K39-0014P-Kasvi), com precisão de  $\pm 0,06$  e compensação automática de temperatura (AOAC, 2012).

### **3.3.6 Acidez titulável (AT)**

A determinação da acidez titulável se deu por titulação potenciométrica, utilizando-se 5 g de polpa homogeneizada e diluída até o volume total de 100 mL de água destilada, com solução padronizada de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 mol L<sup>-1</sup>, tendo como indicador fenolftaleína a 1%. Os resultados foram expressos em porcentagem (%) do ácido cítrico, equação (2), conforme recomendação da AOAC (2012).

$$AT (\%) = \frac{V * F_c * C * E_q}{P_a} \quad (2)$$

Em que:

V: Volume da solução de NaOH gastos na titulação (mL); Fc: Fator de Correção da solução de NaOH; C: Concentração da solução de NaOH (mol L<sup>-1</sup>); Eq: Equivalente-grama do ácido predominante na amostra (g); Pa: Peso da amostra adicionado no Erlenmeyer (g).

### 3.3.7 Sólidos solúveis (SS)

Foi determinado por leitura refratométrica, com refratômetro digital portátil da Reichert (Brix/RI-Chek), medindo de 0 a 62 °Brix, seguindo a recomendação da AOAC (2012).

### 3.3.8 Índice de maturação (SS/AT)

Foi determinado pela relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável (TRESSLER e JOSLYN, 1961).

### 3.3.9 Coloração

A cor da casca foi obtida por refletância, utilizando-se colorímetro portátil da Konica Minolta (CR-400), com escala CIELAB (L\*, a\* e b\*). Em que a coordenada L\* indica quão escuro (0) e quão claro (100) é o produto, a coordenada a\* está relacionada à intensidade de verde (-a) a vermelho (+a) e a coordenada b\* está relacionada à intensidade de azul (-b) a amarelo (+b). A partir das coordenadas a\* e b\*, calculou-se o croma (pureza da cor), equação (3), e o °hue (tonalidade da cor), equação (4):

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

$$\text{°Hue} = \arctan g\left(\frac{b^*}{a^*}\right) \quad (4)$$

Em que:

a\* = Valor de a\*, obtido pelo Colorímetro; b\* = Valor de b\*, obtido pelo Colorímetro.

### 3.3.10 Taxa respiratória (TR)

A determinação da taxa respiratória foi efetuada de forma indireta, pela medida do CO<sub>2</sub> liberado pelas pitombas. Para isso, acondicionou-se 5 frutos em um frasco de vidro com tampa de plástico rosqueável e hermético, por 1 hora, os frutos receberam 40 kgf cm<sup>-2</sup> de ar atmosférico, tendo o CO<sub>2</sub> atmosférico absorvido pela solução de hidróxido de potássio (KOH)

0,1 mol L<sup>-1</sup> instalado após a bomba, sendo o CO<sub>2</sub> gerado pela respiração dos frutos absorvido por uma amostra de 100 mL de hidróxido de potássio (KOH) 0,1 mol L<sup>-1</sup>.

Após esse processo, retirou-se uma alíquota de 10 mL da amostra de hidróxido de potássio (KOH) 0,1 mol L<sup>-1</sup> (CO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>). Com a solução padronizada de ácido clorídrico (HCl), 0,1 mol L<sup>-1</sup>, realizou-se a titulação da amostra, tendo como indicador fenolftaleína a 1%, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth et al. (1976). A taxa respiratória foi calculada pela equação (5):

$$T_{CO_2} = \frac{2,2 * (V1 - V2) * V3}{P * T * V4} \quad (5)$$

Em que:

TCO<sub>2</sub>= taxa respiratória em mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>; 2,2 = inerente ao equivalente do CO<sub>2</sub> (44/2), multiplicado pela concentração do HCl a 0,1 mol L<sup>-1</sup>; V1 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH – padrão antes da absorção de CO<sub>2</sub> (mL); V2 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH após a absorção do CO<sub>2</sub> da respiração; V3= volume de KOH usado na absorção de CO<sub>2</sub> (mL); P = peso dos frutos (kg); T = tempo das reações metabólicas (hora); V4= volume de KOH utilizado na titulação (mL).

### 3.4 ANÁLISES BIOATIVAS

#### 3.4.1 Vitamina C (ácido ascórbico)

O teor de ácido ascórbico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub>) foi quantificado pela adição de 5 mL de amostra do “suco” em um balão volumétrico de 50 mL, ao qual foi completado com solução extratora de ácido oxálico 2% (C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>O<sub>4</sub>). Após a filtragem da amostra diluída, uma alíquota de 10 mL foi usada para a determinação quantitativa da vitamina C, por meio de titulação oxidativa, com 2,6-diclorofenolindofenol a 0,02% contida na bureta, sendo o ponto de viragem detectado visualmente pela coloração rósea claro (BENASSI e ANTUNES, 1988; MAPA, 2006). Os teores de ácido ascórbico foram calculados por meio das equações (6, 7 e 8):

$$Y = \frac{(2 * V_1)}{V_2} \quad (6)$$

$$W = \frac{(50 * Y)}{10} \quad (7)$$

$$AA = \frac{(100 * W)}{50} \quad (8)$$

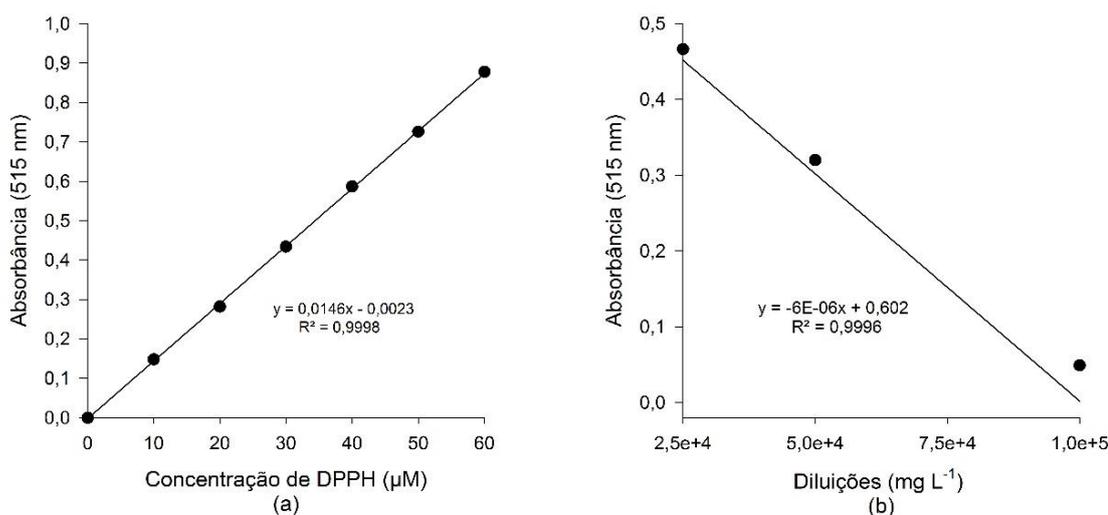
Em que:

Y = teor de ácido ascórbico (mg 10 mL<sup>-1</sup>); 2 = solução padrão de ácido ascórbico (mg); V1 = volume do 2,6 Diclorofenol Indofenol gasto na titulação com a amostra (mL); V2 = volume do

2,6 Diclorofenol Indofenol gasto na titulação com a amostra padrão (mL); W = teor de ácido ascórbico (mg 50 mL<sup>-1</sup>); AA = teor de ácido ascórbico (mg 100 mL<sup>-1</sup>);

### 3.4.2 Atividade antioxidante (ATA)

Para avaliação da atividade antioxidante pela captura do radical livre DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil), seguiu-se a metodologia de Brand-Williams et al. (1995), adaptada por Rufino et al. (2007). O método consistiu em adicionar 0,1 mL de cada diluição (100.000, 50.000 e 25.000 ppm) do extrato para tubos de ensaios com 3,9 mL do radical DPPH. As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 515 nm, realizadas após 2h10 minutos da reação. A partir da solução inicial de DPPH (60 µM) realizou a plotagem da curva de calibração, variando de 10 a 60 µM (Figura 2a). Das absorbâncias obtidas com as diferentes diluições dos extratos, realizou a plotagem das absorbâncias no eixo Y e as diluições (mg L<sup>-1</sup>) no eixo X (Figura 2b).



**Figura 2.** Curva de calibração do DPPH (a) e a curva das diluições dos extratos 100.000, 50.000 e 25.000 ppm (b).

Os resultados obtidos foram calculados pelas equações (9, 10, 11 e 12), e expressos em EC<sub>50</sub> g g<sup>-1</sup> DPPH.

$$X = \frac{\left(\frac{A_c}{2} + a_1\right)}{b_1} \quad (9)$$

$$Y = \frac{X}{1.000.000} * 394,3 \quad (10)$$

$$X' = \frac{\left(\frac{A_c}{2} - a_2\right)}{-b_2} * 1000 \quad (11)$$

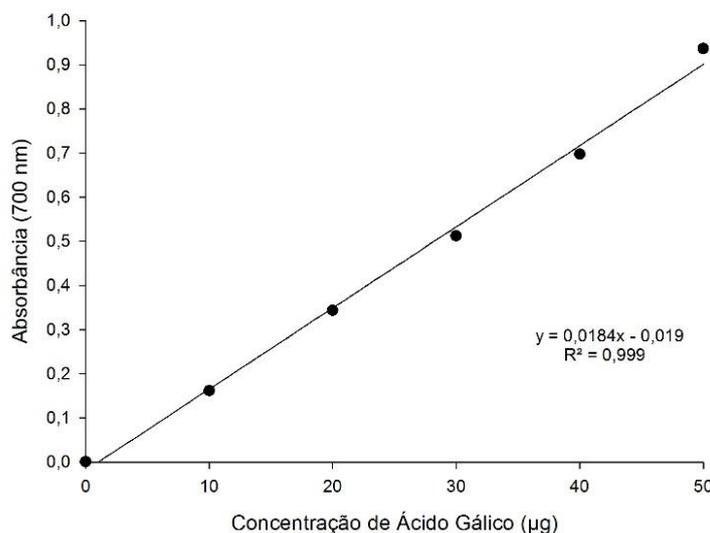
$$A = \frac{X'}{Y} \quad (12)$$

Em que:

X= atividade antioxidante ( $\mu\text{M}$  DPPH);  $A_c$ = absorvância inicial do controle (515  $\eta\text{m}$ );  $a_1$ = valor do intercepto da curva padrão;  $b_1$ = valor do coeficiente angular da curva padrão; Y= atividade antioxidante (g DPPH); 394,3= peso molecular do DPPH;  $X'$ = atividade antioxidante ( $\text{EC}_{50}$   $\text{mg L}^{-1}$ );  $a_2$ = valor do intercepto da curva obtida a partir das absorvâncias das diferentes diluições dos extratos;  $b_2$ = valor do coeficiente angular da curva obtida a partir das absorvâncias das diferentes diluições dos extratos; A= atividade antioxidante ( $\text{EC}_{50}$   $\text{g g}^{-1}$  DPPH);

### 3.4.3 Compostos fenólicos (CF)

A determinação dos polifenóis extraíveis dos extratos foi efetuada por espectrofotômetro, utilizando o reagente Folin Ciocalteau (reativo pra fenol), de acordo com a metodologia de Obanda e Owuor (1997), adaptada por Rufino et al. (2007). Para elaborar a curva de calibração utilizou-se um padrão de ácido gálico, variando de 10 a 50  $\mu\text{M}$  (Figura 3).



**Figura 3.** Curva de calibração dos compostos fenólicos (CF), Ácido Gálico (GAE).

O método consistiu em adicionar 0,2 mL do extrato para tubos de ensaios com 1 mL de Folin Ciocalteau, 2 mL de carbonato de sódio (20%) e 2 mL de água destilada. As leituras das absorvâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 700  $\eta\text{m}$ , realizadas aos 30 minutos após a adição dos reagentes. O branco da leitura utilizou-se 0,2 mL de água destilada, acrescentando todos os reagentes anteriormente citados.

Os resultados obtidos foram expressos em  $\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ , e calculados por meio das equações (13, 14 e 15):

$$C = \frac{(A_{\text{abs}} * a)}{b} \quad (13)$$

$$CF_1 = \frac{(P_a * V_a)}{V_b} * 1000 \quad (14)$$

$$CF_2 = \frac{(100 * C)}{X} \quad (15)$$

Em que:

C = concentração ( $\mu\text{g}$ );  $A_{\text{abs}}$  = Absorbância (700  $\eta\text{m}$ ); a = valor do intercepto da curva padrão; b = valor do coeficiente angular da curva padrão;  $CF_1$  = teores dos compostos fenólicos (mg);  $P_a$  = peso da amostra obtida antes da extração (g);  $V_a$  = volume da amostra (extrato) obtido após a extração ( $\text{mL}^{-1}$ );  $V_b$  = volume do balão volumétrico usado na extração ( $\text{mL}^{-1}$ );  $CF_2$  = teores dos compostos fenólicos (mg GAE  $100 \text{ g}^{-1}$ ).

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (primeiro experimento) e regressão (primeiro e segundo experimento) ao nível 5% de significância.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 TEMPERATURA E EMBALAGENS (AMP)

Na Tabela 1, estão descritas as características físicas, químicas, físico-químicas e bioativas da pitomba, comparando as embalagens na temperatura ambiente (controle). Nota-se que as condições de armazenamento foram os fatores determinantes da qualidade pós-colheita durante as avaliações em temperatura ambiente ( $25\pm 2^\circ\text{C}$ ), verificando-se que os frutos de pitomba *in natura* mantiveram sua qualidade comercial, durante 8 dias, para todos os tratamentos. As embalagens de PP, PEBD e PET foram responsáveis pela menor perda de massa e estágio menos avançado de amadurecimento. No entanto, a embalagem PET se destacou por apresentar a maior concentração de vitamina C, compostos fenólicos e atividade antioxidante, ou seja, menor  $\text{EC}_{50}$ , e cores de casca mais atrativas durante o armazenamento.

**Tabela 1.** Pitombas acondicionadas em embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E), armazenadas em temperatura ambiente ( $25\pm 2^\circ\text{C}$ ) à  $68\pm 5\%$  de UR, por 8 dias.

Variáveis	Embalagens				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
PM	0,43±0,28	0,71±0,61	0,79±0,55	3,86±2,38	20,23±8,78
Firmeza	108,18±19	111,30±20	114,07±17	116,64±23	119,21±36
pH	4,21±0,10	4,16±0,15	4,22±0,11	4,23±0,11	4,24±0,14
AT	0,92±0,17	0,98±0,15	0,88±0,12	0,87±0,09	0,86±0,10
SS	16,63±0,81	16,29±1,04	16,30±1,17	16,40±1,03	16,55±1,15
SS/AT	18,08±4,65	16,62±2,49	18,52±2,94	18,85±2,43	19,24±2,62
L*	52,18±2,13	51,79±3,43	52,27±2,53	49,42±2,79	46,57±4,66
°Hue	74,11±5,82	74,81±5,53	78,23±7,18	72,29±6,63	69,76±8,28
Croma	23,75±1,68	23,84±1,24	24,27±1,55	22,37±1,88	20,59±2,86
Vitamina C	1,12±0,29	1,08±0,15	1,66±1,99	1,44±1,61	1,22±1,23
ATA	5859±1603	7459±3908	2597±1586	3246±1283	3894±1375
CF	118,66±33	73,74±25	150,86±66	144,26±55	137,67±47

Perda de massa (PM, %), relação polpa/casca (relação P/C), relação polpa/semente (relação P/S), firmeza de casca (N), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT, % de ácido cítrico), sólidos solúveis (SS, °Brix), índice de maturação (SS/AT), luminosidade (L\*), vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ), atividade antioxidante (ATA,  $\text{EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ) e compostos fenólicos (CF,  $\text{mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

#### 4.1.1 Perda de massa

Na análise estatística Tabela 1 (Anexo), referente ao parâmetro perda de massa, observa-se a ocorrência da interação tripla significativa entre os fatores temperaturas, embalagens e o período de armazenamento ( $p\leq 0,05$ ). Na Tabela 2, verifica-se a evolução da perda de massa em função das embalagens x temperatura, ou seja, com o aumento da temperatura de refrigeração entre as embalagens nota-se incremento significativo na perda de

massa, evidenciando melhor comportamento para a temperatura de 6°C. No entanto, perdas menos expressivas foram verificadas para os frutos acondicionados em embalagens de PEBD, combinada com a temperatura de 6°C, chegando a uma perda de 0,15%. Corroborando com esse resultado, Del Aguila (2009), utilizando a mesma embalagem, verificou em frutos de lichia armazenado a 5°C a menor perda de massa, 0,20% no 15° dia.

De acordo com a Figura 4, a porcentagem de perda de massa acumulada ao longo do período de armazenamento foi aumentando gradualmente a partir do 2° dia para todos os tratamentos, acentuando conforme as temperaturas de armazenamento eram mais elevadas. Em ordem decrescente, observa-se que a perda de massa foi mais intensa nos frutos armazenados nas temperaturas de 14, 12, 10, 8 e 6°C, visto que alcançaram 7,84, 7,29, 6,38, 6,20 e 5,64% de perda no 12° dia, respectivamente. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a temperatura tem influência direta na pressão de vapor, ocasionando a perda d'água, assim quanto mais baixa a temperatura menor é a perda de massa, fato esse observado durante o armazenamento.

Da mesma forma, Lima et al. (2014) observaram para os pimentões da cultivar 'Magali', ao serem armazenados em altas temperaturas (24°C), elevadas perdas, e quando armazenados em baixa temperatura (5°C) apresentaram menores perdas de massa. Carneiro et al. (2015) também verificaram altas perdas, cerca de 26,7% em frutos de cagaita armazenados a 5°C sem embalagem. Comportamento inverso foi verificado por Fujita (2011), em baixa temperatura (6°C) os frutos de maná cubiu apresentaram as maiores perdas de massa 1,94%, seguido da temperatura de 8 e 10°C com perdas de 1,38 e 0,61%, respectivamente.

Avaliando a variação média da perda de massa em função dos fatores embalagens x período de armazenamento (Tabela 3), constatou-se que a porcentagem de perda de massa acumulada ao longo do período de armazenamento foi aumentando para todas as embalagens. Nota-se que ao final do armazenamento os frutos acondicionados nas embalagens de PP e PEBD não apresentaram diferenças significativas entre si, sendo responsáveis pelas menores perdas, chegando a 0,57 e 0,63% no 12° dia, respectivamente. Esse resultado pode ser explicado pelo processo de amadurecimento, pois, segundo Silva et al. (2009b), a perda de massa é um sintoma inicial de perda de água e pode ser atribuída, principalmente, à perda de umidade pela transpiração e respiração, sendo um dos principais fatores limitantes da vida útil pós-colheita.

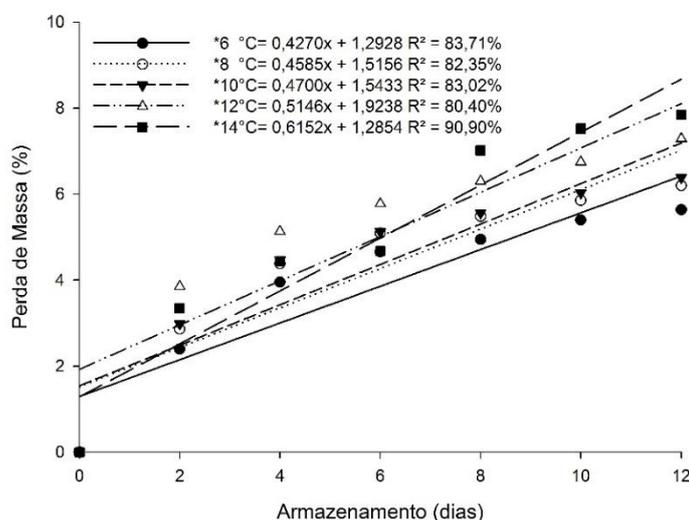
O efeito positivo verificado para a embalagem PEBD, de acordo com Sanches et al. (2015) e Hojo et al. (2011a), se deve a manutenção de uma alta umidade relativa em seu interior, o que impediu aumento no déficit de pressão de vapor e, conseqüentemente, diminuiu a perda de água das frutas mediante processo de transpiração.

**Tabela 2.** Variação média da perda de massa (%) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	0,19 Ac	0,15 Ac	0,39 Ac	1,83 Cb	16,71 Ea
8 °C	0,21 Ad	0,21 Ad	0,68 Ac	2,10 Cb	18,13 Da
10°C	0,24 Ad	0,21 Ad	0,67 Ac	1,89 Cb	18,81 Ca
12°C	0,29 Ad	0,35 Ad	0,92 Ac	3,39 Ab	20,11 Ba
14°C	0,43 Ac	0,51 Ac	0,77 Ac	2,38 Bb	20,79 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).



**Figura 4.** Perda de massa (%) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento.

**Tabela 3.** Variação média da perda de massa (%) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	0,00 Aa	0,00 Ba	0,00 Ba	0,00 Ga	0,00 Ga
2	0,08 Ac	0,07 Bc	0,21 Bc	0,83 Fb	14,25 Fa
4	0,15 Ac	0,14 Bc	0,39 Bc	1,38 Eb	20,31 Ea
6	0,23 Ac	0,23 Bc	0,60 Bc	2,12 Db	22,14 Da
8	0,38 Ad	0,43 Ad	0,97 Ac	3,18 Cb	24,35 Ca
10	0,49 Ad	0,53 Ad	1,21 Ac	3,96 Bb	25,35 Ba
12	0,57 Ad	0,63 Ad	1,43 Ac	4,73 Ab	26,00 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### **4.1.2 Firmeza de casca**

A firmeza é um importante atributo que representa a qualidade dos frutos e aceitação pelo consumidor (ONIAS et al., 2018), além de estar associada com a manutenção da vida útil pós-colheita. Nesse aspecto, o resultado positivo do aumento da firmeza de casca, interessante para uma ampla variedade de frutos como a lichia, maracujá e a banana (ANJOS et al., 2014; FREIRE et al., 2010; MARTINELLI et al., 2010), para a pitomba não é, pois à medida que a firmeza é incrementada mais resistente se torna a casca, maior se torna a dificuldade do consumidor alcançar a polpa do fruto. Na análise estatística Tabela 1 (Anexo), observou-se a não ocorrência da interação tripla significativa entre os fatores temperaturas, embalagens e o período de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ).

Na Tabela 4, verificou-se a interação dupla significativa entre os fatores embalagens x temperatura. As médias das embalagens dentro das temperaturas mostra que os acondicionamentos avaliados não apresentaram diferença significativa entre si, quando armazenadas nas temperaturas de 6, 8 e 10°C. No entanto, as pitombas acondicionadas nas embalagens de PVC+EPS e sem embalagem (controle), armazenadas nas temperaturas de 12 e 14°C, apresentaram as maiores médias de firmeza, diferindo estatisticamente das demais embalagens. É possível que, em virtude da não solubilização das pectinas contidas na parede celular da casca (TRIGO, 2010; ISHAK et al., 2005), bem como a baixa eficiência da embalagem de PVC, como barreira aos gases ( $O_2$  e  $CO_2$ ) (CHITARRA e CHITARRA, 2005) e a elevada perda de massa, possa ter favorecido o aumento da firmeza com o avanço do amadurecimento dos frutos.

Avaliando as médias das temperaturas dentro de cada embalagem, observa-se diferença significativa entre as temperaturas somente para a embalagem controle, sendo a temperatura 14°C responsável pela maior média, 145,51 N. Entretanto, como demonstrado na Tabela 1, frutos acondicionados sem embalagens sob o efeito de altas temperaturas ( $25 \pm 2^\circ C$ ) proporcionam aos frutos maior resistência de casca, ou seja, maior firmeza. Esse comportamento, de acordo com Souza et al. (2010), pode estar associado com a perda de umidade dos frutos durante o armazenamento, ou seja, quanto maior a perda de massa para o ambiente, maior será a resistência do fruto.

Em pêssegos, independente da temperatura, Moreno et al. (2016), observaram decréscimo na firmeza, com destaque para a embalagem controle (sem embalagem), em

consequência da maior perda de massa. Comportamento contrário foi observado por Santos et al. (2011), ao relatarem que os frutos de mangas ‘Tommy Atkins’ permaneceram mais firmes que os frutos do tratamento controle, ou seja, quando acondicionados em embalagens plásticas.

De acordo com a Tabela 5, pode-se observar interação dupla significativa entre os fatores embalagens x período de armazenamento. Ao avaliar as médias das embalagens dentro de cada dia, nota-se que as embalagens não apresentaram diferença significativa entre si até o 10º dia, sendo que somente o controle diferiu estatisticamente no 12º dia das demais embalagens, ficando responsável pela maior média (156,15 N).

Para as médias dos dias de análise dentro de cada embalagem, verifica-se que, durante o armazenamento, a partir do 2º dia ocorreu incremento na firmeza para todas as embalagens, evidenciando no 6º dia o pico máximo de firmeza de casca para a PP, com posterior queda até o final do armazenamento, apresentando no 12º dia a menor média, 120,22 N. Esse resultado, segundo Oliveira et al. (2014), pode estar associado ao acúmulo CO<sub>2</sub> presente no interior da embalagem, como também a variabilidade (diferentes estágios de maturação) dos frutos, sendo constatado oscilação durante as avaliações, não apresentando comportamento padronizado.

No entanto, a embalagem de PEBD e PET diferiram estatisticamente apenas no 1º dia de avaliação (dia 0), sendo responsáveis pela menor variação durante o armazenamento, principalmente a PEBD. Em cajá-manga, Vasconcelos et al. (2017) verificaram efeito positivo da embalagem de PEBD na manutenção e potencialidade da firmeza durante o armazenamento, por até 21 dias. Em pimentão vermelho ‘Rubi’, Sanches et al. (2015) observaram redução nos teores da firmeza durante o período de armazenamento, por 12 dias, independente da embalagem utilizada.

**Tabela 4.** Variação média da firmeza (N) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	132,93 Aa	137,09 Aa	132,08 Aa	133,19 Aa	126,17 Ba
8 °C	125,82 Aa	127,70 Aa	135,21 Aa	130,18 Aa	117,60 Ba
10°C	119,51 Aa	122,81 Aa	135,40 Aa	125,21 Aa	126,16 Ba
12°C	120,41 Ab	125,57 Ab	122,06 Ab	137,09 Aa	136,66 Aa
14°C	128,40 Ab	124,08 Ab	129,03 Ab	142,26 Aa	145,51 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

**Tabela 5.** Variação média da firmeza (N) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	99,67 Ca	99,67 Ba	99,67 Ba	99,67 Ca	99,67 Ca
2	123,18 Ba	128,71 Aa	123,02 Aa	127,96 Ba	126,14 Ba
4	133,38 Ba	131,01 Aa	138,34 Aa	137,03 Ba	124,17 Ba
6	146,43 Aa	140,91 Aa	141,94 Aa	150,25 Aa	128,61 Ba
8	124,64 Ba	139,74 Aa	135,99 Aa	154,59 Aa	141,56 Aa
10	130,36 Ba	128,26 Aa	146,35 Aa	135,37 Ba	136,64 Ba
12	120,22 Bb	123,86 Ab	130,82 Ab	130,21 Bb	156,15 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.3 Sólidos solúveis (SS)

Pelo quadro de análise de variância, Tabela 1 (Anexo), nota-se interação tripla significativa entre os fatores temperaturas, embalagens e dias de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ). Porém, percebe-se a influência significativa ( $p \leq 0,05$ ), pelo teste de F, apenas para as interações temperatura x dias (Figura 5) e embalagem x dias (Tabela 6).

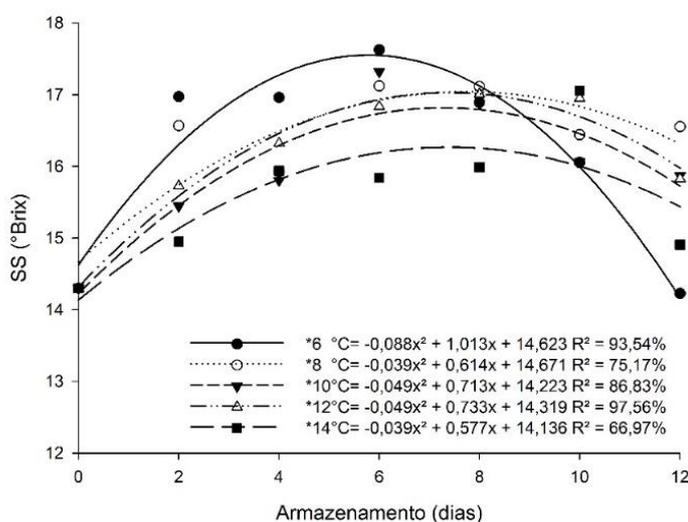
Ao analisar a Figura 5, evidencia-se aumento no teor de sólidos solúveis ao longo do armazenamento para todos os tratamentos até o 8° dia, com destaque para a temperatura 14°C, a qual demonstrou menor variação ao longo do armazenamento. No entanto, a temperatura de 6°C apresentou até o 8° dia, maior elevação, com posterior decaimento até o final do armazenamento, sendo essa temperatura responsável pelo menor valor observado desse parâmetro, chegando a 14,22 °Brix, no 12° dia.

Esse comportamento, de acordo com Nunes (2015), está diretamente relacionado com a perda de massa fresca, e a queda pode ser explicada pela utilização destes compostos como substrato na respiração dos frutos. Fujita (2011), trabalhando com frutos de maná cubiu, verificou que a temperatura de 6°C foi responsável por apresentar a menor média dessa variável durante os 20 dias de armazenamento.

Na Tabela 6, observa-se que ao final do armazenamento, no 12° dia, a embalagem de PEBD apresentou a menor média, 15,26 °Brix, não evidenciando diferença significativa entre as embalagens de PVC+EPS e PET. Contudo, o resultado observado está de acordo com Sanches et al. (2016) ao relatarem que quanto menor for o percentual após o armazenamento maior será o estágio de senescência que se encontra o fruto.

Os resultados demonstraram, de maneira geral, que os frutos embalados com filmes plásticos tiveram maior manutenção nos sólidos solúveis quando comparados com os frutos não embalados (controle). Em goiabas ‘Paluma’, acondicionados sem embalagem, Grigio et al. (2011) também observaram elevadas médias durante o armazenamento, resultado concordante com esse experimento.

Para Santos et al. (2011), essa manutenção nos sólidos solúveis se dá pela embalagem proporcionar ao fruto redução na atividade metabólica, retardando o seu amadurecimento. Siqueira et al. (2017) e Siqueira et al. (2010) afirmam que a diminuição na atividade metabólica dos frutos embalados se deve à modificação atmosférica no interior das embalagens, acarretando diminuição na velocidade do amadurecimento.



**Figura 5.** Sólidos solúveis (SS, °Brix) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento.

**Tabela 6.** Variação média dos sólidos solúveis (SS, °Brix) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	14,30 Ca	14,30 Da	14,30 Ca	14,30 Da	14,30 Da
2	16,17 Ba	16,07 Ba	15,98 Ba	15,44 Ca	16,00 Ca
4	15,87 Bb	16,38 Ba	16,01 Bb	16,05 Bb	16,64 Ba
6	17,07 Aa	17,26 Aa	16,85 Aa	16,77 Aa	16,77 Ba
8	16,54 Ab	16,67 Ab	16,45 Ab	17,04 Aa	17,17 Aa
10	16,73 Ab	16,07 Bc	16,10 Bc	16,22 Bc	17,24 Aa
12	16,07 Ba	15,26 Cb	15,81 Bb	15,59 Cb	16,67 Ba

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem;

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.4 Acidez titulável (AT)

Conforme os dados apresentados na Tabela 1 (Anexo), observa-se a ocorrência da interação tripla significativa entre a fatores temperatura, embalagem e tempo de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ). Ao comparar as médias das embalagens para cada temperatura (Tabela 7), verificou-se que as embalagens de PEBD e controle, armazenadas a 10°C, foram responsáveis pelas maiores médias, 1,06% de ácido cítrico, valor esse inferior à média encontrada por Queiroga (2015), ao relatar acidez igual a 1,25% de ácido cítrico para polpa de pitomba.

Avaliando as temperaturas para cada embalagem, nota-se que 14°C combinada com a embalagem de PP, diferiu estatisticamente das demais temperaturas por apresentar a menor média, 0,86% de ácido cítrico. Para Minas et al. (2013) e Singh e Singh (2012), esta redução é causada pelo processo de maturação dos frutos, o que reduz drasticamente os valores de acidez.

**Tabela 7.** Variação média da acidez titulável (AT, % ácido cítrico) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75 \pm 5\%$  de UR.

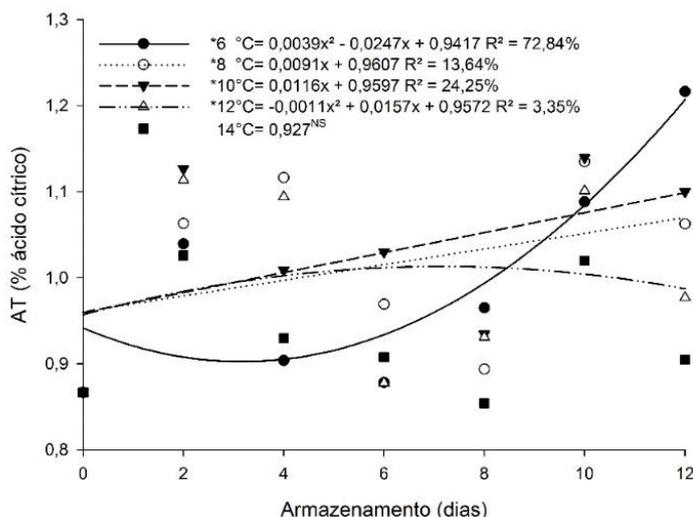
Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	0,99 Bb	1,04 Aa	0,95 Cb	1,01 Aa	0,99 Bb
8 °C	1,03 Aa	0,99 Bb	1,04 Aa	1,04 Aa	0,97 Bb
10°C	1,01 Ab	1,06 Aa	0,99 Bb	1,02 Ab	1,06 Aa
12°C	0,96 Bb	1,02 Aa	0,98 Bb	1,02 Aa	0,99 Bb
14°C	0,86 Cc	0,94 Cb	0,87 Dc	0,92 Bb	1,05 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

De acordo com a Figura 6, os resultados apontam comportamento quadrático para a temperatura de 12°C, elevando-se até o 6° dia, com posterior queda até o final do armazenamento. Tendência linear crescente para esse parâmetro foi observado para as temperaturas de 8 e 10°C durante o armazenamento. Durante 9 dias, Pinto (2013) observou aumento na acidez em frutos de abiu armazenados a 22°C.

Em função do aumento nos teores dos sólidos solúveis (Figura 5), a temperatura de 6°C apresentou redução da acidez titulável até o 4° dia, seguido de incremento até o 12° dia de

análise, chegando a 1,22% de ácido cítrico. O aumento observado nesse experimento, de acordo com Siqueira et al. (2017); Soethe et al. (2017b); Antunes et al. (2003), se justifica pelo menor consumo de ácidos orgânicos utilizados durante o processo respiratório. Fujita (2011) evidenciou no 20º dia, para os frutos de maná cubiu armazenados na temperatura de 6°C, 0,96% de ácido cítrico, maior média de acidez observado.



**Figura 6.** Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento.

Na Tabela 8, as médias das embalagens, para cada dia de análise, indicam que no 10º e 12º dia de avaliação a PEBD apresentou as maiores médias de acidez, chegando a 1,15 e 1,16% de ácido cítrico, respectivamente, diferindo significativamente entre os demais tratamentos, indicativo natural do processo de amadurecimento e senescência dos frutos (DAMODARAN et al., 2010) devido à utilização dos ácidos orgânicos na respiração e sua conversão em açúcares (KOBLOITZ, 2011; CHITARRA e CHITARRA, 2005). Grigio et al. (2011) relataram que a AT decresceu continuamente, durante todo o período experimental, destacando portando a embalagem PEBD com a menor redução observada.

Analisando as médias dos dias de análise para cada embalagem, verificou-se que o controle apresentou a menor média, 0,95% de ácido cítrico, no 12º dia, sendo que tal fato, de acordo com Oliveira (2013), pode estar relacionado ao processo respiratório dos frutos, o que foi percebido em menor escala para os frutos embalados. Concordante com esse resultado, Ferreira et al. (2016) também observaram incremento na acidez titulável em lichias ‘Bengal’ durante o armazenamento. E Guimaraes (2012), verificou para o tratamento controle em lichia ‘Bengal’ a menor média (0,306% ácido cítrico) de acidez titulável.

Santos et al. (2011) verificaram que os frutos de mangas ‘Tommy Atkins’ embalados com filmes plásticos apresentaram-se mais ácidos, revelando um estágio de maturação menos avançado, contribuindo para a redução na velocidade no metabolismo dos ácidos orgânicos, durante o amadurecimento dos frutos.

**Tabela 8.** Variação média da acidez titulável (AT, % ácido cítrico) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	0,87 Ba	0,87 Da	0,87 Ca	0,87 Da	0,87 Ca
2	1,04 Ab	1,09 Ba	1,05 Ab	1,09 Ba	1,09 Aa
4	1,01 Aa	0,96 Cb	0,97 Bb	1,07 Ba	1,04 Aa
6	0,89 Bb	0,95 Ca	0,92 Cb	0,92 Cb	0,98 Ba
8	0,88 Bb	0,90 Db	0,90 Cb	0,83 Dc	1,07 Aa
10	1,06 Ab	1,15 Aa	1,05 Ab	1,14 Aa	1,08 Ab
12	1,05 Ac	1,16 Aa	1,01 Bc	1,09 Bb	0,95 Bd

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.5 Índice de maturação (SS/AT)

A relação SS/AT, ou índice de maturação, é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada dos teores de açúcares ou de acidez (PIZARRO, 2009; OLIVEIRA et al., 2017), que em geral tende a aumentar com a fase de maturação do fruto, devido a uma elevação dos teores de sólidos solúveis e redução na acidez titulável (DANTAS et al., 2016; BOLZAN, 2013), no entanto, no decorrer do armazenamento, não foi constatado contribuições relevantes para esse parâmetro.

Conforme apresentado na Tabela 1 (Anexo), a relação SS/AT foi influenciada significativamente pela interação tripla entre os fatores temperaturas, embalagens e os dias de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ). De acordo com a Tabela 9, avaliando as médias das embalagens para cada temperatura, observa-se diferença significativa entre as médias, em que o tratamento sem embalagem foi responsável por apresentar a menor relação desse parâmetro, média de 15,29 para a temperatura de 14°C, seguida da embalagem PVC+EPS e PEBD, com 15,38 e 15,53, respectivamente, para a temperatura de 10°C.

Analisando as médias das temperaturas para cada embalagem, nota-se que ao avaliar o controle as temperaturas de 10 e 14°C diferiram estatisticamente das demais analisadas. Entre

as temperaturas, a embalagem de PEBD foi responsável pelas menores médias, destacando a de 10 e 12°C, média de 15,53 e 15,85, respectivamente. Em contrapartida, a embalagem de PP apresentou as maiores médias, sobressaindo a temperatura de 14°C (17,93), o que segundo Hojo (2010) indica incremento na intensidade do sabor adocicado dos frutos, em consequência do amadurecimento dos mesmos.

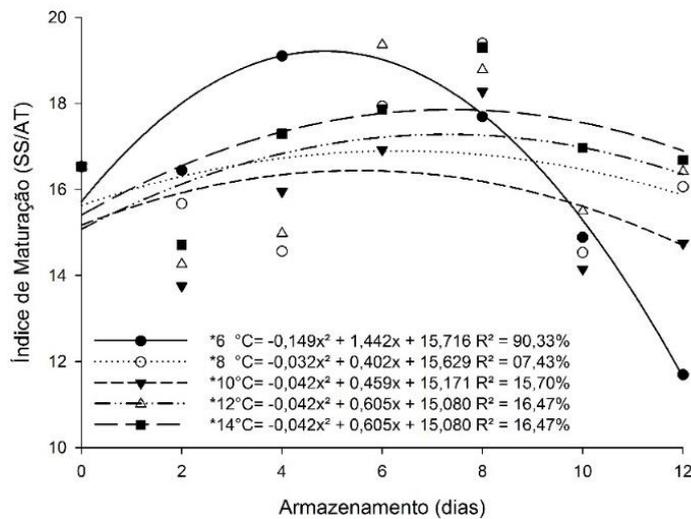
Este comportamento constatado demonstra que a velocidade de maturação dos frutos foi, provavelmente, afetada pelo aumento da temperatura, proporcionando alterações que indicam o início da senescência (BOLZAN, 2013). Por outro lado, segundo o mesmo autor, este aumento pode ter efeito benéfico, pois o incremento da relação pode proporcionar melhor qualidade sensorial e aceitabilidade dos frutos pelo consumidor.

Como demonstrado na Figura 7, em decorrência do incremento dos sólidos solúveis e redução na acidez (Figura 5 e 6), observou-se elevação deste parâmetro a partir do 2° dia até o 6° dia de armazenamento, para a temperatura de 6°C, reflexo do avanço do processo de maturação dos frutos (BAUCHROWITZ, 2018), sendo essa responsável pelas menores médias a partir do 10° dia em relação aos demais tratamentos, chegando a 11,69 no 12° dia. Entretanto, a temperatura de 10°C apresentou maior estabilidade e manutenção desse parâmetro durante o armazenamento, indicando que os frutos armazenados nesta condição demoraram mais para atingir a maturação comercial (SIQUEIRA et al., 2017). Segundo Brackmann et al. (2011a), esse comportamento se deve à menor degradação dos ácidos, no processo respiratório dos frutos durante a conservação pós-colheita.

**Tabela 9.** Variação média do índice de maturação (SS/AT) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	17,05 Aa	16,08 Bb	17,35 Aa	16,35 Bb	17,60 Aa
8 °C	15,84 Bb	16,61 Aa	15,80 Bb	16,44 Ba	17,24 Aa
10°C	16,10 Ba	15,53 Ba	16,19 Ba	15,38 Ca	15,62 Ba
12°C	17,46 Aa	15,85 Bb	16,57 Ba	15,85 Cb	17,01 Aa
14°C	17,93 Aa	16,66 Ab	17,84 Aa	17,52 Aa	15,29 Bc

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).



**Figura 7.** Índice de maturação (SS/AT) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com  $75\pm 5\%$  de UR, e dias de armazenamento.

De acordo com a Tabela 10, verifica-se o efeito significativo entre os tratamentos somente a partir do 4º dia, sendo que no 12º dia o tratamento controle foi responsável pela maior média (18,18), indicativo da concentração dos açúcares em decorrência da redução da acidez, consequência do amadurecimento dos frutos. Em contrapartida, a embalagem de PEBD se destaca por apresentar a menor média, ao final do armazenamento, chegando a 13,27, indicando possível atraso na maturação dos frutos e, conseqüentemente, maior estabilidade no armazenamento. Em cajá-manga, Vasconcelos et al. (2017) também observaram para a embalagem de PEBD as menores médias para esse parâmetro. E Oliveira (2013), estudando frutos de camu-camu, também observou decréscimo para o índice maturação durante o período de armazenamento, independente da embalagem e da temperatura de armazenamento.

**Tabela 10.** Variação média do índice de maturação (SS/AT) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e  $14\pm 1^\circ\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	16,53 Ba	16,53 Ba	16,53 Ba	16,53 Ca	16,53 Ba
2	15,64 Ba	14,77 Ca	15,34 Ca	14,30 Ea	14,80 Ca
4	16,00 Bb	17,20 Ba	16,85 Ba	15,32 Db	16,53 Ba
6	19,61 Aa	18,29 Ab	18,49 Ab	18,32 Bb	17,54 Ab
8	18,98 Ab	18,88 Ab	18,47 Ab	21,02 Aa	16,11 Bc
10	15,86 Ba	14,08 Cb	15,70 Ca	14,22 Eb	16,18 Ba
12	15,53 Bb	13,27 Dd	15,88 Cb	14,44 Ec	18,18 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise;  
Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem;

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

O quadro de análise variância, Tabela 1 (Anexo), mostra que houve interação tripla significativa ( $p \leq 0,05$ ) para ao potencial hidrogeniônico (pH). No entanto, foi observado interação relevante apenas entre os fatores embalagens x temperatura (Tabela 11) e temperatura x dias (Figura 8). Avaliando a variação média do pH em função dos fatores embalagens x temperatura (Tabela 11), verifica-se diferença significativa entre as embalagens, em que ao associar a embalagem PP com a temperatura de 6°C, constatou-se a menor média (4,11), o que para Oliveira et al. (2010), favorece a inibição e desenvolvimento de microrganismos responsável pela deterioração do alimento, ocasionando incremento no período de conservação.

Analisando as médias das temperaturas, para cada embalagem, nota-se que a embalagem PET não apresentou diferença significativa entre as temperaturas avaliadas, no entanto foi observado relação inversa entre o pH e a acidez titulável para o controle combinada com a temperatura de 14°C, apresentando a maior média (4,48), durante o experimento, diferenciando estatisticamente das demais temperaturas.

**Tabela 11.** Variação média do potencial hidrogeniônico (pH) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75 \pm 5\%$  de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	4,11 Bb	4,19 Ba	4,20 Aa	4,16 Cb	4,13 Db
8 °C	4,17 Aa	4,19 Ba	4,19 Aa	4,15 Ca	4,21 Ca
10°C	4,12 Bb	4,18 Ba	4,22 Aa	4,23 Ba	4,16 Db
12°C	4,15 Bb	4,18 Bb	4,24 Aa	4,27 Ba	4,29 Ba
14°C	4,21 Ac	4,25 Ac	4,25 Ac	4,33 Ab	4,48 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura;

Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem;

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

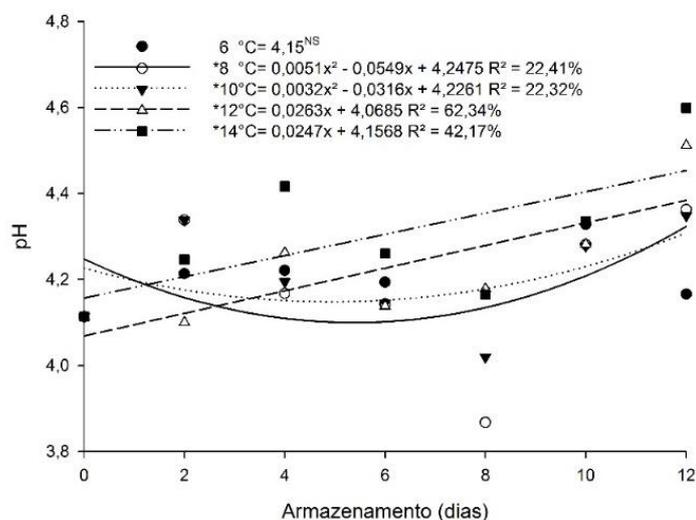
Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

Durante o armazenamento, Figura 8, esperava-se um decréscimo do pH para todos os tratamentos, uma vez que, tal diminuição pode estar associada ao acúmulo dos açúcares (SS) e de ácidos orgânicos durante o amadurecimento dos frutos (NASCIMENTO JUNIOR et al., 2008; SIQUEIRA et al., 2017; OLIVEIRA, 2013; OSHIRO, 2012), no entanto, esse

comportamento, foi observado apenas para as temperaturas de 8 e 10°C até o 6° dia, elevando-se, posteriormente, até o final do armazenamento, sendo responsáveis pelas menores médias, 4,36 e 4,35, no 12° dia, respectivamente. Em mangabas, Mariano-Nasser et al. (2016) também observaram incremento no pH ao final do armazenamento (15 dias).

Resultado esse concordante com Del Aguila (2009) que, trabalhando com frutos de lichia em baixa temperatura (5 e 10°C), observou maior estabilidade do pH, apresentando as menores médias ao final do 15° dia de armazenamento. De certo modo, a redução ou estabilidade do pH em frutas durante o armazenamento pode ser considerada benéfica, pois auxilia na conservação e aumento da vida de prateleira do produto. Para Alencar e Koblitz (2008), além de auxiliar na conservação, pode favorecer a estabilidade da vitamina C, e auxiliar na redução do escurecimento enzimático e da carga microbiana, comportamento esse observado para as menores temperaturas de refrigeração avaliadas.

Já as temperaturas de 12 e 14°C, apresentaram desde o início acréscimo linear durante o armazenamento, destacando a temperatura de 14°C com a maior média, 4,60, no 12° dia, indicando possível aumento da velocidade de maturação e, conseqüentemente, acelerando a senescência dos frutos. Corroborando com esse comportamento, Bolzan (2013) também verificou incremento no pH a medida em que se elevou a temperatura de armazenamento em frutos de physalis, destacando a temperatura de 14 e 18°C com as maiores médias. Independente da embalagem, Lima (2009) verificou elevação do pH em lichias armazenadas a 25°C, intensificando principalmente nos frutos armazenados sem embalagem, sendo esse tratamento responsável pela maior média durante os 6 dias de armazenamento.



**Figura 8.** Potencial hidrogeniônico (pH) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento.

## 4.1.7 Coloração

### 4.1.7.1 Luminosidade (L\*)

Entre uma série de transformações que ocorrem nos frutos durante o amadurecimento, a mudança de cor é a transformação mais visível (VILAS BOAS et al., 2012), uma vez que a cor se constitui em um dos principais atributos sensoriais dos alimentos (CORDEIRO et al., 2013). Nesse contexto e conforme verificado no experimento, a casca da pitomba é muito sensível ao escurecimento, devido, principalmente, a degradação da clorofila (SILVA et al., 2009a), ocasionado pela perda de água durante o período de armazenamento do fruto (FERREIRA et al., 2016; LIN et al., 2017). De acordo com a Tabela 1 (Anexo), referente a luminosidade, observou-se interação tripla significativa entre os fatores temperatura x embalagem x período de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ).

Na Tabela 12, pode-se observar que as embalagens combinadas com as temperaturas de 6, 8, 10 e 12°C não apresentaram diferença significativa, exceção apenas para a temperatura de 14°C, por evidenciar maior escurecimento de casca nos frutos acondicionados sem embalagem (controle), seguida da embalagem de PVC+EPS, as quais não diferiram significativamente entre si. Comportamento esse também observado na Tabela 1, comprometendo o aspecto visual e sua aceitação comercial durante o armazenamento. Concordante com esse resultado, Ferreira et al. (2016) e Lima (2009) também relataram em lichias que, quando armazenadas sob o efeito de altas temperaturas sem embalagem, os frutos apresentaram maior escurecimento de casca.

Ao avaliar as temperaturas para cada embalagem observa-se que, de maneira geral, com o aumento da temperatura houve elevação da luminosidade, destacando a temperatura de 14°C combinada com a embalagem de PP e PET, responsáveis pelo maior brilho, com média de 49,67 e 49,55, respectivamente, diferindo estatisticamente das demais temperaturas. Del Aguila (2009) verificou, em frutos de lichia ‘Bengal’ refrigeradas, que a embalagem PET apresentou o menor escurecimento de casca. Também em lichias ‘Bengal’, Ferreira et al. (2016) verificaram efeito positivo da embalagem PET, responsável pelo maior brilho e conseqüentemente menor escurecimento. Para essas mesmas embalagens, Miguel et al. (2007) observaram o incremento da luminosidade (L\*) em tomates ‘Débora’, refrigerado a 5°C.

Ao analisar a Figura 9, evidencia-se decréscimo a partir do 2º dia nos valores da luminosidade para todos os tratamentos, sendo que após o 3º dia a temperatura de 10°C indicou maior escurecimento de casca, mantendo esse comportamento até o final do armazenamento. Kaushik et al. (2013) e Rodrigues (2005) explicam que essa redução pode estar associada ao

aumento nas atividades das enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO) e, também, ao crescimento de microrganismos. Em amora-preta, Palharini et al. (2015) também observaram para a temperatura de 10°C menores valores de L\* durante o armazenamento (15 dias), com alteração da coloração em decorrência do amadurecimento dos frutos.

Nas condições desse experimento, decréscimos menos expressivos foram observados para as temperaturas de 14 e 6°C, média de 41,81 e 38,95, respectivamente, ao final do 12° dia de armazenamento, sendo que, essas temperaturas proporcionaram, de certa forma, manutenção da luminosidade das pitombas. Avaliando lichias e maracujá silvestre armazenados em baixas e altas temperaturas, Hajare et al. (2010) e Rinaldi et al. (2017) verificaram para a temperatura de 4 e 15°C, efeito positivo e menos expressivo no escurecimento.

Como demonstra a Tabela 13, observa-se que, durante o armazenamento e até o final do 12° dia, ocorreu decréscimo nesse parâmetro para todas embalagens, destacando o tratamento controle (sem embalagem) com o menor escurecimento. Apesar do tratamento controle ser responsável pela maior luminosidade dentre as embalagens, visualmente, e de acordo com a Figura 15, o tratamento não foi responsável pela manutenção adequada da coloração durante o experimento.

Em frutos de lichia ‘Bengal’ refrigeradas, Del Aguila (2009) constatou que, quando acondicionados sem embalagens, os frutos apresentaram maior escurecimento de casca durante o armazenamento. Ao armazenarem frutos de lichia em temperatura refrigerada, por 24 dias, Hojo et al. (2011a) também observaram redução significativa da luminosidade para o tratamento controle (sem embalagem). Aumento da luminosidade (L\*) foram observados por Onias et al. (2018) em goiabas ‘Paluma’, os quais verificaram acréscimo nesse parâmetro durante 12 dias de armazenamento, independente do tratamento e temperatura avaliada, comportamento esse contrário do observado nesse experimento.

**Tabela 12.** Variação média da luminosidade (L\*) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

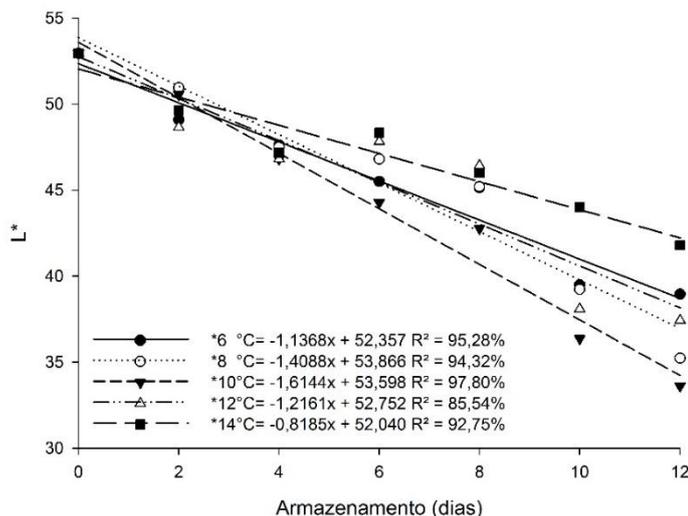
Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	44,84 Ca	45,83 Ba	46,56 Ba	45,61 Aa	44,84 Aa
8 °C	45,82 Ba	45,29 Ba	45,90 Ba	45,09 Aa	44,96 Aa
10°C	43,90 Ca	43,82 Ba	43,95 Ca	43,00 Ba	44,88 Aa
12°C	46,33 Ba	45,01 Ba	46,32 Ba	44,66 Aa	45,83 Aa
14°C	49,67 Aa	47,42 Ab	49,55 Aa	45,16 Ac	43,84 Ac

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura;

Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem;

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).



**Figura 9.** Luminosidade ( $L^*$ ) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com  $75 \pm 5\%$  de UR, e dias de armazenamento.

**Tabela 13.** Variação média da luminosidade ( $L^*$ ) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e  $14 \pm 1^\circ\text{C}$  com  $75 \pm 5\%$  de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	52,95 Aa	52,95 Aa	52,95 Aa	52,95 Aa	52,95 Aa
2	49,87 Ba	50,53 Ba	52,09 Aa	50,83 Ba	45,59 Bb
4	49,26 Ba	49,53 Ba	48,48 Ba	47,36 Ca	42,51 Cb
6	47,26 Ca	46,52 Cb	48,95 Ba	45,75 Db	43,78 Bc
8	46,28 Ca	46,14 Ca	45,01 Ca	44,51 Da	43,61 Ba
10	39,98 Db	36,28 Dc	39,20 Db	37,95 Ec	43,78 Ba
12	36,69 Ec	36,37 Dc	38,53 Db	33,58 Fd	41,88 Ca

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.7.2 °Hue

Como observado, o °hue não foi influenciado significativamente ( $p \leq 0,05$ ) pela interação tripla entre os fatores temperatura, embalagem e dias de armazenamento, sendo evidenciado significância apenas para os fatores duplos, embalagem x temperatura e embalagem x tempo de armazenamento (Tabela 14 e 15). A coloração dos frutos pode ser

interpretada a partir dos dados do  $^{\circ}hue$ , o qual expressa a cor propriamente dita do fruto (MORENO et al., 2016), em que, o ângulo  $0^{\circ}$  representa o vermelho,  $90^{\circ}$  o amarelo,  $180^{\circ}$  o verde e  $270^{\circ}$  o azul (BRACKMANN et al., 2011b). Diante desse contexto, a pitomba apresentou coloração tendendo para o amarelo alaranjado, variando de  $84,12$  a  $66,43^{\circ}$ .

Para a Tabela 14, verifica-se diferença significativa apenas para as embalagens de PVC+EPS e S/E (controle) armazenadas nas temperaturas de 6, 8 e  $10^{\circ}C$ , responsáveis pelas menores médias desse parâmetro. De uma forma geral, a manutenção do  $^{\circ}hue$  se deu para os frutos acondicionados nas embalagens de PP, PEBD e PET mantidos em baixas temperaturas (6, 8 e  $10^{\circ}C$ ). Esse resultado é concordante com Moreno et al. (2016) ao verificarem que baixas temperaturas ( $4^{\circ}C$ ) combinadas com embalagens plásticas proporcionaram manutenção do  $^{\circ}hue$  em pêssegos ‘Maciel’. Da mesma forma, ao avaliar as médias das temperaturas para cada embalagem isoladamente, nota-se que somente o controle (sem embalagem) evidenciou diferença significativa, em que as temperaturas de 12 e  $14^{\circ}C$  diferiram das demais, sendo as maiores médias desse tratamento.

Analisando a Tabela 15, observa-se decréscimo do início até o 12<sup>o</sup> dia no  $^{\circ}hue$ , para todos os tratamentos, fato devido, possivelmente, a alteração e degradação dos carotenoides (VILAS BOAS et al., 2012), indicando modificação da cor amarelo da pitomba para uma tonalidade amarelo-alaranjada. Nesse mesmo contexto, Infante et al. (2011) e Gonçalves et al. (2010) afirmam que com o amadurecimento dos frutos é comum que ocorra diminuição do  $^{\circ}hue$ , o que, segundo Cao et al. (2016), está relacionado ao processo de maturação dos frutos, comportamento esse observado durante o armazenamento.

Ao final do armazenamento, em comparação com as demais embalagens, o PET foi responsável pela menor variação e conseqüentemente maior estabilidade na modificação da cor, semelhante significativamente ao PP, apresentando média variando de  $84,12^{\circ}$  (1<sup>o</sup> dia) a  $70,09^{\circ}$  (12<sup>o</sup> dia). Comportamento esse também confirmado na Tabela 1, em que, a mesma embalagem armazenada a  $25\pm 2^{\circ}C$ , apresentou a maior média desse parâmetro, porém com menor período de conservação. Esse efeito positivo, pode ser associado ao equilíbrio entre os gases  $CO_2$  e  $O_2$  no interior desta embalagem (MANTILLA et al., 2010), funcionando como uma barreira para a movimentação do vapor da água, garantindo desta maneira, a manutenção da umidade relativa, impedindo um aumento no déficit de pressão de vapor (SANCHES et al., 2015; SILVA et al., 2009a), resultando em maior manutenção desse parâmetro.

Redução do  $^{\circ}hue$ , durante o armazenamento, foi observada também por Leite et al. (2015) e Bauchrowitz (2018) em morangos e ameixas, por 12 dias. Em goiaba ‘Paluma’

refrigeradas e revestidas com *Spirulina platensis*, Onias et al. (2018) evidenciaram, ao final do 12º dia, que os revestimentos foram mais eficientes na conservação dos frutos quando comparado com o tratamento controle (em embalagem). Em frutos de camu-camu refrigerados sem embalagem, Oliveira (2013) verificou incremento do °hue durante o armazenamento, por 15 dias, respectivamente, comportamento esse não verificado nesse experimento.

**Tabela 14.** Variação média do °hue em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	74,74 Aa	75,51 Aa	77,12 Aa	72,17 Ab	65,21 Bc
8 °C	75,34 Aa	76,47 Aa	78,34 Aa	72,20 Ab	66,17 Bc
10°C	75,20 Aa	77,04 Aa	76,48 Aa	73,55 Ab	68,08 Bc
12°C	73,86 Aa	75,67 Aa	75,44 Aa	74,61 Aa	71,85 Aa
14°C	73,48 Aa	75,17 Aa	75,05 Aa	74,82 Aa	74,24 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

**Tabela 15.** Variação média do °hue em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	84,12 Aa	84,12 Aa	84,12 Aa	84,12 Aa	84,12 Aa
2	74,36 Bb	77,63 Ba	76,56 Ba	77,07 Ba	72,72 Bb
4	74,16 Ba	77,29 Ba	77,11 Ba	74,10 Ba	66,57 Cb
6	74,22 Bb	79,62 Ba	76,45 Bb	75,06 Bb	68,14 Cc
8	73,10 Bb	74,68 Ca	77,62 Ba	70,77 Cb	65,28 Cc
10	71,19 Ca	69,67 Db	73,43 Ca	68,92 Cb	65,68 Cb
12	67,72 Ca	68,79 Da	70,09 Ca	64,25 Db	61,28 Db

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.7.3 Cromo

O cromo representa a intensidade da pigmentação da cor predominante do produto (MIGUEL, 2008), portanto quanto maior o valor, mais intensa será a cor (VILAS BOAS et al., 2012; GONÇALVES et al., 2011). Sendo assim, de forma geral, a pitomba *in natura* apresentou

cores menos intensa, indicando perda da intensidade da cor, devido, possivelmente, a degradação de pigmentos carotenoides (GONÇALVES et al., 2010), os quais diminuiram ao longo do armazenamento. De acordo com a Tabela 1 (Anexo), observa-se a ocorrência da interação tripla significativa entre os fatores temperatura x embalagem x período de armazenamento (Tabela 16, Figura 10 e Tabela 17).

Para a Tabela 16, verificou-se a interação entre os fatores embalagem x temperatura. Analisando as médias das embalagens para cada temperatura, nota-se que as embalagens PP, PEBD e PET não diferiram entre si, demonstrando os maiores valores significativos de croma nas temperaturas mais elevadas de armazenamento. No caso das médias das temperaturas dentro de cada embalagem, observa-se que a temperatura de 14°C combinada com a embalagem PET e controle, foram responsáveis por apresentar a maior (23,65) e a menor (16,89) média desse parâmetro, respectivamente, diferindo estaticamente das demais temperaturas. Onias et al. (2018) verificaram que as goiabas ‘Paluma’ do tratamento controle apresentaram valores mais elevados, indicando amadurecimento precoce, em ambos os armazenamentos (10 e 24°C).

Como demonstrado na Figura 10, observa-se decréscimo do croma a partir do início para todos os tratamentos, destacando a temperatura de 10°C, do 3º até o 12º dia, com a menor média (13,75), estando de acordo com Oliveira (2013) ao relatar que quanto menor a média do croma, mais opacos são os frutos. A diminuição nos valores da luminosidade e do croma observados nas Figuras 9 e 10, durante o armazenamento refrigerado a 10°C, indica que a coloração da casca dos frutos tornara-se mais escurecido, indicativo de injúria ocasionada por frio (PINHEIRO, 2009; HOJO, 2010).

A intensidade da cor é um fator importante, tendo-se em vista que a coloração é um dos atributos de qualidade de grande relevância para o consumidor, no entanto, cores mais vividas foram observadas para as temperaturas de 14 e 6°C, com médias de 18,43 e 18,15, respectivamente. Rinaldi et al. (2017) e Soethe et al. (2016) observaram maior intensidade de cor em maracujá e amoras ‘Guarani’, durante 21 e 5 dias de armazenamento a temperaturas mais baixas (6 e 4°C), do que naqueles armazenados a temperaturas mais elevadas.

De acordo com a Tabela 17, verifica-se que, até o 8º dia, os frutos acondicionados nas embalagens plásticas, apresentaram decaimento menos expressivo. Já o controle, apresentou queda desse parâmetro a partir do 2º dia de armazenamento, acentuando, principalmente, do 10º ao 12º dia. Concordante com o resultado desse experimento, Hojo et al. (2011b) verificaram que as embalagens plásticas proporcionaram proteção inicial aos frutos de lichia, que se agravou

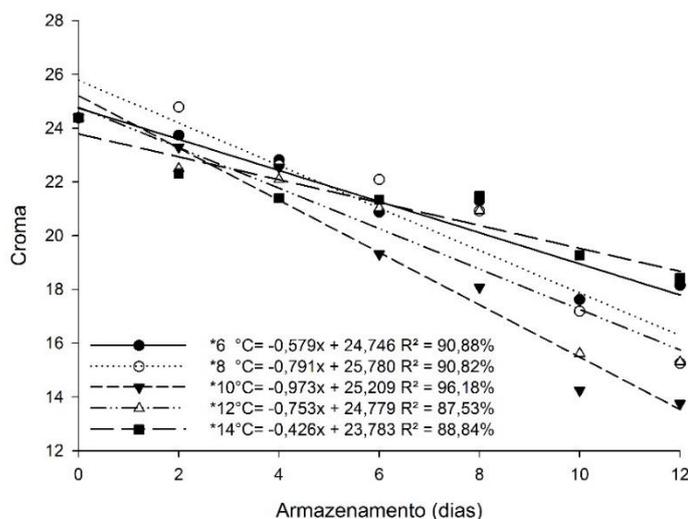
a partir de 8° ao 12° dia de armazenamento, com o aparecimento de manchas escuras, comportamento esse também observado.

Nesse contexto, verifica-se que a embalagem PET proporcionou no 12° dia a maior média, 16,92, diferindo significativamente das demais embalagens, principalmente da PVC+EPS que obteve a menor (13,60) ao final do armazenamento. Corroborando com esse resultado, Ferreira et al. (2016) e Vasconcelos (2015) observaram efeito positivo da embalagem PET em frutos de lichia ‘Bengal’ e cajá-manga, respectivamente, sendo essa responsável pelas maiores médias, apresentando ao final do armazenamento cores mais atrativas.

**Tabela 16.** Variação média do croma em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	21,17 Ba	21,71 Ba	21,78 Ba	21,42 Aa	20,27 Ab
8 °C	21,23 Ba	21,29 Ba	21,59 Ba	20,58 Aa	20,47 Aa
10°C	19,47 Ca	19,70 Ca	20,19 Ca	18,21 Bb	19,27 Ba
12°C	21,54 Ba	20,62 Ca	21,06 Ba	19,34 Bb	18,74 Bb
14°C	22,72 Aa	22,62 Aa	23,65 Aa	20,27 Ab	16,89 Cc

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).



**Figura 10.** Croma de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento.

**Tabela 17.** Variação média do croma em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	24,38 Aa	24,38 Aa	24,38 Aa	24,38 Aa	24,38 Aa
2	23,99 Aa	24,61 Aa	24,52 Aa	23,68 Aa	19,83 Bb
4	23,52 Aa	23,98 Aa	23,16 Ba	22,40 Ba	18,41 Cb
6	21,85 Bb	21,62 Bb	23,35 Ba	20,32 Cc	17,50 Cd
8	21,77 Ba	22,02 Ba	21,09 Ca	20,17 Cb	17,64 Cc
10	17,25 Ca	15,70 Cb	18,15 Da	15,21 Db	17,61 Ca
12	15,82 Db	16,01 Cb	16,92 Da	13,60 Ec	16,04 Db

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.8 Vitamina C (ácido ascórbico)

Verificou-se para a vitamina C, avaliada pelo método de titulação oxidativa, interação tripla significativa entre os fatores temperatura x embalagem x período de armazenamento, Tabela 1 (Anexo). Na Tabela 18 foi verificado evolução do ácido ascórbico nos tratamentos refrigerados durante o armazenamento, em que, entre as embalagens, não foi observado diferença significativa para as temperaturas de 8, 12 e 14°C, sendo as embalagens de PEBD e PVC+EPS responsáveis pelas maiores médias, 1,08 mg 100 mL<sup>-1</sup>, quando armazenada na temperatura de 10°C, diferindo das demais embalagens. Em contrapartida, a embalagem PP apresentou a menor média (0,76 mg 100 mL<sup>-1</sup>) quando armazenada na temperatura de 6°C.

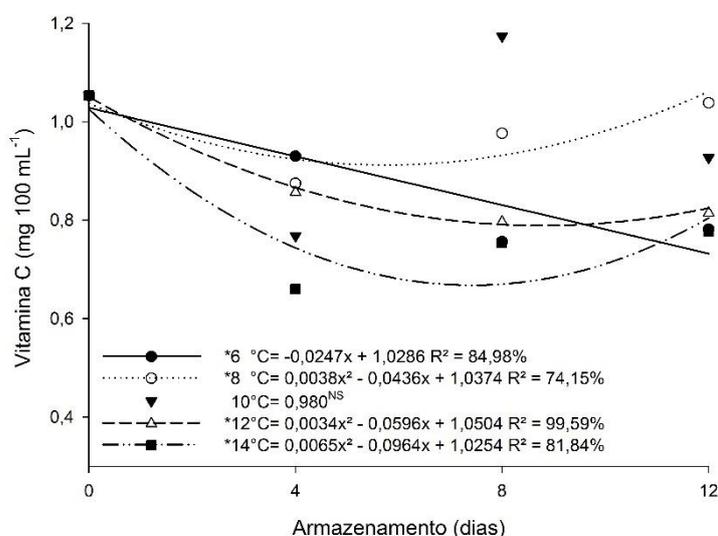
Observando as médias das temperaturas dentro de cada embalagem, verifica-se, de maneira geral, que os frutos armazenados nas temperaturas de 12 e 14°C apresentaram as menores médias desse parâmetro, principalmente quando combinadas com a embalagem controle (S/E), 0,80 e 0,79 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente, a quais não apresentaram diferença significativa entre si, mas diferiram das demais temperaturas. Médias baixas durante o armazenamento podem ser resultado de que os ácidos orgânicos, dentre os quais o ascórbico, são consumidos em reações oxidativas durante a maturação e a senescência dos frutos (VIEITES et al., 2011; HOJO, 2010). Discordando desse resultado, Silva et al. (2009a) e Oliveira et al. (2014) encontraram teores mais elevados de vitamina C nos frutos de atemóia e camu-camu, respectivamente, acondicionados sem embalagem, justificada pela maior perda de água, resultando em maior concentração desta vitamina.

Como demonstrado na Figura 11, os teores de vitamina C decaíram com maior intensidade nos frutos armazenados nas temperaturas mais elevadas, com exceção para o tratamento submetido a temperatura 8°C, em que apresentou aumento a partir do 4° até o 12° dia de armazenamento, portanto responsável pela maior média quando comparado com os demais. Para Agostini et al. (2009) esse comportamento se justifica provavelmente porque a refrigeração inibiu as reações oxidativas e retardou os processos fisiológicos. Assim como nesse experimento, Kohatsu et al. (2011) também notaram, ao final do 12° dia, que a temperatura de 8°C foi responsável pela maior média desse parâmetro em frutos de cajá-manga.

**Tabela 18.** Variação média da vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com  $75 \pm 5\%$  de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	0,76 Cb	0,89 Ca	0,87 Ba	0,96 Ba	0,92 Aa
8 °C	1,05 Aa	0,96 Ba	1,01 Aa	0,92 Ba	0,98 Aa
10°C	0,92 Bb	1,08 Aa	0,91 Bb	1,08 Aa	0,91 Ab
12°C	0,86 Ca	0,84 Ca	0,91 Ba	0,96 Ba	0,80 Ba
14°C	0,82 Ca	0,84 Ca	0,81 Ba	0,84 Ca	0,79 Ba

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).



**Figura 11.** Vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com  $75 \pm 5\%$  de UR, e dias de armazenamento.

Na Tabela 19, verifica-se que até o 4º dia as embalagens não apresentaram diferença significativa entre si, entretanto no 8º dia somente a embalagem de PP foi responsável pela menor média, 0,75 mg 100 mL<sup>-1</sup>, diferindo das demais embalagens. Para o 12º dia, observou que a PET e o controle diferiram significativamente das demais embalagens, sendo essas também responsáveis pelas menores médias nesse dia de análise, 0,84 e 0,79 mg 100 mL<sup>-1</sup>, respectivamente, não diferindo entre si. Decréscimo esse, que pode estar associado ao avanço do processo de amadurecimento, podendo ser considerada um indicador de perda de qualidade dos frutos. De acordo com Silva et al. (2009a), a determinação da vitamina C é importante, pois sua presença no alimento indica que os demais nutrientes também estão sendo conservados.

Avaliando os dias para cada embalagem, constata-se decréscimo nesse parâmetro até o 4º dia, com posterior manutenção dos teores baixos para a maior parte dos polímeros analisados, destacando a embalagem de PEBD como responsável pela maior média, 0,94 mg 100 mL<sup>-1</sup>, no 12º dia. Grigio et al. (2011) notaram decréscimo contínuo em goiabas ‘Paluma’, durante todo o período experimental, 30 dias, destacando a embalagem de PEBD com o menor decréscimo, semelhante ao observado nesse experimento.

De acordo com Brackmann et al. (2011a), o decaimento observado na vitamina C está diretamente relacionado a temperatura e, o que acelera sua perda por ser sensível aos agentes físico-químicos, como luz, oxigênio e calor. Além disso, os ácidos orgânicos estariam servindo como fonte de energia para as transformações metabólicas ocorridas nos tecidos vegetais (GRIGIO et al., 2011), levando-os a degradação.

Em lichia ‘Bengal’ e morangos, Andrade Júnior et al. (2016), Ferreira et al. (2016) e Brackmann et al. (2011a) também observam redução nos teores de vitamina C durante 12, 10 e 9 dias de armazenamento, respectivamente. Discordando do observado nesse experimento, Santos et al. (2011) e Oshiro et al. (2012) observaram em mangas ‘Tommy Atkins’ e em goiabas ‘Pedro Sato’ refrigerada, respectivamente, que a embalagem de polietileno + sachê e PVC demonstraram ser as mais eficientes na manutenção da vitamina C, por 28 dias.

**Tabela 19.** Variação média da vitamina C (mg 100 mL<sup>-1</sup>) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	1,05 Aa	1,05 Aa	1,05 Aa	1,05 Aa	1,05 Aa
4	0,85 Ba	0,81 Ca	0,79 Ca	0,85 Ba	0,80 Ca
8	0,75 Cb	0,89 Ba	0,92 Ba	0,99 Aa	0,92 Ba
12	0,87 Ba	0,94 Ba	0,84 Cb	0,90 Ba	0,79 Cb

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise;

Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.9 Atividade antioxidante (DPPH)

De acordo com a Tabela 1 (Anexo), referente a atividade antioxidante avaliada pela captura do radical livre DPPH, constatou-se a ocorrência da interação tripla significativa entre os fatores temperatura x embalagem e dias de armazenamento. A atividade antioxidante é representada pela capacidade de retardar a velocidade de reações oxidativas, tais como a inibição dos radicais livres, toda via, Santos et al. (2013) mencionam que, baixo valor de  $EC_{50}$  apresenta alto potencial em sequestrar radicais livres na amostra, comportamento esse referido nas Tabelas 20, 21 e Figura 12.

Analisando a Tabela 20, evidencia-se que, de maneira geral, as menores temperaturas (6 e 8°C) foram responsáveis por apresentar as maiores médias desse parâmetro, acentuando-se para a embalagem controle, combinada com a temperatura de 6°C, com média de 9002,94  $EC_{50} \text{ g g}^{-1}$  DPPH, diferindo estatisticamente das demais embalagens. Entretanto, os menores valores para esse parâmetro, ou seja, maior atividade antioxidante, foram observados nas temperaturas mais elevadas (12 e 14°C), salientando principalmente a temperatura de 14°C combinada com as embalagens de PET e PVC+EPS (2405,07 e 2695,35  $EC_{50} \text{ g g}^{-1}$  DPPH, respectivamente). Da mesma forma, Celant (2013) verificou que a embalagem de polietileno tereftalato (PET) associada ao armazenamento refrigerado foi importante para a elevação da atividade antioxidante dos frutos de amora-preta ‘Tupy’.

Contudo, conforme a Tabela 1, na temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) as pitombas acondicionadas nas embalagens PET e PVC+EPS também proporcionaram aos frutos maior capacidade para reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH, responsáveis pelas menores médias, 2597,00 e 3246,00  $EC_{50} \text{ g g}^{-1}$  DPPH, respectivamente, e por promover maior manutenção desse parâmetro. Lima (2011) ao estudar a mangaba, averiguou que, independente da embalagem e temperatura utilizada (PET e PVC; 0, 6, 12 e 14°C), os frutos apresentaram tendência de redução na atividade antioxidante durante o armazenamento, por 20 dias.

No decorrer do armazenamento, como mostra a Figura 12, as pitombas armazenadas nas temperaturas de 6°C apresentaram baixo incremento linear, enquanto o comportamento quadrático foi observado para a temperatura de 8 e 14°C, com decaimento até o 4° e 8° dia, com posterior elevação e manutenção até o 12° dia, respectivamente. Nesse aspecto, resalta-

se a temperatura de 14°C por promover os maiores teores de fenólicos (Figura 13) e elevado poder antioxidante, com média de 3391,32 EC<sub>50</sub> g g<sup>-1</sup> DPPH.

Soethe et al. (2016) observaram que, em baixa temperatura, as amoras apresentaram maior capacidade para reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH. Vieites et al. (2011) estudando a jabuticaba por 30 dias, observaram que as temperaturas de 0, 3 e 6°C apresentaram menores atividades antioxidantes, quando comparadas com temperaturas mais elevadas, comportamento esse semelhante do observado nesse experimento.

**Tabela 20.** Variação média da atividade antioxidante (EC<sub>50</sub> g g<sup>-1</sup> DPPH) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

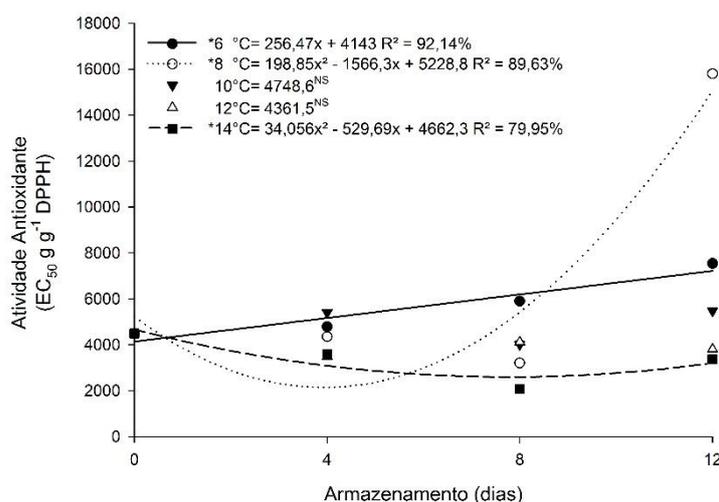
Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	4647,24 Bb	5132,74 Bb	4741,20 Bb	4884,90 Ab	9002,94 Aa
8 °C	8659,24 Aa	7912,69 Aa	8224,78 Aa	4528,78 Ac	5508,59 Cb
10°C	3825,59 Cd	5350,87 Bb	4728,56 Bc	4053,47 Ad	6287,85 Ba
12°C	3763,51 Ca	4485,92 Ca	4538,92 Ba	2986,03 Bb	4095,86 Da
14°C	4361,59 Ba	3767,97 Ca	2405,07 Cb	2695,35 Bb	3726,60 Da

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura;

Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem;

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E)



**Figura 12.** Atividade antioxidante (EC<sub>50</sub> g g<sup>-1</sup> DPPH) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento.

Para a Tabela 21, verifica-se incremento nesse parâmetro durante o armazenamento, para todos os tratamentos, ressaltando as embalagens de PP, PEBD e S/E (controle), no 12° dia,

com as maiores médias em comparação com o 1º dia de análise, as quais não apresentaram diferença significativa entre si. A embalagem de PVC+EPS apresentou durante os 12 dias as menores médias, evidenciando no 8º dia o menor valor, média de 2277,45 EC<sub>50</sub> g g<sup>-1</sup> DPPH, em comparação aos demais polímeros. Apesar de não possuir boa barreira a gases como o oxigênio (O<sub>2</sub>), a embalagem de PVC contribuiu significativamente para redução da atividade enzimática durante o armazenamento, por dificultar, segundo Oliveira et al. (2008) o contato do sítio ativo da enzima com o oxigênio, demonstrando que esse plástico pode exercer um efeito complementar na inibição do escurecimento enzimático da pitomba. Ratile et al. (2013) não verificaram efeito positivo para a embalagem de PVC, quanto a atividade antioxidante, durante o armazenamento de frutos de maracujá-amarelo, por 40 dias.

Em pimentas dedo-de-moça ‘BRS Mari’, abacate ‘Hass’ e caqui avaliados pela captura do radical livre DPPH, Soethe et al. (2017b), Tremocoldi et al. (2014) e Mendonça et al. (2015), respectivamente, também observaram incremento da atividade antioxidante durante o armazenamento. Rodríguez et al. (2010) trabalhando com amora, maracujá, goiaba e mamão, observaram que a capacidade antioxidante aumentou durante o amadurecimento dos frutos, apresentando baixo potencial em sequestrar radicais livres, comportamento esse também observado nesse experimento.

**Tabela 21.** Variação média da atividade antioxidante (EC<sub>50</sub> g g<sup>-1</sup> DPPH) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	4490,30 Ba	4490,30 Ba	4490,30 Ba	4490,30 Ba	4490,30 Ca
4	4672,18 Bb	4201,43 Bc	4062,31 Bc	3299,64 Cd	5214,19 Ba
8	3218,34 Cb	4629,15 Ba	4298,96 Ba	2277,45 Dc	4907,38 Ca
12	7824,90 Aa	7999,27 Aa	6859,26 Ab	5451,43 Ac	8085,60 Aa

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.10 Compostos fenólicos (CF)

Analisando as Tabelas 22 e 23 e Figura 13, referente aos compostos fenólicos, pode-se observar interação tripla significativa entre os fatores embalagem x temperatura x período de armazenamento, Tabela 1 (Anexo). Na Tabela 22, constatou-se valor médio de 124,62 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, superior a 105,84 e 80,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup> encontrados por Neri-numa et al (2014)

e Fraga (2018), em polpa de pitomba. Devido as propriedades de óxido-redução, em grande quantidade podem desempenhar um importante papel na absorção e na neutralização de radicais livres (SHARMA e SINGH, 2013), os quais estão associados à redução do risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (HAIDA et al., 2014; ABOUL-ENEIN et al., 2013).

Para as médias das embalagens dentro de cada temperatura, verificou no armazenamento à 6°C que não ocorreu diferença significativa entre os acondicionamento, e que, à medida que se elevou a temperatura, os teores dos compostos fenólicos foram aumentando gradualmente, com ênfase a embalagem de PP combinada com a temperatura de 14°C, responsável pela maior média, 181,03 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>. Edusei e Ofosu-Anim (2013), trabalhando com pimentas verdes acondicionados na embalagem de PP, também notaram incrementos dos compostos fenólicos com o aumento da temperatura.

Nas medias das temperaturas dentro de cada embalagem, nota-se que a temperatura de 8°C combinada com a embalagem de PEBD apresentou o menor teor de compostos fenólicos, média de 97,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, não apresentando diferença significativa entre as temperaturas avaliadas para a mesma embalagem. Em jabuticabas armazenadas sob diferentes temperaturas, Vieites et al. (2011) observaram que a temperatura de 0°C combinada com a embalagem de poliestireno expandido (EPS), revestidas por filme plástico de polietileno de baixa densidade (PEBD) apresentaram o menor teor de compostos fenólicos.

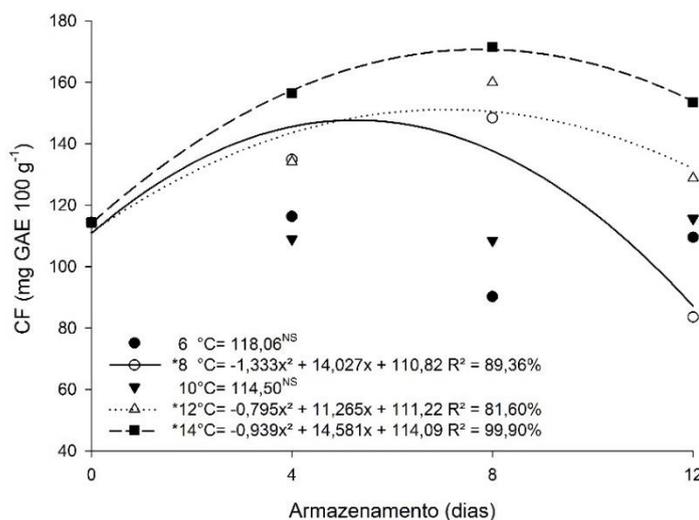
Com base na Figura 13, evidencia-se acréscimo nesse parâmetro até o 8° dia para as temperaturas de 12 e 14°C, com posterior decaimento até o 12° dia, destacando as pitombas armazenadas na temperatura de 14°C por apresentarem os maiores teores no decorrer do experimento, com média de 114,63 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, para o 1° dia, seguido de 171,51 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, para o 8° dia, e 153, 55 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, no final do armazenamento. Para Daiuto et al. (2010) e Antunes et al. (2006), esse aumento, durante o armazenamento, pode estar associado à perda de massa dos frutos, concentrando essas substancias.

A redução observada nos (CF), de acordo com Yang et al. (2011), pode ter ocorrido em consequência de sua oxidação, o que reduziu sua concentração nos frutos. Soethe et al. (2016) e Kivi et al. (2014) notaram, em amoras ‘Guarani’ e framboesa, respectivamente, que, com o incremento da temperatura, ocorreu aumento nos teores dos compostos fenólicos durante o armazenamento. Em frutos de abacate ‘Fuerte’, Vieites et al. (2012) verificaram elevação dos compostos fenólicos até o 9° dia, para a temperatura ambiente e refrigerada, destacando a temperatura ambiente (24°C), por apresentar a maior média desse parâmetro.

**Tabela 22.** Variação média dos Compostos fenólicos (CF, mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) em pitombas armazenadas ao longo de 12 dias, em função das diferentes embalagens e temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR.

Temperatura	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
6 °C	110,42 Ca	110,62 Aa	109,41 Ba	104,19 Ca	103,51 Ca
8 °C	122,14 Ca	97,00 Ab	108,97 Bb	131,89 Ba	141,59 Ba
10°C	117,57 Ca	103,46 Ab	114,80 Ba	124,62 Ba	98,85 Cb
12°C	148,50 Bb	118,81 Ac	124,66 Bc	163,84 Aa	115,66 Cc
14°C	181,03 Aa	109,97 Ac	155,63 Ab	150,55 Ab	147,75 Ab

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada temperatura; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias das temperaturas para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).



**Figura 13.** Compostos fenólicos (CF, mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) de pitombas acondicionadas em diferentes embalagens (PP, PEBD, PET, PVC+EPS e S/E), em função das diferentes temperaturas de refrigeração, com 75±5% de UR, e dias de armazenamento.

Na Tabela 23, a respeito das médias das embalagens dentro de cada dia, constatou diferença significativa a partir do 4º dia entre as embalagens, destacando a embalagem de PVC+EPS no 8º dia pela maior média, 171,61 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, quando comparada com as demais embalagens. Nas médias dos dias dentro de cada embalagem, observa que, de maneira geral e semelhante ao comportamento relatado na Figura 13, houve incremento nos compostos fenólicos durante o armazenamento, com elevação seguido de queda, exceção somente da embalagem PET a qual se mostrou crescente do 1º até o 12º dia, apresentando a maior média significativa de 134,46 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>. Em temperatura ambiente (25±2°C) a embalagem PET também se destacou com a maior média, 150,86 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>, ao final do 8º dia (Tabela 1).

Esses resultados apontam quantidades de compostos fenólicos superiores as frutas normalmente conhecidas pelo seu poder funcional, como kiwi (98,41 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), nectarina (28,78 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), manga (34,71 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), morango (107,30 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) (MACHADO et al., 2013), cajá (72,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>), caju (118,00 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) (RUFINO et al., 2010) e mamão (88,10 mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) (OLIVEIRA et al., 2011), o que segundo Silva (2017) torna interessante seu consumo, especialmente na forma *in natura*, já que preserva seu potencial antioxidante, por meio da inibição dos radicais livres.

Tremocoldi et al. (2014) evidenciaram em frutos de abacate ‘Hass’, tendência de aumento dos teores de compostos fenólicos até os 12 dias de armazenamento. Em pimentas dedo-de-moça ‘BRS Mari’ e seriguelas refrigeradas, Soethe et al. (2017a) e Kohatsu et al. (2016) observaram redução dos compostos fenólicos durante 15 e 9 dias de armazenamento, respectivamente. Almeida et al. (2018) também notaram redução dos compostos fenólicos com a maturação dos frutos de jaboticabas, demonstrando que a maturação é um fator determinante na concentração dos fenólicos presentes nos frutos, discordando assim dos resultados obtidos neste estudo.

**Tabela 23.** Variação média dos compostos fenólicos (CF, mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) em pitombas armazenadas a 6, 8, 10, 12 e 14±1°C com 75±5% de UR, em função das diferentes embalagens e dias de armazenamento.

Dias	Embalagem				
	PP	PEBD	PET	PVC+EPS	S/E
0	114,38 Ba	114,38 Aa	114,38 Ba	114,38 Ca	114,38 Ba
4	150,22 Aa	120,39 Ab	117,67 Bb	134,63 Bb	121,77 Bb
8	160,13 Aa	96,45 Bd	123,79 Bc	171,61 Aa	132,74 Ab
12	118,99 Bc	100,67 Bc	134,94 Aa	119,46 Cb	116,99 Bb

Letras minúsculas na linha comparam as médias das embalagens para cada dia de análise; Letras maiúsculas na coluna comparam as médias dos dias de análise para cada embalagem; Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Embalagens de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno tereftalato (PET), cloreto de polivinila (PVC) e sem embalagem (S/E).

#### 4.1.11 Conservação pós-colheita

A qualidade visual em frutos é um fator importantíssimo e determinante na escolha dos consumidores, podendo ser afetada pela presença de defeitos e injúrias, o que os tornaria menos atrativos. Em função da qualidade visual e do aspecto sanitário na conservação pós-colheita (Figura 14 e 15), verificou-se que os frutos de todos os tratamentos mantiveram sua qualidade comercial inalterada até o 8º dia de análise, após esse período as pitombas

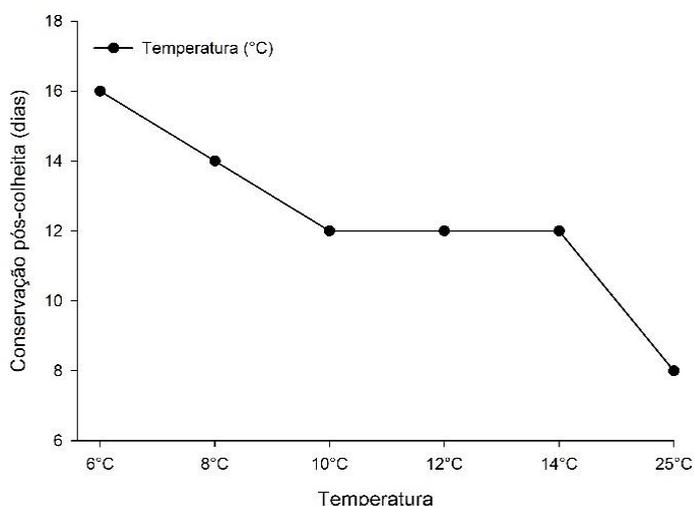
armazenadas a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  encontravam-se inaptas para o consumo, sendo possível evidenciar em todas as embalagens a ocorrência de microrganismos, podridões e escurecimento no pericarpo.

No entanto, as pitombas armazenadas em baixas temperaturas mantiveram sua qualidade inalterada por maior período, sendo observado para a temperatura de  $6^{\circ}\text{C}$  prorrogação da conservação pós-colheita por até 16 dias, destacando visualmente a embalagem de polietileno de baixa densidade (PEBD), responsável pelo menor escurecimento quando comparado com as demais embalagens (Figura 15).

Concordante com esse resultado, Vasconcelos et al. (2017) relataram que baixas temperaturas associadas a embalagem de PEBD foi responsável por manter as características desejáveis de pós-colheita, permitindo ao fruto de cajá-manga conservar, por até 21 dias, a sua qualidade física e visual. Grigio et al. (2011) também verificaram o efeito positivo da embalagem de PEBD em goiabas ‘Paluma’ durante o armazenamento refrigerado ( $10^{\circ}\text{C}$ ), as quais apresentaram melhores padrões de qualidade durante 30 dias.

Em lichia ‘Bengal’ armazenadas em baixas temperaturas ( $2$  e  $5^{\circ}\text{C}$ ), Hojo (2010) evidenciou o controle de podridões e a manutenção da cor do pericarpo. Carneiro et al. (2015) e Pinto (2013) observaram maior incidência de podridão em frutos de cagaita e camu-camu armazenados em temperatura elevadas ( $25$  e  $22^{\circ}\text{C}$ ), apresentando durabilidade de 5 e 7 dias, após esse período os frutos apresentaram-se inaptos para o consumo, com sinais de senescência.

Dados estes concordantes também com Santos et al. (2011) e Kohatsu et al. (2011), ao destacarem que as embalagens plásticas associadas à refrigeração retardaram o amadurecimento dos frutos, reduzindo a respiração e transpiração, apresentando características satisfatórias para uma maior conservação pós-colheita.



**Figura 14.** Conservação pós-colheita (dias) de pitombas armazenadas a  $6, 8, 10, 12, 14\pm 1^{\circ}\text{C}$ , à  $75\pm 5\%$  de UR, e  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$  (temperatura ambiente) à  $68\pm 5\%$  de UR, por 16 dias.



**Figura 15.** Embalagem de polipropileno (PP), polietileno de baixa densidade (PEBD), cloreto de polivinila (PVC) + poliestireno expandido (EPS), polietileno tereftalato (PET) e sem embalagem (S/E). Temperatura de 6°C (16 dias), 8°C (15 dias), 10, 12 e 14°C (13 dias) e 25±2°C (9 dias de armazenamento).

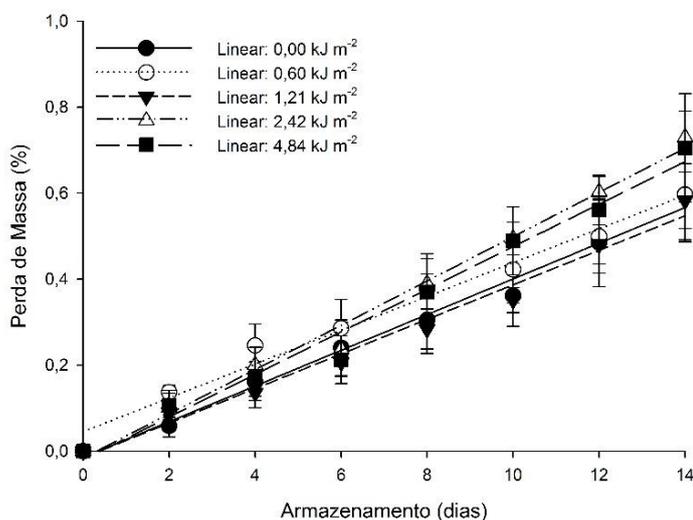
## 4.2 RADIAÇÃO ULTRAVIOLETA C (UV-C)

### 4.2.1 Perda de massa

Conforme os dados apresentados na Tabela 2 (Anexo), observa-se a ocorrência da interação dupla significativa entre os fatores doses de radiação e os dias de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ). Nunes (2015) não evidenciou a influência das diferentes doses de radiação UV-C em mirtilo. Para Sanches et al. (2017a), o tempo de armazenamento foi o único fator que diferiu, independente do tratamento utilizado para o camu-camu.

De acordo com a Figura 16 e Tabela 24, a porcentagem de perda de massa acumulada ao longo do período de armazenamento foi aumentando linearmente para todos os tratamentos, sendo que com o aumento das doses de radiação UV-C notou-se que as perdas foram mais expressivas, chegando a 0,33 e 0,34% no 14º dia para as doses de 2,42 e 4,84  $\text{kJ m}^{-2}$ , respectivamente. Esse aumento progressivo de perda de massa está diretamente relacionado com a perda de umidade para o ambiente, o que segundo Lima et al. (2011), é decorrente da transpiração e respiração do fruto, que, mesmo atenuado com as condições de armazenamento, ainda é presente. Chitarra e Chitarra (2005) relata que, perdas acima de 3% são suficientes para causarem declínio na qualidade em frutos, interferindo na qualidade visual e, conseqüentemente, sua rejeição pelo consumidor. Entretanto, os frutos submetidos a menores doses de radiação UV-C foram os que apresentaram os melhores resultados em todo o período de análise, destacando a dose de 1,21  $\text{kJ m}^{-2}$ , com 0,27% de perda.

Semelhante ao verificado, Sanches et al. (2018) ao aplicar 2,00  $\text{kJ m}^{-2}$  em seriguela, obtiveram a menor perda de massa fresca, em torno de 3% ao final do 12º dia de análise. Contrário ao relatado, Daiuto et al. (2013) observaram redução menos expressiva da perda de massa no maior tempo de exposição à radiação ultravioleta UV-C em abacates ‘Hass’.



**Figura 16.** Perda de massa (%) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

**Tabela 24.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV), em %, para a perda de massa (%) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Tratamentos	Equação de Regressão	$R^2$	Média
*0,00 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0415x - 0,0145$	98,96%	$0,28\pm 0,06$
*0,60 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0393x + 0,0451$	98,12%	$0,32\pm 0,06$
*1,21 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0402x - 0,0153$	98,39%	$0,27\pm 0,03$
*2,42 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0515x - 0,0164$	99,03%	$0,34\pm 0,03$
*4,84 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0495x - 0,0197$	98,38%	$0,33\pm 0,06$
CV (%)		18,39	

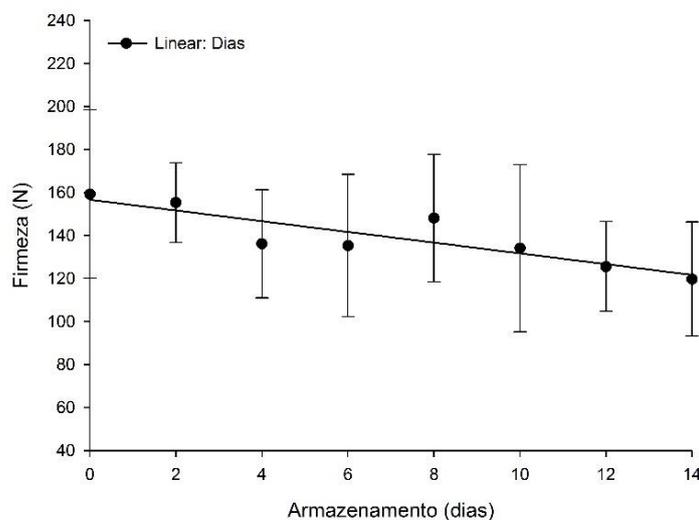
\*significativo pelo teste de F ( $P\leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

#### 4.2.2 Firmeza de casca

A perda de firmeza é um processo natural da senescência dos produtos vegetais (BATISTA, 2017; SANCHES et al., 2017a). Nesse aspecto, em pitombas, a redução da firmeza está associada à ação de enzimas que atuam em sua parede celular (CARVALHO et al., 2011), recorrente da redução da massa fresca, perda d'água, hemicelulose e celulose ao longo do armazenamento (GONÇALVES et al., 2006; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A firmeza, Tabela 2 (Anexo), não foi afetada significativamente pela interação entre os fatores, doses de radiação e dias de armazenamento ( $p\leq 0,05$ ), sendo influenciada apenas pelo fator tempo de armazenamento, em que os resultados apontam decaimento da firmeza de 159,27 N para 119,72 N, no 14° dia, com média de 139,19 N (Figura 17 e Tabela 25). Perkins-Veazie et al. (2008), estudando frutos de mirtilo 'Blue-crop' e 'Collins', observaram redução no 2° dia de até 10% na firmeza em frutos armazenados por 7 dias a  $5^{\circ}\text{C}$ .

Redução na firmeza também foi observado por Khademi et al. (2013), Souza et al. (2009) e Daiuto et al. (2013), em caqui 'Karaj', pêssego e abacate 'Hass' irradiados, respectivamente, não sendo verificado diferença estatística entre os tratamentos testados. Comportamento contrário a esse experimento foi observado por Nunes (2015), ao estudar o mirtilo, em que relata não ter observado efeito significativo nos frutos tratados com a radiação UV-C e nem entre o tempo de armazenamento.



**Figura 17.** Firmeza de casca (N) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

**Tabela 25.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a firmeza de casca (N) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Tratamento	Equação de Regressão	$R^2$	Média
*Dias	$-2,4938x + 156,65$	76,94%	$139,19 \pm 28,98$
CV (%)		21,62	

\*significativo pelo teste de F ( $P \leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

### 4.2.3 Relação polpa/casca e polpa/semente

A polpa da pitomba apresenta baixo rendimento quando comparada aos pesos médios da casca e da semente, em média cada pitomba, durante o experimento, pesou 11,05g, sendo a semente responsável por  $3,80\pm 0,36\text{g}$ , seguido da casca com  $3,75\pm 0,32\text{g}$  e pôr fim a polpa com  $3,50\pm 0,25\text{g}$ , com relação média de 0,93 (polpa/casca) e 0,92 (polpa/semente), Figura 18 (a e b) e Tabela 26. Fraga (2018) e Queiroga (2015) obtiveram peso médio para a pitomba 2,81 e 1,91g de casca, 0,97 e 3,29g de polpa e 2,52 e 3,09g de semente, apresentando relação média de 0,35 e 1,72 (polpa/casca) e 0,38 e 1,06 (polpa/semente), respectivamente.

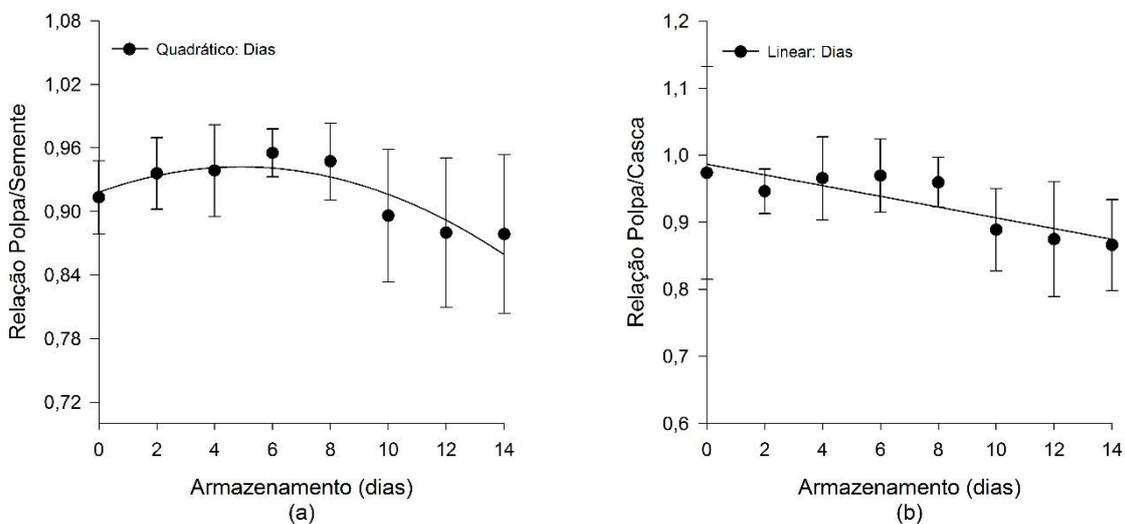
De acordo com a análise de variância Tabela 2 (Anexo), a relação polpa/casca foi influenciada apenas pelo fator período de armazenamento, enquanto que a relação polpa/semente foi afetada significativamente ( $p \leq 0,05$ ) pelos fatores isolados, período de armazenamento e doses de radiação UV-C. No entanto, não foi verificado diferença estatística ( $p \leq 0,05$ ) entres as doses de radiação para a relação polpa/semente.

De acordo com a Figura 18a, a relação polpa/semente apresentou ligeiro incremento até o 6º dia com posterior redução até o final do armazenamento, com média de 0,91 (1º dia), 0,96 (6º dia) e 0,88 (14º dia). A elevação desse parâmetro, até o 6º dia, indica que a maior perda de massa ocorreu na semente, sendo que após esse período a polpa foi responsável por apresentar as maiores perdas, o que é justificada pela queda dessa relação.

De acordo com Matsuura e Folegatti (2001), a relação polpa/casca é considerada um índice de maturidade. Portanto, analisando essa relação (Figura 18b), observa-se decréscimo linear durante o armazenamento, apresentando 0,97 e 0,87 para os frutos avaliados no 1º dia e no 14º dia de análise, respectivamente, demonstrando que com o amadurecimento a proporção de polpa é reduzida, indicativo de um gradiente de potencial osmótico entre a polpa e a casca (CONCEIÇÃO et al., 2010), resultando na movimentação de água da polpa para a casca, o que para Castricini et al. (2012) interfere principalmente no rendimento da polpa.

Discordando desse resultado, Mota et al. (2006) e Damatto Júnior et al. (2005) relataram que, com o amadurecimento, os frutos de maneira geral passam a ter maior porcentagem de polpa, uma vez que a casca perde mais água nesse período. Castricini et al. (2012) e Silva et al. (2016b) afirmam que, além de perder água para a polpa a casca tende a perder água para o ambiente, pela transpiração, resultando em incremento durante o amadurecimento, o que não foi evidenciado neste experimento.

Aquino (2014) observou em bananas maior relação polpa/casca quando madura e, conseqüentemente, maior rendimento de polpa. Durante 12 dias, Hafle et al. (2010) observaram, em maracujá-amarelo, incremento na relação polpa/casca, devido à maior perda de massa ocorrer na casca dos frutos.



**Figura 18.** Relação polpa/semente (a) e polpa/casca (b) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

**Tabela 26.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a relação polpa/casca (RP/C) e polpa/semente (RP/S) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Variáveis	Equação de Regressão	$R^2$	Média	CV (%)
*RP/C (dias)	$-0,008x + 0,9865$	73,80%	$0,93 \pm 0,07$	8,50
*RP/S (dias)	$-0,001x^2 + 0,0098x + 0,9182$	79,27%	$0,92 \pm 0,05$	4,99

significativo pelo teste de F ( $P \leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

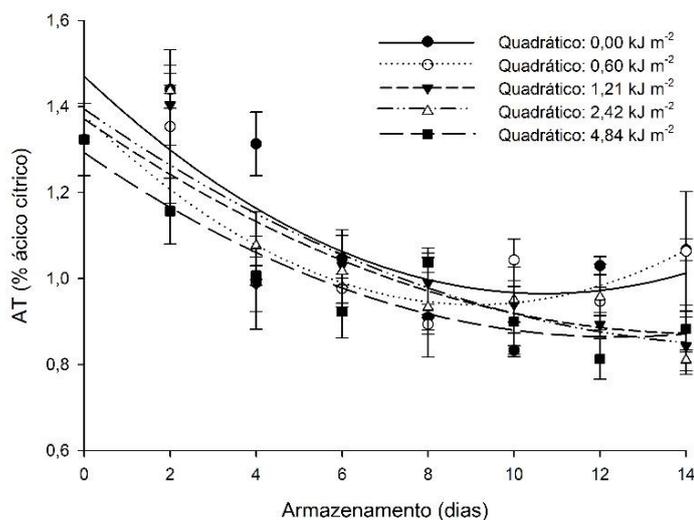
#### 4.2.4 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável, Tabela 2 (Anexo), foi influenciada significativamente pela interação dupla entre os fatores, doses de radiação UV-C e dias de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ), apresentando valor médio de 1,06% de ácido cítrico, próximo de 1,25% de ácido cítrico encontrado por Fraga (2018) ao caracterizar os frutos de pitomba. O mesmo autor caracterizou a pitomba como um fruto de baixa acidez, visto que foi inferior ao do buriti com 1,48% e ao da acerola com 1,90% de ácido cítrico.

Ao analisar a Figura 19, observa-se decréscimo a partir do 2º dia nos teores da acidez para todos os tratamentos, nesse contexto Silva et al. (2009b) explica que após a colheita, e durante o armazenamento, a concentração dos ácidos orgânicos presente nos frutos usualmente declina em decorrência de sua utilização como substrato no processo respiratório, transformando-se em açúcares, o que segundo Hojo et al. (2011b) contribui como indicativo de senescência dos frutos, comportamento esse observado no experimento.

Nesse mesmo período, o tratamento controle ( $0,00 \text{ kJ m}^{-2}$ ) demonstrou as maiores médias de AT até o 11º dia de análise, sendo que após esse dia a dose de  $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$  se destacou em relação as demais tratamentos com a maior média observada (Figura 19 e Tabela 27), comportamento esse importante do ponto de vista fisiológico, pois revela o efeito positivo da irradiação na manutenção deste parâmetro.

Os resultados apresentados também concordam com Souza et al. (2009) e Sanches et al. (2017a), em que relataram diminuição nos valores de acidez em frutos de pêssegos e camu-camu tratados com radiação UV-C. Diferente do observado por Suiubon et al. (2017) em frutos de longan irradiados, os quais relatam não ter ocorrido variação desse parâmetro entres os tratamentos testados. Almeida et al. (2019) e Nunes (2015), observou ao longo do armazenamento incremento crescente da acidez titulável em pequi e mirtilo irradiado, resultado contrário ao desse experimento.



**Figura 19.** Acidez titulável (AT, % ácido cítrico) de pitombas irradiadas (UV-C), e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

**Tabela 27.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a acidez titulável (% ácido cítrico  $100\text{ g}^{-1}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Tratamentos	Equação de Regressão	$R^2$	Média
*0,00 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0044x^2 - 0,0943x + 1,4704$	70,37%	$1,12 \pm 0,04$
*0,60 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0053x^2 - 0,0966x + 1,3793$	77,53%	$1,07 \pm 0,08$
*1,21 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0024x^2 - 0,06920x + 1,371$	82,15%	$1,05 \pm 0,06$
*2,42 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0022x^2 - 0,0696x + 1,3943$	83,11%	$1,06 \pm 0,07$
*4,84 $\text{kJ m}^{-2}$	$0,0028x^2 - 0,0693x + 1,2929$	87,59%	$1,01 \pm 0,06$
CV (%)		6,74	

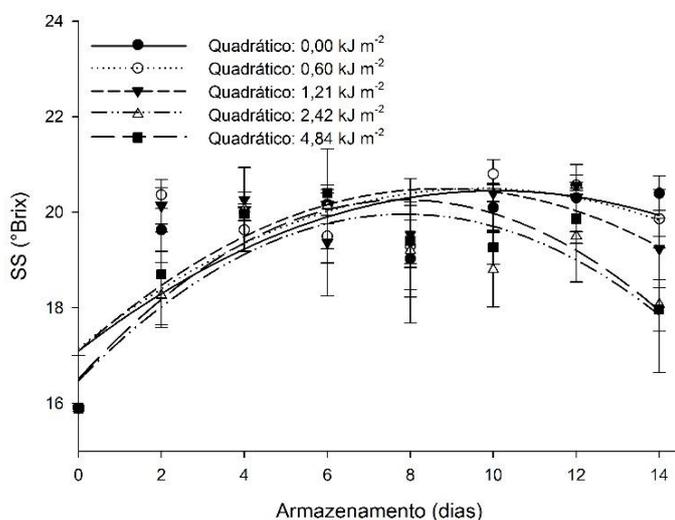
\*significativo pelo teste de F ( $P\leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

#### 4.2.5 Sólidos solúveis (SS)

Pelo quadro de análise de variância, Tabela 2 (Anexo), nota-se interação dupla significativa entre os fatores doses de radiação UV-C e dias de armazenamento ( $p\leq 0,05$ ).

Para esse parâmetro, o tratamento controle ( $0,00\text{ kJ m}^{-2}$ ) e  $0,60\text{ kJ m}^{-2}$  apresentaram comportamento crescente até o 10º dia, com posterior decaimento até o 14º dia, sendo estes responsáveis pelas maiores médias (Figura 20 e Tabela 28). Esse comportamento constatado é devido ao aumento nos teores dos sólidos solúveis estar diretamente relacionado a perda de massa fresca, e a queda pode ser explicada pela utilização destes compostos como substrato na respiração dos frutos (NUNES, 2015). O resultado observado está de acordo com Miguel (2012) que observou incremento significativo no teor de SS, em mangas ‘Tommy atkins’ e ‘Palmer’, ao longo do armazenamento, com destaque para a menor dose de irradiação  $1,14\text{ kJ m}^{-2}$ .

De acordo com a Figura 20, os resultados apontam aumento no teor de sólidos solúveis (SS) ao longo do armazenamento até o 8º dia de análise, para todos os tratamentos, seguido de redução à medida que se aumentou a exposição dos frutos a fonte irradiadora, chegando a 17,97 °Brix, no 14º dia, para a dose de 2,42 kJ m<sup>-2</sup>, a qual demonstrou menor variação ao longo do armazenamento. Resultado esse concordante com Sanches et al. (2016) ao relatarem que, quanto menor for o percentual após o armazenamento, maior será o estágio de senescência que se encontra o fruto. Khademi et al. (2013), trabalhando com caqui-japonês irradiados, observaram que a menor dose de radiação UV-C, destacando 1,5 kJ m<sup>-2</sup>, foi responsável pela menor média ao longo do armazenamento.



**Figura 20.** Sólidos solúveis (SS, °Brix) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias.

**Tabela 28.** Equação de regressão, ajuste da reta (R<sup>2</sup>), média e coeficiente de variação (CV) em %, para os sólidos solúveis (°Brix) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias.

Tratamentos	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	Média
*0,00 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0331x <sup>2</sup> + 0,6663x + 17,097	62,73%	19,44 ± 0,54
*0,60 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0357x <sup>2</sup> + 0,6909x + 17,156	57,08%	19,49 ± 0,48
*1,21 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0444x <sup>2</sup> + 0,7774x + 17,094	58,68%	19,43 ± 0,57
*2,42 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0562x <sup>2</sup> + 0,8849x + 16,478	76,42%	18,74 ± 1,06
*4,84 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0611x <sup>2</sup> + 0,9579x + 16,506	80,77%	18,93 ± 0,54
CV (%)		3,90	

\*significativo pelo teste de F (P≤0,05). Média ± desvio padrão.

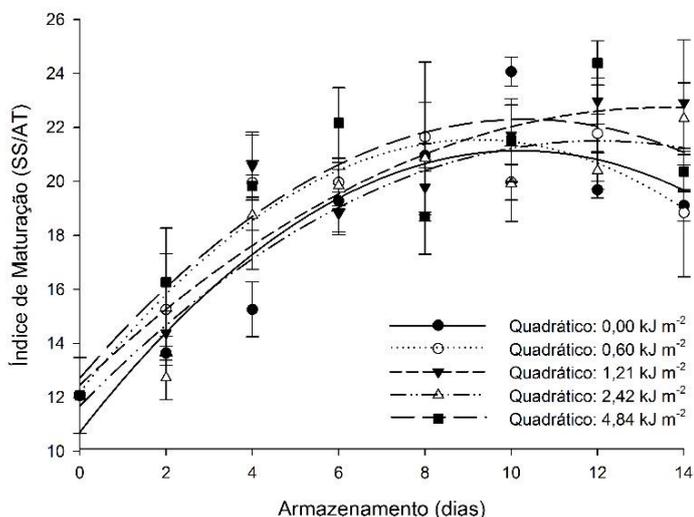
#### 4.2.6 Índice de maturação (SS/AT)

O índice de maturação (SS/AT) é um dos índices mais utilizados para avaliar a maturação e uma das melhores maneiras de analisar o sabor dos frutos, uma vez que reflete o

equilíbrio entre os açúcares e ácidos (VICENZI, 2014; OLIVEIRA et al., 2017), que em geral tende a aumentar com a fase de maturação do fruto, devido a uma redução na acidez titulável (DANTAS et al., 2016), o que de fato ocorreu a partir do 2º dia de análise para esse experimento. A relação (SS/AT), conforme apresentado na Tabela 2 (Anexo), foi influenciada significativamente pela interação entre as doses de radiação e os dias ( $p \leq 0,05$ ).

Como demonstrado na Figura 21, observou-se elevação deste parâmetro durante o armazenamento para todos os tratamentos, porém com aumento contínuo, até o último dia de avaliação, somente para o tratamento submetido a  $1,21 \text{ kJ m}^{-2}$  de radiação UV-C, apresentando no 14º dia a maior média (22,92). No decorrer dos dias de análise, foi observado para a maior dose de radiação ( $4,84 \text{ kJ m}^{-2}$ ) o maior valor médio entre os tratamentos testados (Tabela 29), o que segundo Hojo (2010) indica incremento na intensidade do sabor adocicado dos frutos, em consequência do amadurecimento, comportamento esse observado no experimento.

Os frutos expostos ao tratamento controle ( $0,00 \text{ kJ m}^{-2}$ ) e  $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$  foram responsáveis pelas menores médias a partir do 11º dia, em relação aos demais tratamentos, com destaque para a dose de  $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$  no 14º dia (Figura 21), o que provavelmente indica que o frutos estavam em estágio menos avançado de amadurecimento (SANCHES et al., 2016).



**Figura 21.** Índice de maturação (SS/AT) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$  com  $75 \pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Ficando, portanto, evidenciado o efeito positivo dessa dose sobre a redução da velocidade metabólica dos processos que conduzem ao amadurecimento dos frutos (CAMPOS et al., 2011). Daiuto et al. (2013), trabalhando com abacate ‘Hass’, observaram para o menor tempo (5 min) de exposição à radiação UV-C as menores médias e, conseqüentemente maior estabilidade em relação aos demais tratamentos. Suiubon et al. (2017), evidenciaram alta

relação entre acidez e sólidos solúveis, com valores médios próximos de 100, em frutos de longan tratado com radiação UV-C. Relação (SS/AT) alta também foi relatado por Fraga (2018), média de 85,32, ao caracterizar a polpa da pitomba proveniente do município de Areia Branca – Sergipe/SE.

**Tabela 29.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para o índice de maturação (SS/AT) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Tratamentos	Equação de Regressão	$R^2$	Média
*0,00 kJ m <sup>-2</sup>	$-0,1006x^2 + 2,0488x + 10,709$	85,11%	$18,01 \pm 0,71$
*0,60 kJ m <sup>-2</sup>	$-0,1108x^2 + 2,0374x + 12,177$	92,37%	$18,69 \pm 1,39$
*1,21 kJ m <sup>-2</sup>	$-0,0559x^2 + 1,5165x + 12,452$	89,25%	$19,16 \pm 1,20$
*2,42 kJ m <sup>-2</sup>	$-0,0679x^2 + 1,6331x + 11,681$	88,71%	$18,36 \pm 1,51$
*4,84 kJ m <sup>-2</sup>	$-0,0902x^2 + 1,8604x + 12,706$	79,97%	$19,41 \pm 1,05$
CV (%)		7,19	

\*significativo pelo teste de F ( $P \leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

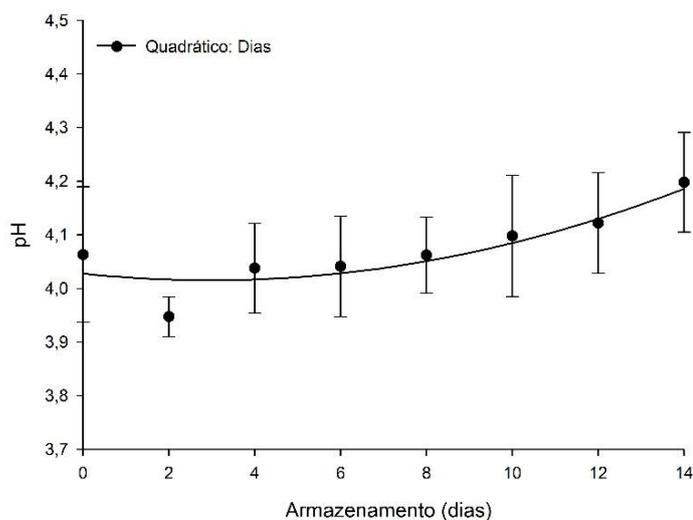
#### 4.2.7 Potencial hidrogeniônico (pH)

Os resultados referentes ao potencial hidrogeniônico (pH) mostram que houve interação significativa ( $p \leq 0,05$ ) apenas para o fator dias, Tabela 2 (Anexo) e Tabela 30. Resultado semelhante foi observado por Batista (2017) e Nunes (2015), em que relatam não ter ocorrido efeito significativo entre as doses de radiação UV-C e os dias em morangos e mirtilo.

O pH baixo, conforme evidenciado na Figura 22, favorece a conservação dos alimentos por dificultar o desenvolvimento de microrganismos, enquanto que, para o consumo fresco, valores de pH mais elevados têm maior preferência do consumidor (GONDIM et al., 2013). Nesse aspecto, pode ser dizer que o pH é um indicativo de deterioração e seu aumento durante o armazenamento, e de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), pode ser decorrente da redução da acidez devido ao amadurecimento dos frutos, fato esse observado nesse experimento.

Como consequência da redução na acidez titulável (Figura 19), observa-se que os valores de pH se mostraram crescentes ao longo do período de armazenamento, elevando de 4,06 (início) a 4,20 (14º dia), com média de 4,07. Resultados esses semelhantes aos de Fraga (2018) e superior ao relatado por Queiroga (2015), em que, trabalhando com a caracterização de pitomba, encontraram pH de 4,20 e 3,73, respectivamente.

Corroborando com o comportamento desse experimento, Perkins-Veazie et al. (2008), ao submeterem frutos de mirtilo ‘Bluecrop’ e ‘Collins’ a fonte de radiação UV-C, notaram valores crescentes de pH após o armazenamento. Daiuto et al. (2013) também observaram, para abacate ‘Hass’ irradiado, incremento nesse parâmetro durante o período de armazenamento.



**Figura 22.** Potencial hidrogeniônico (pH) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

**Tabela 30.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para o potencial hidrogeniônico (pH) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^\circ\text{C}$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Tratamento	Equação de Regressão	$R^2$	Média
*Dias	$0,0014x^2 - 0,0083x + 4,0278$	80,99%	$4,07 \pm 0,09$
CV (%)		2,09	

\*significativo pelo teste de F ( $P\leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

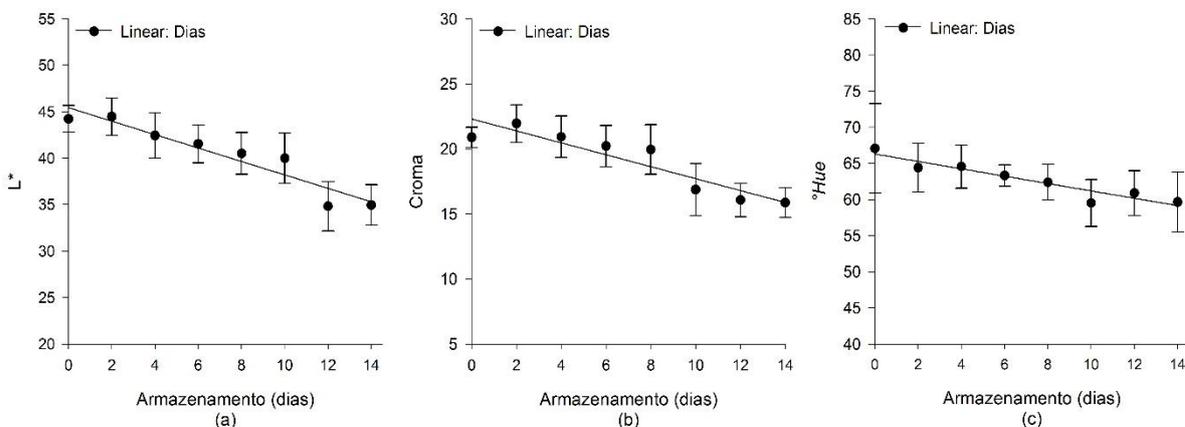
#### 4.2.8 Coloração

A cor é um atributo organoléptico fundamental para determinar a aceitação do produto pelo consumidor (GUINÉ et al., 2014), porém, como observado, a pitomba é facilmente suscetível ao escurecimento do pericarpo prejudicando essa aceitação, no entanto Lin et al. (2017) atribui esse escurecimento do pericarpo pela perda de água durante a conservação do fruto. De acordo com a Tabela 2 (Anexo), a variável  $L^*$ , croma e  $^{\circ}hue$  não foram influenciadas significativamente ( $p\leq 0,05$ ) pela interação doses de radiação UV-C e dias de armazenamento, sendo evidenciado significância apenas para o fator isolado tempo de armazenamento.

Os valores da luminosidade ( $L^*$ ), croma e  $^{\circ}hue$  são apresentados na Figura 23 (a, b e c) e Tabela 31, com valores médios de 40,38, 19,10 e 62,73, respectivamente. Na Figura 23a, observou decaimento no parâmetro luminosidade de 44,24 a 34,07, no 14º dia, o que indica tendência linear ao escurecimento da casca ao longo do armazenamento. Em relação ao parâmetro croma, Figura 23b, também foi verificado decréscimo ao longo do armazenamento, com valores variando de 20,90 a 15,87, no 14º dia, apresentando redução da saturação de cor e tendendo ao neutro.

Da mesma forma, a redução no  $^{\circ}hue$ , ao longo do armazenamento, de 67,08 a 49,65 (Figura 23c), indica modificação da cor amarelo alaranjada da pitomba para uma tonalidade mais amarelo amarronzado, podendo ser atribuída a degradação dos pigmentos amarelos, os quais, provavelmente, apresentaram-se instáveis ao longo do armazenamento (VILAS BOAS et. al., 2012). Corroborando com o resultado desse experimento, Suiubon et al. (2017) também evidenciaram redução no parâmetro  $L^*$ , ao longo do armazenamento, na casca dos frutos de longan. Resultado contrário para o croma e o  $^{\circ}hue$ , foi verificado pelos mesmos autores, o quais relataram não ter observado alteração para esses parâmetros, permanecendo constantes durante o armazenamento.

Em frutos de manga Tommy ‘Atkins’ e ‘Palmer’, Miguel (2012) verificou escurecimento da casca após os 14 dias de armazenamento, indicado por diminuição nos valores iniciais do parâmetro  $L^*$ . O mesmo autor constatou diminuição nos valores iniciais do  $^{\circ}hue$ , diferindo apenas na cromacidade, a qual apresentou incremento ao longo do armazenamento. Decaimento no parâmetro  $L^*$  e  $^{\circ}hue$  em caqui ‘Karaj’ também foi relatado por Khademi et al. (2013), assim como nesse experimento os autores não verificaram diferença significativa entre tratamentos testados durante o armazenamento.



**Figura 23.** Luminosidade -  $L^*$  (a), croma (b) e  $^{\circ}hue$  (c) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}C$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

**Tabela 31.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para os valores de luminosidade -  $L^*$  (a), croma (b) e  $^{\circ}hue$  (c) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6\pm 1^{\circ}C$  com  $75\pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

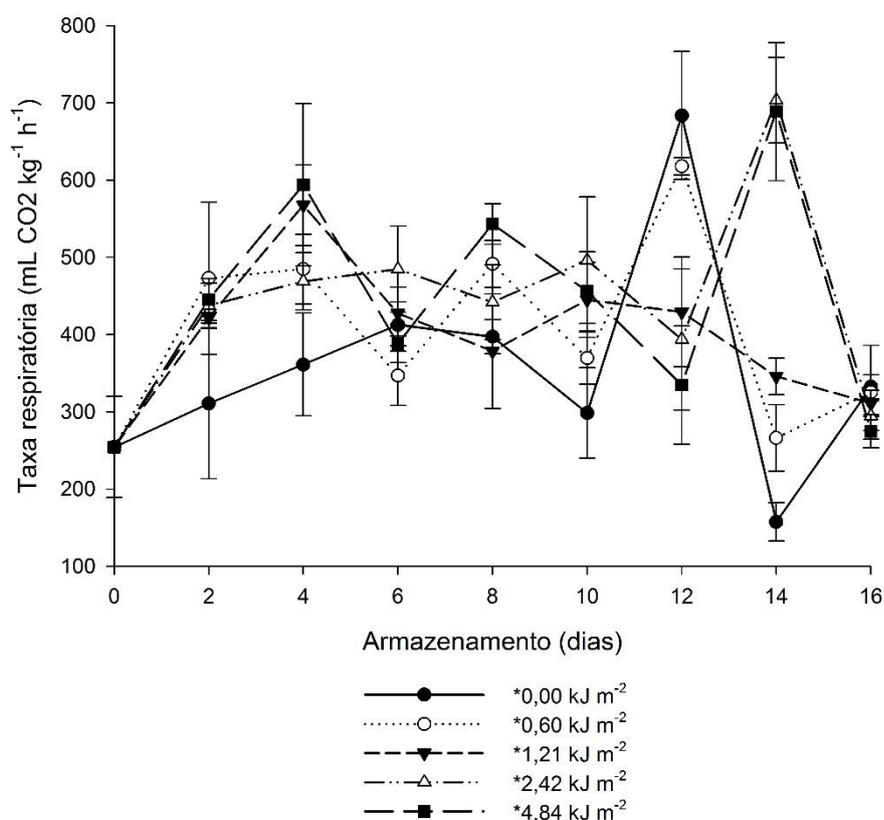
Tratamentos	Equação de Regressão	$R^2$	Média	CV (%)
*Dias ( $L^*$ )	$-0,7234x + 45,441$	90,12%	$40,38 \pm 2,21$	6,07
*Dias (Croma)	$-0,4587x + 22,307$	85,55%	$19,10 \pm 1,47$	7,59
*Dias ( $^{\circ}Hue$ )	$-0,5102x + 66,298$	89,61%	$62,73 \pm 3,37$	5,69

\*significativo pelo teste de F ( $P \leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

#### 4.2.9 Taxa respiratória (TR)

Após a colheita, a respiração torna-se o principal processo fisiológico dos vegetais, uma vez que passam a utilizar suas próprias reservas para continuar o seu desenvolvimento (MENDES, 2017; CHITARRA e CHITARRA, 2005), no entanto, como observado, quanto mais rápida e elevado for o pico respiratório, maior será a produção de etileno, e conseqüentemente menor será o período de pós-colheita (SANCHES et al., 2017a; PINHEIRO, 2009). Após esse pico respiratório, segundo Silva et al. (2006), se inicia a fase pós-climatérica, marcando o início da senescência dos frutos, ou seja, morte celular dos tecidos.

A taxa respiratória da pitomba está apresentada na Figura 24, em que se nota incremento na atividade respiratória a partir do 2º dia, evidenciando picos respiratórios ao longo do armazenamento, seguido de queda, após cada elevação, para todos os tratamentos. Para Mendes (2017), Russo (2012) e Hojo (2010), esse comportamento apresenta padrão respiratório típico de frutos climatéricos, ou seja, tendo seus processos de amadurecimento continuados após a colheita (PINTO et al., 2013).



**Figura 24.** Taxa respiratória (mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias. CV = 13,76%. \* significativo pelo teste de F (P≤0,05). Média ± desvio padrão.

A aplicação da irradiação UV-C demonstrou ser eficiente para a dose de  $2,42 \text{ kJ m}^{-2}$ , pois mostrou tendência de manter baixas as taxas de respiração no decorrer do armazenamento, em comparação com os demais tratamentos, apresentando somente no 14º dia o pico climatérico,  $703,52 \text{ mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , indicando maior período de vida útil dos frutos. Após esse período, a produção de  $\text{CO}_2$  diminuiu acentuadamente, atingindo valores próximos aos obtidos no período inicial do armazenamento, indicativo desse de início da senescência dos frutos.

Estes comportamentos são concordantes com os de Sanches et al. (2016), em que os frutos de tangerinas, expostos à irradiação UV-C, mostraram atraso nos picos respiratórios quando comparados com o controle. Daiuto et al. (2013) também verificaram, em abacate ‘Hass’ submetidos a radiação UV-C, comportamento climatérico, porém os autores evidenciaram pico respiratório mais tardio para o tratamento controle. Resultado contrário também foi relado por Lin et al. (2017), em frutos de longan, os quais verificaram decaimento nos primeiros 3 dias e aumento até o final do armazenamento (7 dias).

#### **4.2.10 Vitamina C (ácido ascórbico)**

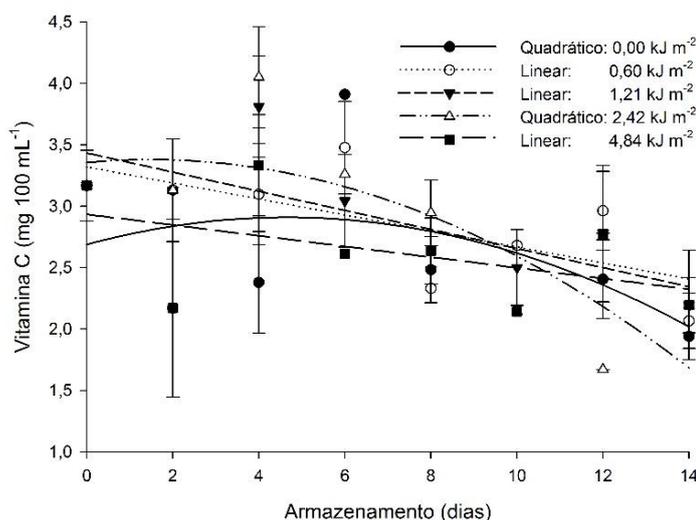
Em relação aos teores de ácido ascórbico, Figura 25 e Tabela 32, verifica-se diferentes comportamentos entre as doses de radiação UV-C e o tempo de armazenamento. Para os frutos irradiados, com exceção do  $2,42 \text{ kJ m}^{-2}$ , observa-se decréscimo linear para esse parâmetro. Essa redução, de acordo com Klopotek et al. (2005), pode estar relacionada ao fato do ácido ascórbico ser um antioxidante natural, podendo ser utilizado em reações oxidativas, capaz de eliminar os radicais livres e evitar o estresse oxidativo.

Ao analisar a Tabela 2 (Anexo), observou-se interação dupla significativa entre os fatores doses de radiação e tempo de armazenamento ( $p \leq 0,05$ ). Os teores de ácido ascórbico do tratamento controle ( $0,00 \text{ kJ m}^{-2}$ ) variaram de  $3,17$  a  $1,94 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$ , do 1º ao 14º dia, apresentando elevação até o 6º dia com posterior decaimento, demonstrando, para esse parâmetro, a menor média.

Portanto, do 6º dia até o final do experimento todos os tratamentos apresentaram redução, entretanto os tratamentos submetidos as menores doses de radiação ultravioleta C,  $0,60$  e  $1,21 \text{ kJ m}^{-2}$ , foram responsáveis por apresentar maior estabilidade e maiores teores de ácido ascórbico ao longo dos 14 dias, destacando, principalmente, a dose de  $1,21 \text{ kJ m}^{-2}$  com  $2,89 \text{ mg } 100 \text{ mL}^{-1}$  (Figura 25 e Tabela 32). Essa maior estabilidade é, provavelmente, indicativo da síntese dessa vitamina durante o amadurecimento em favorecimento ao efeito proporcionado pela irradiação (SANCHES et al., 2017b).

Valores superiores de vitamina C foram encontrados por Fraga (2018), Queiroga (2015) e Andrade et al. (2008), ao caracterizarem a polpa da pitomba e do rambutan, em que obtiveram 200,68 mg 100 mL<sup>-1</sup> e 18,60 mg 100 mL<sup>-1</sup>, para a pitomba, e 28,61 a 156,06 mg 100 mL<sup>-1</sup>, para o rambutan de diferentes genótipos. Assim como nesse experimento, Suiubon et al. (2017) observaram redução de ácido ascórbico durante o armazenamento de longan tratado com radiação ultravioleta C e combinado com ácido salicílico, destacando também o controle com a menor média observada.

Cuvi et al. (2011), trabalhando com pimentas submetidas a radiação UV-C, verificaram menor perda de vitamina C ao final do armazenamento. Nunes (2015) também notou redução desse parâmetro ao longo dos 20 dias de armazenamento, porém a maior dose (4 kJ m<sup>-2</sup>) testada nos frutos de mirtilo proporcionou o maior teor de vitamina C.



**Figura 25.** Vitamina C (mg 100 mL<sup>-1</sup>) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias.

**Tabela 32.** Equação de regressão, ajuste da reta (R<sup>2</sup>), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a vitamina C (mg 100 mL<sup>-1</sup>) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias.

Tratamentos	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	Média
*0,00 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0102x <sup>2</sup> + 0,095x + 2,6882	23,69%	2,63 ± 0,16
*0,60 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0651x + 3,3192	45,69%	2,86 ± 0,25
*1,21 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0777x + 3,4322	55,76%	2,89 ± 0,29
*2,42 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0108x <sup>2</sup> + 0,0318x + 3,356	66,42%	2,82 ± 0,20
*4,84 kJ m <sup>-2</sup>	-0,0435x + 2,9333	22,03%	2,64 ± 0,34
CV (%)		11,17	

\*significativo pelo teste de F (P≤0,05). Média ± desvio padrão.

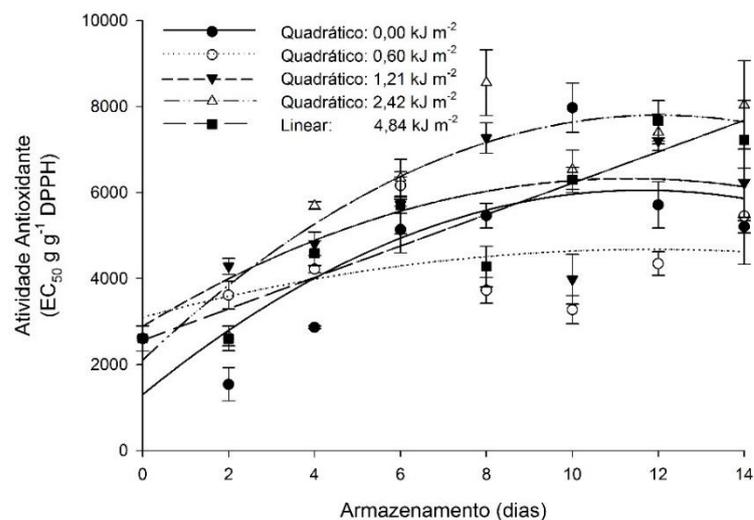
#### 4.2.11 Atividade antioxidante (DPPH)

Observou-se para a atividade antioxidante, avaliada pelo método de DPPH, interação dupla significativa entre os fatores doses de radiação x período de armazenamento (Tabela 2 Anexo). Analisando a Figura 26 e Tabela 33, observa-se redução no poder antioxidante para todos os tratamentos, pois a concentração de extrato utilizado, necessário para reagir com 50% do radical presente na solução de DPPH, foi aumentando, destacando, contudo, a menor dose de irradiação UV-C ( $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$ ) por promover a menor média ( $4.175,32 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ) e maior manutenção desse parâmetro, durante o armazenamento. As maiores médias foram observadas para os frutos submetidos as doses de  $2,42 \text{ kJ m}^{-2}$  ( $8.034,66 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ) e  $4,8 \text{ kJ m}^{-2}$  ( $7.224,82 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ), no 14º dia de armazenamento.

Comparada a outras frutas, mensuradas por este mesmo método, a pitomba possui menor atividade antioxidante que o cambuci  $1.163,17 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$  (TOKAIRIN, 2017), cagaita  $5,16 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$  (SANTOS, 2015), camu-camu  $478,0 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ , gurguri  $1.385,0 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ , juçara  $1.711,0 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ , jabuticaba  $1472,0 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$  e maior que umbu  $7.074,0 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ , cajá  $9.397,0 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$  e caju  $7.142,0 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$  (RUFINO et al., 2010).

Diferente do comportamento para a pitomba, o aumento da atividade antioxidante foi observado por Tiecher et al. (2010) em pêssegos tratados com UV-C. Aumento na atividade antioxidante também foi relatado por Tremocoldi (2011) em abacates ‘Hass’ submetidos à radiação ultravioleta C durante todo o período de armazenamento. E, da mesma forma, Rodriguez et al. (2010) mencionam que a capacidade antioxidante tende a aumentar com o amadurecimento dos frutos (amora, maracujá, goiaba e mamão). Entretanto, Kaur e Kapoor (2001) afirmam que os compostos antioxidantes podem ser significativamente perdidos com consequência do processamento e armazenamento, afetando dessa forma, a capacidade antioxidante, fato esse evidenciado nesse experimento.

Contudo, os resultados obtidos apontam que os frutos que apresentaram a melhor capacidade de reduzir o radical livre em 50% foram os submetidos a menor dose de radiação UV-C ( $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$ ), com  $4.175,32 \text{ EC}_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ , resultado esse indicativo do efeito *hormese*, em que baixas doses de um agente estressor (UV-C) podem induzir respostas biológicas favoráveis ao fruto, ou seja, aumento na atividade de enzimas antioxidantes (CIA et al., 2009; SEVERO et al., 2010). Estando, portanto, de acordo com Abreu (2015) ao relatar que um extrato que possui alta atividade antioxidante apresenta baixo valor de  $\text{EC}_{50}$ .



**Figura 26.** Atividade antioxidante ( $EC_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$  com  $75 \pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

**Tabela 33.** Equação de regressão, ajuste da reta ( $R^2$ ), média e coeficiente de variação (CV) em %, para a antioxidante ( $EC_{50} \text{ g g}^{-1} \text{ DPPH}$ ) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$  com  $75 \pm 5\%$  de UR, por 14 dias.

Tratamentos	Equação de Regressão	$R^2$	Média
*0,00 $\text{kJ m}^{-2}$	$-35,088x^2 + 816,88x + 1300,6$	69,60%	$4.562,63 \pm 348,84$
*0,60 $\text{kJ m}^{-2}$	$-11,264x^2 + 266,65x + 3097,3$	24,82%	$4.175,32 \pm 380,31$
*1,21 $\text{kJ m}^{-2}$	$-26,813x^2 + 607,37x + 2885,4$	58,48%	$5.260,09 \pm 343,39$
*2,42 $\text{kJ m}^{-2}$	$-39,530x^2 + 948,74x + 2103,2$	85,19%	$5.977,34 \pm 465,28$
*4,84 $\text{kJ m}^{-2}$	$365,36x + 2563,7$	85,22%	$5.121,19 \pm 459,17$
CV (%)	9,36		

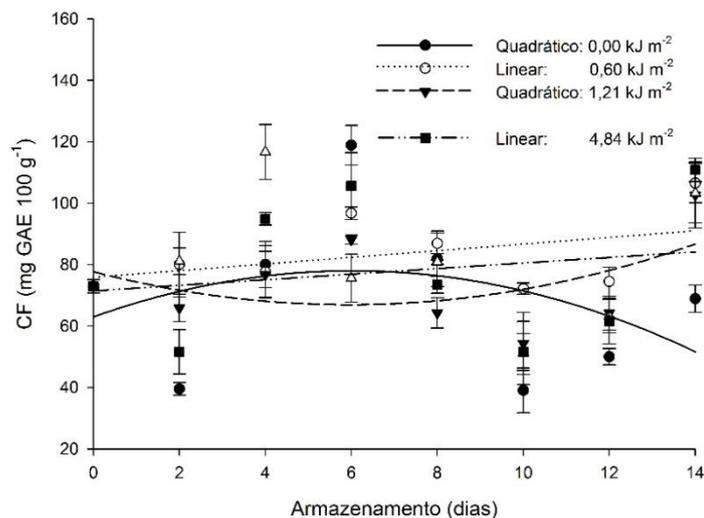
\*significativo pelo teste de F ( $P \leq 0,05$ ). Média  $\pm$  desvio padrão.

#### 4.2.12 Compostos fenólicos (CF)

Com base na Tabela 2 (Anexo), verificou-se a interação dupla significativa entre os fatores doses de radiação x tempo de armazenamento. Nesse aspecto, analisando as médias (Tabela 34), observa-se que a dose  $2,42 \text{ kJ m}^{-2}$  não apresentou diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ), diferentemente do apresentado para os demais tratamentos testados. O tratamento controle ( $0,00 \text{ kJ m}^{-2}$ ) demonstrou as menores médias durante o experimento ( $68,93 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ) e em contrapartida a dose de  $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$  foi a responsável pela maior média ( $83,45 \text{ mg GAE } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Os compostos fenólicos estão entre os antioxidantes mais ativos e frequentemente encontrados nos vegetais (SILVEIRA, 2008), como observado, seu aumento proporciona maior manutenção da capacidade antioxidante (SOUZA, 2014), impedindo a ação dos radicais livres.

Esses valores médios estão abaixo dos observados por Queiroga (2015) e Neri-numa et al. (2014) que encontraram teores de  $84,77$  e  $105,84 \text{ mg GAE } 100\text{g}^{-1}$ , respectivamente,

mostrando que a pitomba possui boa quantidade de compostos fenólicos e capacidade antioxidante. Os valores da pitomba são maiores que os dos frutos de jatobá 34,1 mg GAE 100g<sup>-1</sup>, macaúba 60,85 mg GAE 100g<sup>-1</sup> (ROCHA et al., 2013), bacuri 23,8 mg GAE 100g<sup>-1</sup> e cajá 72,00 mg GAE 100g<sup>-1</sup> (RUFINO et al., 2010).



**Figura 27.** Compostos fenólicos (CF, mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias.

**Tabela 34.** Equação de regressão, ajuste da reta (R<sup>2</sup>), média e coeficiente de variação (CV) em %, para os compostos fenólicos (CF, mg GAE 100 g<sup>-1</sup>) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a 6±1°C com 75±5% de UR, por 14 dias.

Tratamentos	Equação de Regressão	R <sup>2</sup>	Média
*0,00 kJ m <sup>-2</sup>	-0,4143x <sup>2</sup> + 4,993x + 62,981	11,63%	68,93 ± 5,21
*0,60 kJ m <sup>-2</sup>	1,0797x + 75,892	18,04%	83,45 ± 4,94
*1,21 kJ m <sup>-2</sup>	0,3036x <sup>2</sup> - 3,6051x + 77,657	19,00%	73,67 ± 5,86
<sup>NS</sup> 2,42 kJ m <sup>-2</sup>	87,295	2,55%	80,62 ± 6,17
*4,84 kJ m <sup>-2</sup>	0,9073x + 71,469	3,60%	77,82 ± 5,30
CV (%)		8,18	

\*significativo pelo teste de F (P≤0,05). <sup>NS</sup>não significativo pelo teste de F (P≥0,05). Média ± desvio padrão.

O aumento dos compostos fenólicos, para a maior parte das doses testadas (Figura 27), está de acordo com Crizel (2012), Pombo et al. (2011), Alothman et al. (2009) e Wit (2007), em que relatam que o estresse causado pela radiação UV-C (*hormese*) estimula respostas de defesa no fruto por meio do aumento da atividade da fenilalanina amônio-liase, enzima responsável pela síntese de compostos fenólicos. De acordo com Severo et al. (2010), em baixas doses a radiação promove indução do metabolismo dos compostos fenólicos por meio da *hormese*. De fato, observa-se que os frutos irradiados apresentaram elevação desse parâmetro quando comparado com o 1º dia de análise, em que as doses de 0,60 e 4,84 kJ m<sup>-2</sup> apresentaram

tendência linear e, no entanto, a dose de  $1,21 \text{ kJ m}^{-2}$  mostrou redução do início ao 6º dia com posterior elevação até o 14º dia de armazenamento. Comportamento contrário ao observado para o tratamento controle ( $0,00 \text{ kJ m}^{-2}$ ), pois apresentou elevação dos teores até o 6º dia com decaimento até o 14º dia.

Batista (2017), Nunes (2015), Crizel (2012), Tremocoldi (2011) e Alothman et al. (2009) relataram em morangos, mirtilos e abacate ‘Hass’, irradiados com UV-C, incremento nos teores de compostos fenólicos para todos os tratamentos, apresentando, ao final do armazenamento, valores superiores ao controle. Tiecher (2010) e González-Aguilar et al. (2007) também verificaram que a radiação UV-C foi capaz de estimular a síntese de compostos fenólicos, envolvidos na proteção do estresse oxidativo em mangas.

Diante do exposto, o uso da radiação UV-C durante o experimento se mostrou promissor por contribuir significativamente para o aumento nos teores dos compostos fenólicos, com destaque, principalmente, para a dose de  $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$ , a qual, provavelmente, propiciou de forma mais evidente a indução do metabolismo dos compostos fenólicos.

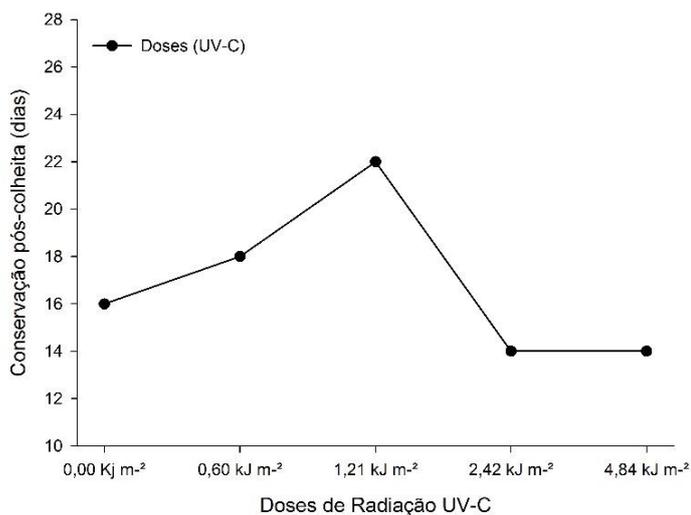
#### **4.2.13 Conservação pós-colheita**

Em relação à máxima conservação pós-colheita, levando em consideração a coloração visual e sanidade (Figura 28 e 29), verificou-se que os frutos de pitomba *in natura* mantiveram sua qualidade comercial, pelo menos, até o 14º dia para todos os tratamentos, após esse período as pitombas submetidas as maiores doses de radiação UV-C encontravam-se inaptas para consumo, sendo possível evidenciar a ocorrência de manchas, rachaduras e podridão, além de apresentarem escurecimento acentuado na casca devido ao tempo de exposição à radiação.

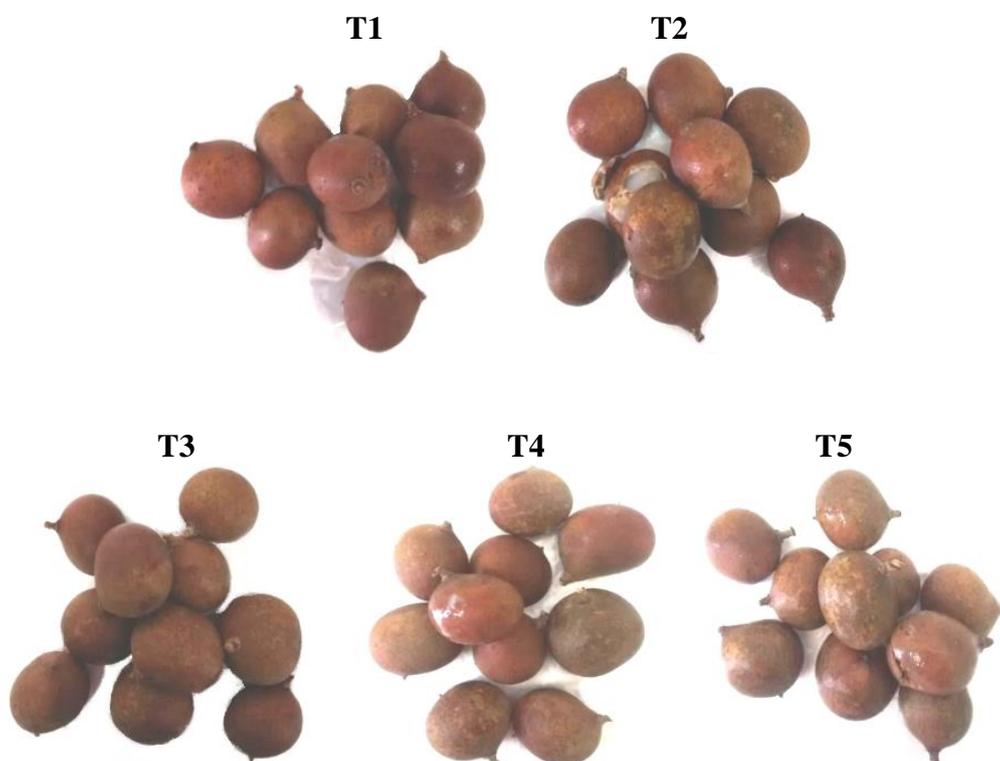
Em contrapartida, pitombas expostas às menores doses de radiação mantiveram sua qualidade comercial por maior período de armazenamento (Figura 28 e 29), destacando o tratamento T3 ( $1,21 \text{ kJ m}^{-2}$ ), sendo observado que as pitombas expostas a esse tratamento apresentaram, até o 22º dia, o melhor desempenho quando comparado aos demais tratamentos, sem a ocorrência de rachaduras na casca, podridão e presença de microrganismos.

Concordante com esse resultado, Cia (2005) afirmam que o maior tempo ou dose de radiação UV-C não é necessariamente a mais adequada para a manutenção da vida pós-colheita em combate aos microrganismos. Nascimento et al. (2014), procurando controlar a presença de microrganismos em manga e melão, obtiveram para as doses de  $0,66$  e  $1,32 \text{ kJ m}^{-2}$  o controle de 95% das unidades formadoras de colônias (UFCs).

Dados estes concordantes também com Souza (2012) que ao expor figos à radiação de  $1,32 \text{ kJ m}^{-2}$  obteve o melhor desempenho, quando comparado aos demais tratamentos. O mesmo autor relata que a maior dose testada em seu experimento,  $4,00 \text{ kJ m}^{-2}$  de UV-C, proporcionou ao figo menor qualidade visual, inviabilizando sua comercialização, fato esse também observado para as pitombas desse experimento.



**Figura 28.** Conservação pós-colheita (dias) de pitombas irradiadas (UV-C) e armazenadas a  $6 \pm 1^\circ\text{C}$  com  $75 \pm 5\%$  de UR, por 22 dias.



**Figura 29.** Tratamento T1 ( $0,00 \text{ kJ m}^{-2}$ ) aos 18 dias, T2 ( $0,60 \text{ kJ m}^{-2}$ ) aos 20 dias, T3 ( $1,21 \text{ kJ m}^{-2}$ ) aos 22 dias, T4 ( $2,42 \text{ kJ m}^{-2}$ ) aos 16 dias e T5 ( $4,84 \text{ kJ m}^{-2}$ ) aos 16 dias de armazenamento.

## 5. CONCLUSÃO

Nas condições em que os experimentos foram realizados, os resultados permitem concluir que a embalagem de PEBD, combinada com a temperatura de 6°C, assegurou a menor perda de massa, além de proporcionar aos frutos incremento na conservação pós-colheita, por até 16 dias.

No entanto, a embalagem de PEBD e PVC+EPS quando armazenadas em baixas temperaturas, foram responsáveis pela manutenção da vitamina C, bem como a temperatura de 6 e 14°C, combinada com a embalagem PVC+EPS e PET, na manutenção dos compostos fenólicos e no potencial antioxidante, os quais inibiram as reações oxidativas e retardaram os processos fisiológicos dos frutos, sendo, portanto, indicativo de maior estabilidade no armazenamento.

Quanto ao experimento com UV-C, conclui-se que as doses de 0,60 e 1,21 kJ m<sup>-2</sup> se mostraram promissoras na conservação pós-colheita da pitomba, por contribuir significativamente nos teores dos compostos fenólicos, estabilidade do ácido ascórbico, melhor capacidade antioxidante e menor perda de massa, além de serem responsáveis por manter as características desejáveis de pós-colheita, permitindo a conservação do fruto por até 22 dias, sem a ocorrência de rachaduras na casca, podridão e presença de microrganismos. Ficando, portanto, evidenciado o efeito positivo dessas doses sobre a redução da velocidade metabólica dos processos que conduzem ao amadurecimento dos frutos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOUL-ENEIN, H.Y.; BERCZYNSKI, P.; KRUK, I. Phenolic compounds: The role of redox regulation in neurodegenerative disease and cancer. **Mini Reviews in Medicinal Chemistry**, v.13, n.3, p.385-398, 2013.
- ABREU, P.A.A. **Caracterização dos fatores nutricionais e antinutricionais de sementes de frutos do cerrado**. 2015. 157p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, 2015.
- AGOSTINI, J.S.; CÂNDIDO, A.C.S.; TEODÓSIO, T.K.C.; RODRIGUES, J.N.; GARCETE, G.J.; SCALON, S.P.Q. Atmosfera modificada e condições de armazenamento nas características físico-químicas de jaboticabas da cultivar 'paulista'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.9, p.2601-2608, 2009.
- AGUILA, J.S. **Conservação pós-colheita de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.)**. 2009. 162p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade de São Paulo "Luiz de Queiroz", Piracicaba - SP, 2009.
- ALENCAR SM; KOBLITZ MGB. Oxirredutases. In: KOBLITZ MGB. (coord). **Bioquímica de Alimentos**. p.125-152. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.
- ALMEIDA, R.R.; CAETANO, L.R.; ALMEIDA, V.F.R.; NASCIMENTO, L.M.; CAMPOS, A.J. Efeito da radiação ultravioleta C na qualidade e armazenamento pós-colheita de pequi. **Nativa**, Sinop, v.7, n.1, p.29-36, 2019.
- ALMEIDA, E.S.; SILVA, R.J.N.; GONÇALVES, E.M. Compostos fenólicos totais e características físico-químicas de frutos de jaboticaba. **Gaia Scientia**, João Pessoa, v.12, n.1, p.81-89, 2018.
- ALOTHMAN, M.; BHAT, R.; KARIM, A.A. UVC radiation induced changes of antioxidante capacity of fresh cut tropical fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, George, v.10, n.4, p.512-516, 2009.
- ALVES, E.U.; MONTE, D.M.O.; CARDOSO, E.A.; SANTOS-MOURA, S.S.; MOURA, M.F. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Talisia esculenta* (A. St. Hil) Radlk em função da profundidade e posição de semente. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.2, p.328-339, 2013.
- ALVES, E.U.; SILVA, K.B.; GONÇALVES, E.P.; CARDOSO, E.A.; ALVES, A.U. Germinação e vigor de sementes de *Talisia esculenta* (St. Hil) Radlk em função de diferentes períodos de fermentação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.30, n.4, p.761-770, 2009.
- ANDRADE JÚNIOR, V.C.; GUIMARÃES, A.G.; AZEVEDO, A.M.; PINTO, N.A.V.D.; FERREIRA, M.A.M. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.405-411, 2016.
- ANDRADE, R.A.; LEMOS, E.G.M.; MARTINS, A.B.G.; PAULA, R.C.; PITTA JUNIOR, J.L. Caracterização morfológica e química de frutos de rambutan. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.4, p.958-963, 2008.
- ANJOS, V.D.A.; VALENTINI, S.R.T.; BENATO, E.A. Influência de tratamento térmico e sistemas de embalagens na qualidade de lichia 'Bengal' **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.4, p.820-827, 2014.

- ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVEZ, E.D.; TREVISAN, R. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora-preta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.1, p.57-61, 2006.
- ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C.M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.3, p.413-419, 2003.
- AQUINO, C.F. **Características físicas e químicas e potencial antioxidante dos frutos de 15 cultivares de bananeiras**. 2014. 116p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG, 2014.
- ARRUDA, M.C.; 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.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 19.ed. Washington, 2012.
- BARBOSA, L.A.; DREGER, A.A.; SCHNEIDER, E.L.; MORISSO, F.D.P.; SANTANA, R.M. Polietileno de baixa densidade - PEBD: mercado, produção, principais propriedades e aplicações. **Revista Espacios**, Caracas, v.38, n.17, p.1-13, 2017.
- BARBA, F.J.; MARIUTTI, L.R.B.; BRAGAGNOLO, N.; MERCADANTE, A.Z.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V.; ORLIEN, V. Bioaccessibility of bioactive compounds from fruits and vegetables after thermal and nonthermal processing. **Trends in Food Science and Technology**, Spain, v.67, n.1, p.195-206, 2017.
- BARBOSA, F.D. **Desenvolvimento de um sistema de radiação pulsada com LEDs UV-C para redução de patógenos pós-colheita e manutenção da qualidade de produtos agrícolas**. 2015. 65p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2015.
- BARTNICKI, V.A.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A. Tratamentos hidrotérmico e com radiação UV-C no controle pós-colheita da podridão olho-de-boi em uma linha comercial de seleção de maçãs. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.737-745, 2011.
- BASSETTO, E.; AMORIM, L.; BENATO, E.A.; GONÇALVES, F.P.; LOURENÇO, S.A. Efeito da irradiação UV-C no controle da podridão parda (*Monilinia fructicola*) e da podridão mole (*Rhizopus stolonifer*) em pós-colheita de pêssegos. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p.393-399, 2007.
- BATISTA, F.O. **Estudo da influência das doses de radiação UV-C nas propriedades físico-química e sensorial instrumental de morango**. 2017. 76p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis - SC, 2017.
- BAUCHROWITZ, I.M.B. **Pós-colheita de frutos de ameixa armazenados em temperatura ambiente e a 1°C tratados com etefom**. 2018. 88p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas), Universidade Federal de Ponta Grossa, Ponta Grossa - PR, 2018.
- BEGUM, M.; HOCKING, A.D.; MISKELLY, D. Inactivation of food spoilage fungi by ultraviolet (UVC) irradiation. **International Journal of Food Microbiology**, v.129, n.1, p.74-77, 2009.

BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Curitiba, v.31, n.4, p.507-513, 1988.

BERK, Z. **Food Process Engineering and Technology**. 1.ed. San Diego: Elsevier, 2009. 622p.

BEZERRA, V. S. **Pós-colheita de Frutos**. 1.ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 26p.

BLEINROTH, E.W.; ZUCHINI, A.G.; POMPEO, R.M. Determinação das características físicas e mecânicas de variedade de abacate e sua conservação pelo frio. **Coletânea ITAL**, Campinas, v.7, n.1, p.29-81, 1976.

BOLZAN, R.P. **Conservação pós-colheita e caracterização de frutos de physalis (*Physalis angulata* L.) produzidos na região metropolitana de Curitiba-Paraná**. 2013. 102p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal do Paraná, Curitiba - PR, 2013.

BOMFIM, M.P.; LIMA, G.P.P.; SÃO JOSÉ, A.R.; VIANELLO, F.; OLIVEIRA, L.M. Conservação pós-colheita de manga 'Tommy Atkins' com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.esp, n.E, p.290-297, 2011.

BOTH, V.; THEWES, F.R.; BRACKMANN, A.; ANESE, R.O.; FERREIRA, D.F.; WAGNER, R. Effects of dynamic controlled atmosphere by respiratory quotient on some quality parameters and volatile profile of 'Royal Gala' apple after long-term storage. **Food Chemistry**, v.215, n.1, p.483-492, 2017.

BRACKMANN, A.; PAVANELLO, E.P.; BOTH, V.; JANISCH, D.I.; SCHMITT, O.J.; GIMÉNEZ, G. Avaliação de genótipos de morangueiro quanto à qualidade e potencial de armazenamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n.5, p.542-547, 2011a.

BRACKMANN, A.; ANESE, R.O.; GIEHL, R.F.H.; WEBER, A.; EISERMANN, A.C.; SESTARI, I. Pré-resfriamento para conservação pós-colheita de melões Cantaloupe 'Hy Mark'. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.672-676, 2011b.

BRACKMANN, A.; PETERLE, M.E.; PINTO, J.A.V.; WEBER, A.; SAUTTER, C.K.; EISERMANN, A.C. Temperatura e umidade relativa na qualidade da tangerina 'Montenegrina' armazenada. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.2, p.340-344, 2008.

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 e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.5, p.914-919, 2006.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel Wissenschaft und Technologie - Food Science and Technology**, London, v.28, n.1, p.25-30, 1995.

BRAVO, S.; GARCÍA-ALONSO, J.; MARTÍN-POZUELO, G.; GÓMEZ, V.; GARCÍA-VALVERDE, V.; NAVARRO-GONZÁLEZ, I.; PERIAGO, M.J. Effects of postharvest UV-C treatment on carotenoids and phenolic compounds of vine-ripe tomatoes. **International Journal of Food Science and Technology**, v.48, n.1, p.1744-1749, 2013.

CAMPOS, A.J.; VIEITES, R.L.; NEVES, L.C.; ROBLES, P.A.; CALERO, F.A. Radiação ultravioleta (UV-C) na caracterização pós-colheita do tomate 'Pitenza'. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.12, n.2, p.192-198, 2011.

CAO, S.; SONG, C.; SHAO, J.; BIAN, K.; CHEN, W.; YANG, Z. Exogenous Melatonin Treatment Increases Chilling Tolerance and Induces Defense Response in Harvested Peach

Fruit during Cold Storage. **Journal Of Agricultural And Food Chemistry**, v.64, n.25, p.5215-5222, 2016.

CARDOSO, E.A.; ALVES, E.U.; ALVES, A.U. Qualidade de sementes de pitombeira em função do período e da temperatura de secagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.1, p.7-16, 2015.

CARNEIRO, J.O.; SOUZA, M.A.A.; RODRIGUES, Y.J.M.; MAPELI, A.M. Efeito da temperatura e do uso de embalagem na conservação pós-colheita de frutos de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.3, p.568-577, 2015.

CARVALHO, A.V.; SECCADIO, L.L.; MOURÃO JÚNIOR, M.; NASCIMENTO, W.M.O. Qualidade pós-colheita de cultivares de bananeira do grupo 'Maçã', na região de Belém-PA. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1095-1102, 2011.

CASTRICINI, A.; COELHO, E.F.; RODRIGUES, M.G.V.; COUTINHO, R.C. Caracterização pós-colheita de frutos de bananeira 'BRS Platina' de primeiro ciclo, sob regulação do déficit de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.1013-1021, 2012.

CELANT, V.M. **Características bioativas e respostas fisiológicas de amoras-pretas durante maturação e armazenamento**. 2013. 127p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon - PR, 2013.

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

CIA, P.; BENATO, E.A.; VALENTINI, S.R.T.; ALMEIDA ANJOS, V.D.; PONZO, F.S.; SANCHES.J.; TERRA, M.M. Radiação ultravioleta no controle pós-colheita de *Colletotrichum gloeosporioides* em uva 'Niagara Rosada'. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.4, p.1009-1015, 2009.

CIA, P. **Avaliação de agentes bióticos e abióticos na indução de resistência e no controle pós-colheita da antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) em mamão (*Carica papaya*)**. 2005. 197p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de São Paulo "Luiz de Queiroz", Piracicaba - SP, 2005.

CONCEIÇÃO, D.M.; EVANGELISTA, R.M.; MARTINHO, D.Q.; VIEITES, R.L. Atmosfera modificada na conservação de banana 'Nanica'. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v.3, n.1, p.40-52, 2010.

CORDEIRO, M.W.S.; CAVALLIERI, A.L.F.; FERRI, P.H.; NAVES, M.M.V. Características físicas, composição químico-nutricional e dos óleos essenciais da polpa de *Caryocar brasiliense* nativo do Estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.1127-1139, 2013.

COTE, S.; RODONI, L.; MICELI, E.; CONCELLÓN, A.; CIVELLO, P.M.; VICENTE, A.R. Effect of radiation intensity on the outcome of postharvest UV-C treatments. **Postharvest Biology and Technology**, v.83, n.1, p.83-89, 2013.

CRIZEL, G.R. **Efeito da radiação UV-C durante o cultivo de morangos: aspectos bioquímico-fisiológicos e tecnológicos**. 2012. 71p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012.

- CUVI, M.J.A.; VICENTE, A.R.; CONCELLÓN, A.; CHAVES, A.R. Changes in red pepper antioxidants as affected by UV-C treatments and storage at chilling temperatures. **LWT-Food Science and Technology**, Athens, v.44, n.7, p.1666-1671, 2011.
- DAIUTO, E R.; VIEITES, R.L.; TREMOCOLDI, M.A.; L.R.; FUMES, J. G. F. Pós colheita do abacate ‘Hass’ submetido a radiação UV-C. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Bogotá, v.7, n.2, p.149-160, 2013.
- DAIUTO, E.R.; VIEITES, R.L.; TREMOCOLDI, M.A.; RUSSO, V.C. Taxa respiratória de abacate ‘Hass’ submetido a diferentes tratamentos físicos. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.10, n.2, p.101-109, 2010.
- DAMATTO JÚNIOR, E.R.; CAMPOS, A.J.; MANOEL, L.; MOREIRA, G.C.; LEONEL, S.; EVANGELISTA, R.M. Produção e caracterização de frutos de bananeira ‘prata-anã’ e ‘prata zulu’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.3, p.440-443, 2005.
- DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E.V.B.; PINTO, D. M.; RODRIGUES, L.J. Influência de diferentes temperaturas na manutenção da qualidade de pequi minimamente processado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.1, p.203-212, 2008.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K.L.; FENNEMA, O.R. **Química de alimentos de Fennema**. 4.ed. Porto alegre: Artmed, 2010. 900p.
- DANTAS, A.L.; SILVA, S.M.; DANTAS, R.L.; SOUSA, A.S.B.; SCHUNEMANN, A.P.P. Desenvolvimento, fisiologia da maturação e indicadores do ponto de colheita de frutos da umbugeleira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.38, n.1, p.33-42, 2016.
- DEL AGUILA, J.S. **Conservação pós-colheita de lichia (*Litchi chinensis* Sonn)**. 2009. 162p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de São Paulo “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2009.
- DEMIRCI, A.; PANICO, L. Pulsed ultraviolet light. **Food Scienc and Technology International**, v.14, n.5, p.443-446, 2008.
- EDUSEI, V.O.; OFOSU-ANIM, J. Biochemical changes in green chilli pepper fruits during storage in polymeric films. **Journal of Research in Agriculture**, v.2, n.2, p.187-192, 2013.
- FAN, X.; NIEMIRA, B.A.; PRAKASH, A. Irradiation of fresh fruits and vegetables. **Food technology**, v.62, n.3, p.36-43, 2008.
- FERREIRA, R.B.; NADALETI, D.H.S.; SOUZA, B.S.; SOUZA, P.S. Uso de embalagem e da refrigeração no armazenamento de lichias ‘Bengal’. **Cientifica**, Jaboticabal, v.44, n.3, p.294-299, 2016.
- FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. 29 p.: il. (Caderno didático, 19) - Viçosa-MG: UFV, 1997.
- FINGER, F.L.; DELLA-JUSTINA, M.E.; CASALI, V.W.D.; PUIATTI, M. Temperature and modified atmosphere affect the quality of okra. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.65, n.4, p.360-364, 2008.
- FLORES-CERVANTES, D.X.; PALOU, E.; LÓPEZ-MALO, A. Efficacy of individual and combined UVC light and food antimicrobial treatments to inactivate *Aspergillus flavus* A. nigerspores in peach nectar. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.20, n.1, p.244-252, 2013.

- FRAGA, L.N. **Compostos bioativos, capacidade antioxidante e citotoxicidade da casca e polpa da pitomba (*Talisia esculenta* (ST. HIL.) RALDK)**. 2018. 130p. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão - SE, 2018.
- FREIRE, M.G.M.; FRANCO, O.L.; KUBO, C.E.G.; MIGLIOLO, L.; VARGAS, R.H.; OLIVEIRA, C.F.R.; PARRA, J.R.P.; MACEDO, M.L.R. Structural insights regarding the insecticidal *Talisia esculenta* protein and its biotechnological potential for *Diatraea saccharalis* larval control. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part B, v.161, n.1, p.86-92, 2012.
- FREIRE, J.L.O.; CAVALCANTE, L.F.; REBEQUI, A.M.; DIAS, T.J.; NUNES, J.C.; CAVALCANTE, I.H.L. Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.1, p.102-110, 2010.
- FUJITA, E. **Temperatura, embalagem e radiação gama na conservação pós-colheita de maná cubiu**. 2011. 61p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu - SP, 2011.
- GARDNER, D.W.M.; SHAMA, G. Modeling UV-induced irradiation of microorganisms on surfaces. **Journal of Food Protection**, v.63, n.1 p.63-70, 2000.
- GOMES, R.P. **Fruticultura brasileira**. 13.ed. São Paulo: Nobel, 2007. 446p.
- GONÇALVES, G.A.S.; VILAS BOAS, E.V.B.; RESENDE, J.V.; MACHADO, A.L.L.; VILAS BOAS, B.M. Qualidade dos frutos do pequi submetidos a diferentes tempos de cozimento. **Ciência Aagrotecnologia**, Lavras, v.35, n.2, p.377-385, 2011.
- GONÇALVES, G.A.S.; VILAS BOAS, E.V.B.; RESENDE, J.V.; MACHADO, A.L.L.; VILAS BOAS, B.M. Qualidade do pequi submetido ao cozimento após congelamento por diferentes métodos e tempos de armazenamento. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.5, p.581-588, 2010.
- GONÇALVES, C.A.A.; LIMA, L.C.O.; LOPES, P.S.N.; PRADO, M.E.T. Caracterização física, físico-química, enzimática e de parede celular em diferentes estádios de desenvolvimento da fruta de figueira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.6, n.1, p.220-229, 2006.
- GONDIM, P.J.S.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E.; DANTAS, A.L.; NETO, J.R.C.; SANTOS, L.F. Qualidade de frutos de acessos de umbu-cajazeira (*Spondias* sp.). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.11, p.1217-1221, 2013.
- GONZÁLES-BARRIO, R.; VIDAL-GUEVARA, M.L.; TOMÁS-BARBERÁN, F.A.; ESPÍN, J.C. Preparation of a resveratrol-enriched grape juice based on ultraviolet C treated berries. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.10, n.3, p.374-382, 2009.
- 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 UV-C. **Journal of Food Science**, v.72, n.3, p.197-202, 2007.
- GREENGRASS, J. **Films para envasado em atmosfera modificada**. In: PARRY, R.T. Envasado de los alimentos em atmosfera modificada. Madrid: Antônio Madrid Vicente, 1993. p.79-118.

- GRIGIO, M.L.; NEVES, L.C.; TOSIN, J.M.; NASCIMENTO, C.R.; 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**, Boa Vista, v.5, n.1, p.57-65, 2011.
- GUARIM NETO, G.; SANTANA, S.R.; SILVA, J.V.B. Repertório botânico da pitombeira (*Talisia esculenta* (St. –Hil.) Radlk. - Sapindaceae). **Acta Amazonica**, Manaus, v.33, n.2, p.237-242, 2003.
- GUARIM NETO, G.; SANTANA, S.R.; SILVA, J.V.B. Notas etnobotânicas de espécies de Sapindaceae Jussieu. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.14, n.3, p.327-334, 2000.
- GUEDES, A.M.M.; NOVELLO, D.; MENDES, G.M.P.; CRISTIANINI, M. Tecnologia de ultravioleta para preservação de alimentos. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.27, n.1, p.59-70, 2009.
- GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Review: Advantages and Limitations on Processing Foods by UV Light. **Food Science and Technology International**, v.10, n.3, p.137-147, 2004.
- GUIMARÃES, J.E.R. **Ácido cítrico e quitosana na conservação pós-colheita de lichias ‘Bengal’**. 2012. 57p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal - SP, 2012.
- GUINÉ, R.P.F.; ALMEIDA, C.F.F.; CORREIA, P.M.R. Efeito da embalagem nas propriedades físico-químicas de amêndoas durante o armazenamento. **Jornadas Fruteiras Tradicionais do Algarve**, Loulé, p.1-10, 2014.
- HAFLE, O.M.; COSTA, A.C.; SANTOS, V.M.; SANTOS, V.A.; MOREIRA, R.A. Características físicas e químicas do maracujá-amarelo tratado com cera e armazenado em condição ambiente. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.5, n.3, p.341-346, 2010.
- HAIDA, K.S.; SILVA, F.J.; COELHO, S.R.M.; LIMA, D.S.; ABRÃO, R.M.; HAIDA, K.Y. Caracterização físico-química e atividade antioxidante de amoreira-preta (*Morus nigra* L.). **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, João Pessoa, ano12, p.21-28, 2014.
- HAJARE, S.N.; SAXENA, S.; KUMAR, S.; WADHAWAN, S.; MORE, V.; MISHRA, B.B.; PARTE, M.N.; GAUTAM, S.; SHARMA, A. Quality profile of litchi (*Litchi chinensis*) cultivars from India and effect of radiation processing. **Radiation Physics and Chemistry**, v.79, n.9, p.994-1004, 2010.
- HOJO, E.T.D.; DURIGAN, J.F.; HOJO, R.H. Uso de embalagens plásticas e cobertura de qui-tosana na conservação pós-colheita de lichias. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.E. p.377-383, 2011a.
- HOJO, E.T.D.; DURIGAN, J.F.; HOJO, R.H.; DONADON, J.R.; MARTINS, R.N. Uso de tratamento hidrotérmico e ácido clorídrico na qualidade de lichia ‘Bengal’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.386-393, 2011b.
- HOJO, E.T.D. **Aplicação de métodos combinados na conservação da qualidade de lichias ‘Bengal’**. 2010. 120p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal - SP, 2010.
- INFANTE, R.; CONTADOR, L.; RUBIO, P.; MESA, K.; MENESES, C. Non-destructive monitoring of flesh softening in the black-skinned Japanese plums ‘Angelino’ and ‘Autumn

beaut' on-tree and postharvest. **Postharvest Biology and Technology**, v.61, n.1, p.35-40, 2011.

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, 2005.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidant activity and total phenolic the millennium's health. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v.36, n.7, p.703-725, 2001.

KAUSHIK, N.; KAUR, B.P.; RAO, P.S. Application of high pressure processing for shelf life extension of litchi fruits (*Litchi chinensis* cv. Bombai) during refrigerated storage. **Food Science and Technology International**, v.20, n.7, p.527-541, 2013.

KHADEMI, O.; ZAMANI, Z.; POOR AHMADI, E.; KALANTARI, S. Effect of UV-C radiation on postharvest physiology of persimmon fruit (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Karaj' during storage at cold temperature. **International Food Research Journal**, v.20, n.1, p.247-253, 2013.

KIVI, A.R.; SARTIPNIA, N.; KHALKHALI, M.B. Effect of storage temperatures on antioxidant capacity and bioactive compounds in raspberry fruit. **International Journal of Plant, Animal and Environmental Sciences**, Houston, v.4, n.3, p.343-349, 2014.

KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BÖHM, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.53, n.14, p.5640-5646, 2005.

KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2.ed. Campinas: Rural, 2002. 214p.

KOBLITZ, M.G.B. **Matérias-primas alimentícias: Composição e controle de qualidade**. 1.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011. 301p.

KOHATSU, D.S.; BOLANHO, B.C.; ZUCARELI, V.; GENARO, K.C.; MARTINS, F.B. Aplicação de biofilme em frutos de ciriguela: efeito na conservação e no potencial antioxidante. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.34, n.2, p.1-6, 2016.

KOHATSU, D.S.; ZUCARELI, V.; BRAMBILLA, W.P.; EVANGELISTA, R.M. Qualidade de frutos de cajá-manga armazenados sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.E, n.1, p.344-349, 2011.

KOUTCHMA, T.N.; FORNEY, L.J.; MORAU, C.I. **Ultraviolet Light in Food Technology: Principles and Applications**. 1.ed. Boca Raton: CRC Press, 2009. 296p.

KWEON, H.-J.; KANG, I.-K.; KIM, M.-J.; LEE, J.; MOON, Y.-S.; CHOI, C.; CHOI, D.G.; WATKINS, C.B. Fruit maturity, controlled atmosphere delays and storage temperature affect fruit quality and incidence of storage disorders of 'Fuji' apples. **Scientia Horticulturae**, v.157, n.1, p.60-64, 2013.

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.

LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; SILVA JÚNIOR, J.F. **Pitomba**. Jaboticabal: Funep, 2012. 20p. (Série Frutas da Mata Atlântica, 05).

- LEITE, B.S.F.; BORGES, C.D.; CARVALHO, P.G.B.; BOTREL, N. Revestimento comestível à base de goma xantana, compostos lipofílicos e/ou cloreto de cálcio na conservação de morangos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.4, p.1027-1036, 2015.
- LIMA, G.S.; SANTOS, M.J.P.; ANDRADE, R.O.; SILVA, J.G.; SOUZA, S. Uso de revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de pimentão verde armazenado em temperatura ambiente e sob refrigeração. **Caderno Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.4, n.1, p.1-6, 2014.
- LIMA, J.P. **Qualidade pós-colheita atividade antioxidante “In Vitro” e perfil volátil da mangaba (*Hancornia speciosa*) submetida à refrigeração e atmosfera modificada**. 2011. 193p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2011.
- LIMA, F.V.; DEL AGUILA, J.S.; ORTEGA, E.M.M.; KLUGE, R.A. Pós-colheita de lichia ‘Bengal’ tratada com etileno e 1-metilciclopropeno. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.41, n.7, p.1143-1149, 2011.
- LIMA, R.A.Z. **Lichia: Qualidade e controle do escurecimento**. 2009. 68p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica), Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2009.
- LIN, M.G.; LASEKAN, O.; SAARI, N.; KHAIRUNNIZA-BEJO, S. The Effect of the Application of Edible Coatings on or before Ultraviolet Treatment on Postharvested Longan Fruits. **Journal of Food Quality**, Cairo, v.1, n.1, p.1-11, 2017.
- LIU, R.H. Health-Promoting Components of Fruits and Vegetables in the Diet. **Advances in Nutrition**, Rockville, v.4, n.3, p.384-392, 2013.
- LÓPEZ-MALO, A.; PALOU, E. **Ultraviolet light and food preservation**. In: BARBOSA-CÁNOVAS, G; TAPIA, M.S.; CANO, M.P. Novel food processing technologies. New York: CRC, Chap.18, 2005.
- LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006. 672p.
- LORENZI, H.; MATOS, F.J. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas cultivadas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006. 512p.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. 4ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v.1, 368p.
- MACEDO, M.L.R.; FREIRE, M.G.M.; KUBO, C.E.G.; PARRA, J.R.P. Bioinsecticidal activity of *Talisia esculenta* reserve protein on growth and serine digestive enzymes during larval development of *Anticarsia gemmatalis*. **Comparative Biochemistry and Physiology**, Part C, v.153, v.1, p.24-33, 2011.
- MACHADO, W.M.; PEREIRA, A.D.; MARCON, M.V. Efeito do processamento e armazenamento em compostos fenólicos presentes em frutas e hortaliças. **Ciências Exatas e da Terra, Agrária e Engenharia**, Ponta Grossa, v.19, n.1, p.17-30, 2013.
- MANTILLA, S.P.S.; MANO, S.B.; VITAL, H.C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica: Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v.8, n.4, p.437-448, 2010.

MANZOCCO, L.; QUARTA, B.; DRI, A. Polyphenoloxidase inactivation by light exposure in model systems and apple derivatives. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.10, n.4, p.506-511, 2009.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – SDA. **Manual de Métodos de Análises de Bebidas e Vinagres**. CAD 04: Fermentados Alcoólicos - ácido ascórbico, 2006. Disponível em: <[https://updoc.site/download/cinzas-datalegis-4\\_pdf](https://updoc.site/download/cinzas-datalegis-4_pdf)>. Acesso em 04 de outubro de 2018.

MARIANO-NASSER, F.A.C.; BOLIANI, A.C.; NASSER, M.D.; PAGLIARINI, M.K.; MENDONÇA, V.Z. Conservação de mangabas submetidas à aplicação de quitosana. **Científica**, Jaboticabal, v.44, n.3, p.279-285, 2016.

MARTINELLI, M.; CONEGLIAN, R.C.C.; VASCONCELLOS, M.A.S.; BUSQUET, R.N.; SILVA, E.; VITAL, H.C. Qualidade de frutos de banana ‘Prata’ submetidos à radiação gama antes do processo de climatização. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, Chapadinha, v.4, n.3, p.44-51, 2010.

MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S. **Banana: Pós-Colheita**. ed.1. Brasília: EMBRAPA CNPMF, 2001. 71p. (Serie Frutas do Brasil, 16).

MENDANHA, R.S.R.R. **Atmosfera modificada na embalagem de fruta, vegetais inteiros e minimamente processados**. 2014. 67p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Alimentar), Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

MENDES, D.C.S. **Caracterização fisiológica do fruto murici (*Byrsonima sp.*) in natura**. 2017. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Goiás-GO, 2017.

MENDONÇA, V.Z.; DAIUTO, E.R.; FURLANETO, K.A.; RAMOS, J.A.; FUJITA, E.; VIEITES, R.L.; TECHIO, M.A.; CARVALHO, L.R. Aspectos físico-químicos e bioquímicos durante o armazenamento refrigerado do caqui em AMP. **Nativa**, Sinop, v.3, n.1, p.16-21, 2015.

MENZEL, C.M; WAITE, G.K. **Litchi and Longan: Botany, Production, and uses**. Wallingford, Oxfordshire, Trowbridge: CABI Publishing, 2005. 305p.

MIGUEL, A.C.A. **Tratamento térmico, radiação ultravioleta (UV-C), quitosana e cera na prevenção de injúrias pelo frio em mangas ‘Tommy Atkins’ e ‘Palmer’**. 2012. 200p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal - SP, 2012.

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**, Brasília, v.25, n.4, p.582-585, 2007.

MIGUEL, A.C.A. **Uso de película comestível, cloreto de cálcio e ácido ascórbico para a conservação do melão ‘Amarelo’ minimamente processado**. 2008. 195p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2008.

MINAS, I.S.; CRISOSTO, G.M.; HOLCROFT, D.; VASILAKAKIS, M.; CRISOSTO, C.H. Postharvest handling of plums (*Prunus salicina* Lindl.) at 10°C to save energy and preserve fruit quality using an innovative application system of 1-MCP. **Postharvest Biology And Technology**, v.76, p.1-9, 2013.

- MIZOBUTSI, G.P.; SILVA, J.M.; 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, 2012.
- MORENO, M.B.; BARRETO, C.F.; SILVA, P.S.; MALGARIM, M.B.; FACHINELLO, J.C. Qualidade de pêssegos ‘Maciel’ sob armazenamento refrigerado com a utilização de embalagens. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.17, n.1, p.58-64, 2016.
- MOTA, W.F.; SALOMÃO, L.C.C.; NERES, C.R.L.; MIZOBUTSI, G.P.; NEVES, L.L.M. Uso de cera de carnaúba e saco plástico poliolefínico na conservação pós-colheita do maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.28, n.2, p.190-193, 2006.
- NASCIMENTO, F.V.; SANTOS, M.C.; VALDEBENITO-SANHUEZA, R.M.; BARTNICKI, V.A. Hidrotermia e radiação UV-C no controle de patógenos de manga e melão. **Summa Phytopathol**, Botucatu, v.40, n.4, p.313-317, 2014.
- NASCIMENTO JUNIOR, B.B.; OZORIO, L.P.; REZENDE, C.M.; SOARES, A.G.; FONSECA, M.J.O. Diferenças entre bananas de cultivares Prata e Nanicao ao longo do amadurecimento: características físico-químicas e compostos voláteis. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.3, p.649-658, 2008.
- NASSER, A.L.M.; LOPES, L.M.X.; MONTEIRO, M. Oligômeros em embalagem de PET para água mineral e suco de fruta. Uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.16, n.2, p.183-194, 2005.
- NERI-NUMA, I.A.; CARVALHO-SILVA, L.B.; FERREIRA, J.E.M.; MACHADO, A.R.T.; MALTA, L.G.; RUIZ, A.L.T.G.; CARVALHO, J.E.; PASTORE, G.M. Preliminary of antioxidant, antiproliferative and antimutagenic activities of pitomba (*Talisia Esculenta*). **LWT-Food Science and Technology**, v.59, n.2, p.1233-1238, 2014.
- NEVES, L.C.; RODRIGUES, A.L.C.; VIEITES, R.L. Polietileno de baixa densidade (PEBD) na conservação pós-colheita de figos cv. ‘Roxo de Valinhos’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.57-62, 2002.
- NUNES, S.P. **Irradiação gama e UV-C na qualidade pós-colheita de mirtilo**. 2015. 94p. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2015.
- NUNES, M.C.N.; EMOND, J.P. **Storage temperature**. In: BARTZ, J.A.; BRECHT, J.K. *Postharvest Physiology and Pathology of Vegetables*. New York: Marcel Dekker, 2003. 744p.
- OBANDA, M.; OWUOR, P.O. Flavanol Composition and Caffeine Content of Green Leaf as Quality Potential Indicators of Kenyan Black Teas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London v.74, n.2, p.209-215, 1997.
- OLIVEIRA, M.N.S.; LOPES, P.S.N.; MERCADANTE-SIMÕES, M.O.; PEREIRA, E.G.; RIBEIRO, L.M. Post-harvest quality of pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) collected from the plant or after naturally falling off and subjected to slow and quick freezing. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.39, n.1, p.761-768, 2017.
- OLIVEIRA, J.; SILVA, I.G.; SILVA, P.P.M.; SPOTO, M.H.F. Atmosfera modificada e refrigeração para conservação pós-colheita de camu-camu. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.6, p.1126-1133, 2014.

- OLIVEIRA, J. **Estudos da viabilidade de embalagens e temperaturas de armazenamento na qualidade pós-colheita de camu-camu [*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh].** 2013. 133p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2013.
- OLIVEIRA, D.S.; AQUINO, P.P.; RIBEIRO, S.M.R.; PROENÇA, R.P.C.; PINHEIRO-SANT’ANA, H.M. Vitamina, carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante de goiaba, manga e mamão procedentes da Ceasa do Estado de Minas Gerais. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v.33, n.1, p.89-98, 2011.
- OLIVEIRA, M.E.B.; GUERRA, N.B.; MAIA, A.H.N.; ALVES, R.E.; MATOS, N.M.S.; SAMPAIO, F.G.M.; LOPES, M.M.T. Características Químicas e Físico-Químicas de pequi da Chapada do Araripe, Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.1, p.114-125, 2010.
- OLIVEIRA, T.M.; SOARES, N.F.F.; PAULA, C.D.; VIANA, G.A. Uso de embalagem ativa na inibição do escurecimento enzimático de maçãs. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.29, n.1, p.117-128, 2008.
- OLIVEIRA, M.A.; CEREDA, M.P. Efeito da Película de Mandioca na Conservação de Goiabas. **Brazilian Journal Food Technololy**, Campinas, v.2, n.1,2, p.97-102, 1999.
- ONIAS, E.A.; TEODOSIO, A.E.M.M.; BOMFIM, M.P.; ROCHAR.H.C.; LIMA, J.F.; MEDEIROS, M.L.S. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v.41, n.3, p.849-86, 2018.
- OSHIRO, A.M.; DRESCH, D.M.; SCALON, S.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, 2013.
- OSHIRO, A.M.; DRESCH, D.M.; SCALON, S.P.Q. Preservação de goiabas ‘Pedro Sato’ armazenadas sob atmosfera modificada em refrigeração. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v.35, n.1, p.213-221, 2012.
- OSHIRO, A.M. **Conservação pós-colheita de frutos e sementes de guavira (*Campomanesia adamantium* Camb.) em diferentes embalagens e temperaturas.** 2012. 78p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados - MS, 2012.
- PALHARINI, M.C.A.; FISCHER, I.H.; VEGIAN, M.R.C.; FILETI, M.S.; MONTES, S.M.N.M. Efeito da temperatura de armazenamento na conservação pós-colheita de amora preta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.45, n.4, p.413-419, 2015.
- PALMIERI, F.G.; GARCIA, J.; JULIÃO, L.; OLIVEIRA, F.V. Logística: Por onde passam os produtos hortifrutícolas? **Hortifruti Brasil**, Piracicaba, Ano 13, n.138, p.1-42, 2014.
- PEREIRA, M.E.; PASQUALETO, A. Desenvolvimento sustentável com ênfase em frutíferas do Cerrado. **Revista de Ciências Ambientais e Saúde**, Goiânia, v.38, n.2, p.333-363, 2011.
- PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J.K.; HOWARD, L. Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. **Postharvest Biology and Technology**, v.47, n.3, p.280-285, 2008.

- PFAFFENBACHI, L.B.; CASTRO, J.V.; CARVALHO, C.R.L.; ROSSETTO C.J. Efeito da atmos-fera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.410-413, 2003.
- PIATTI, T.M.; RODRIGUES, R.A.F. **Plásticos**: características, usos, produção e impactos ambientais. Maceió: Ed. UFAL, 2005, 51p. (Série: Conversando sobre Ciências em Alagoas).
- PINHEIRO, J.M.S. **Tecnologia pós-colheita para conservação de bananas da cultivar tropical**. 2009. 59p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido), Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, 2009.
- PINTO, M.P. **Pós-colheita de abiu, bacuri e camu-camu, nativos da Região Amazônica, cultivados no Estado de São Paulo**. 2013. 146p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade São Paulo “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - SP, 2013.
- PINTO, P.M.; JACOMINO, A.P.; SILVA, S.R.; ANDRADE, C.A.W. Ponto de colheita e maturação de frutos de camu-camu colhidos em diferentes estádios. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.48, n.6, p.605-612, 2013.
- PIZARRO, C.A.C. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas**. 2009. 58p. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita.), Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2009.
- POÇAS, M.F.F.; MOREIRA, R. Segurança alimentar e embalagem. In: CASTRO, A.G.; POUZADA, A.S. **Embalagens para indústria alimentar**. 1.ed. Lisboa: Piaget, 2003. 610p.
- POMBO, M.A.; ROSLI, H.G.; MARTÍNEZ, G.A.; CIVELLO, P.M. UV-C treatment affects the expression and activity of defense genes in strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Postharvest Biology and Technology**, v.59, n.1, p.94-102, 2011.
- POMPEU, D.R.; BARATA, V.C.P.; ROGEZ, H. Impacto da refrigeração sobre variáveis de qualidade dos frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.20, n.1, p.141-148, 2009.
- QUEIROGA, A.X.M. **Caracterização física, química e funcional dos frutos da pitombeira (*Talisia esculenta*)**. 2015. 36p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal - PB, 2015.
- RABELO, A. **Frutos nativos da Amazônia: comercializados nas feiras de Manaus - AM**. Manaus: INPA, 2012. 388p.
- REIS, H.F. **Conservação pós-colheita de mamão formosa (*Carica papaya* L.) e controle alternativo *in vitro* e *in vivo* de *Colletotrichum gloeosporioides***. 2014. 128p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS, 2014.
- RIBEIRO, S.F. **Influência de malhas fotoconversoras nos aspectos anatômicos e fisiológicos de *Talisia esculenta* (A. St.-Hil) Radlk**. 2014. 90p. Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada), Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG. 2014.
- RIBEIRO, C.; CANADA, J.; ALVARENGA, B. Prospects of UV radiation for application in postharvest technology. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.24, n.6, p.586-597, 2012.
- RINALDI, M.M.; COSTA, A.M.; FALEIRO, F.G.; JUNQUEIRA, N.T.V. Conservação pós-colheita de frutos de *Passiflora setacea* DC. submetidos a diferentes sanitizantes e

temperaturas de armazenamento. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.20, e2016046, p.1-12, 2017.

RIVERA-PASTRANA, D.M.; BÉJAR, A.A.G.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M.A.; RIVERA-DOMÍNGUEZ, M.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. Efectos bioquímicos postcosecha de la irradiación UV-C en frutas y hortalizas. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v.30, n.4, p.361-372, 2007.

ROCHA, M.S.; FIGUEIREDO, R.W.; ARAÚJO, M.A.M.; MOREIRA-ARAÚJO, R.S.R. Caracterização físico-química e atividade antioxidante (*in vitro*) de frutos do cerrado Piauiense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.933-941, 2013.

RODRÍGUEZ, L.; LOPEZ, L.; GARCIA, M. Determinación de la composición química y actividad antioxidante en distintos estados de madurez de frutas de consumo habitual em Colombia, mora (*Rubus glaucus* B.), maracujá (*Passiflora edulis* S.), guayaba (*Psidium guajava* L.) y papayuela (*Carica cundinamarcensis* J.). **ACTA**, Bogotá, v.1, n.21, p.16-34, 2010.

RODRIGUES, L.K.; PEREIRA, L.M.; FERRARI, C.C.; SARANTÓPOULOS, C.I.G. L.; HUBINGER, M.D. Vida útil de fatias de manga armazenadas em embalagem com atmosfera modificada passiva. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.Supl., p.271-278, 2008.

RODRIGUES, L.J. **O pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.):** Ciclo vital e agregação de valor pelo processamento mínimo. 2005. 152p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2005.

ROTILI, M.C.C.; VORPAGEL, J.A.; BRAGA, G.C.; KUHN, O.J.; SALIBE, A.B. Atividade antioxidante, composição química e conservação do maracujá-amarelo embalado com filme PVC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.4, p.942-952, 2013.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, Barking, v.121, n.1, p.996-1002, 2010.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH. **Comunicado Técnico Online**, Fortaleza, p.1-4, 2007.

RUSSO, V.C. **Conservação refrigerada de abacate ‘Hass’ e ‘Fuerte’ submetidos à atmosferas modificadas ativas.** 2012. 48p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu – SP, 2012.

SAMIRA, A.; WOLDETSADIK, K.; WORKNEH, T.S. Postharvest quality and shelf life of some hot pepper varieties. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v.50, n.5, p.842-855, 2011.

SANCHES, A.L.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; SANTOS, E.X. Atraso na maturação e qualidade pós-colheita de seriguela exposta a radiação ultravioleta-C. **Revista Nativa**, Sinop, v.6, n.3, p.225-232, 2018.

SANCHES, A.G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; COSTA, J.M.; CORDEIRO, A.M. Efeitos de diferentes fontes de radiação na fisiologia e vida útil pós-colheita de camu-camu. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.4, n.3, p.1-8, 2017a.

- SANCHES, A.G.; COSTA, J.M.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; SANTANA, P.J.A.; CORDEIRO, C.A.M. Aspectos qualitativos e amadurecimento do araçá amarelo tratado com radiação UV-C. **Nativa**, Sinop, v.5, n.5, p.303-310, 2017b.
- SANCHES, A.L.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; COSTA, J.M.; CORDEIRO, C.A.M. Radiação UV-C na longevidade pós-colheita de tangerinas sob refrigeração. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.15, n.3, p.338-344, 2016.
- SANCHES, A.G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; CORDEIRO, A.M. Relação entre a embalagem e a temperatura de armazenamento na conservação do pimentão vermelho cv. Rubi. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.4, p.1-12, 2015.
- SANTOS, M. N. G. **Avaliação de polpa de cagaita (*Eugenia dysenterica* DC.) submetida ao congelamento e atomização**. 2015. 107p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Goiás, Goiânia - GO, 2015.
- SANTOS, C.M.; ABREU, C.M.P.; FREIRE, J.M.; CORRÊA, A.D. Atividade antioxidante de frutos de quatro cultivares de pessegueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.339-344, 2013.
- SANTOS, A.E.O.; ASSIS, J.S.; BATISTA, P.F.; SANTOS, O.O. Utilização de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Revista Semiárido De Visu**, Petrolina, v.1, n.1, p.10-17, 2011.
- SARANTÓPOULOS, C.I.G.L.; OLIVEIRA, L.M.; TELES, C.S.; COPPELMANS, S.A. Efeitos da embalagem e da temperatura de estocagem na qualidade de couve minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.2, p.185-190, 2003.
- SENHOR, R.F.; SOUZA, P.A.; CARVALHO, J.N.; SILVAL, F.L.; SILVA, M.C. Fatores de pré e pós-colheita que afetam os frutos e hortaliças em pós-colheita. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v.4, n.3, p.13-21, 2009.
- SERPA, M.F.P.; CASTRICINI, A.; MITSOBUIZI, G.P.; MARTINS, R.N.; BATISTA, M.F.; ALMEIDA, T.H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, n.6, p.975-982, 2014.
- SEVERO, J.; TIECHER, A.; CHAVES, F.C.; SILVA, J.A.; ROMBALDI, C.V. Gene transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during developmental stages of strawberry cv. Camarosa. **Food Chemistry**, London, v.126, n.1, p.995-1000, 2010.
- SENA, L.H.M. **Conservação de sementes e produção de mudas de pitombeira (*Talisia esculenta* (A. St. Hil.) Radlk.)**. 2014. 122p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais), Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE, 2014.
- SERPA, M.F.P.; CASTRICINI, A.; MITSOBUIZI, G.P.; MARTINS, R.N.; BATISTA, M.F.; ALMEIDA, T.H. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Revista Ceres**, Viçosa, v.61, n.6, p.975-982, 2014.
- SHAMA, G.; ALDERSON, P. UV hormesis in fruits: A concept ripe for commercialization. **Trends in Food Science and Technology**, Loughborough, v.16, n.4, p.128-136, 2005.
- SHARMA, P.; SINGH, R.P. Evaluation of antioxidant activity in foods with special reference to TEAC method. **American Journal of Food Technology**, New York, v.8, n.1, p.83-101, 2013.

SHEN, Y.; SUN, Y.; QIAO, L.; CHEN, J.; LIU, D.; YE, X. Effect of UV-C treatments on phenolic compounds and antioxidant capacity of minimally processed Satsuma mandarin during refrigerated storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.76, n.1, p.50-57, 2013.

SILVA, J.L. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante em frutos de juazeiro armazenados sob temperatura controlada**. 2017. 75p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroalimentares), Universidade Federal de Campina Grande, Pombal – PB, 2017.

SILVA, G.M.C.; SILVA, M.P.S.; BIAZATTI, M.A.; SANTOS, P.C.; SILVA, N.M.; MIZOBUTSI, G.P. Uso do 1-MCP e atmosfera modificada na pós-colheita de atemoia ‘Gefner’. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.11, n.2, p.67-72, 2016a.

SILVA, M.J.R.; JESUS, P.R.R.; ANJOS, J.M.C.; MACHADO, M.; RIBEIRO, V.G. Caracterização agrônômica e pós-colheita das bananeiras ‘Maravilha’ e ‘Preciosa’ no Submédio do Vale São Francisco. **Revista Ceres**, Viçosa, v.63, n.1, p.46-53, 2016b.

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

SILVA, D.F.P.; SALOMÃO, L.C.C.; SIQUEIRA, D.L.; CECON, P.R.; ROCHA, A. Potassium permanganate effects in postharvest conservation of the papaya cultivar ‘Sunrise Golden’. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.7, p.669-675, 2009b.

SILVA, J.M.; SILVA, J.P.; SPOTO, M.H.F. Características físico-químicas de abacaxi submetido à tecnologia de radiação ionizante como método de conservação pós-colheita. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.139-145, 2008.

SILVA, C.S.; LIMA, L.C.; SANTOS, H.S.; CAMILI, E.C.; VIEIRA, C.R.Y.I.; MARTINS, C.S.; VIEITES, R.L. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.30, n.1, p.103-111, 2006.

SILVEIRA, M.R.S. **Qualidade e atividade antioxidante de frutos de genótipos de puçazeiro ‘Coroa de Frade’ (*Mouriri elliptica* Mart.) da vegetação litorânea do Ceará**. 2008. 116p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE, 2008.

SILVEIRA, N.S.S.; MICHEREFF, S.J.; SILVA, I.L.S.S.; OLIVEIRA, S.M.A. Doenças fúngicas pós-colheita em frutas tropicais: patogênese e controle. **Caatinga**, Mossoró, v.18, n.4, p.283-299, 2005.

SINGH, S.P.; SINGH, Z. Controlled and modified atmospheres influence chilling injury, fruit quality and antioxidative system of Japanese plums (*Prunus salicina* Lindell). **International Journal of Food Science and Technology**, v.48, n.2, p.363-374, 2012.

SIQUEIRA, C.L.; LOPES, O.P.; BATISTA, P.S.C.; RODRIGUES, M.L.M.; SERPA, M.F.P.; MIZOBUTSI, G.P.; MOTA, W.F. Atmosfera modificada e refrigeração na conservação pós colheita de bananas ‘Tropical’ e ‘Thap Maeo’. **Nativa**, Sinop, v.5, n.3, p.157-162, 2017.

SIQUEIRA, C.L.; RODRIGUES, M.L.M.; MIZOBUTSI, G.P.; SANTOS, P.G.; MOTA, W.F.; MIZOBUTSI, E.H.; OLIVEIRA, G.B. Características físico-químicas, análise sensorial e conservação de frutos de cultivares de bananeira resistente à sigatoca-negra. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.5, p.673-678, 2010.

SOETHE, C.; MATTOS, L.M.; STEFFENS, C.A. Armazenamento refrigerado de pimenta dedo-de-moça ‘BRS Mari’ em embalagem polimérica. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.16, n.3, p.214-220, 2017a.

SOETHE, C.; STEFFENS, C.A.; HEINZEN, A.S.; MARTIN, M.S.; NUNES, F.R.; AMARANTE, C.V.T.; SOARDI, K. Qualidade de frutos e propriedades funcionais de amoras-preta ‘Tupy’ armazenadas em diferentes temperaturas em atmosfera modificada passiva. **Revista da Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa-Congrega**, Bagé, p.1-15, 2017b.

SOETHE, C.; STEFFENS, C.A.; AMARANTE, C.V.T.; MARTIN, M.S.; BORTOLINI, A.J. Qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante de amoras-pretas ‘Tupy’ e ‘Guarani’ armazenadas a diferentes temperaturas. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v.51, n.8, p.950-957, 2016.

SOUZA, M.P.; BATAGLION, G.A.; SILVA, F.M.A.; ALMEIDA, R.A.; PAZ, W.H.P.; NOBRE, T.A.; MARINHO, J.V.N.; SALVADOR, M.J.; FIDELIS, C.H.V.; ACHO, L.D.R.; SOUZA, A.D.L.; NUNOMURA, R.C.S.; EBERLIN, M.N.; LIMA, E.S.; KOOLEN, H. H. F. Phenolic and aroma compositions of pitomba fruit (*Talisia esculenta* Radlk.) assessed by LC-MS/MS and HS-SPME/GC-MS. **Food Research International**, v.83, n.1, p.87-94, 2016.

SOUZA, J.F. **Utilização de luz ultravioleta contínua (UV-C) e luz pulsada para conservação de mangas cv. Tommy Atkins minimamente processadas**. 2012. 116p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal - SP, 2014.

SOUZA, F.C. **Utilização combinada de radiação UV-C e atmosfera modificada para conservação do figo após a colheita**. 2012. 111p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2012.

SOUZA, A.V.; VIEITES, R.L.; LIMA, G.P.P. Influência do tratamento térmico na qualidade de lichias refrigeradas. **Revista Iberoamericana Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.10, n.2, p.110-119, 2010.

SOUZA, A.V.; KOHATSU, D.S.; LIMA, G.P.P.; VIEITES, R.L. Conservação pós-colheita de pêssego com o uso da refrigeração e da irradiação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.1184-1189, 2009.

SOUZA, A.V. **Tratamento Térmico na Manutenção da Qualidade de Lichias Armazenadas Sob Refrigeração**. 2009. 54p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu - SP, 2009.

SPAGNOL, W.A.; SILVEIRA JUNIOR, V.S.; PEREIRA, E.; FILHO, N.G. Redução de perdas nas cadeias de frutas e hortaliças pela análise da vida útil dinâmica. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.21, e2016070, 2018.

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.

SUIUBON, S.; SUPAPVANICH, S.; PROMYOU, P. Postharvest quality maintenance of longan fruit by ultra violet-C incorporated with salicylic acid application. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v.29, n.3, p.179-187, 2017.

THIYAM, B; SHARMA, G.D. In vitro impact of temperature on the radial growth of pathogenic fungi. **Indian Journal of Applied Research**, Bilaspur, v.4, n.2, p.1-5, 2014.

- TIECHER, A. **Efeito da radiação UV-C na expressão gênica e nas respostas bioquímico fisiológicas em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)**. 2010. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2010.
- TIECHER, A.; PEGORARO, C.; FRANCO, J.J.; BORGES, C.T.; ROMBALDI, C.V.; MANICA-BERTO, B.; AZAMBUJA, R.H.M. Efeito da radiação ultravioleta-C no controle de *Monilinia fructicola*. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.3, n.1, p.50-55, 2010.
- TIECHER, A.; PAULA, L.A.; CHAVES, F.C.; ROMBALDI, C.V. UV-C effect on ethylene, polyamines and the regulation of tomato fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Chichester, v.86, n.1, p.230-239, 2013.
- TOKAIRIN, T.O. **Caracterização e conservação pós-colheita de Cambuci, fruto nativo da Mata Atlântica**. 2017. 133p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade de São Paulo, Piracicaba - SP, 2017.
- TREMOCOLDI, M.A.; DAIUTO, E.R.; ALENCAR, S.M.; VIEITES, R.L. Efeito da hidrotermia em abacate 'Hass' sobre a capacidade antioxidante, compostos fenólicos e coloração. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.3, p.1279-1290, 2014.
- TREMOCOLDI, M. A. **Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e cor em abacate 'Hass' submetido a diferentes tratamentos físicos**. 2011. 102p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP, Botucatu - SP, 2011.
- TRESSLER, D.K.; JOSLYN, M.A. **Fruits and vegetables juice processing technogy**. Westport: Conn. Avi, 1961. 1028p.
- TRIGO, J.M. **Qualidade de mamão 'Formosa' minimamente processado utilizando revestimentos comestíveis**. 2010. 102p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade de São Paulo "Luiz de Queiroz", Piracicaba - SP, 2010.
- TURTOI, M. Ultraviolet light treatment of fresh fruits and vegetables surface: A review. **Journal of Agroalimentary Processes and Technologies**, Timisoara, v.19, n.3, p.325-337, 2013.
- VASCONCELOS, L.H.C.; EVANGELISTA, Z.R.; CAMPOS, A.J.; TEIXEIRA, I.R. Diferentes embalagens na conservação pós-colheita de Cajá-Manga. **Revista Espacios**, Caracas, v.38, n.16, p.1-10, 2017.
- VASCONCELOS, L.H.C. **Radiação ultravioleta C e embalagens na conservação pós colheita de cajá-manga**. 2015. 90p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais), Universidade Estadual de Goiás, Anápolis - GO, 2015.
- VICENZI, R. **Processamento mínimo de morangos (*Fragaria x ananassa*, Duch) tratados com radiação UV-C durante o cultivo**. 2014. 104p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2014.
- VIEIRA, F.A.; GUSMÃO, E. Biometria, armazenamento e emergência de plântulas de *Talisia esculenta* Radlk. (Sapindaceae). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.4, p.1073-1079, 2008.
- VIEIRA, F.A.; GUSMÃO, E. Uso de geberelinas na emergência de plântulas de *Talisia esculenta* (A. St.-Hil.) Radlk. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal**, Garças, v.4, n.8, p.1-10, 2006.

VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R.; FUMES, J.G.F. Capacidade antioxidante e qualidade pós colheita de abacate 'Fuerte'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.2, p.336-348, 2012.

VIEITES, R.L.; DAIUTO, E.R.; MORAES, M.R.; NEVES, L.C.; CARVALHO, L.R. Caracterização físico-química, bioquímica e funcional da jaboticaba armazenada sob diferentes temperaturas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.2, p.362-375, 2011.

VILAS BOAS, B.M.; GONÇALVES, G.A.S.; ALVES, J.A.; VALÉRIO, J.M.; ALVES, T.C.; RODRIGUES, L.J.; PICCOLI, R.H.; VILAS BOAS, E.V.B. Qualidade de pequis fatiados e inteiros submetidos ao congelamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.5, p.904-910, 2012.

VIRGOLIN, L.B.; SEIXAS, F.R.F.; JANZANTTI, N.S. Composition, content of bioactive compounds, and antioxidant activity of fruit pulps from the Brazilian Amazon biome. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.52, n.10, p.933-941, 2017.

WIT, P.J.G.M. How plants recognize pathogens and defend themselves. **Cellular and Molecular Life Sciences**, Wageningen, v.64, n.1, p.2726-2732, 2007.

YANG, Y.; WANG, J.; XING, Z.; DAI, Y.; CHEN, M. Identification of phenolics in Chinese toon and analysis of their content changes during storage. **Food Chemistry**, v.128, p.831-838, 2011.

## ANEXO

**Tabela 1.** Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (SS/AT), pH, firmeza, Luminosidade (L\*), croma, °hue, vitamina C (VC), atividade antioxidante (ATA) e compostos fenólicos (CF), em frutos de pitomba (*Talisia esculenta* L.) submetidos a diferentes temperaturas, embalagens e período de armazenamento.

Fator	G.L.	PM	AT	SS	SS/AT	pH	Firmeza
		QM	QM	QM	QM	QM	QM
T	4	25,668*	0,1529*	11,806*	26,403*	0,3569*	1247,7 <sup>NS</sup>
E	4	6895,3*	0,1529*	4,6680*	9,6561*	0,1493*	1058,3 <sup>NS</sup>
D	6	404,86*	0,5840*	58,332*	171,42*	1,1511*	15000*
TxE	16	9,7589*	0,5840*	1,0225 <sup>NS</sup>	11,422*	0,0633*	1016,2*
TxD	24	2,7324*	0,0591*	3,4855*	20,361*	0,1196*	764,51 <sup>NS</sup>
ExD	24	231,95*	0,0424*	1,5885*	20,255*	0,0115 <sup>NS</sup>	996,80*
TxExD	96	1,1717*	0,0233*	1,9481*	9,6912*	0,0115*	752,27 <sup>NS</sup>
Resíduo	350	0,3611	0,0048	0,6743	1,8695	0,0081	593,39
Total	524	-	-	-	-	-	-
CV (%)		13,37	6,97	5,11	8,27	2,14	18,80
Média		4,49	0,99	16,08	16,53	4,21	129,55

Fator	L*	Croma	•Hue	G.L.	VC	ATA	CF
	QM	QM	QM		QM	QM	QM
T	136,53*	69,564*	40,502 <sup>NS</sup>	4	0,3344*	1,2E <sup>+8</sup> *	17360*
E	60,979*	115,72*	895,43*	4	0,0459*	3,0E <sup>+7</sup> *	7901,6*
D	2262,4*	735,19*	2295,2*	3	0,7775*	1,7E <sup>+8</sup> *	7495,6*
TxE	29,382*	23,389*	91,915*	16	0,0476*	1,9E <sup>+7</sup> *	2604,6*
TxD	37,643*	18,837*	38,872 <sup>NS</sup>	12	0,1750*	1,0E <sup>+8</sup> *	5276,9*
ExD	81,787*	35,308*	59,814*	12	0,0453*	6,2E <sup>+6</sup> *	3591,5*
TxExD	16,029*	6,8118*	34,177 <sup>NS</sup>	48	0,0618*	1,3E <sup>+7</sup> *	3539,4*
Resíduo	8,2166*	3,3305	27,488	200	0,0176	8,9E <sup>+5</sup>	0,0176
Total	-	-	-	299	-	-	-
CV (%)	6,30	8,84	7,10		14,63	18,97	14,89
Média	45,52	20,63	73,83		0,91	4972,65	124,62

\*Significativo e <sup>NS</sup>não significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0,05$ ) pelo teste de F. Temperatura (T), embalagens (E) e Período de armazenamento (D).

**Tabela 2.** Quadrados médios (QM), grau de liberdade (G.L.) e níveis de significância para as variáveis perda de massa (PM), acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (SS/AT), pH, firmeza, Luminosidade (L\*), cromas, °hue, relação polpa/casca (RP/C), relação polpa/semente (RP/S), vitamina C (VC), atividade antioxidante (ATA) e compostos fenólicos (CF), em frutos de pitomba (*Talisia esculenta* L.) submetidos a diferentes doses de radiação (UV-C) e período de armazenamento.

Fator	G.L.	PM	AT	SS	SS/AT	pH	Firmeza	L*
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
R	4	0,0454*	0,0412*	2,8503*	7,8218*	0,0058 <sup>NS</sup>	591,11 <sup>NS</sup>	10,276 <sup>NS</sup>
A	7	0,7956*	0,4781*	28,839*	188,65*	0,0789*	2910,7*	209,05*
R x A	28	0,0047*	0,0226*	0,9536*	7,1557*	0,0103 <sup>NS</sup>	676,09 <sup>NS</sup>	6,5096 <sup>NS</sup>
Erro	80	0,0055	0,0051	0,5610	1,8144	0,0073	905,62	6,0164
Total	119	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		18,39	6,74	3,90	7,19	2,09	21,62	6,06
Média		0,40	1,06	19,21	18,72	4,07	139,19	40,38

Fator	G.L.	Croma	•Hue	RP/C	RP/S	VC	ATA	CF
		QM	QM	QM	QM	QM	QM	QM
R	4	3,9513 <sup>NS</sup>	1,8161 <sup>NS</sup>	0,0074 <sup>NS</sup>	0,0092*	0,3693*	1,1E <sup>+7</sup> *	789,25*
A	7	88,525*	104,58*	0,0314*	0,0139*	2,9114*	3,5E <sup>+7</sup> *	4181,9*
R x A	28	2,5366 <sup>NS</sup>	10,111 <sup>NS</sup>	0,0029 <sup>NS</sup>	0,0027 <sup>NS</sup>	0,5242*	4,2E <sup>+6</sup> *	515,07*
Erro	80	2,1023	12,724	0,0063	0,0021	0,0957	2,2E <sup>+5</sup>	39,527
Total	119	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)		7,59	5,69	8,50	4,99	11,17	9,36	8,18
Média		19,10	62,73	0,93	0,92	2,77	5019,31	76,90

\*Significativo e <sup>NS</sup>não significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $p \leq 0.05$ ) pelo teste de F. Doses de radiação UV-C (R) e Período de armazenamento (A).