

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
CÂMPUS CENTRAL SEDE ANÁPOLIS - CET  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA AGRÍCOLA  
KEDINNA DIAS DE SOUSA

**VIDA ÚTIL E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ATEMOIA 'THOMPSON' EM  
FUNÇÃO DA RADIAÇÃO UV-C, ABSORVEDOR DE ETILENO E CLORETO DE  
CÁLCIO**

ANÁPOLIS-GO

2020

KEDINNA DIAS DE SOUSA

**VIDA ÚTIL E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ATEMOIA ‘THOMPSON’ EM  
FUNÇÃO DA RADIAÇÃO UV-C, ABSORVEDOR DE ETILENO E CLORETO DE  
CÁLCIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás  
- UEG, Câmpus Central Sede Anápolis – CET, como parte  
das exigências do Programa de Pós-Graduação *Stricto  
Sensu* em Engenharia Agrícola, para obtenção do título de  
Mestre em Engenharia Agrícola.

**Área de concentração CNPQ:** Processamento e  
Armazenamento de Produtos Agrícolas  
**Orientador:** Prof. Dr. André José de Campos

ANÁPOLIS-GO

2020

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, **CsA n.1087/2019** sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

### Dados do autor (a)

Nome Completo: Kedinna Dias de Sousa

E-mail: kedinnads@hotmail.com

### Dados do trabalho

Título: Vida útil e qualidade pós-colheita de atemoia ‘Thompson’ em função da radiação UV-C, absorvedor de etileno e cloreto de cálcio

### Tipo

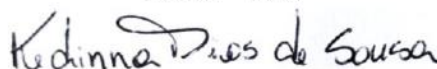
( ) Tese ( x ) Dissertação

Curso/Programa: Mestrado em Engenharia Agrícola

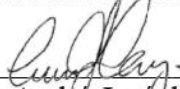
Concorda com a liberação documento [ x ] SIM [ ] NÃO<sup>1</sup>

Anápolis, 19/10/2020

Local Data



Assinatura do autor (a)



Prof. Dr. André José de Campos

Assinatura do orientador

### <sup>1</sup> Casos de impedimento:

- Período de embargo é de um ano a partir da data de defesa
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da Dissertação/Tese em livro.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DSO725 Dias de Sousa,  
VIDA ÚTIL E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ATEMOIA 'THOMPSON' EM  
FUNÇÃO DA RADIAÇÃO UV-C, ABSORVEDOR DE ETILENO E CLORETO DE  
CÁLCIO / Kedinna Dias de Sousa; orientador André José de Campos. --  
Anápolis, 2020.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em  
Engenharia Agrícola) -- Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de  
Goiás, 2020.

1. Annona x atemoya Mabb. 2. Anonáceas. 3. Conservação. 4.  
Armazenamento. I. José de Campos, André, orient. II. Título.

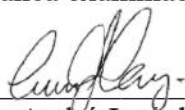
**KEDINNA DIAS DE SOUSA**

**VIDA ÚTIL E QUALIDADE PÓS-COLHEITA DE ATEMOIA ‘THOMPSON’  
EM FUNÇÃO DA RADIAÇÃO UV-C, ABSORVEDOR DE ETILENO E  
CLORETO DE CÁLCIO**

Dissertação defendida ao Programa de Pós-Graduação  
*Stricto Sensu* em Engenharia Agrícola, Campus Central  
Sede Anápolis – CET, Universidade Estadual de Goiás,  
para obtenção do título de mestre.

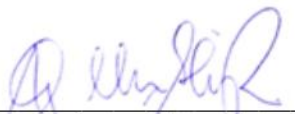
Aprovada: Anápolis, 28 de Agosto de 2020.

Banca examinadora



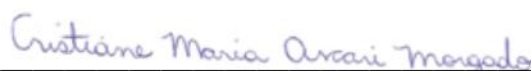
---

Prof. Dr. André José de Campos  
Universidade Estadual de Goiás



---

Prof. Dr. Alexsander Seleguini  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro



---

Dra. Cristiane Maria Ascari Morgado  
Universidade Estadual de Goiás

ANÁPOLIS – GO

2020

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. André José de Campos, pelos anos de orientação, apoio, ética, dedicação e pela sua imensa paciência comigo.

Mais que em especial ao Frank Freire Capuchinho, que fundamentalmente me ajudou em todas as etapas deste trabalho, por sua dedicação, amizade e companheirismo.

Aos meus amigos Carlos Eduardo, Julianne Oliveira, Guilherme Gonçalves, Felipe Dourado e Matheus Cunha pelo auxílio na condução dos experimentos, e pelos bons momentos que passamos juntos durante esses anos, e em especial à Laís Medeiros e Karina Rabelo que foram mais que amigas durante esse tempo, pela dedicação e empenho nas análises e por todo apoio nos momentos mais difíceis.

Àos meus familiares, por todo suporte e por serem grandes incentivadores da minha caminhada até aqui, em especial à Kedilla, Rodrigo e Istefany, por se prontificarem a ajudar na aquisição dos frutos e instalação do meu experimento.

Ao Diego Magalhães, que com carinho me apoia e incentiva os meus planos.

Aos amigos de laboratório Pedro Augusto Rimoli e Millana Nunes, por toda ajuda. E em especial a Dra. Cristiane Maria Ascari Morgado, pelo essencial auxílio na condução das análises bioativas.

Aos Professores do Programa de Mestrado em Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Goiás, por toda contribuição para o meu crescimento pessoal e profissional.

Ao Programa de Mestrado Stricto Sensu em Engenharia Agrícola e a Universidade Estadual de Goiás pela possibilidade de alcançar tal mérito.

Aos funcionários do Departamento de Engenharia Agrícola, pela colaboração. Em especial a Sra. Eliete, e ao Sr. Waldeir Costa, pelo auxílio, disponibilidade e paciência para comigo na realização dos experimentos.

À Capes pelo auxílio financeiro para a realização desta pesquisa.

À Agrofresh pelo fornecimento dos sachês absorvedores de etileno.

E a todos que indiretamente colaboraram para realização deste trabalho!

## RESUMO

A vida pós-colheita das anonáceas é limitada por deterioração fisiológica, causada pelo excessivo amadurecimento do fruto e pelo desenvolvimento de patógenos que ocasionam podridões, enquanto que em atemoia a senescência dos frutos é caracterizada por um rápido escurecimento e amolecimento da casca. Objetivou-se avaliar o armazenamento e as características pós-colheita de atemoias ‘Thompson’ submetida a: diferentes doses de radiação UV-C, presença ou ausência de absorvedor de etileno e concentrações de cloreto de cálcio. Foram realizados dois experimentos em delineamento inteiramente casualizado (DIC), sendo o primeiro com esquema fatorial triplo 4x2x6 (doses de radiação UV-C x absorvedor de etileno x tempo de armazenamento) e o segundo em fatorial duplo 4x6 (cloreto de cálcio x tempo de armazenamento), com quatro repetições e um fruto por repetição para ambos os experimentos. No primeiro experimento, os frutos foram expostos a diferentes doses de radiação UV-C (0; 1,131; 2,263 e 3,394 kJ m<sup>-2</sup>), armazenados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), na presença ou ausência do absorvedor de etileno (sachê de permanganato de potássio). Para o segundo experimento foi avaliado o efeito da imersão dos frutos em quatro concentrações de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>): 0%, 2%, 4% e 6% de CaCl<sub>2</sub>. Em ambos os experimentos, os frutos tratados foram armazenados refrigerados, em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR, por 15 dias, sendo amostrados aos 0, 3, 6, 9, 12 e 15 para determinação dos atributos químicos, físico-químicos e bioativos. Os parâmetros avaliados foram: perda de massa, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, índice de maturação, potencial hidrogeniônico, coloração (luminosidade, °hue, croma e taxa de escurecimento) e ácido ascórbico para ambos os experimentos; além de atividade antioxidante e polifenóis extraíveis totais, para o primeiro, e taxa respiratória, para o segundo experimento. Para o primeiro experimento, os dados foram submetidos à análise de componentes principais (ACP) e análise de agrupamento, utilizando-se o método de agrupamento das médias das distâncias (UPGMA) e como medida de dissimilaridade a distância euclidiana. Para o segundo experimento, realizou-se análise de variância (P≤0,05) e, quando significativa, foi realizada análise de regressão. A aplicação da análise dos componentes principais, no primeiro experimento, pela apresentação dos CPs 1 e 2, que explicaram 57,09% da variação dos dados, e a análise de agrupamento *cluster*, possibilitaram a caracterização e diferenciação entre os tratamentos analisados, com a formação de 5 grupos, formados principalmente pelos dias de análise, em que verificou-se que até o sexto dia os frutos mantiveram as características adequadas após a colheita, independente

dos tratamentos aplicados. Não foi verificado efeito da exposição dos frutos à radiação UV-C, entretanto, as menores doses promoveram maior manutenção da coloração das atemoias por maior tempo, proporcionando aos frutos melhor aparência no armazenamento. A presença ou ausência do sachê absorvedor de etileno não afetou as características de qualidade de atemoia durante o período de armazenamento. A imersão dos frutos em solução de cloreto de cálcio a 6% é uma alternativa viável e econômica para a manutenção da qualidade de atemoia *in natura*, principalmente na preservação da coloração e perda de massa, retardando a senescência dos frutos. Nessas condições os frutos podem ser mantidos por até 15 dias sob refrigeração (15° C) para comercialização e consumo. No caso das demais concentrações (0%, 2% e 4%), os frutos mantiveram características adequadas para a comercialização até o 12° dia de armazenamento.

Palavras-chave: *Annona x atemoya* Mabb. Anonáceas. Conservação. Armazenamento. Ultravioleta-C. KMnO<sub>4</sub>.

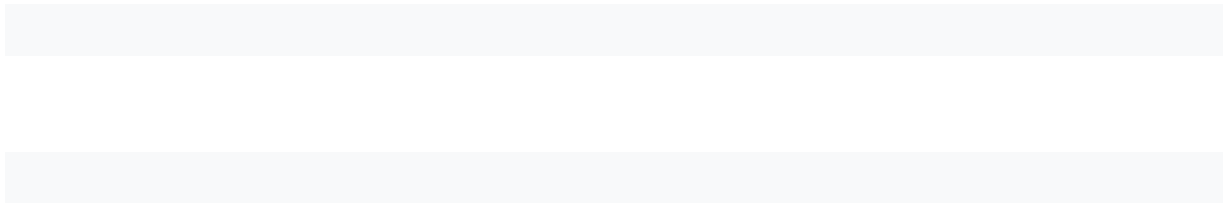


## ABSTRACT

The postharvest life of the anonaceae is limited by physiological deterioration, caused by the excessive ripening of the fruit and the development of pathogens that cause rot, while at the same time the senescence of the fruits is characterized by a rapid browning and softening of the skin. The aim of this study was to evaluate the storage and postharvest characteristics of 'Thompson' atemoya submitted to: different doses of UV-C radiation, presence or absence of ethylene absorber and calcium chloride concentrations. Two experiments were carried out in a completely randomized design (DIC), the first with a 4x2x6 triple factorial scheme (doses of UV-C radiation x ethylene absorber x storage time) and the second in a 4x6 double factorial (calcium chloride x storage time), with four repetitions and one fruit per repetition for both experiments. In the first experiment, the fruits were exposed to different doses of UV-C radiation (0; 1,131; 2,263 and 3,394 kJ m<sup>-2</sup>), stored in low density polyethylene (LDPE) packages, in the presence or absence of the ethylene absorber (potassium permanganate sachet). For the second experiment, the effect of fruit immersion in four concentrations of calcium chloride (CaCl<sub>2</sub>) was evaluated: 0%, 2%, 4% and 6% CaCl<sub>2</sub>. In both experiments, the treated fruits were stored refrigerated, in a B.O.D. at 15 ± 2 °C and 70 ± 5% RH, for 15 days, being sampled at 0, 3, 6, 9, 12 and 15 to determine the chemical, physical-chemical and bioactive attributes. The evaluated parameters were: loss of mass, firmness, soluble solids, titratable acidity, maturation index, hydrogenionic potential, coloring (luminosity, °hue, chroma and browning rate) and ascorbic acid for both experiments; in addition to antioxidant activity and total extractable polyphenols, for the first, and respiratory rate, for the second experiment. For the first experiment, the data were subjected to principal component analysis (PCA) and cluster analysis, using the method of grouping distance averages (UPGMA) and as a measure of dissimilarity to Euclidean distance. For the second experiment, analysis of variance (P≤0.05) was performed and, when significant, regression analysis was performed. The application of the analysis of the main components, in the first experiment, by the presentation of the PCs 1 and 2, which explained 57.09% of the data variation, and the cluster grouping analysis, allowed the characterization and differentiation between the analyzed treatments, with the formation of 5 groups, formed mainly by the days of analysis, in which it was found that until the sixth day the fruits maintained the appropriate characteristics after harvest, regardless of the treatments applied. There was no effect of exposure of fruits to UV-C radiation, however, the lower doses promoted greater maintenance of the color of the atemoya for a longer time, providing the fruits

with better appearance in storage. The presence or absence of the ethylene-absorbing sachet did not affect the quality characteristics of atemoia during the storage period. The immersion of the fruits in a 6% calcium chloride solution is a viable and economical alternative for maintaining the quality of atemoia in natura, mainly in the preservation of the color and loss of mass, delaying the senescence of the fruits. Under these conditions, the fruits can be kept for up to 15 days under refrigeration (15° C) for commercialization and consumption. In the case of other concentrations (0%, 2% and 4%), the fruits maintained adequate characteristics for commercialization until the 12th day of storage.

**Keywords:** *Annona x atemoya* Mabb. Annonaceas. Conservation. Storage. Ultraviolet-C. KMnO<sub>4</sub>.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atemoieira (a) e atemoia ( <i>Annona x atemoya</i> Mabb) (b).....	16
Figura 2 - Atemoias armazenadas em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) com e sem o uso do sachê absorvedor de etileno. ....	28
Figura 3 - Atemoias imersas em solução de cloreto de Cálcio por 10 minutos. ....	29
Figura 4 - Atemoias tratadas com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenados em incubadora B.O.D à 15±2 °C e 70%±5 UR. ....	29
Figura 5 - Curva de calibração do DPPH (a) e a curva das diluições dos extratos 50.000, 25.000 e 12.500 mg L-1 (b).....	33
Figura 6 - Curva de calibração dos polifenóis extraíveis totais (PET), Ácido Gálico (GAE). ....	34
Figura 7 - <i>Scree Plot</i> dos autovalores dos Componentes Principais dos atributos de qualidade de atemoia tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com ou sem sachê absorvedor de etileno, por um período de 15 dias de análise. ....	38
Figura 8 - Correlação entre os atributos físico-químicos e bioativos de atemoia ‘Thompson’ e os dois primeiros componentes principais.....	41
Figura 9 - Dendrograma da análise de agrupamento de atemoia tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com o uso ou não de sachê absorvedor de etileno por um período de 15 dias, utilizando a medida de distância euclidiana e o método de agrupamento average. ....	42
Figura 10 - Análise Componentes Principais das variáveis de qualidade da atemoia ‘Thompson’ tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com ou sem sachê absorvedor de etileno, por um período de 15 dias de análise.....	46
Figura 11- Perda de massa (PM, %) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	47
Figura 12 - Firmeza de casca (FC, N) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	49
Figura 13 - Firmeza de polpa (FP, N) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	50

Figura 14 - Sólidos Solúveis (SS, °Brix) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	522
Figura 15 - Acidez titulável (AT, % de ácido cítrico) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR.....	53
Figura 16 - Índice de maturação (IM) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	54
Figura 17 - Potencial hidrogeniônico (pH) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR.....	55
Figura 18 - Luminosidade (L*) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	57
Figura 19 - °Hue de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR.....	58
Figura 20 - Croma de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR.....	59
Figura 21 - Taxa de escurecimento de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	60
Figura 22 - Vitamina C (mg 100 ml <sup>-1</sup> ) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR. ....	61
Figura 23 - Taxa respiratória (TR, mL CO <sub>2</sub> kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) de atemoias em relação as diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl <sub>2</sub> ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. à 15±2°C e 70±5%UR.....	63

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Componentes principais (CP's), autovalores, proporção da variância e proporção acumulada para os atributos de qualidade de atemoia tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com ou sem sachê absorvedor de etileno, por um período de 15 dias de análise. ....	37
Tabela 2 - Correlação das variáveis de qualidade físicas, físico-químicas e bioativas de atemoia 'Thompson' com as quatro primeiras componentes principais. ....	39

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterização da atemoia.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Radiação UV-C .....</b>	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>Atmosfera modificada e sachê absorvedor de etileno .....</b>	<b>21</b>
<b>2.4</b>	<b>Cloreto de cálcio.....</b>	<b>24</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1</b>	<b>Origem, colheita e preparo dos frutos .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterização e condução dos experimentos.....</b>	<b>27</b>
3.2.1	Primeiro experimento: Radiação UV-C + Absorvedor de Etileno + Armazenamento	27
3.2.2	Segundo experimento: Cloreto de Cálcio + Armazenamento .....	28
<b>3.3</b>	<b>Análises físicas, físico-químicas e químicas .....</b>	<b>30</b>
3.3.1	Perda de massa.....	30
3.3.2	Firmeza do fruto .....	30
3.3.3	Potencial hidrogeniônico (pH).....	30
3.3.4	Acidez titulável (AT).....	30
3.3.5	Sólidos solúveis (SS) .....	31
3.3.6	Índice de maturação (SS/AT) .....	31
3.3.7	Coloração .....	31
3.3.8	Taxa respiratória (TR) .....	32
<b>3.4</b>	<b>Análises bioativas.....</b>	<b>32</b>
3.4.1	Vitamina C (ácido ascórbico) .....	32
3.4.2	Atividade antioxidante total (AAT).....	32
3.4.3	Polifenóis extraíveis totais (PET) .....	33
<b>3.5</b>	<b>Análise estatística.....</b>	<b>34</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Radiação UV-C + absorvedor de etileno + Armazenamento.....</b>	<b>36</b>
<b>4.2</b>	<b>Cloreto de cálcio + Armazenamento .....</b>	<b>46</b>
4.2.1	Perda de massa .....	46
4.2.2	Firmeza .....	48
4.2.2.1	Firmeza de casca.....	48

4.2.2.2 Firmeza de polpa.....	49
4.2.3 Sólidos solúveis (SS) .....	51
4.2.4 Acidez titulável (AT).....	52
4.2.5 Índice de maturação (SS/AT) .....	53
4.2.6 Potencial hidrogeniônico (pH).....	55
4.2.7 Coloração .....	56
4.2.7.1 Luminosidade (L*) .....	56
4.2.7.2 °Hue .....	57
4.2.7.3 Croma .....	59
4.2.7.4 Taxa de escurecimento .....	60
4.2.8 Vitamina C (ácido ascórbico) .....	61
4.2.9 Taxa respiratória .....	62
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>65</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>66</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atemoia é um híbrido, resultante do cruzamento de *Annona cherimola* Mill. (cherimóia), a qual ocorre espontaneamente nas regiões andinas do Chile, Peru, Bolívia, Equador e em locais de clima ameno, e *A. squamosa* L. (fruta do conde, ata ou pinha), originária das terras baixas da América Central; esta hibridação caracteriza a atemoia como *Annona x atemoya* Mabb (VIEIRA, 2018).

A família Annonaceae é muito rica em biodiversidade de substâncias químicas como compostos aromáticos, ácidos fenólicos, taninos, flavonóides, entre outros (REIS, *et al.*, 2013). Porém, a maior parte das espécies dessa família é considerada subutilizada economicamente, principalmente pela escassez de informação (OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Em geral, a vida pós-colheita das anonáceas é limitada por deterioração fisiológica, causada pelo excessivo amadurecimento do fruto e pelo desenvolvimento de patógenos que ocasionam podridões (SILVA *et al.*, 2009a). E a senescência dos frutos de atemoia, quando armazenada à temperatura ambiente, é caracterizada por um rápido escurecimento e amolecimento da casca (TORRES *et al.*, 2009). Dessa forma e devido ao crescente consumo nos principais mercados brasileiros, é necessário aplicar tecnologias pós-colheita que sejam efetivas para estender o prazo de vida útil desse produto.

Um dos métodos mais eficazes e práticos para prolongar a vida de prateleira de frutas frescas é o armazenamento refrigerado, pois ele mantém baixa a produção de etileno do fruto, retardando o amadurecimento, prolongando o prazo de vida útil e o seu período de comercialização (SILVA *et al.*, 2009a). Porém, as baixas temperaturas podem não ser suficientes para a manutenção da qualidade e aumento da vida útil do fruto, sendo necessária a associação de outras técnicas, como por exemplo o uso de atmosfera modificada, inibidores de etileno (MIZOBUTSI *et al.*, 2013), dentre outras.

Os sistemas absorvedores de etileno constituem um grande aliado na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças em pós-colheita, pois promove a remoção do etileno do ambiente interno de armazenamento, além dos benefícios inerentes do acondicionamento em atmosfera modificada (ANTONIOLLI e CZERMAINSKI, 2019).

Além dessas técnicas, uma das formas de reduzir as perdas pós-colheita é o uso da radiação ultravioleta (UV) (CAMPOS *et al.*, 2015). A irradiação ultravioleta (UV-C) não gera resíduos físicos ou químicos, além de não alterar as características sensoriais dos produtos vegetais, sendo evidente seu efeito na redução da atividade microbiana, deterioração, e no



controle do amadurecimento e das desordens fisiológicas que comprometem o tempo de vida pós-colheita de frutos e hortaliças (MOHAMED *et al.*, 2017). Além disso, 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).

Outra técnica que tem mostrado-se como uma alternativa no controle e retardo das alterações pós-colheita é a aplicação de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) como regulador do amadurecimento de frutas e hortaliças. Seus efeitos tem sido estudados há algum tempo, em função de sua ação sobre a qualidade dos frutos na pós-colheita e por apresentar grande influência na manutenção da consistência dos mesmos, já que participa de maneira efetiva na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares (AGHDAM *et al.*, 2012).

O cálcio é considerado o mais importante nutriente na determinação da qualidade dos frutos, e seu uso na pré e pós-colheita tem vários benefícios, podendo reduzir o amolecimento e senescência dos frutos, mantendo sua qualidade no período de armazenamento e prateleira (GAYED *et al.*, 2017), onde estudos indicam o uso de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) visando aumentar a vida útil das frutas tropicais (SANCHES *et al.*, 2017a; SANCHES *et al.*, 2017b; OLIVEIRA JUNIOR *et al.*, 2018).

Neste sentido, a aplicação de técnicas para reduzir os danos pós-colheita, e prolongar a vida útil são medidas imprescindíveis para manter a qualidade da atemoia ao longo do armazenamento, tornando-se processos viáveis, visto que o fruto apresenta diversas formas de consumo e a sua comercialização ainda é limitada. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a vida e qualidade pós-colheita de atemoia ‘Thompson’ em função do uso de crescentes doses de radiação UV-C, ausência e presença de sachê absorvedor de etileno e da imersão dos frutos em concentrações crescentes de cloreto de cálcio.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Caracterização da atemoia

A atemoia pertence à família das anonáceas, a qual possui 128 gêneros e 2.300 espécies, sendo que sua diversidade no Brasil se caracteriza por apresentar 29 gêneros, com aproximadamente 385 espécies, as quais 128 delas são endêmicas (JUDD *et al.*, 2009; MARTINELLI e MOARES, 2013). Apesar do elevado número de espécies, somente nove são cultivadas para produção de frutos comestíveis e apenas cinco possuem valor econômico considerável, destacando-se no mercado a graviola (*Annona muricata*), a pinha ou ata ou fruta do conde (*A. squamosa* L.) e a cherimoia (*A. cherimola* Mill), e além destas, a atemoia vem ganhando espaço e conquistando os consumidores (SÃO JOSÉ *et al.*, 2014).

A atemoia é um híbrido interespecífico entre a cherimólia (*Annona cherimola* Mill.) e a pinha ou fruta-do-conde (*A. squamosa* L.) (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Apesar do cruzamento entre espécies ocorrer naturalmente, o híbrido atemoia foi resultado de um cruzamento intencional, com o objetivo de se obter um fruto de tão boa qualidade quanto à cherimoia, e que se adaptasse melhor ao clima tropical (RABÊLO *et al.*, 2014). O cruzamento dessas duas espécies resultou no híbrido atemoieira, de grande aceitação comercial por produzir frutos de excelente sabor, textura, teor de sólidos solúveis e importantes qualidades nutracêuticas (SOBRINHO *et al.*, 2013). Dentre as espécies comerciais das anonáceas, a atemoieira é a mais recente, sendo esta, morfologicamente descrita como intermediária entre as duas espécies que a origina, por apresentar melhor desenvolvimento em temperaturas mínimas entre 10 e 20 °C e máximas entre 22 e 32 °C, e para a maturação dos frutos, as temperaturas ideais estão entre 13 a 17 °C (OLIVEIRA, 2019).

A atemoia é um fruto saboroso, aromático e de aparência agradável, com avaliação sensorial superior às suas concorrentes diretas (pinha ou fruta-do-conde e graviola) (MARCELLINI, 2003), agrega caracteres de ambos parentais, mas apresenta o vigor característico dos híbridos, suas flores e frutos são maiores que os dos respectivos genitores e com grande vigor vegetativo e produtivo (PEREIRA *et al.*, 2011). É produzida intencionalmente por ser de fácil plantio e adaptação ao clima tropical, além de ser descrita como mais saborosa, contém menor número de sementes e possui vida pós-colheita mais prolongada quando comparada a cherimoia e a pinha (MARCELLINI, 2003; RABÊLO *et al.*, 2014).

A planta apresenta porte pequeno a médio (Figura 1a), chegando a no máximo 10 m; altura esta intermediária a dos pais, sendo, no entanto, mais vigorosa que a pinheira (MOSCA *et al.*, 2006). Seu fruto tem forma de coração, com casca rugosa e pontiaguda (Figura 1b), chegando a pesar até 2,5 kg, sendo sua polpa branca, com poucas sementes negras (MARTIN e SOUSA NETO, 2015). A sua casca e sementes representam cerca de 40% do total do fruto, e possuem a maior quantidade dos nutrientes, podendo ser aproveitadas na alimentação agregando valor ao fruto (CRUZ *et al.*, 2013).

Figura 1 - Atemoieira (a) e atemoia (*Annona x atemoya* Mabb) (b).



Fonte: Próprio autor.

Os híbridos de atemoia mais plantados no Brasil são as cultivares ‘Gefner’ e ‘Thompson’, sendo a primeira mais adaptada às condições de Semiárido, enquanto que a ‘Thompson’ tem sido indicada para os climas subtropicais, encontrados no sudoeste do estado de São Paulo e na Região Sul do Brasil (PEREIRA *et al.*, 2011).

Embora sejam considerados frutos muito saborosos, sua produção e comercialização ainda são limitadas e há pouca disponibilidade de frutos frescos nos mercados brasileiros e mundial, além de poucos estudos a respeito de seus benefícios para a saúde humana (PEREIRA *et al.*, 2011) e seu cultivo.

A produção nacional é absorvida essencialmente pelo mercado interno, alcançando excelente preço devido à alta qualidade do fruto e pouca oferta (REIS, 2013). Por ser uma planta ainda pouco cultivada no Brasil e desconhecida pela maioria dos consumidores, a atemoia possui poucos dados oficiais de produção (LEMOS, 2014). Todavia, o interesse pela exploração em todo território nacional tem aumentado em razão do lucrativo retorno comercial que a cultura oferece (SILVA *et al.*, 2009a), com características que a qualificam para atingir os melhores mercados nacionais de frutas frescas e ser também exportada (LEMOS, 2014).

A atemoia apresenta características que a qualificam como um produto com grande potencial mercadológico (SANTOS, 2016), além de apresentar alta produtividade em cultivo irrigado, com possibilidade de duas safras ao ano, qualidade dos frutos e bons preços no mercado, é ainda excelente opção para a diversificação da produção agrícola (PEREIRA *et al.*, 2011; PEREIRA e KAVATI, 2011).

A fruta pode ser consumida *in natura*, ou ser utilizada em sucos, sorvetes (FELIPPE, 2005), licores, doces e compotas (MARCELLINI, 2003), tornando-se entre as anonáceas, a terceira espécie em importância econômica para o país.

Além de sua grande importância econômica, muitas espécies da família Annonaceae possuem indicação popular e têm sido estudadas quanto às suas atividades farmacológicas e composição química. Do ponto de vista fitoquímico, a família Annonaceae se destaca pelos variados tipos de metabólitos secundários. Investigações prévias sobre química e atividade biológica de algumas espécies deste gênero têm indicado a presença de compostos bioativos importantes, exibindo diversas atividades (RABÊLO, 2014).

Entre os vários grupos de compostos bioativos presentes na família das anonáceas, os compostos fenólicos, vitaminas, minerais, ácidos graxos e tocoferóis se destacam devido, principalmente, às suas funções biológicas, incluindo a capacidade antioxidante, antimicrobiana, antimutagênica e antitumoral (ROESLER *et al.*, 2006; VASCO *et al.*, 2008; IGNAT *et al.*, 2011; MORAIS *et al.*, 2015; MARTIN e SOUSA NETO, 2015; ALBUQUERQUE *et al.*, 2016). Na atemoia, em especial, se destacam os compostos fenólicos, principalmente os flavonóides (como a epicatequina), vitaminas (com destaque para tocoferol) e ácidos graxos (BARBOSA, 2019).

A atemoia é um fruto climatérico bastante perecível, apresentando intensa atividade metabólica após a colheita, pelo seu alto teor de umidade, o que faz com que a maturação se processe em curto espaço de tempo, tornando-os muito macios e difíceis de serem manuseados sem danos (PARREIRAS, 2017). O rápido amolecimento da polpa e escurecimento da casca, são características ainda mais agravadas quando estes frutos são submetidos a danos mecânicos durante a colheita, transporte, manuseio e quando armazenados por longos períodos, o que representa um entrave à manutenção de sua qualidade e comercialização (LIMA *et al.*, 2010a; SILVA *et al.*, 2014a). Outro fator limitante é o uso de temperaturas de armazenamento inferiores a 10 °C, o que resulta em injúria por frio (*chilling injury*), responsável pelo escurecimento e endurecimento da casca, deficiência na produção de aroma e polpa farinhenta,

tornando-se impróprios para a comercialização e o consumo (GUTIERREZ *et al.*, 1992; TORRES *et al.*, 2009).

Essas condições contribuem com a limitação de distribuição de atemoia para mercados distantes, o que demonstra problema a ser solucionado para melhoria do manejo dos frutos (PARREIRAS, 2017). O conhecimento desse processo é muito importante para o tratamento pós-colheita, pois o amadurecimento ocorre rapidamente (PEREIRA *et al.*, 2011), requerendo a introdução de técnicas de conservação que atrasem esses eventos e garantam maior tempo para distribuição.

Considerando que durante o armazenamento ocorrem modificações na composição química dos frutos e também um decréscimo muito rápido na firmeza da polpa (BOMFIM *et al.*, 2011), decorrentes do processo natural de amadurecimento, a associação de tecnologias que retardem esse processo torna-se imprescindível para aumentar a vida útil pós-colheita e, conseqüentemente, o período de comercialização destes frutos (SILVA *et al.*, 2016).

## 2.2 Radiação UV-C

Dentre as técnicas pós-colheita existentes, a radiação ultravioleta é um elemento importante na conservação de frutos e hortaliças (VASCONCELOS, 2019). Em geral, ela apresenta potencial para ampla utilização em aplicações diretas em produtos agrícolas. Em função da dose aplicada no alimento, observa-se efeitos desejáveis, bem como a redução da população microbiana e deterioração do produto, controle no aparecimento de doenças pós-colheita; e em aplicações em baixas dosagens, com o intuito de ter uma resposta para melhorar a defesa do produto contra fungos, manter o teor dos componentes responsáveis pelos efeitos benéficos à saúde, e manter ou mesmo favorecer as características organolépticas, resultando na redução de perdas no armazenamento e prolongamento da vida útil (TIECHER *et al.*, 2010; ALAM KHAN e ABRAHEM, 2010; RIBEIRO *et al.*, 2012; SHEN *et al.*, 2013).

Alguns estudos demonstram que a radiação UV-C, quando utilizada em certas doses em frutas e hortaliças, tem interferido de maneira pontual na atividade enzimática destes produtos (MANZOCCO *et al.*, 2009), mostrando que a tecnologia UV-C pode apresentar características de tratamento não termal para inativação de enzimas indesejáveis (KEYSER *et al.*, 2008). Também participa como estressor abiótico, estimulando mecanismos de defesa, realizando a indução do metabolismo secundário, principalmente na síntese de compostos fenólicos nos frutos (GONZÁLEZ-BARRIO *et al.*, 2009).

A irradiação ultravioleta na faixa de 100 a 280 nm é classificada como UV-C, sendo que estudos evidenciam que esta faixa de radiação se constitui em um método eficiente na conservação de alimentos (FALGUERA *et al.*, 2011). As faixas dos comprimentos de onda ultravioleta variam entre 100 nm a 400 nm, separadas em UV-A (315–400 nm), UV-B (280–315 nm) e UV-C (100–280 nm), em que os comprimentos mais longos são conhecidos como “UV germicida”, encontrados nas faixas entre 200 a 300 nm, sendo o comprimento de onda de 254 nm, o mais eficiente (OLIVEIRA, 2003; CAMPOS, 2008).

A radiação UV-C pode ser reproduzida de maneira artificial através de lâmpadas de baixa pressão de mercúrio que emitem ondas de 254 nm com ação germicida, sendo letal a fungos, bactérias, vírus, algas, protozoários e leveduras (BINTSIS *et al.*, 2000). Essas lâmpadas são iguais as lâmpadas fluorescentes, porém, sem o revestimento de fósforo, permitindo a radiação ultravioleta ultrapassar o vidro da lâmpada. A luz age sobre os micro-organismos através de uma reação fotoquímica, a qual afeta o DNA microbiano, danificando-o e levando-o a morte, impedindo que este se reproduza e gere a doença (GUERRERO-BELTRÁN e BARBOSA-CÁNOVAS, 2004).

O tratamento com radiação UV-C, na dose adequada, pode induzir resistência a patógenos no tecido vegetal e, assim, reduzir a incidência de doenças pós-colheita (STEVENS *et al.*, 1996; 2005). A aplicação de radiação UV-C apresenta efeito germicida direto sobre os microrganismos presentes na superfície irradiada e indireto, induzindo a resistência das plantas (PALOU, 2009). Além da indução de resistência, alguns resultados sugerem que o controle de podridões pode ser devido ao efeito germicida da radiação UV-C sobre a população epífita de microrganismos (CHUN *et al.*, 2010; SOMMERS *et al.*, 2010). A radiação penetra pela parede celular até o núcleo da célula impedindo a reprodução de bactérias, vírus, fungos e protozoários (NEVES, 2008), atuando de forma eficaz sobre eles, inibindo seu desenvolvimento e germinação pela desnaturação proteica e desorganização da membrana plasmática (DEMIRCI e PANICO, 2008), o que contribuiria para o controle de propágulos de alguns patógenos presentes, removendo ou destruindo esporos e micélio da epiderme dos frutos (TERAO *et al.*, 2019).

Além disso, a atuação da radiação UV-C, segundo Mercier e Kúc (1997) e Souza (2015), é como estressor abiótico apto em ativar mecanismos de defesa dos tecidos vegetais. Tais mecanismos proporcionam alterações na parede celular, indução do metabolismo de carotenoides e compostos fenólicos, aumento da ação de enzimas do sistema antioxidante e

acúmulo de compostos antimicrobianos (GONZÁLEZ-AGUILAR *et al.*, 2007; ERKAN *et al.*, 2008; ALOTHMAN *et al.*, 2009; LIU *et al.*, 2009; RIVERA-PASTRANA *et al.*, 2014).

A indução de resistência a doenças pela aplicação de doses subletais de luz UV-C é o resultado de um fenômeno denominado de hormese, que é definido como o estímulo de efeitos benéficos por doses baixas de agentes potencialmente nocivos, que contrasta com o efeito germicida de doses elevadas de luz UV-C (TERAO *et al.*, 2019). Dessa forma, a radiação UV-C promove a hormese em frutos, sendo o efeito benéfico precedente da aplicação, sob baixas dosagens, de agentes potencialmente prejudiciais a organismos vivos (STEVENS *et al.*, 1998; SHAMA e ALDERSON, 2005; CABIA *et al.*, 2011; TREPTOW, 2012).

A resposta dos produtos submetidos à radiação é específica para cada variedade e espécie, assim o tempo de radiação UV-C no alimento relaciona-se também com a duração da operação, com a distância entre o produto e a fonte, e quanto à área de exposição do produto e tipo de micro-organismo a ser eliminado (FAN *et al.*, 2012; BIRMPA *et al.*, 2013). Ribeiro *et al.* (2012) inferiram também que estes efeitos benéficos dependem da espécie e cultivar, forma de aplicação e momento da dose. Portanto, a dose de UV-C é um parâmetro crítico na indução dos efeitos benéficos em produtos frescos, e isto é essencial para se ter conhecimento do intervalo da dose, a qual induz o efeito desejado nos estudos laboratoriais (CAMPOS, 2008).

O processo de irradiação utilizado na conservação de alimentos apresenta a vantagem de ser um método físico de tratamento (DAIUTO *et al.*, 2013). A radiação ultravioleta é um processo comprovadamente seguro e tem sido avaliado em muitas aplicações (SANCHES *et al.*, 2017a). Além do efeito germicida, apresenta vantagens em relação ao custo, operacionalidade, fácil instalação, tempo reduzido de contato e não produz residual tóxico (OLIVEIRA, 2003; MANZOCCO *et al.*, 2011), apresentando vantagens para a indústria alimentícia, pois não tem restrições legais de uso e não gera resíduos físicos ou químicos, além de não alterar as características sensoriais dos produtos vegetais (KEYSER *et al.*, 2008; MOHAMED *et al.*, 2017).

Vale mencionar também que o tratamento com luz UV-C pode aumentar as propriedades nutracêuticas em frutas e vegetais frescos, como o aumento dos níveis de antocianinas, do poder antioxidante, e das substâncias como resveratrol, vitamina D2 e licopeno (LIU *et al.*, 2012).

Portanto, a irradiação com luz UV-C vem firmando-se como uma das tecnologias de maior aplicação no futuro, por ser uma opção que não deixa resíduo e que pode ser utilizada

em alimentos com várias finalidades, inclusive aliada a outras tecnologias, como baixas temperaturas e atmosfera modificada (KEYSER *et al.*, 2008; MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ *et al.*, 2013), visto que a refrigeração é a técnica mais usada para armazenamento prolongado de frutas e hortaliças. Sem esse método, e com o avanço da maturação, as deteriorações tornam-se mais rápidas, principalmente, pela produção de calor e liberação de CO<sub>2</sub> derivados da respiração, tornando a temperatura de armazenamento o principal fator no controle da senescência, uma vez que determina todos os processos fisiológicos e bioquímicos associados (VASCONCELOS, 2019).

### 2.3 Atmosfera modificada e sachê absorvedor de etileno

Outra técnica utilizada para retardar a deterioração e prolongar o período de armazenamento dos frutos é a atmosfera modificada, que consiste, por exemplo, no uso de filmes plásticos (SILVA *et al.*, 2016). A atmosfera modificada pode ser resumida como presença de barreira artificial à difusão de gases em torno do produto, aumentando níveis de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e diminuindo os níveis de oxigênio (O<sub>2</sub>), resultando na alteração na concentração de etileno e vapor d'água e em alterações em outros compostos voláteis (SILVA *et al.*, 2009a; MANTILLA *et al.*, 2010).

Dentre os filmes mais usados comercialmente, encontram-se os filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) com diferentes espessuras, que apresentam boas características de permeabilidade, permitindo a entrada de O<sub>2</sub> na embalagem, para compensar o consumo e, também, a saída de CO<sub>2</sub> para compensar a produção pelo vegetal (ZAGORY, 1995). (CHITARRA e CHITARRA, 2005). O polietileno vem sendo usado na embalagem de vários frutos, pois reduz a perda da umidade, diminui o metabolismo respiratório e, conseqüentemente, as alterações resultantes deste processo (THÉ, 2001).

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 e a turgidez dos produtos (SILVA *et al.*, 2009a). Com o objetivo de potencializar os efeitos no retardamento do metabolismo pós-colheita pode-se associar esses métodos ao sistema de inibição do etileno (PRILL *et al.*, 2012). Desta maneira, para prolongar o tempo de prateleira de diversas frutas e hortaliças, a utilização de embalagens produzidas com permanganato de potássio ou sachê de permanganato (KMnO<sub>4</sub>) na parte interior



das embalagens tem sido eficientes com a finalidade de absorver o etileno gerado pelos frutos no período do armazenamento, promovendo a eliminação desse fitohormônio (JERONIMO e KANESIRO, 2000; PFAFFENBACH *et al.*, 2003; FALCÃO, *et al.*, 2017).

No ciclo de vida dos frutos climatéricos, a produção de etileno ( $C_2H_4$ ) é um dos processos metabólicos mais importantes (SÁ *et al.*, 2008). Segundo Mosca (2002), as mudanças que causam a perda de firmeza e o escurecimento do fruto devem-se à rápida elevação da taxa de biossíntese de etileno no início do processo de amadurecimento. Nesse aspecto, o etileno se configura como um dos principais fatores endógenos que estimulam a atividade respiratória dos frutos, e com isso, antecipa o amadurecimento e a senescência dos tecidos (NASSER, 2014).

O etileno é biologicamente ativo em concentrações mínimas, que podem variar de uma parte por milhão (ppm ou  $\mu L L^{-1}$ ) a uma parte por bilhão (ppb ou  $\eta L L^{-1}$ ) (KADER, 2002). Apesar dessas concentrações relativamente baixas, estudos em uma grande variedade de frutas e hortaliças demonstraram que qualquer nível de etileno é considerado deletério, diminuindo a vida pós-colheita proporcionalmente ao aumento de sua concentração (WILLS e WARTON, 2004).

A onipresença de etileno e sua baixa concentração limite para desencadeamento de atividades fisiológicas demonstram que, para todas as situações, reduzir a concentração de etileno na atmosfera de qualquer produto é benéfico para prolongar a vida pós-colheita (SPRICIGO, 2015). Portanto, a gestão do etileno oferece um método para prolongar a vida útil e a disponibilidade de produtos agrícolas (WILLS *et al.*, 2014).

Segundo Amarante e Steffens (2009), o controle do teor de etileno e de sua ação na maturação podem ser alcançados com a colheita de frutos em estádios pré-climatérico e armazenamento em locais com produtos removedores deste fitormônio. Dentre as técnicas para remoção do etileno do ambiente de armazenamento, pode-se fazer uso de sachês contendo *pellets* impregnados com permanganato de potássio ( $KMnO_4$ ) (CORRÊA *et al.*, 2011).

Sem entrar em contato com o produto, o permanganato de potássio tem a finalidade de reduzir a concentração de etileno do ambiente de armazenamento por oxidação (CARON, 2009).

A oxidação do etileno ( $C_2H_4$ ) com permanganato de potássio pode ser considerada um processo em duas etapas, onde o etileno é inicialmente oxidado em acetaldeído ( $CH_3CHO$ ), que por sua vez é oxidado em ácido acético ( $CH_3COOH$ ). O ácido acético pode ser ainda oxidado em dióxido de carbono ( $CO_2$ ) e água ( $H_2O$ ), e para alcançar esta etapa final, no entanto, deve

haver permanganato de potássio suficiente disponível para as reações (SORBENTSYSTEMS, 2020).

Mesmo que a reação não vá até a etapa de produção de dióxido de carbono, muitos dos produtos intermediários formados ficam irreversivelmente ligados ao meio ou agem como reagentes, como é o caso do hidróxido de potássio (KOH). Portanto, o KOH reagirá com o ácido acético para produzir o sal de acetato de potássio (KCOOCH<sub>3</sub>), através de uma reação simples de neutralização ácido-base (SORBENTSYSTEMS, 2020).

Para ser eficiente na oxidação de pequenas concentrações de etileno em torno dos produtos, o KMnO<sub>4</sub> precisa ter uma elevada área superficial exposta à atmosfera (OZDEMIR e FLOROS, 2004). Nesse aspecto, os absorvedores de etileno à base de permanganato de potássio são utilizados na forma de sachês impregnados com materiais, como vermiculita, perlita, alumina ou sílica (LIU *et al.*, 2006; FERREIRA, 2009), ou seja, materiais porosos inertes (WILLS e WARTON, 2004). Todas essas plataformas têm como características desejáveis elevada porosidade e área superficial (SPRICIGO, 2015).

A junção entre o permanganato de potássio e a plataforma porosa permite que frutas e hortaliças tenham sua vida pós-colheita estendida, evitando o amadurecimento excessivo causado pela presença deste hormônio (SPRICIGO, 2015). O permanganato de potássio, por não ser volátil, pode ser separado fisicamente do produto, eliminando o risco de injúria química (WILLS *et al.*, 1998). Outro benefício desta utilização também engloba a eliminação da necessidade de retorno a sua origem, um item a ser considerado em tecnologias que utilizam dispositivos caros (WILLS *et al.*, 2014).

A avaliação da eficiência da remoção do etileno pelo KMnO<sub>4</sub> é geralmente feita de modo indireto, a partir da qualidade final do produto hortícola em questão, e não em relação ao KMnO<sub>4</sub> consumido na reação química com o etileno (SPRICIGO, 2015). O permanganato de potássio, após a reação com etileno, passa da cor violeta ao marrom, indicando que os sachês devem ser trocados (QUEIRÓS, 2017).

As condições de armazenamento e as respostas ao manejo do etileno variam para cada espécie e cultivar (BRACKMANN *et al.*, 2012). Por isso, e em razão do comportamento climatérico e do rápido amadurecimento, a utilização de inibidores de etileno em atemoia poderia resultar em atrasos nos eventos relacionados à limitação da sua vida útil (LIMA *et al.*, 2010b).

O controle do amadurecimento de frutas e hortaliças pela redução da ação do etileno configura uma das formas de minimizar perdas de produtos hortícolas (GUSTAVSSON *et al.*, 2011). Atualmente, o  $\text{KMnO}_4$  impregnado em materiais porosos inertes é o absorvedor de etileno mais importante em uso no mundo (LIU *et al.*, 2006) além de ser barato e amplamente utilizado (OZDEMIR e FLOROS, 2004).

Dessa forma, a utilização de absorvedores de etileno à base de permanganato de potássio ( $\text{KMnO}_4$ ) tem sido eficiente na eliminação deste fitohormônio no armazenamento de frutas (FALCÃO, *et al.* 2017). Sua eficiência já foi avaliada em frutas, como banana (WILLS *et al.*, 2014), mirtilo (BRACKMANN *et al.*, 2010b), jaboticaba (PIMENTA *et al.*, 2013), dentre outros produtos. Além disso, estudos comprovam que a eliminação deste gás, por meio dos absorvedores, mantém a conservação e proporciona menor perda de massa em mangabas (NASSER *et al.*, 2015).

#### **2.4 Cloreto de cálcio**

O cálcio (Ca) é um macronutriente associado à estrutura, regulação da parede celular e manutenção da membrana plasmática, sendo fundamental ao crescimento e desenvolvimento das plantas (BEZERRA, 2020). O cálcio é considerado o nutriente mais importante na determinação da qualidade dos frutos, sua utilização em pré e pós-colheita traz vários benefícios, podendo reduzir o amolecimento e a senescência, mantendo assim a qualidade dos mesmos no período de armazenamento e prateleira (GAYED *et al.*, 2017).

Na aplicação em pós-colheita são utilizadas as técnicas de imersão dos frutos em solução de sais de cálcio, bem como o uso da imersão em soluções aquecidas ou, ainda, por meio da infiltração a vácuo (SILVA *et al.*, 2015). As formas de cálcio que são mais utilizadas quando o objetivo é preservação e/ou aumento da firmeza do produto são o lactato de cálcio, cloreto de cálcio, fosfato de cálcio, propionato de cálcio e gluconato de cálcio (DELPHIM, 2014).

Os sais de cálcio, como o cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), agem como agentes de textura, que podem aumentar o nível de cálcio no fruto, fortalecer a parede celular e ajudar no controle de distúrbios, ao dificultar a ação de enzimas pectolíticas responsáveis pelo amaciamento e deterioração (SILVA *et al.*, 2009b; CYBULSKA *et al.*, 2011). Quanto ao processo de imersão, o fruto é colocado submerso com a solução de cloreto de cálcio, sendo que esta técnica é a utilização mais eficiente na pós-colheita, tendo em vista que o sal entra em contato direto com o pericarpo, tornando o processo mais direto (KADIR, 2005).

O cloreto de cálcio como biorregulador vegetal, produz efeitos desejáveis, se mostrando eficiente na manutenção da parede celular de frutos e hortaliças, retardando a maturação e senescência dos mesmos, reduzindo a atividade da enzima pectinametilesterase (KITTEMANN *et al.*, 2010; YAMAMOTO *et al.*, 2011; EGEA, *et al.*, 2018), além da diminuição da decomposição pós-colheita, incidência de distúrbios fisiológicos e desagregação interna, caracterizados pelo desequilíbrio no metabolismo nos frutos, levando ao colapso celular e ao aparecimento de áreas escuras e aquosas em alguma parte da polpa (FERRAZ *et al.*, 2016).

O cálcio é constituinte da parede celular e atua na maioria dos processos de crescimento, desenvolvimento, manutenção e reprodução, sendo responsável pela resistência mecânica das estruturas vegetais, promoção da junção das células e exoesqueleto, além disso, controla altas pressões de turgência e atua na proteção contra agressões físicas e químicas (TAIZ *et al.*, 2017).

Cerca de 60% do cálcio total na célula está localizado na parede celular, na região da lamela média, onde desempenha um importante papel na estrutura da parede celular e integridade da membrana plasmática, exercendo um efeito estabilizador, reforçando os polímeros pécticos, conferindo rigidez às paredes celulares, além de ser e requerido como cofator por enzimas envolvidas na hidrólise de ATP e de fosfolipídeos, influenciando nos estádios de desenvolvimento de frutos (WANG e LONG, 2015; KHALIQ *et al.*, 2015; FERRAZ *et al.*, 2016; CAEIRO, 2020). Na parede celular, os íons de cálcio mediam pontes iônicas entre moléculas de pectina para formar redes de polímeros reticulados na lamela média, os pectatos de cálcio (ORTIZ *et al.*, 2011), sendo largamente responsáveis pela rigidez dos tecidos, aumentando a estabilidade do complexo e limitando sua vulnerabilidade ao ataque por enzimas pectolíticas (ALVES, 2019). A força mecânica criada reforça a adesão célula-a-célula possibilitando o atraso na degradação de ligações intercelulares ao longo da maturação e senescência do fruto (TOIVONEN e BRUMMELL, 2008).

Além da importância para a qualidade dos frutos, o cálcio tem importância para o aspecto nutricional, de modo que sua aplicação pode resultar em maiores teores deste mineral, com consequente enriquecimento nutricional dos frutos (MINGOTE, 2016).

Desse modo, os benefícios da aplicação do cloreto de cálcio na pós-colheita são relevantes e tem recebido muita atenção, demonstrando bons resultados em pré ou pós-colheita. Os benefícios dessa aplicação vem sendo constatados em diferentes frutas, tendo como principais resultados a diminuição e atraso da produção de etileno, atraso do amadurecimento, redução da taxa respiratória, manutenção da firmeza dos frutos, menor perda de massa e

controle de podridões (ANGELLETTI *et al.*, 2010; FIGUEROA *et al.*, 2012; MADANI *et al.*, 2014; KHALIQ *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2014b). Além disso, diversos trabalhos têm demonstrado a importância da aplicação de cloreto de cálcio na pós-colheita de frutos, como em figos, maçã, banana, mamão e pitanga (IRFAN *et al.*, 2013; VIEITES *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2015, SANCHES *et al.*, 2017b).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Origem, colheita e preparo dos frutos

As atemoias ‘Thompson’ foram colhidas no mês de junho de 2019, na fazenda Fortaleza, no município de Cristalina-GO, que se localiza na latitude 16° 46' 4" S, longitude 47° 36' 47" O com altitude de 1.255 metros. O clima da região é classificado como *Cwb*, de acordo com a Köppen e Geiger, com temperatura média de 20,1°C e pluviosidade média anual de 1.422 mm.

Os frutos foram colhidos manualmente em diferentes plantas, quando atingiram seu estágio de maturação fisiológica, caracterizados pela transição da coloração verde escura para verde claro. Após a colheita, os frutos foram transportados em caixas de poliestireno expandido (EPS) até o Laboratório de Secagem e Armazenamento de Produtos Vegetais do Campus Central Sede Anápolis– CET, da Universidade Estadual de Goiás, Anápolis/GO. No laboratório, os frutos foram selecionados manualmente visando à uniformização do lote, sendo retirados aqueles que apresentaram mínimo grau de defeitos e injúrias.

#### 3.2 Caracterização e condução dos experimentos

##### 3.2.1 Primeiro experimento: Radiação UV-C + Absorvedor de Etileno + Armazenamento

Os frutos foram armazenados por 15 dias após serem expostos a doses crescentes de radiação UV-C, obtidas por diferentes tempos de exposição à fonte irradiadora, e armazenados em atmosfera modificada, proporcionada pelo emprego de embalagem com e sem o absorvedor de etileno (sachês contendo 10 g de *pellets* impregnados com permanganato de potássio). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial triplo 4x2x6 (doses de radiação UV-C x presença ou ausência do sachê absorvedor de etileno x tempo de armazenamento), com quatro repetições e um fruto por embalagem, sendo esta unidade experimental.

As doses de radiação foram determinadas por quatro tempos de exposição à fonte irradiadora (0, 2, 4 e 6 minutos de UV-C), com amplitude de onda de 254 nm, medidas por um fotoradiômetro inserido no interior do protótipo de irradiador UV-C, sendo as doses: 0 kJ m<sup>-2</sup> (controle); 1,131 kJ m<sup>-2</sup>; 2,263 kJ m<sup>-2</sup> e 3,394 kJ m<sup>-2</sup>, respectivamente. Após a radiação, os frutos foram armazenados em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD), com dimensões de 15 x 30 cm e fechamento tipo zip, contendo ou não sachê absorvedor de etileno *Always Fresh* da Buddy Brasil no interior da mesma (Figura 2).

O protótipo de irradiador ultravioleta C utilizado possui câmara cilíndrica de polímero plástico e um grupo de duas lâmpadas germicidas sem filtro, sendo uma na parte superior e uma na parte inferior, com 30 watts cada, ligadas em paralelo, e com estrutura geométrica medindo 0,5x0,5x0,9 m e tela trefilada galvanizada, dividindo o equipamento em parte superior e inferior. O fotorradiômetro, modelo *Photo-Radiometer* HD-2302-0, mede a dose de radiação recebida pelos frutos, em  $W\ m^{-2}$ , sendo que após os tempos de exposição à fonte UV-C a unidade foi expressa em  $kJ\ m^{-2}$ .

Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram armazenados em incubadora tipo B.O.D. (*Biochemical Oxygen Demand*) a  $15\pm 2^{\circ}C$  e  $70\%\pm 5\ UR$ , por um período de 15 dias, num total de seis dias de análise realizadas a cada 3 dias (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias).

Figura 2 - Atemoias armazenadas em embalagens de polietileno de baixa densidade (PEBD) com e sem o uso do sachê absorvedor de etileno.



Fonte: Autor.

### 3.2.2 Segundo experimento: Cloreto de Cálcio + Armazenamento

Foi estudado a vida e qualidade pós-colheita dos frutos em função da imersão dos frutos em concentrações crescentes de cloreto de cálcio. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4x6 (cloreto de cálcio x tempo de armazenamento), com 4 repetições e 1 fruto por parcela.

Os frutos, antes da aplicação dos tratamentos, foram higienizados em solução de hipoclorito de sódio a 2%, por 10 minutos, sendo em seguida enxaguados em água destilada, visando a retirada e paralisação do efeito do sanitizante, e, posteriormente, retirado o excesso da água sobre o produto.

As atemoias foram imersas (Figura 3) nas seguintes concentrações de cloreto de cálcio: controle - imerso em água destilada (0%), 2%, 4% e 6% de de  $\text{CaCl}_2$  P.A. (Puro para análise). Todos os frutos de cada tratamento foram imersos em solução de  $\text{CaCl}_2$ , ou água destilada (controle), por 10 minutos, e em seguida foram retirados e deixados secar naturalmente em temperatura ambiente, visando eliminar o excesso de água sobre o fruto. Após esse processo, os frutos foram dispostos em bandejas de poliestireno expandido (EPS) e armazenados refrigerados em incubadora B.O.D. (Figura 4), a  $15\pm 2$  °C e  $70\%\pm 5$  UR, por um período de 15 dias, totalizando seis dias de análise realizadas a cada 3 dias (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias).

Figura 3 - Atemoias imersas em solução de cloreto de cálcio por 10 minutos.



Fonte: Autor.

Figura 4 - Atemoias tratadas com diferentes concentrações de cloreto de cálcio e armazenadas em incubadora B.O.D a  $15\pm 2$  °C e  $70\%\pm 5$  UR.



Fonte: Próprio autor.



### 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; Mi = Massa inicial do fruto (g); Md = Massa do fruto no dia de análise (g).

#### 3.3.2 Firmeza do fruto

A firmeza dos frutos foi determinada com o auxílio de um texturômetro da marca 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. Para essa análise os frutos foram posicionados no sentido longitudinal, sendo realizadas duas leituras por fruto. Os resultados foram expressos em Newton (N).

#### 3.3.3 Potencial hidrogeniônico (pH)

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

#### 3.3.4 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. A titulação foi feita 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 (%) de 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 cítrico (g); Pa: Peso da amostra adicionado no Erlenmeyer (g).

### 3.3.5 Sólidos solúveis (SS)

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

### 3.3.6 Índice de maturação (SS/AT)

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

### 3.3.7 Coloração

A coloração da casca foi obtida por refletância, utilizando-se colorímetro portátil da Konica Minolta (CR-400), com escala CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). 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):

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

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

E a taxa de escurecimento foi calculada a partir da utilização das coordenadas  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  nas equações (5 e 6) (MASKAN, 2001):

$$\text{BI} = \frac{100 \cdot (x - 0,31)}{0,17} \quad (5)$$

$$x = \frac{(a^* + 1,75L^*)}{(5,645L^* + a^* - 3,012b^*)} \quad (6)$$

Em que:

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

### 3.3.8 Taxa respiratória (TR)

A determinação da taxa respiratória foi efetuada de forma indireta, pela medida do  $\text{CO}_2$  liberado pelas atemoias, de acordo com metodologia adaptada de Bleinroth *et al.* (1976). A taxa respiratória foi calculada pela equação (7):

$$T_{\text{CO}_2} = \frac{2,2 \cdot (V_1 - V_2) \cdot V_3}{P \cdot T \cdot V_4} \quad (7)$$

Em que:

$TCO_2$  = taxa respiratória em mL  $CO_2$   $kg^{-1} h^{-1}$ ; 2,2 = inerente ao equivalente do  $CO_2$  (44/2), multiplicado pela concentração do HCl a 0,1 mol  $L^{-1}$ ; V1 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH – padrão antes da absorção de  $CO_2$  (mL); V2 = volume gasto em mL de HCl padronizado para a titulação de KOH após a absorção do  $CO_2$  da respiração; V3 = volume de KOH usado na absorção de  $CO_2$  (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 ( $C_6H_8O_6$ ) foi quantificado pela adição de 5 mL de amostra do suco de atemoia em um balão volumétrico de 50 mL, o qual foi completado com solução extratora de ácido oxálico a 2% ( $C_2H_2O_4$ ). 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%, sendo o ponto de viragem detectado visualmente pela coloração rósea claro (BENASSI e ANTUNES, 1988). Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100  $ml^{-1}$  de polpa.

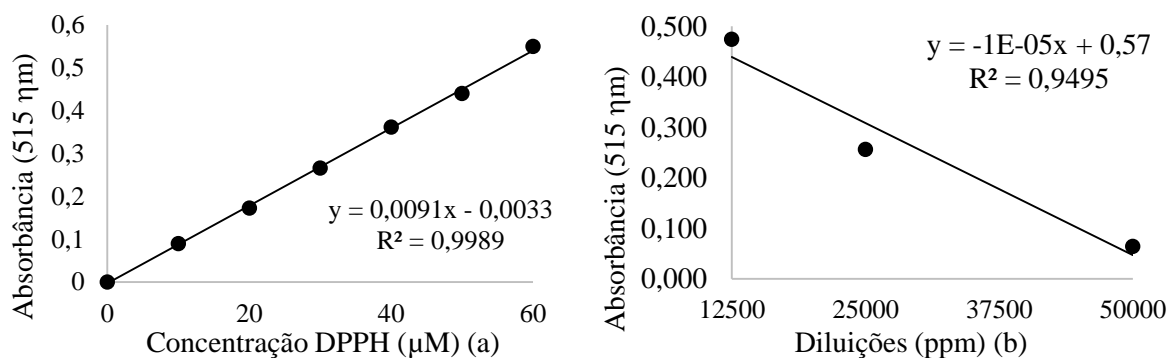
#### 3.4.2 Atividade antioxidante total (AAT)

A obtenção dos extratos da fruta foi realizada conforme metodologia adaptada de Larrauri *et al.* (1997). Pesou-se 1,25 g de amostra em um balão volumétrico de 50 mL, onde foi adicionado 10 mL de metanol 50%, que foi homogeneizado e deixado em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. A solução contendo amostra e metanol 50% foi transferida para um tubo de ensaio e centrifugada (15.000 rpm) durante 15 minutos, após, transferindo-se o sobrenadante para um balão volumétrico de 50 mL. A partir do resíduo da primeira extração, adicionou-se 10 mL de acetona 70%, homogeneizando-se e deixando em repouso por 60 minutos à temperatura ambiente. Centrifugou-se novamente a solução (15.000 rpm) durante 15 minutos, transferindo o sobrenadante para o balão volumétrico contendo o primeiro sobrenadante e completando-o para 25 mL com água destilada.

Foi realizada a avaliação da atividade antioxidante total pela captura do radical livre DPPH (2,2-Difenil-1-picrilhidrazil). Para a captura do radical livre DPPH 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 (50.000, 25.000 e 12.500  $mg L^{-1}$ ) 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, após 40 minutos da reação. A partir da solução inicial de DPPH ( $60 \mu\text{mol L}^{-1}$ ) realizou-se a plotagem da curva de calibração, variando de 10 a  $60 \mu\text{mol L}^{-1}$  (Figura 5a). Das absorvâncias obtidas com as diferentes diluições dos extratos, realizou-se a plotagem das absorvâncias no eixo Y e as diluições ( $\text{mg L}^{-1}$ ) no eixo X (Figura 5b).

Figura 5 - Curva de calibração do DPPH (a) e a curva das diluições dos extratos 50.000, 25.000 e 12.500  $\text{mg L}^{-1}$  (b).



Fonte: Autor.

Os resultados obtidos foram calculados pelas equações (8, 9, 10 e 11) e expressos em  $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ .

$$X = \frac{\left(\frac{A_c}{2} + a_1\right)}{b_1} \quad (8)$$

$$Y = \frac{X}{1.000.000} * 394,3 \quad (9)$$

$$X' = \frac{\left(\frac{A_c}{2} - a_2\right)}{-b_2} * 1000 \quad (10)$$

$$A = \frac{X'}{Y} \quad (11)$$

Em que:

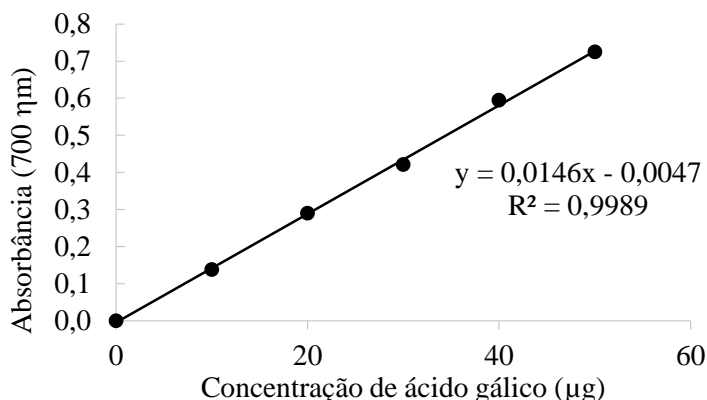
X= atividade antioxidante ( $\mu\text{mol L}^{-1}$  DPPH);  $A_c$ = absorvância inicial do controle (515 nm);  $a_1$ = valor do intercepto da curva padrão;  $b_1$ = valor do coeficiente angular da curva padrão; Y= atividade antioxidante (g DPPH); 394,3= peso molecular do DPPH;  $X'$ = atividade antioxidante ( $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ );  $a_2$ = 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 ( $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ );

### 3.4.3 Polifenóis extraíveis totais (PET)

A obtenção dos extratos da fruta foi realizada conforme metodologia utilizada para determinação da atividade antioxidante.

A determinação dos polifenóis extraíveis totais dos extratos foi efetuada por espectrofotômetro, utilizando o reagente Folin Ciocalteau (reativo para 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 solução padrão de ácido gálico (GAE - *gallic acid equivalent*), variando de 10 a 50  $\mu\text{mol L}^{-1}$  (Figura 6).

Figura 6 - Curva de calibração dos polifenóis extraíveis totais (PET), Ácido Gálico (GAE).



Fonte: Autor.

O método consistiu em adicionar 0,1 mL do extrato para tubos de ensaios com 1 mL de Folin Ciocalteau, 2 mL de carbonato de sódio (20%) e 2,9 mL de água destilada. As leituras das absorbâncias foram lidas em espectrofotômetro UV-2000A Visível Instrutherm a 700 nm, realizadas 30 minutos após a adição dos reagentes. Para o branco da leitura utilizou-se 1 mL de água destilada no lugar do 1 mL de extrato, acrescentando todos os reagentes anteriormente citados.

Os resultados obtidos foram expressos em mg GAE 100  $\text{g}^{-1}$  e calculados por meio das equações (12, 13 e 14):

$$C = \frac{(A_{\text{abs}} * a)}{b} \quad (12)$$

$$\text{PET}_1 = \frac{(P_a * V_a)}{V_b} * 1000 \quad (13)$$

$$\text{PET}_2 = \frac{(100 * C)}{X} \quad (14)$$

Em que:

C = concentração ( $\mu\text{g}$ );  $A_{\text{abs}}$  = Absorbância (700 nm); a = valor do intercepto da curva padrão; b = valor do coeficiente angular da curva padrão;  $\text{PET}_1$  = teores dos polifenóis extraíveis totais (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

(mL<sup>-1</sup>); PET<sub>2</sub> = teores dos polifenóis extraíveis totais (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>). PET<sub>2</sub> = teores dos polifenóis extraíveis totais (mg GAE 100 g<sup>-1</sup>).

### 3.5 Análise estatística

Para o primeiro experimento, os dados foram submetidos à análise de componentes principais para verificar a influência dos atributos físico-químicos e bioativos no armazenamento do produto. A análise de componentes principais (ACP) foi realizada para diferentes grupos de variáveis e baseada na matriz de correlação dessas variáveis. Foi construído o círculo de autovetores das variáveis e o diagrama de ordenação das amostras, para os dois primeiros componentes, representados pelos eixos x e y (respectivamente, primeiro e segundo eixo). Além disso, foi realizada análise de agrupamento, *cluster*, com a finalidade de definir grupos de tratamentos similares, utilizando-se o método de agrupamento das médias das distâncias UPGMA e como medida de dissimilaridade a distância euclidiana (CORRAR *et al.*, 2007). Para a validação do método utilizado na execução da análise de agrupamento foi calculado o coeficiente de correlação cofenético (r) (SARAÇLI *et al.*, 2013), o qual determina o grau de deformação provocado pela construção do dendrograma, sendo que, se o coeficiente de correlação cofenético for maior que 0,7, o método então empregado, bem como o agrupamento, são válidos (GOBO *et al.*, 2018). Para as análises multivariadas foi utilizado os Softwares R 3.5.1 (R CORE TEAM, 2019) e Excel do Pacote Office 2013.

Para o segundo experimento, os dados foram submetidos à análise de variância ( $P \leq 0,05$ ) e, quando significativos, foi realizada a análise de regressão. Para as análises estatísticas foi utilizado o Software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Radiação UV-C + absorvedor de etileno + Armazenamento

O resultado da análise de componentes principais (ACP), aplicada à matriz de atributos de qualidade físico-químicos e bioativos de atemoia tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com ou sem sachê absorvedor de etileno, é apresentado nas Tabelas 1 e 2. Essa apresentação possibilita uma visualização do conjunto de dados através de uma redução do número de variáveis a alguns poucos componentes principais, que são capazes de explicar, em maior proporção, o conjunto original, permitindo verificar como as amostras se relacionam entre si, ou seja, o quanto estas se assemelham segundo as variáveis utilizadas no experimento (MEIRA *et al.*, 2012; SARKHOT *et al.*, 2011).

As 14 variáveis (*loads*) avaliadas geraram 14 componentes principais, propiciando a obtenção de informações que contribuiriam para explicar as variáveis, em relação a qualidade, dos tratamentos analisados. Apresentam-se, na Tabela 1, os autovalores e a porcentagem de variância explicada por cada um deles, bem como as porcentagens acumuladas. A proporção da variância explicada é de extrema utilidade na identificação das componentes consideradas importantes, pois de acordo com Ferreira (2015), o número de componentes principais que é necessário para descrever adequadamente o sistema em estudo pode ser determinado considerando todas as componentes principais necessárias para descrever entre 75% e 95% da informação original dos dados.

Em contrapartida, segundo Rencher (2002), pelo menos 70% da variância total devem ser explicadas pelos primeiro e segundo componentes principais. Já Jolliffe (1986) sugeriu que poderia se escolher componentes que explicassem, por exemplo, 60% da variação nos dados. Outro método muito utilizado pelos pesquisadores é o critério de Kaiser (KAISER, 1958) para selecionar os componentes principais (CPs) que explicam a maior parte da variação dos dados. Este critério obtém CPs com valores próprios maiores do que a unidade (autovalores > 1), isto é, os principais componentes que explicam a maior parte da variação no conjunto de dados (SAVEGNAGO *et al.*, 2011).

Dessa forma, selecionou-se a apresentação somente dos 4 primeiros componentes principais (Tabelas 1 e 2), pois estes foram responsáveis por explicar 78,24% da variação, além de apresentarem autovalor maior que 1,0.

Tabela 1 - Componentes principais (CP's), autovalores, proporção da variância e proporção acumulada para os atributos de qualidade de atemoia tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com ou sem sachê absorvedor de etileno, por um período de 15 dias de análise.

Componente Principal	Autovalor	Proporção da variância (%)	Proporção acumulada (%)
CP 1	5,58	39,87	39,87
CP 2	2,41	17,21	57,09
CP 3	1,77	12,66	69,75
CP 4	1,19	8,49	78,24
CP 5	0,79	5,65	83,88
CP 6	0,60	4,30	88,19
CP 7	0,56	4,03	92,22
CP 8	0,43	3,09	95,31
CP 9	0,32	2,26	97,57
CP 10	0,17	1,24	98,81
CP 11	0,12	0,85	99,66
CP 12	0,04	0,26	99,92
CP 13	0,01	0,05	99,97
CP 14	0,00	0,03	100,00

Fonte: Autor.

Por meio do *scree plot* desse experimento (Figura 7), é possível verificar a variabilidade referente a cada componente principal gerado pela análise, auxiliando também na tomada de decisão referente ao número de componentes que permanecerão no estudo (PRADO *et al.*, 2016).

O diagrama de autovalores (*scree plot*) é representado por meio gráfico com o intuito de relacionar a ordem do autovalor com seu respectivo valor numérico. Dessa forma, observando a Tabela 1 e a Figura 7, verificou-se que os 4 primeiros componentes principais apresentaram autovalores maiores que 1, com valores de 5,58; 2,41; 1,77 e 1,19, respectivamente.

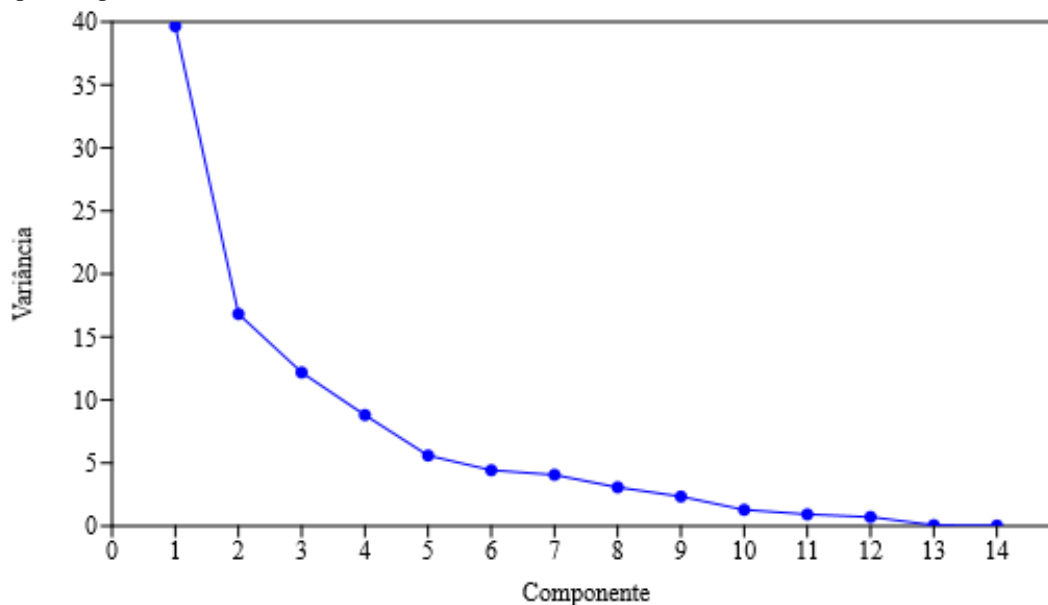
Analisando essa mesma figura é possível confirmar que o CP1 possui a maior variabilidade e é altamente explicativo, visto que os pontos no gráfico estão associados aos autovalores e que o decréscimo desses autovalores passa a se estabilizar a partir do ponto relacionado ao CP2, sendo um indício de que os componentes a serem retidos são os dois primeiros (NEISSE e HONGYU, 2016).

Dessa forma, para a determinação do número de componentes principais que permanecerão em estudo, verificou-se que como os dois primeiros CPs gerados a partir desta análise tem autovalores  $> 1$  (KAISER, 1958; FRAGA, *et al.*, 2015) e foram responsáveis por 57,09% da variância total no conjunto de dados, esses foram retidos, com o auxílio do *scree plot* (Figura 7). Portanto, os dois primeiros componentes principais resumem efetivamente a



variância amostral total, podendo ser adotadas na explicação do resultado sem perda significativa de informação.

Figura 7 - *Scree Plot* dos autovalores dos Componentes Principais dos atributos de qualidade de atemoia tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com ou sem sachê absorvedor de etileno, por um período de 15 dias de análise.



Fonte: Autor.

Os atributos que mais contribuíram para a formação do primeiro componente, com valores positivos de correlação (Tabela 2), foram firmeza de casca, pH, cromagem, firmeza de polpa e °hue, enquanto que sólidos solúveis, índice de maturação e vitamina C apresentaram valores negativos de correlação. Essa relação inversa indica que a medida que aumenta os sólidos solúveis, índice de maturação e vitamina C para atemoia durante o armazenamento, os frutos apresentam perda de coloração, firmeza e pH, podendo-se apresentar frutos escuros e amolecidos.

Já com o segundo componente principal, os atributos que apresentaram maior correlação foram luminosidade, positivamente, e taxa de escurecimento, negativamente, demonstrando que, quanto menor os valores desse componente, os frutos de atemoia ficaram mais escuros e, conseqüentemente, perderam luminosidade.

Para o CP 3, as variáveis que apresentaram maior correlação com esse componente foram acidez titulável, perda de massa e polifenóis extraíveis totais. Dessa forma é possível verificar que esses atributos apresentam comportamento semelhante durante o amadurecimento de atemoia, demonstrando que a perda de massa dos frutos influencia positivamente tanto no conteúdo de polifenóis totais quanto na acidez titulável. A relação positiva entre a perda de

massa e a acidez titulável pode estar relacionada à perda de água pelos frutos, resultando em uma maior concentração dos ácidos orgânicos presentes no suco celular (SILVA *et al.*, 2009a).

Para o CP4, o atributo que apresentou maior contribuição na sua formação foi atividade antioxidante total. A atividade antioxidante em vegetais é devida a ação de uma grande variedade de compostos antioxidantes, que são degradados ou sintetizados de acordo com o estado fisiológico e com os níveis de estresses abióticos e bióticos sofridos durante o armazenamento (ROTILI *et al.*, 2013), porém não foi possível constatar correlação da atividade antioxidante com os demais parâmetros analisados.

Foi confirmado que das 14 variáveis de qualidade analisadas para a atemoia ‘Thompson’, dez podem ser altamente explicadas pelos dois primeiros componentes principais, ou seja, mais de 70% dos parâmetros analisados (Tabela 2), reafirmando a importância desses CPs para o estudo em questão.

Tabela 2 - Correlação das variáveis de qualidade físicas, físico-químicas e bioativas de atemoia ‘Thompson’ com as quatro primeiras componentes principais.

Variável	CP1	CP2	CP3	CP4
Perda de massa	-0,3319	0,2966	<b>0,4448</b>	0,1877
Luminosidade	0,5775	<b>0,7536</b>	0,0322	-0,1285
Croma	<b>0,7116</b>	0,6365	-0,0211	-0,1039
Hue	<b>0,5759</b>	0,4618	-0,2382	0,0480
Taxa de escurecimento	-0,2661	<b>-0,7105</b>	-0,1357	-0,3452
Firmeza de polpa	<b>0,6294</b>	-0,2981	-0,5094	0,2450
Firmeza de casca	<b>0,8911</b>	-0,1183	-0,2965	0,1786
pH	<b>0,8272</b>	-0,0996	0,3065	0,1299
Sólidos solúveis	<b>-0,9452</b>	0,2029	0,0337	0,0148
Acidez titulável	0,4217	-0,3439	<b>0,6570</b>	-0,3219
Vitamina C	<b>-0,6129</b>	0,1166	-0,2753	0,3949
Índice de Maturação	<b>-0,8747</b>	0,3116	-0,2137	0,1569
Atividade antioxidante	-0,3589	0,4722	-0,1620	<b>-0,6819</b>
Polifenóis extraíveis totais	-0,1196	0,1576	<b>0,6901</b>	0,3823

Números em negrito destacam variáveis com maior contribuição para a variância observada. Fonte: Autor.

Na Figura 8 é possível visualizar o círculo de correlação unitária dos atributos de qualidade de atemoia ‘Thompson’ e as componentes CP1 e CP2, representado por vetores, que indicam o sentido do aumento dos valores das 14 variáveis analisadas durante o experimento. As variáveis de qualidade do fruto em destaque nos dois primeiros componentes principais (Tabela 2), CP1 e CP2, são importantes na avaliação da qualidade dos frutos de atemoia durante o armazenamento, pois foram responsáveis, em maior parte, pela formação dos CPs analisados.

Observa-se que as variáveis próximas ao círculo unitário possuem uma maior contribuição com a ACP, em relação àquelas que estiverem mais afastadas (Figura 8). Também pode ser verificado o ângulo formado entre duas variáveis, demonstrando maior ou menor correlação entre as mesmas (SANTOS *et al.*, 2017; CATEN *et al.*, 2011), sendo que ângulos de 90° não possuem correlação, ângulo de 0° são fortemente correlatas positivamente e ângulos de 180° são fortemente correlatas negativamente.

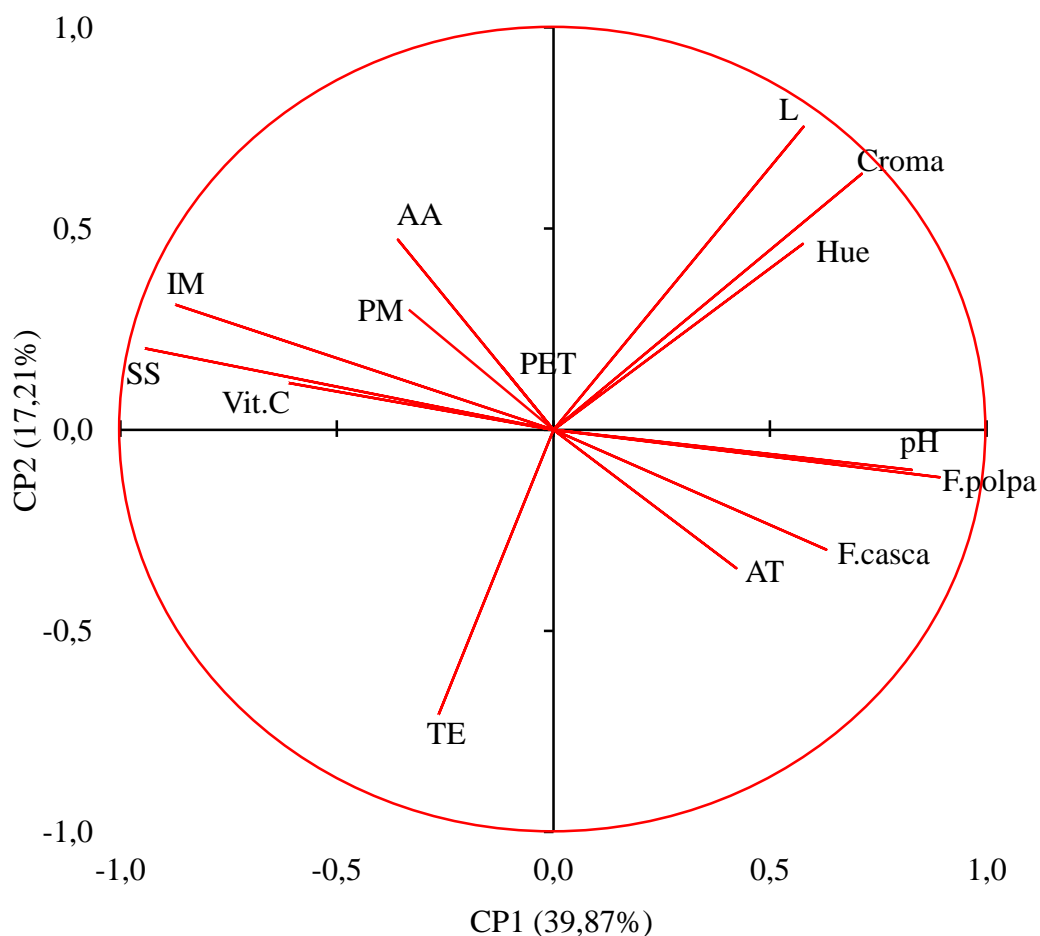
Neste caso, notou-se que os vetores das variáveis de coloração: luminosidade, croma e °hue estão dispostos no mesmo sentido e próximos entre si, demonstrando forte correlação. Já o atributo taxa de escurecimento encontrou-se em posição contrária (180°) aos demais parâmetros de cor, demonstrando que maiores valores em luminosidade, croma e °hue resultam em menor escurecimento do produto. Além disso, altos valores de luminosidade croma e °hue indicam frutos brilhantes e com colorações vívidas, e com ângulo de cor mais próximo do verde intenso, ou seja, características de coloração que os frutos de atemoia devem apresentar quando recém colhidos e no início do armazenamento pós-colheita.

A alteração na coloração da casca e polpa das atemoias se torna imprescindível na avaliação do estado de amadurecimento das mesmas, principalmente pelo fato dos vetores de coloração, como croma e °hue, se correlacionarem negativamente aos parâmetros ligados ao amadurecimento dos frutos, para a CP1, como sólidos solúveis e índice de maturação. O croma sofre alterações em função da concentração de açúcares e de carotenóides (VIEIRA, 2018), que são constituintes do conteúdo de sólidos solúveis dos frutos. Dessa forma, a degradação desses compostos influencia diretamente na perda de coloração dos mesmos, justificando a relação inversa entre esses parâmetros.

Na CP1 verificou-se a relação positiva entre sólidos solúveis e o índice de maturação, indicando que o acréscimo nos sólidos solúveis favorece o aumento da relação SS/AT durante o armazenamento. Verificou-se relação inversa entre esses parâmetros e aos valores de pH e firmeza (polpa e casca), que pode estar relacionada com a influência do pH na bioquímica dos frutos, principalmente, relacionado ao amadurecimento. A redução no pH também pode ser causada, provavelmente, pelo aumento na concentração de ácidos orgânicos resultantes da degradação da parede celular pelas enzimas pécticas (PINTO *et al.*, 2011), evidenciando a correlação positiva com os valores de firmeza (Figura 8), uma vez que a redução da textura é atribuída às mudanças nas moléculas de pectina existentes no próprio vegetal (CANTERI *et al.*, 2012).

Além disso, o pH apresentou correlação positiva com os parâmetros de cor croma e °hue na CP1, indicando que a diminuição nos valores de pH está relacionada ao escurecimento do fruto, o que corrobora com Koblitz (2008), que caracteriza a perda de cor verde em frutos pela decomposição estrutural da clorofila, sendo esse processo causado por vários fatores, entre eles, alteração do pH.

Figura 8 - Correlação entre os atributos físico-químicos e bioativos de atemoia ‘Thompson’ e os dois primeiros componentes principais. PM:Perda de massa; L: Luminosidade; TE: Taxa de escurecimento; F.casca: Firmeza de casca; F.polpa: Firmeza de polpa; SS: Sólidos solúveis; AT: Acidez titulável; IM: Índice de maturação; Vit.C:Vitamina C; AA: Atividade antioxidante; PET: Polifenóis extraíveis totais.



Fonte: Autor.

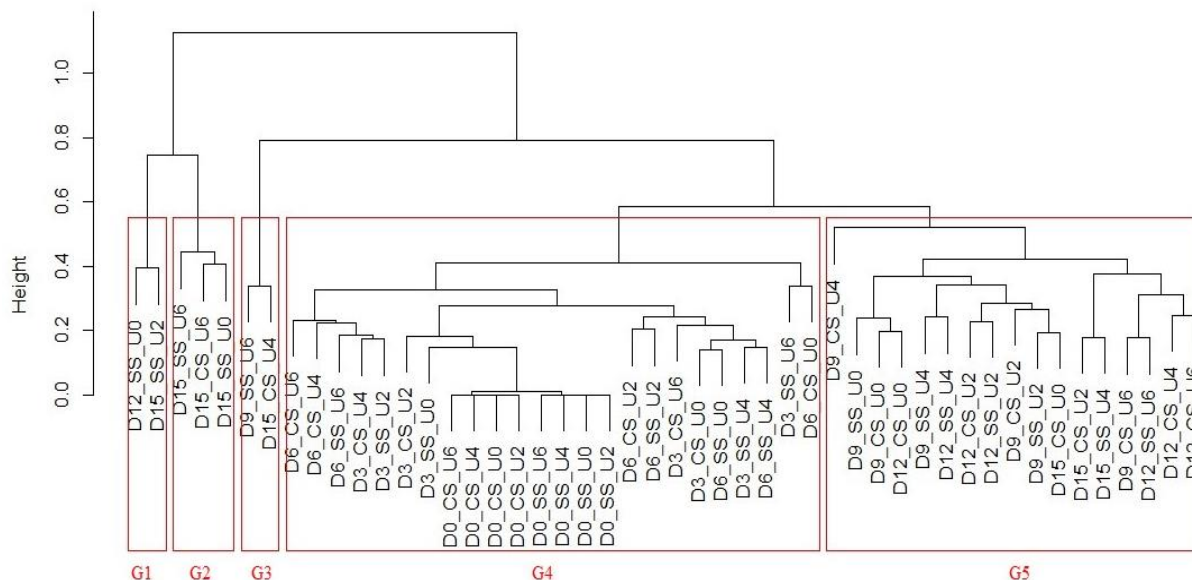
Verificou-se que a vitamina C encontra-se posicionada positivamente aos vetores de sólidos solúveis e índice de maturação. Esta afirmação possibilita a interpretação de que durante o amadurecimento os frutos apresentaram incremento nos teores de vitamina C. De igual forma, observou-se também o posicionamento contrário desse parâmetro aos atributos de firmeza

(polpa e casca), o que pode estar relacionado ao fato de que sua biossíntese está ligada à degradação de pectinas, que libera precursores do ácido ascórbico (AGIUS *et al.*, 2003).

Para a CP2 (Figura 8), verificou-se forte correlação inversa entre os parâmetros de luminosidade e taxa de escurecimento, visto que os seus vetores posicionam-se próximos a 180°, evidenciando que ao longo do armazenamento, o declínio da luminosidade fez com que os frutos se tornassem escuros. Silva *et al.* (2014a) relataram que o escurecimento que ocorre durante o período de armazenamento é consequência natural do amadurecimento dos frutos.

Com base nas características físico-químicas e biotivas dos frutos avaliados durante o armazenamento, realizou-se o agrupamento hierárquico dos tratamentos com base na distância euclidiana e pelo método de agrupamento UPGMA, o qual permitiu classificá-los em 5 grupos (Figura 9). Além disso, foi calculado o coeficiente cofenético, que apresentou valor de 0,88, refletindo a confiabilidade do dendrograma, uma vez que a alta correlação cofenética mostra a consistência da análise de agrupamento em relação à matriz de dissimilaridade.

Figura 9 - Dendrograma da análise de agrupamento de atemoia tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com o uso ou não de sachê absorvedor de etileno por um período de 15 dias, utilizando a medida de distância euclidiana e o método de agrupamento das médias das distâncias (UPGMA). (D0: dia 0; D3: dia 3; D6: dia 6; D9: dia 9; D12: dia 12; D15: dia 15; CS: com sachê; SS: sem sachê; U0: radiação UV-C de 0 kJ m<sup>-2</sup>; U2: radiação UV-C de 1,131 kJ m<sup>-2</sup>; U4: radiação UV-C de 2,263 kJ m<sup>-2</sup>; U6: radiação UV-C de 3,394 kJ m<sup>-2</sup>).



Fonte: Autor.

No dendrograma observou-se a separação dos grupos 1 e 2, que foram formados pelos frutos analisados com 15 dias de armazenamento (D15), com exceção para um tratamento do dia 12 (D12), dos demais grupos (3, 4 e 5).

O grupo três foi formado pela separação dos tratamentos dos dias 9 e 15, com as doses de radiação de 3,394 kJ (U6) m<sup>-2</sup> e 2,263 (U4), sem e com o uso do sachê, respectivamente.

O grupo 4 reuniu todos os frutos analisados nos dias 0, 3 e 6 (D0, D3 e D6). Uma vez que estes grupos são formados pelas similaridades existentes entre os tratamentos, ressalta-se, portanto, que até o sexto dia (D6) os frutos apresentaram características próximas as iniciais de armazenamento.

Já o grupo 5 foi formado pelos tratamentos com doses de radiação de 0 (U0), 1,131 (U2), 2,263 (U4) e 3,394 kJ m<sup>-2</sup> (U6) dos dias finais de armazenamento (9, 12 e 15).

A Figura 10 apresenta o gráfico biplot dos Componentes Principais 1 e 2, relacionando as variáveis de qualidade de atemoia ‘Thompson’ aos tratamentos analisados, em que os tratamentos similares ocupam regiões próximas no gráfico e são caracterizadas pelos vetores (atributos) que se apresentam mais próximos a eles. Além disso, os agrupamentos formados foram incluídos na ACP para a melhor compreensão dos grupos formados.

Dessa forma, pela análise das Figuras 9 e 10, constatou-se a existência de grupos formados principalmente pela separação dos dias de armazenamento e pelas doses de radiação UV-C.

Com base nos agrupamentos formados, não foi verificada eficiência positiva com relação ao uso ou não do sachê absorvedor de etileno no armazenamento de atemoia ‘Thompson’. O resultado apurado contraria o esperado para os frutos de atemoia, uma vez que se trata, segundo Kader (2002), de um produto com alta produção de etileno. Portanto esperava-se resultado mais evidente para esse tratamento na qualidade dos frutos avaliados. Porém, de igual forma, Jeronimo *et al.* (2007) verificaram que o sachê absorvedor de etileno a base de KMnO<sub>4</sub> não interferiu nos resultados obtidos para a conservação de mangas ‘Tommy Atkins’. Falcão *et al.* (2017) também verificaram que a presença de absorvedores de etileno com KMnO<sub>4</sub> não afetaram as características de qualidade de banana durante o período de armazenamento, mesmo diante da alta taxa respiratória e produção de etileno que a fruta possui (PRILL *et al.* 2012).

A não significância do uso do sachê pode ter se dado pela desproporcionalidade do tamanho do fruto em relação a quantidade de KMnO<sub>4</sub> utilizada. Sendo possível portanto que o aumento na quantidade de sachês, para experimentos futuros, possibilite maior período de vida útil e qualidade de atemoia em relação à frutos armazenados sem o uso do mesmo.

Na análise de ACP de atemoia, constatou-se que, frutos armazenados até o sexto dia de análise (D6), grupo 4, foram caracterizados por maior firmeza de casca e de polpa, pH, luminosidade, °hue e croma. Esses frutos apresentaram maior integridade na firmeza tanto da polpa quanto da casca, além de um aspecto fresco e preservação da cor, demonstrando melhor qualidade de armazenamento, uma vez que maiores valores de °hue nas atemoias indicam coloração esverdeada da epiderme. Além disso, a coloração dos frutos é uma característica altamente importante do ponto de vista comercial, uma vez que esta favorece a atratividade do produto para o consumidor, em que colorações mais intensas, de modo geral, são tomadas como forma de sanidade do alimento (SANTOS *et al.*, 2018).

Como os atributos de firmeza estão relacionados positivamente ao eixo da CP1, os frutos que estão posicionados desse lado do eixo apresentaram maiores valores de firmeza, que no caso foram os frutos armazenados até o sexto dia de análise (Grupo 4), apresentando assim característica comercial interessante para frutos destinados ao consumo *in natura*, uma vez que a atemoia é um fruto altamente perecível e que necessita de cuidados no manuseio, transporte e armazenamento, além da firmeza, juntamente com a coloração, ser um dos indicativos de qualidade mais importantes exigidos pelo consumidor. Dessa forma, os frutos armazenados a partir do dia 6, apresentaram queda nos valores de firmeza (polpa e casca) em relação aos do início do armazenamento, com destaque para os grupos 1, 2 e 3 (Figura 10).

O grupo 5 foi formado principalmente pelos tratamentos caracterizados por aumento nos valores de sólidos solúveis, índice de maturação e teor de vitamina C, evidenciando o aumento nesses parâmetros durante o armazenamento de atemoia, visto que os tratamentos desse grupo estão relacionados ao final do armazenamento. Souza *et al.* (2015), assim como demais autores (LIMA *et al.*, 2010b, LUNDGREN, 2017), avaliando a qualidade pós-colheita de atemoia, relataram que os teores de sólidos solúveis (SS) aumentaram ao longo do período de armazenamento em todos os tratamentos estudados, demonstrando assim comportamento biológico esperado para este fruto após a colheita. Esse aumento na concentração de sólidos solúveis ocorre devido à evolução da maturação que proporciona o aumento de concentração de açúcares nos frutos (JIE *et al.*, 2013).

Diferente do observado na Figura 10, em que o grupo 5, relacionado aos maiores teores de vitamina C, é formado pelos tratamentos dos dias finais (9, 12 e 15º dia), outros autores relataram a diminuição desse parâmetro durante o armazenamento para atemoia (SILVA *et al.*, 2009a; LUNDGREN, 2017; VIEIRA, 2018). Levine *et al.* (2011) caracterizaram a importância

da vitamina C como cofator enzimático; inativando radicais livres, tornando-a um excelente antioxidante; e assim favorecedora de uma maior durabilidade do alimento no decorrer de seu armazenamento, evidenciando assim um comportamento interessante para os frutos do grupo 5, mesmo com o avanço do amadurecimento constatado para esses frutos.

Os maiores teores de pH também estão relacionados aos frutos armazenados até o sexto dia de análise (Grupo 4), caracterizando-os com melhores condições de comercialização, uma vez que para o consumo fresco, valores de pH mais elevados têm maior preferência do consumidor (GONDIM *et al.*, 2013). Porém a redução no pH durante o armazenamento é comportamento esperado para atemoia, como verificado por Mosca (2002), Oliveira (2014) Lundgren (2017) e Vieira (2018). Essa redução no pH é verificada principalmente para os grupos 2 e 5, que pode ser causada, provavelmente, pelo aumento na concentração de ácidos orgânicos resultantes da degradação da parede celular pelas enzimas pécticas (PINTO *et al.*, 2011), que além de influenciarem diretamente nos valores de pH, são fatores de influência no amadurecimento nos frutos (ANESE e FRONZA, 2015). Porém, tratando-se da conservação pós-colheita, valores baixos de pH possibilitam maior período de armazenamento, pois o pH mais baixo favorece a conservação dos alimentos por dificultar o desenvolvimento de microrganismos (GONDIM *et al.*, 2013).

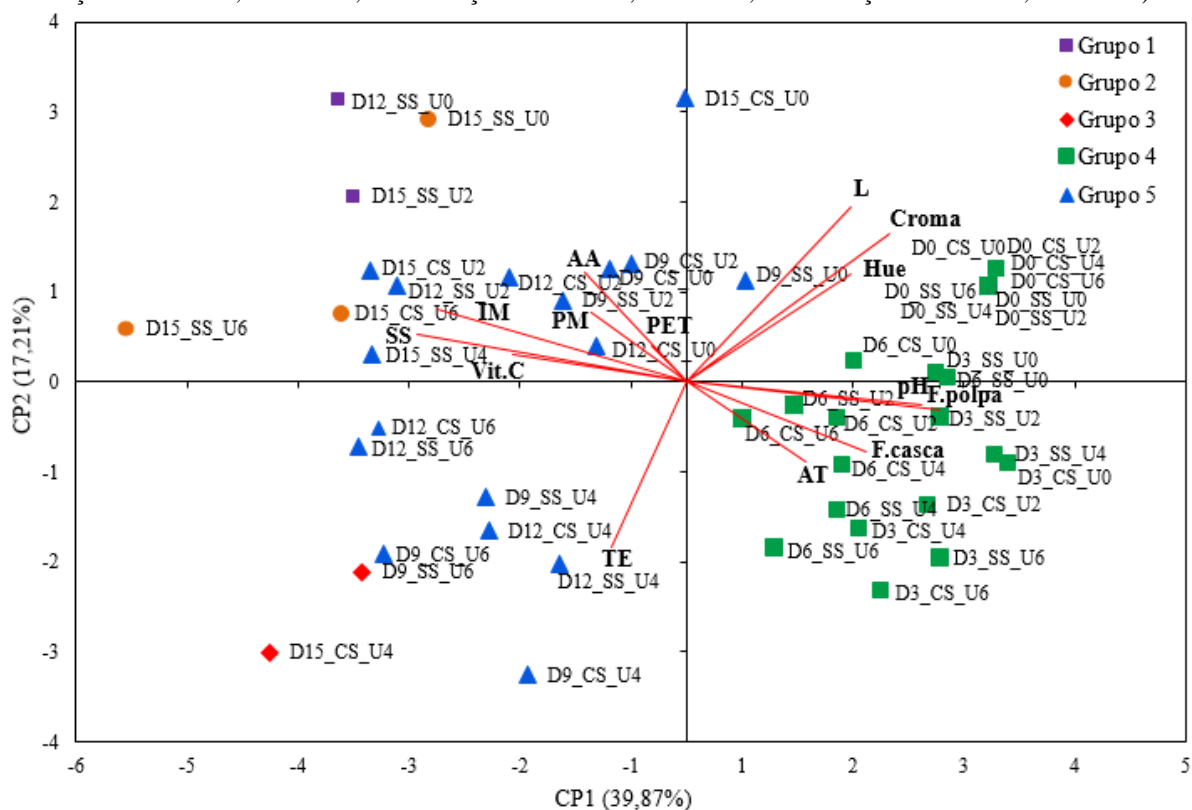
No segundo componente principal, que explicou 17,21% das informações, observou-se os tratamentos com as menores doses de radiação (0 e 1,131 kJ m<sup>-2</sup>) se posicionaram sobretudo positivamente ao eixo da segunda CP, que representa em especial os parâmetros luminosidade e croma, enquanto que as maiores doses, se posicionaram na parte negativa da CP2, que representa a taxa de escurecimento dos frutos. Dessa forma destacou-se a utilização de pequenas doses de radiação na manutenção da luminosidade e intensidade da cor de atemoia, uma vez que o escurecimento da casca desses frutos ocorre de forma rápida e evidente e representa resultado prejudicial para o armazenamento, pois frutos escurecidos dificultam a comercialização (REIS, 2013).

De igual forma, Tremocoldi (2011) avaliando diferentes tempos de exposição de abacate ‘Hass’ a radiação UV-C, verificou que os frutos expostos à radiação por menores tempos apresentaram as maiores médias de luminosidade. Cia *et al.* (2009) também observaram menor degradação nos valores de luminosidade e das coordenadas a\* e b\* em uvas quando submetidas ao tratamento com radiação UV-C, assim como para Tiecher (2010), que observou em tomates que a radiação UV-C reduziu a velocidade de maturação dos mesmos, especialmente no que se



refere ao retardamento da alteração de coloração. No que tange ao ângulo de cor ( $^{\circ}$ hue), Vasconcelos (2015), avaliando a qualidade de cajá-manga submetido à radiação UV-C e uso de embalagens, verificou a potencialidade da radiação UV-C para esse parâmetro, mostrando-se eficiente por manter a coloração dos frutos mais próxima do verde por maior período durante o armazenamento.

Figura 10 - Análise Componentes Principais das variáveis de qualidade da atemoia ‘Thompson’ tratada com diferentes doses de radiação UV-C e armazenadas com ou sem sachê absorvedor de etileno, por um período de 15 dias de análise. (PM: Perda de massa; L: Luminosidade; TE: Taxa de escurecimento; F.casca: Firmeza de casca; F.polpa: Firmeza de polpa; SS: Sólidos solúveis; AT: Acidez titulável; IM: Índice de maturação; Vit.C: Vitamina C; AA: Atividade antioxidante; PET: Polifenóis estraíveis totais; D0: dia 0; D3: dia 3; D6: dia 6; D9: dia 9; D12: dia 12; D15: dia 15; CS: com sachê; SS: sem sachê; U0: radiação UV-C de 0 kJ m<sup>-2</sup>; U2: radiação UV-C de 1,131 kJ m<sup>-2</sup>; U4: radiação UV-C de 2,263 kJ m<sup>-2</sup>; U6: radiação UV-C de 3,394 kJ m<sup>-2</sup>).



Fonte: Autor.

## 4.2 Cloreto de cálcio

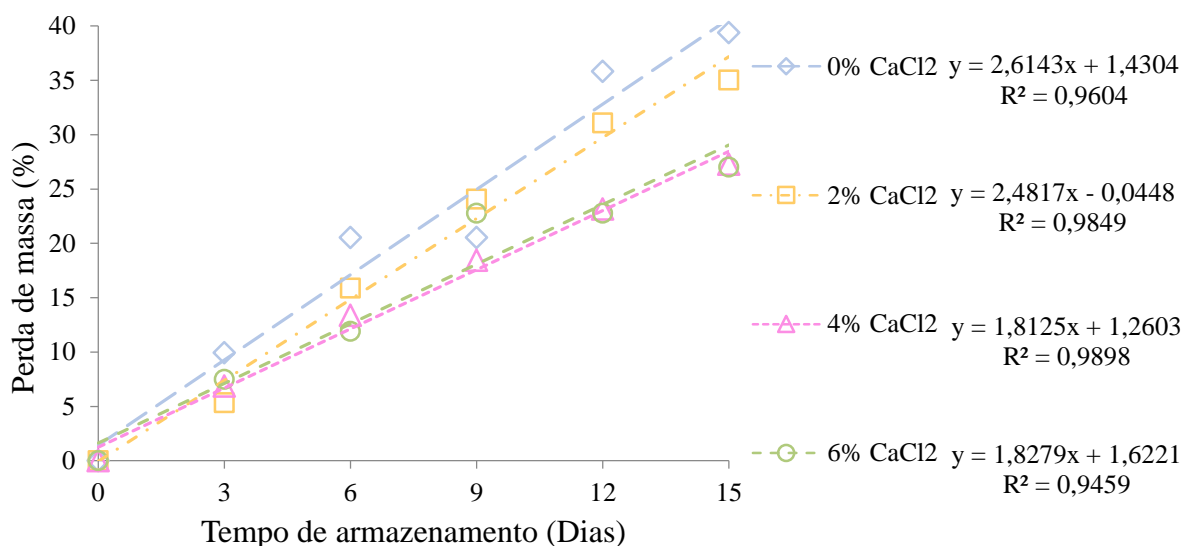
### 4.2.1 Perda de massa

A análise de dados que caracterizam a perda de massa das atemoias ‘Thompson’ tratadas com concentrações crescentes de cloreto de cálcio e avaliadas durante 15 dias de armazenamento, demonstra que os frutos apresentaram elevação linear para esse parâmetro durante todo o período de armazenamento (Figura 1). Os frutos apresentaram elevada perda de

massa ao final do armazenamento, atingindo 39,37% para os frutos do tratamento controle, 35,04% para a concentração de 2% de  $\text{CaCl}_2$  e 27,28% e 27,03, para as concentrações de 4 e 6%, respectivamente.

Possivelmente, a menor perda de massa fresca observada nas atemoias tratadas com cloreto de cálcio deve-se a ação na redução da taxa respiratória e da produção de etileno no complexo membrana-parede celular, como observado na Figura 21, onde o tratamento 6% apresentou atraso no pico respiratório, além de menores taxas durante o armazenamento, reduzindo dessa forma distúrbios fisiológicos como a perda de massa, que tanto desfavorece a qualidade do produto final (TAIZ e ZAIGER, 2013).

Figura 11- Perda de massa (PM, %) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15\pm 2^\circ\text{C}$  e  $70\pm 5\%$  UR.



Fonte: Autor.

Lima *et al.* (2010b) observaram médias de até 17% de perda de massa em estudo avaliando diferentes concentrações de 1-metilciclopropeno no atraso do amadurecimento de atemoia ‘African Pride’ após 20 dias de avaliação, enquanto que Lundgren (2017) verificou médias de até 12% de perda de massa em frutos ‘Thompson’ submetidos a diferentes doses do mesmo tratamento. Torres (2008) avaliando a pós-colheita de atemoias ‘Thompson’ verificou valores de perda de massa superiores a 20% para frutos armazenados em temperatura ambiente, sem uso de embalagens, e valores inferiores a 4% para frutos armazenados a 8 e 15 °C, com aplicação de atmosfera modificada passiva. Similar a este trabalho, Torres *et al.* (2009) também

verificaram perdas superiores a 20% para atemoias tratadas com cloreto de cálcio a 6% e tratamento hidrotérmico após 8 dias de armazenamento.

Ferraz *et al.* (2016) relataram que um maior teor de cálcio no fruto retarda o amadurecimento e a senescência, mediante redução da respiração, da evolução do etileno e perda de massa fresca, estendendo a vida pós-colheita, fato esse observado neste trabalho, visto que o uso do cloreto de cálcio associado à armazenagem refrigerada ( $15\pm 2^{\circ}\text{C}$ ) proporcionou menor perda de massa fresca para os frutos, com destaque para as concentrações de 4 e 6%, as quais apresentaram diferença de quase 15% de perda em relação aos frutos controle no último dia de armazenamento, o que sugere a aplicação de cálcio como aspecto positivo na conservação pós-colheita de atemoia.

De maneira similar Sanches *et al.* (2017b) observaram menores valores de perda de massa para pitangas tratadas com cloreto de cálcio em relação aos frutos do tratamento controle, bem como Vieites *et al.* (2014) relataram menor perda de massa para maçãs 'Eva' quando comparadas aos frutos controle.

#### 4.2.2 Firmeza

##### 4.2.2.1 Firmeza de casca

Para a firmeza de casca das atemoias 'Thompson' tratadas com cloreto de cálcio verificou-se decréscimo linear para todos os tratamentos, enquanto que os frutos controle apresentaram perda exponencial para os valores desse parâmetro (Figura 12).

Para todos os frutos analisados foi verificado a perda de firmeza ao longo do período de armazenagem, onde durante o maior período de tempo, do 3<sup>o</sup> ao 12<sup>o</sup> dia, os frutos do tratamento controle apresentaram menor firmeza em relação aos demais.

Esse comportamento pode ser explicado pelo fato que a aplicação de sais de cálcio em frutos pode aumentar os níveis desse elemento nos tecidos, proporcionando maior resistência na parede celular e aumento da vida útil dos frutos (PINHEIRO *et al.*, 2005). O íon cálcio se integra a lamela média da parede celular ligando com grupos carboxílicos ( $\text{R}^- \text{COO}^-$ ) dos ácidos poligalacturônicos, formando assim os pectatos de cálcio, por conseguinte desempenha função estrutural e confere maior firmeza aos frutos (VILAS BOAS *et al.*, 2014).

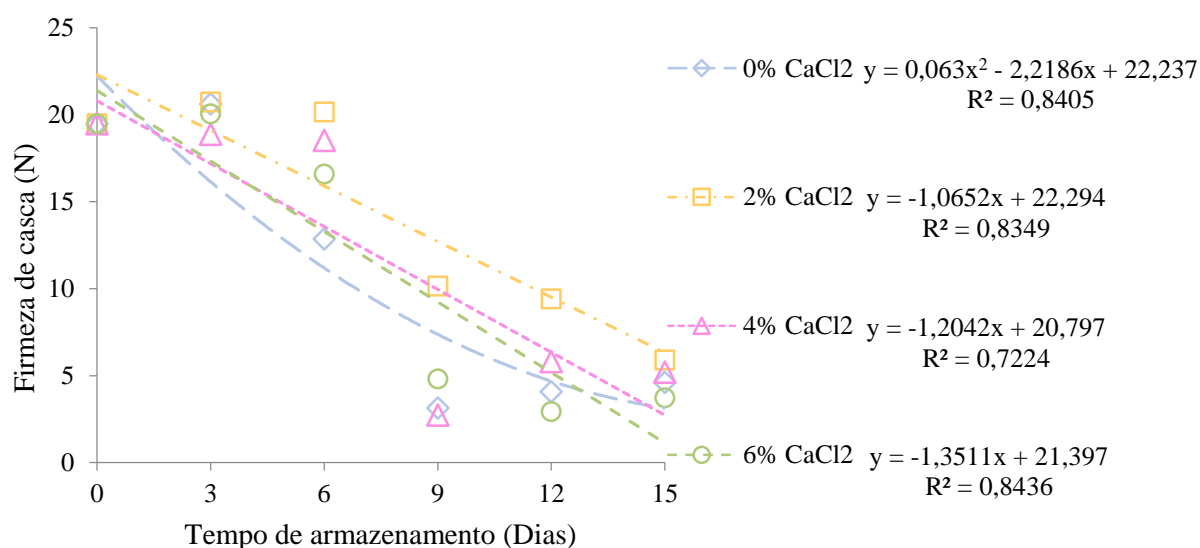
Dessa forma, os tratamentos com cloreto de cálcio mostraram-se mais eficientes na manutenção da firmeza dos frutos analisados, com destaque para a concentração de 2%, que apresentou frutos mais firmes, reconhecendo-se que o amaciamento é um fenômeno crítico durante a maturação da atemoia, e é desejável que seja atrasado ao máximo após a colheita dos

frutos (LIMA *et al.*, 2010b), pois a firmeza é um atributo de qualidade importante tanto para o manejo do produto, quanto para a aceitação pelo consumidor (CUQUEL *et al.*, 2012).

Parreiras (2017) verificou aumento progressivo nos valores da firmeza em função do aumento da concentração de cloreto de cálcio aplicado em pré-colheita de atemoia ‘Thompson’, com valor médio variando de 11 a 22 N, aproximadamente. Aguiar *et al.* (2019) também evidenciaram perda nos valores de firmeza durante o armazenamento de atemoia ‘Gefner’ armazenada sob atmosfera modificada e uso de refrigeração, observando médias superiores a 60 N no início do armazenamento e chegando a valores inferiores a 20 N ao final.

Angelletti *et al.* (2010) verificaram o efeito da aplicação de cálcio na qualidade pós-colheita, no amolecimento e degradação da parede celular de duas variedades de mirtilo (*Vaccinium corymbosum*), e observaram que os frutos tratados com cálcio, para ambas as variedades, apresentaram menor amolecimento e perda de massa que frutos do tratamento controle.

Figura 12 - Firmeza de casca (FC, N) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a 15±2°C e 70±5%UR.



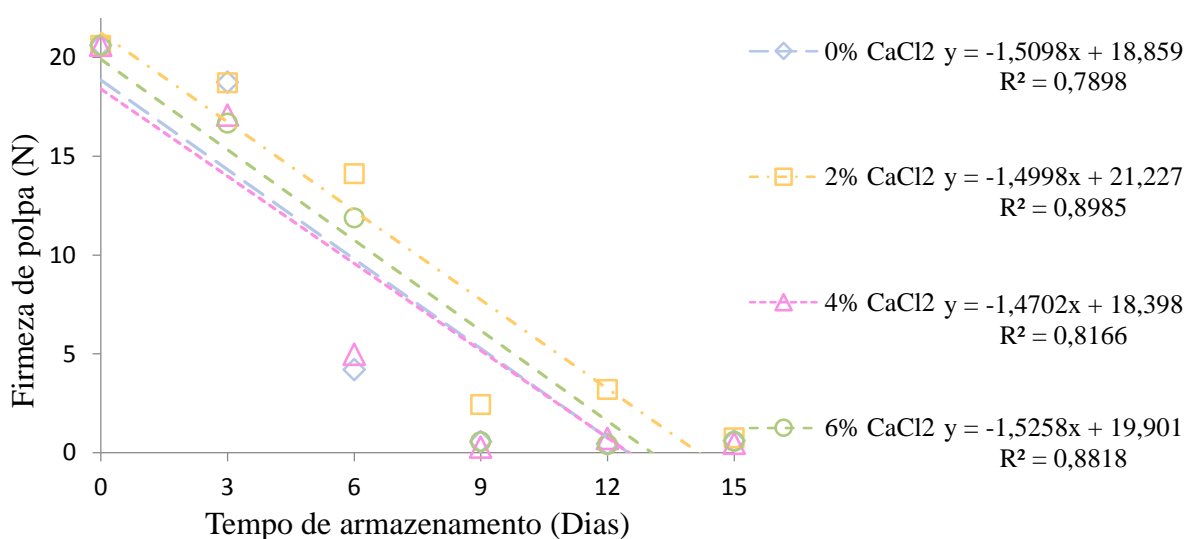
Fonte: Autor.

#### 4.2.2.2 Firmeza de polpa

No que se refere à firmeza de polpa dos frutos analisados, o comportamento da polpa acompanhou o relatado para a casca (Figuras 12 e 13), demonstrando redução linear para esse parâmetro do início ao fim do experimento, evidenciando que a perda de firmeza ocorreu no fruto por inteiro.

Para todos os frutos analisados foi verificado maior valor de firmeza de polpa ao início do armazenamento. Os frutos apresentaram firmeza de polpa média de 20 N no primeiro dia de análise, terminando o armazenamento com os valores 0,613, 0,763, 0,763 e 0,588 N para os tratamentos controle, 2, 4 e 6%, respectivamente (Figura 13).

Figura 13 - Firmeza de polpa (FP, N) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a 15±2°C e 70±5% UR.



Fonte: Autor.

A perda de firmeza trata-se de um processo natural do desenvolvimento de diversos frutos. Segundo Kittermann *et al.* (2010), o amolecimento da polpa está intimamente ligado à dissolução da lamela média, resultando em redução na adesão intercelular quando componentes como hemicelulose e a matriz pectínica são degradados por enzimas como a poligalacturonase (PG) e a pectinametilesterase (PME).

Sanches *et al.* (2017b), trabalhando com pitangas submetidas ao tratamento com cloreto de cálcio, verificaram maiores reduções de firmeza de polpa para os frutos do tratamento controle, chegando ao final de doze dias com a polpa completamente amolecida. Silva *et al.* (2015) relataram perda na firmeza da polpa de mamão de 74% para frutos do tratamento controle, enquanto que nos tratados com 6% CaCl<sub>2</sub> esta perda foi de 26%. De igual forma, o tratamento em pós-colheita com uso de cloreto cálcio tem sido bastante efetivo em retardar a perda de firmeza em frutos como morango (CHEN *et al.*, 2011), pimentão (PAIXÃO, 2016), maçã (HUSSAIN *et al.*, 2012), figo (IRFAN *et al.*, 2013), além da atemoia, que apresentou 96,3% de perda de firmeza para o tratamento 2% de CaCl<sub>2</sub> e 97,3% para os frutos testemunha.

Esses resultados podem ser justificados pelo fato que o  $\text{CaCl}_2$  desenvolve um importante papel na estabilização da parede celular vegetal no que tange a manutenção da integridade contra a atuação de enzimas degradantes (VALERO e SERRANO, 2010), porque o cálcio interage com a pectina presente na parede celular do fruto, formando pectato de cálcio, ocasionando maior firmeza da polpa e reduzindo as reações de amolecimento (PAIXÃO, 2016). O Ca está relacionado à qualidade pós-colheita, uma vez que no fruto proporciona maior resistência da parede celular, dificultando a ação de enzimas pécnicas, reduzindo a respiração e retardando o amadurecimento (FERRAZ *et al.*, 2016).

#### 4.2.3 Sólidos solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis sofreu incremento no decorrer dos dias de análise para todos os tratamentos (Figura 14). De acordo com Duan *et al.* (2011) a elevação de açúcares durante a vida útil dos vegetais pode ocorrer em decorrência da hidrólise do amido em açúcares, o que ocorreu de maneira mais intensa principalmente para os tratamentos controle e 4% de  $\text{CaCl}_2$ , apresentando incremento exponencial de 27,4 e 27,6 °Brix respectivamente em relação ao início do armazenamento. O conteúdo de sólidos solúveis para as atemoias tratadas com 2 e 6% de  $\text{CaCl}_2$  apresentaram aumento linear no decorrer do armazenamento, com menores médias em relação aos demais, com variação de 24,7 e 23,9 °Brix respectivamente, acima do valor inicial.

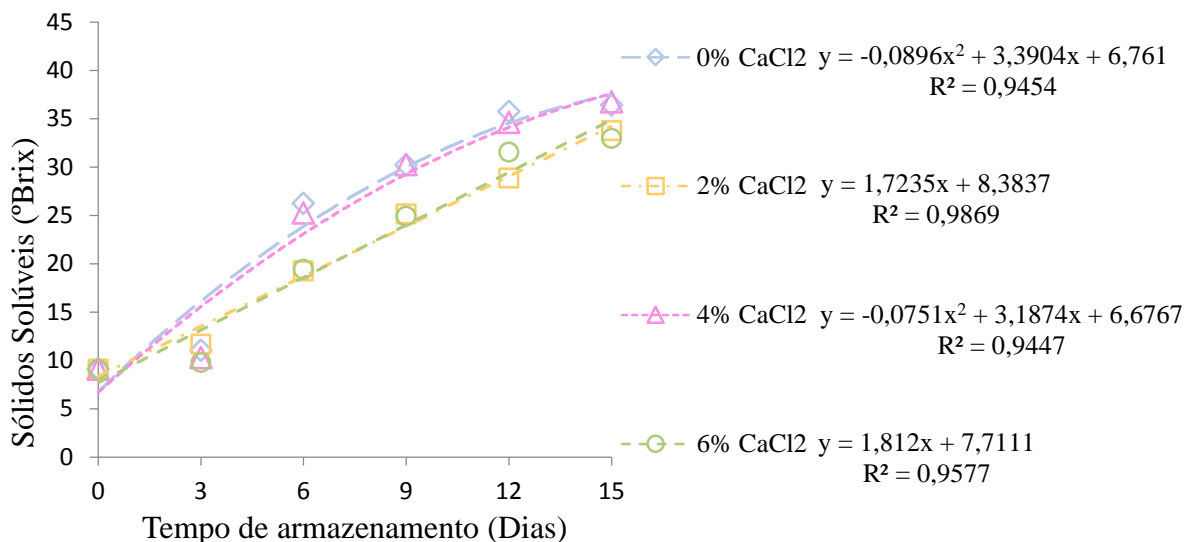
Os sólidos solúveis geralmente aumentam com o transcorrer do processo de amadurecimento do fruto, seja por biossíntese, pela degradação de polissacarídeos ou pela perda de água dos frutos resultando em maior concentração dos mesmos (RUSSO, 2012), fato esse que justifica a elevação dos valores para esse parâmetro para as atemoias analisadas, uma vez que os frutos apresentaram elevada perda de massa.

No início do armazenamento, os frutos apresentaram teor médio de sólidos solúveis de 9,08 °Brix, terminando o armazenamento com teores de 36,4 °Brix para os frutos controle e 33,8, 36,8 e 32,9 °Brix para os tratamentos com 2, 4 e 6% de  $\text{CaCl}_2$ , respectivamente.

Esses valores se encontram acima do observado por Mota Filho *et al.* (2013), que verificaram que a polpa dos frutos de atemoieira, submetidos a diferentes intensidades de poda, apresentaram médias de 25,2 °Brix, assim como Aguiar *et al.* (2019) verificaram acréscimo linear no teor de sólidos solúveis de atemoia durante o armazenamento, com média variando de 10 a 23 °Brix aproximadamente. Para esses autores, os valores de SS foram menores que o verificado no presente trabalho, fato este que pode ter sido ocasionado principalmente devido

ao acondicionamento dos frutos sob o uso da atmosfera modificada, proporcionando assim menor perda de massa e conseqüente menor incremento no teor de sólidos solúveis.

Figura 14 - Sólidos Solúveis (SS, °Brix) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a 15±2°C e 70±5%UR.



Fonte: Autor.

#### 4.2.4 Acidez titulável (AT)

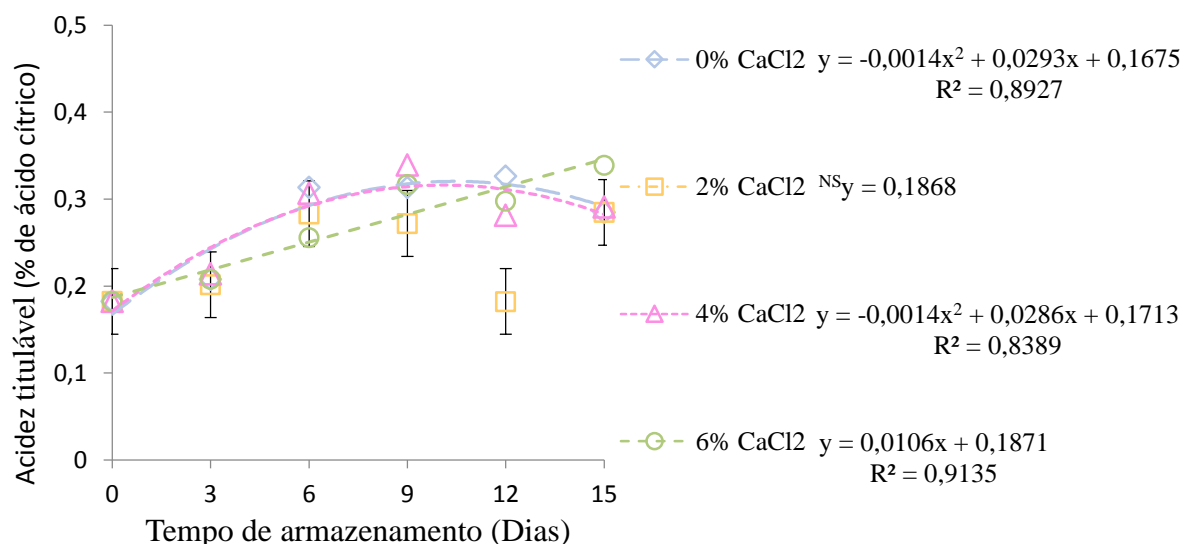
A Figura 15 demonstra a oscilação durante o armazenamento para a acidez titulável das atemoias analisadas, finalizando-as com ligeira elevação para todos os tratamentos em relação ao dia inicial. Para Chitarra e Chitarra (2005) essa variação durante o acondicionamento pode estar relacionada aos processos bioquímicos da respiração, que tanto sintetiza quanto consome ácidos orgânicos à medida que o fruto vai chegando ao estágio de senescência, fato este verificado neste trabalho, visto que a taxa respiratória apresentou oscilação para todos os tratamentos durante a armazenagem dos frutos (Figura 33).

No que se refere às concentrações de CaCl<sub>2</sub> e aos frutos testemunha, a média na acidez da polpa dos frutos analisados no primeiro dia de análise foi de 0,18% de ácido cítrico. Os tratamentos controle e 4% apresentaram comportamento exponencial semelhante durante o armazenamento, com ligeiro aumento até o 9º dia e posterior diminuição até o final do armazenamento, onde apresentaram acidez de 0,285 e 0,291% de ácido cítrico, respectivamente. Os frutos tratados com solução de 2% de CaCl<sub>2</sub> apresentaram variação na acidez titulável durante o armazenamento, não sendo verificado significância de nenhum dos modelos testados para os dados apresentados. Já a acidez das atemoias com 6% de cloreto de

cálcio apresentou comportamento linear durante o experimento, sendo esse tratamento responsável pelo maior valor de acidez, de 0,339% de ácido cítrico, ao final do período de armazenagem.

Os resultados encontrados neste trabalho apresentam-se abaixo do verificado por Mota Filho *et al.* (2013) que, avaliando a qualidade de frutos de atemoieira ‘Gefner’ submetida a diferentes intensidades de poda, relataram valor médio de 0,72% de ácido cítrico, porém acima do verificado por Aguiar *et al.* (2019), que avaliando uso de atmosfera modificada e refrigeração na conservação pós-colheita do mesmo fruto, observaram ligeiro aumento no valor da acidez titulável para ambas as embalagens analisadas, com valores variando de 0,14 a 0,19 e 0,13 a 0,20 % de ácido cítrico.

Figura 15 - Acidez titulável (AT, % de ácido cítrico) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a 15±2°C e 70±5%UR.



Fonte: Autor.

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

O índice de maturação (Figura 16), também chamado de *ratio*, é uma medida importante para avaliar o grau de maturação de determinado fruto, sendo este definido como a razão entre sólidos solúveis e acidez titulável (IENSEN *et al.*, 2013), além disso é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez (RUSSO *et al.*, 2012).

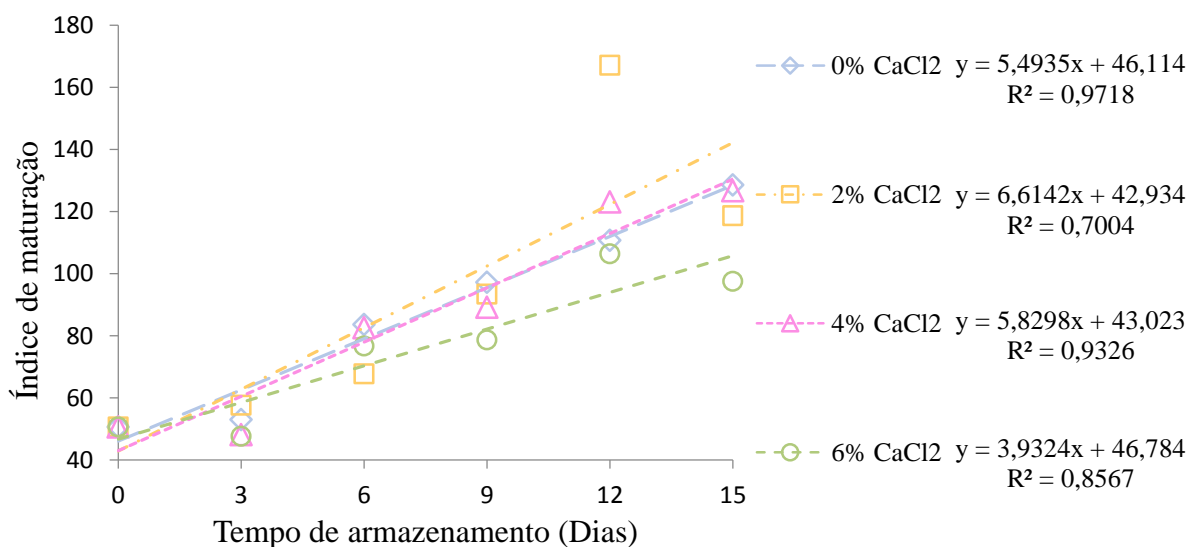
O aumento na relação SS/AT com o tempo de armazenamento é um indicativo de boa relação no balanço entre os açúcares e os ácidos orgânicos, favorecendo o sabor nos frutos,



assim, o decréscimo nessa relação fornece indícios de avançado estágio de senescência por conta do desequilíbrio entre o doce e o ácido (SANCHES *et al.*, 2017b). Esse comportamento de aumento foi verificado para atemoias analisadas, pois, como apresentado na Figura 16, todos os tratamentos demonstraram crescimento linear no índice de maturação durante o armazenamento.

O índice de maturação dos frutos controle e 4% de  $\text{CaCl}_2$  apresentaram médias semelhantes no decorrer do armazenamento, comportamento esse motivado pela similaridade da acidez titulável (Figura 15) entre esses tratamentos. O tratamento com 2% de  $\text{CaCl}_2$  foi o que apresentou tendência de maior maturação no decorrer dos dias de análise, fato este justificado pelo baixo valor da acidez titulável em relação aos sólidos solúveis, principalmente para o dia 12. Os frutos tratados com 6% de cloreto de cálcio foram os que apresentaram menor índice de maturação no decorrer de todo o armazenamento, demonstrando assim que utilização do  $\text{CaCl}_2$  produz efeitos desejáveis nas maiores concentrações, retardando a maturação e a senescência dos frutos, além de controlar desordens fisiológicas (EGEA *et al.*, 2018), como constatado através do comportamento dos sólidos solúveis, acidez titulável e perda de massa para esse tratamento.

Figura 16 - Índice de maturação (IM) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15\pm 2^\circ\text{C}$  e  $70\pm 5\%$  UR.



Fonte: Autor.

Lee *et al.* (2016) verificaram índices de maturação de 89,3; 91,4 e 97,0 para as atemoias armazenadas em 3 diferentes embalagens analisadas. Esses valores estão abaixo do evidenciado no presente trabalho, o que pode ser justificado pelo uso da atmosfera modificada (AM) nos

frutos, uma vez que o uso de AM (utilização de filme plástico, por exemplo) leva a uma diminuição dos processos respiratórios e consequente retardamento do amadurecimento (VIVIANI e LEAL, 2007).

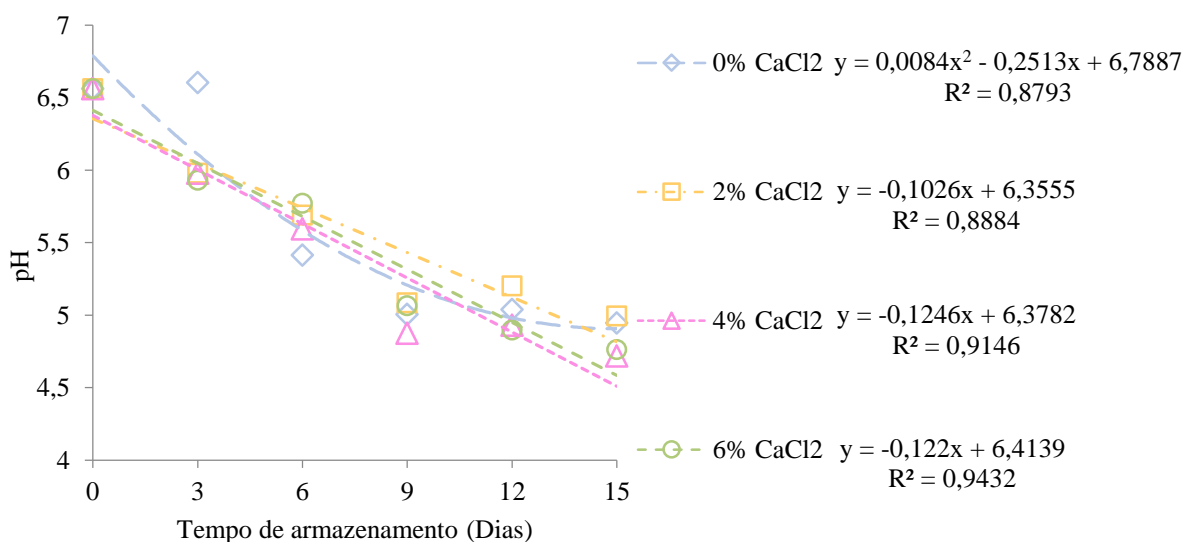
Resultados favoráveis ao tratamento com  $\text{CaCl}_2$  também foram encontrados por Ferraz *et al.* (2016), que avaliando o efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba, verificaram que doses de 1,5; 2,0 e 2,5% apresentaram as menores médias de maturação para os frutos analisados.

#### 4.2.6 Potencial hidrogeniônico (pH)

No que se refere ao pH das atemoias analisadas, verificou-se redução desse parâmetro para todos os tratamentos do início ao fim do armazenamento (Figura 17), o que pode ser caracterizado como comportamento desejável para o consumo, uma vez que o aumento nos valores de pH com o tempo de armazenamento é um indicativo de deterioração de frutos e hortaliças, assim, a manutenção dos valores em níveis baixos ou estáveis possibilitam maior período de comercialização (GONDIM *et al.*, 2013).

Para os frutos do tratamento controle a variação no pH foi de 1,61, terminando o armazenamento com média de 4,94 para esse parâmetro. Para os frutos tratados com 2, 4 e 6% de  $\text{CaCl}_2$  foi verificado ao final do armazenamento médias de 4,99; 4,72 e 4,76, respectivamente.

Figura 17 - Potencial hidrogeniônico (pH) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.



Fonte: Autor.

Os resultados obtidos nesse trabalho corroboram com o encontrado por Aguiar *et al.* (2019), que avaliando o uso de atmosfera modificada em atemoia, também observaram decréscimo no valor do pH dos frutos, com variação de 5,97 a 5,64 e 5,73 a 5,59 para as embalagens testadas.

Avaliando a influência da poda nos frutos de atemoieira, Mota Filho *et al.* (2013) verificaram pH médio de 4,86 para os frutos analisados. Pereira *et al.* (2014) verificaram valores de pH de 4,83 a 5,37 entre os tratamentos analisados, variando doses de aplicação de ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) na frutificação e qualidade de atemoia ‘Gefner’.

De madeira similar, vários autores observaram em seus estudos tendência de redução do pH e do processo de maturação em frutos do gênero *Annona*, como atemoia (TORRES *et al.*, 2009; AGUIAR *et al.*, 2019), pinha (SILVA *et al.*, 2013; REGES *et al.*, 2018; SANCHES *et al.*, 2019) e cherimoia (LAHOZ *et al.*, 1993), demonstrando assim comportamento característico no amadurecimento desses frutos.

#### 4.2.7 Coloração

##### 4.2.7.1 Luminosidade (L\*)

Como pode se observar na figura 18, os tratamentos com maiores teores de CaCl<sub>2</sub> foram responsáveis por maior manutenção na luminosidade dos frutos analisados, apresentando ao final valores médios de 31,64 e 33,36 para os tratamentos 4% e 6% de CaCl<sub>2</sub>, respectivamente, considerando que quanto maior o valor de L\* mais clara é a cor ou mais brilhosa (CASTRICINI *et al.*, 2018).

O tratamento controle apresentou frutos com menor luminosidade em relação aos demais durante todo o armazenamento, seguido pelo tratamento 2% de CaCl<sub>2</sub>, evidenciando coloração mais escura da casca, sendo que os valores baixos demonstrados indicam casca opaca/sem brilho (BARBOSA *et al.*, 2019).

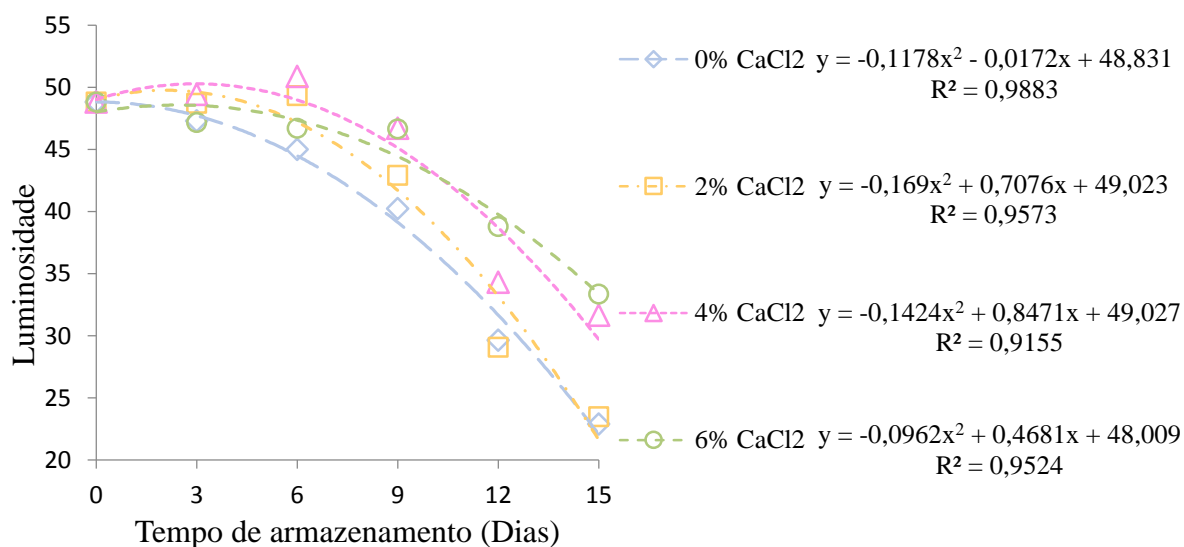
Dessa forma, o uso do cloreto de cálcio mostra-se como alternativa no controle do escurecimento de atemoia, visto que a cor da casca é um dos principais atributos de qualidade, além de ser o atributo mais atrativo, relacionando-se mais diretamente com a percepção da aparência pelo consumidor, o que a torna um aspecto comercial característico tão importante quanto às medidas de tamanho e massa dos frutos (BOTELHO *et al.*, 2019).

Segundo Barreto *et al.* (2017), a luminosidade dos frutos pode reduzir devido ao metabolismo do fruto, bem como as condições de armazenamento. Pressupõe-se que o

decréscimo do brilho da fruta pode ser decorrente da diminuição de coloração verde ao longo do tempo de armazenamento, que é resultante da respiração, da perda de massa e de clorofila (ROCHA *et al.*, 2020), fato este perceptível a olho nu durante a condução deste experimento, além da comprovação constatada através na análise do parâmetro hue (Figura 30). De igual forma, a perda de umidade pode resultar em parte na redução do brilho, bem como ser responsável pela cor mais escura da epiderme do fruto (AQUINO *et al.*, 2015), como observados para os frutos do tratamento controle (Figura 18), que apresentaram também maiores valores de perda de massa e consequente perda de água.

Outros trabalhos relatam benefício do uso do cloreto de cálcio na conservação da luminosidade de frutos, como Borges *et al.* (2016), que verificaram que revestimentos de extrato de nabo com cloreto de cálcio promoveram a redução significativa no escurecimento de maçãs minimamente processadas e Egea *et al.* (2018), que avaliando as características sensoriais na pós-colheita de palmito pupunha minimamente processado, verificaram que os tratamentos que incluíram o cloreto de cálcio apresentaram melhor aspecto, tanto na cor clara como na integridade do palmito, conservando uma melhor textura.

Figura 18 - Luminosidade ( $L^*$ ) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15\pm 2^\circ\text{C}$  e  $70\pm 5\%$  UR.



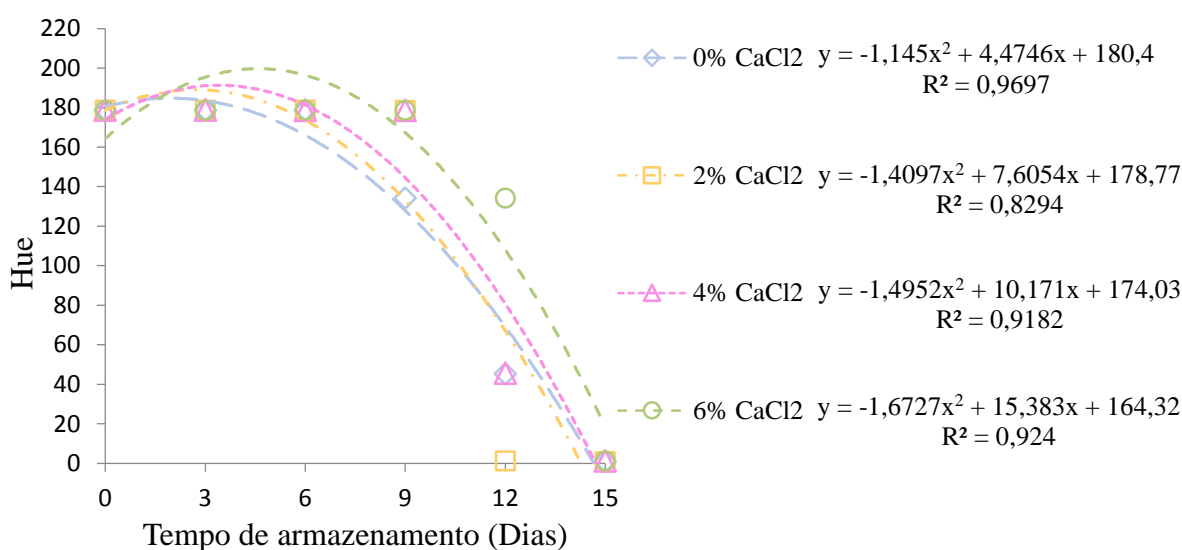
Fonte: Autor.

#### 4.2.7.2 °Hue

O ângulo de tonalidade ( $^\circ\text{Hue}$ ) expressa as diferenças na coloração da casca, permitindo visualizar a mudança na cor dos frutos (AZZOLINI *et al.*, 2004), variando de 0 a  $360^\circ$ , sendo

0° – vermelho, 90° – amarelo, 180° – verde e 270° – azul (CREMASCO *et al.*, 2016). Assim sendo, verificou-se que os frutos de todos os tratamentos apresentaram valores de 178,81° no início do armazenamento, o que caracteriza a coloração verde dos frutos no seu estágio de maturação fisiológica (Figura 19).

Figura 19 - °Hue de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6% CaCl<sub>2</sub>) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a 15±2°C e 70±5% UR.



Fonte: Autor.

A diminuição dos valores de °hue, constatada no decorrer dos dias de análise, caracteriza a transição da coloração da casca de atemoia de verde para marrom-avermelhado, sendo característico da senescência do fruto, já que o °hue serve como parâmetro para indicar maior grau de estágio de maturação nos frutos, pois com o amadurecimento ocorre diminuição do mesmo (INFANTE *et al.*, 2011).

Dessa forma, os tratamentos com cloreto de cálcio mostraram-se mais efetivos na conservação dos frutos, pois apresentaram durante o armazenamento valores de °hue mais elevados em relação ao tratamento controle, responsável assim por manter a característica de cor e um aspecto fresco por maior período de tempo durante os dias avaliados, com destaque para a concentração com 6% de CaCl<sub>2</sub>, que durante todo experimento demonstrou os maiores ângulos de cor.

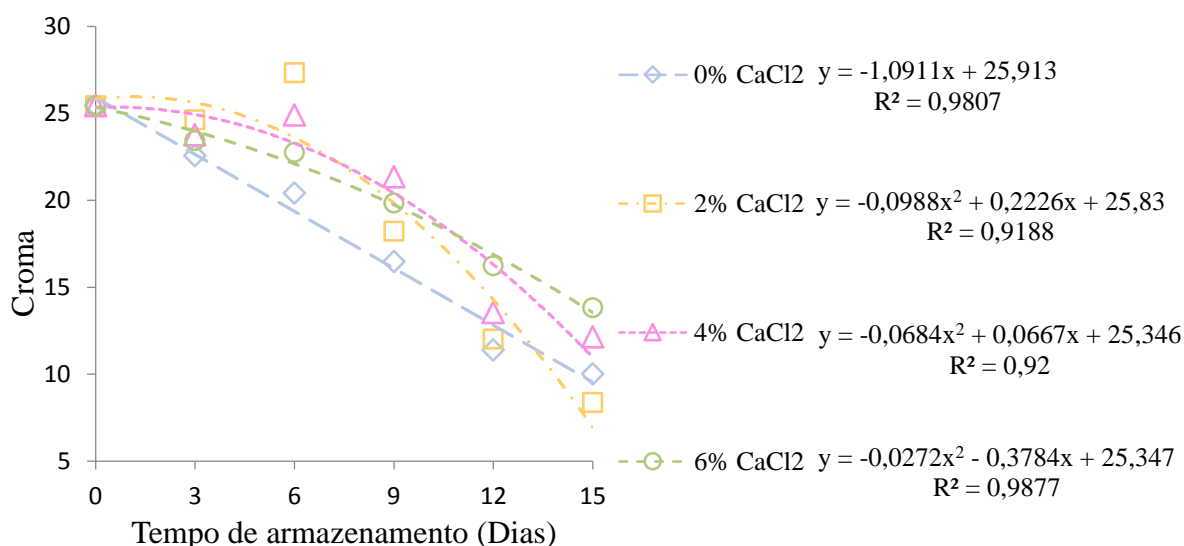
Silva *et al.* (2015) observaram, também que, durante o armazenamento, os valores do °hue tenderam a diminuir ao longo dos dias para mamão tratado com cloreto de cálcio na pós-

colheita. Os mesmos autores verificaram que a velocidade da mudança na coloração dos mamões do verde para o amarelo foi menor nos frutos tratados com solução de 6% de  $\text{CaCl}_2$ , assim como verificado para atemoia no presente trabalho.

#### 4.2.7.3 Croma

Em todos os tratamentos os frutos apresentaram cores mais vívidas ao início do armazenamento, apresentando posteriormente perda nessa intensidade da cor (Figura 20), visto que o croma expressa a intensidade da cor dos frutos, ou seja, a cor em termos de saturação de pigmentos, sendo 0 – cor impura e 60 – cor pura (RINALDI *et al.*, 2017).

Figura 20 - Croma de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15\pm 2^\circ\text{C}$  e  $70\pm 5\% \text{UR}$ .



Fonte: Autor.

A coloração de alimentos, como frutos destinados à alimentação humana dentro das mais variadas formas, é uma característica altamente importante do ponto de vista comercial, onde colorações mais intensas, de modo geral, são tomadas como forma de sanidade do alimento (SANTOS *et al.*, 2018), que no caso desse experimento foi proporcionada pelo uso do  $\text{CaCl}_2$ , pois as concentrações de cloreto de cálcio proporcionaram maior croma aos frutos analisados em comparação ao controle, sendo os maiores teores, 4% e 6%, responsáveis por maiores médias para esse parâmetro, a partir do nono dia de análise.

A diminuição nos valores de croma para atemoia, que variaram de 25,45 para 10,03, 8,38, 12,15 e 13,82, respectivamente para os tratamentos controle, 2%, 4, e 6% de  $\text{CaCl}_2$

também foi observado por Silva *et al.* (2014a), que avaliando o uso de 1-metilciclopropeno e atmosfera modificada na conservação de atemoia ‘Gefner’, notaram diminuição de 38,67 a 23,49 para os frutos sem embalagem, e 32,92 a 16,58 para os frutos tratados com 1-MCP.

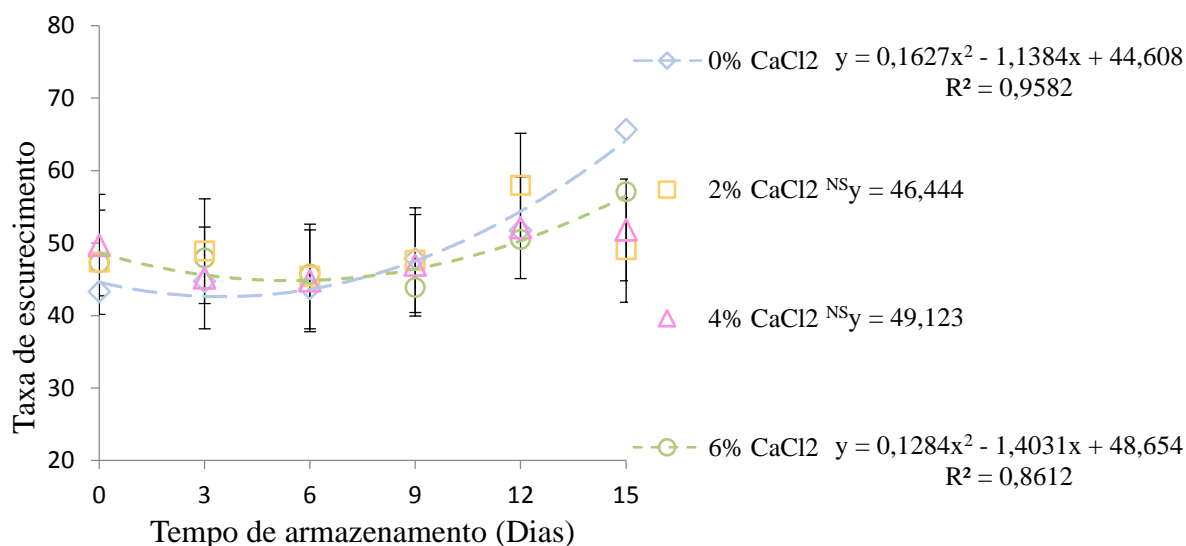
#### 4.2.7.4 Taxa de escurecimento

Para a taxa de escurecimento das atemoias analisadas, verificou-se aumento para todos os frutos até o final do armazenamento, ou seja, comportamento inverso ao constatado para a luminosidade (Figuras 18 e 21).

Nos tratamentos com 2 e 4% de  $\text{CaCl}_2$  evidenciou-se oscilação durante os dias de análise, não sendo verificado significância dos modelos testados para esses tratamentos. Entretanto, os frutos controle e tratados com 6% de cloreto de cálcio proporcionaram comportamento quadrático e significativo, em que a partir do 9º dia de análise os frutos do tratamento controle apresentaram maior taxa de escurecimento até o final do armazenamento.

Portanto, o tratamento com 6% de cloreto de cálcio promoveu melhor aparência na coloração das atemoias analisadas, pois apresentou melhor manutenção dos parâmetros de cor analisados, com menor degradação dos pigmentos da casca dos frutos, mostrando-se assim efetivo na pós-colheita desses frutos.

Figura 21 - Taxa de escurecimento (%) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\%$  UR.

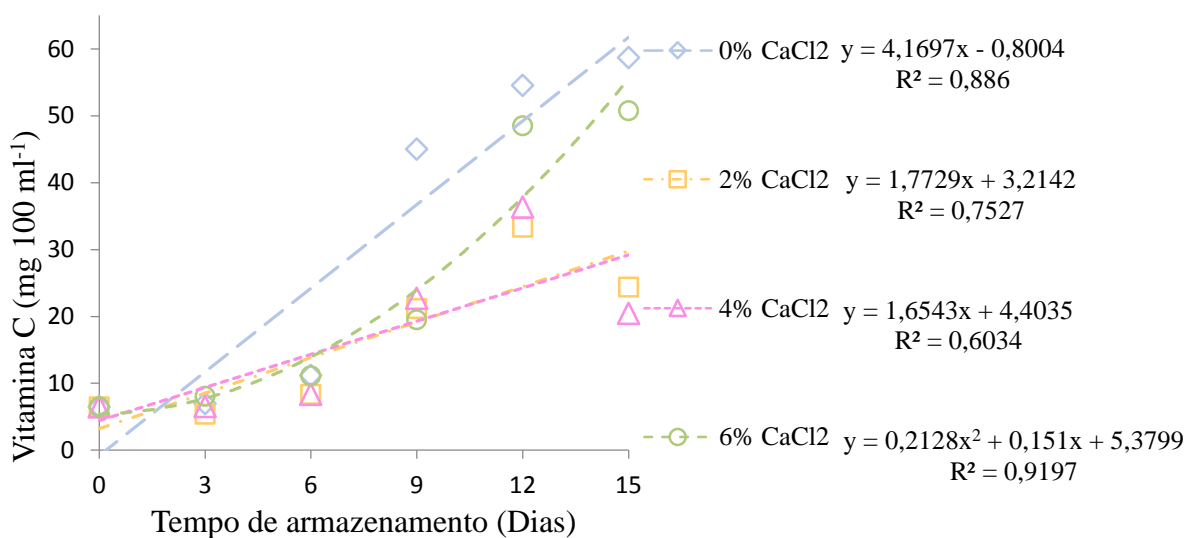


Fonte: Autor.

#### 4.2.8 Vitamina C (ácido ascórbico)

Os teores de ácido ascórbico demonstraram aumento constante para os frutos de todos os tratamentos analisados (Figura 22). Durante maior período do armazenamento, os frutos do tratamento controle e 6% de  $\text{CaCl}_2$  apresentaram maior quantidade de vitamina C. Para os tratamentos com 2 e 4% de cloreto de cálcio também houve aumento, porém linear, dos teores de vitamina no decorrer do armazenamento. O ácido ascórbico está associado à defesa ao estresse oxidativo dos frutos, portanto, a elevação do teor deste ácido no armazenamento pode estar relacionada a processos oxidativos que induziram a sua síntese (GARCÍA-BETANZOS *et al.*, 2017), visto que, como a vitamina C atua como antioxidante (SMIRNOFF, 1995), sugere-se que esse aumento pode estar relacionado à sua atuação como antioxidante, em resposta ao avanço das reações oxidativas que ocorrem durante o armazenamento (SILVA *et al.*, 2009a).

Figura 22 - Vitamina C ( $\text{mg } 100 \text{ ml}^{-1}$ ) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\% \text{UR}$ .



Fonte: Autor.

O comportamento do teor de vitamina C verificado para as atemoias desse trabalho difere do observado por outros autores para esse mesmo fruto, uma vez observaram que o conteúdo de vitamina C decresceu com a maturação, como para Silva *et al.* (2009a), que verificaram valores médios variando de 88,88 a 51,85  $\text{mg } 100^{-1} \text{g}$  de ácido ascórbico para atemoias armazenadas em diferentes embalagens, e Sousa *et al.* (2013), que avaliando parâmetros físico-químicos de atemoia ‘Gefner’ em dois estádios de maturação encontraram médias de 41,18 e 61,26  $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$  para frutos maduros e semi-maduros respectivamente. O



aumento nos teores de vitamina C para atemoia foi verificado somente por Vieira (2018) em frutos tratados com 1% de ácido ascórbico, fato este ocorrido após declínio acentuado desse parâmetro no início do armazenamento.

Para Modesto (2017), avaliando aplicação de cloreto de cálcio em pré-colheita de amoreira-preta, o teor de ácido ascórbico apresentou aumento linear em função das concentrações crescentes de  $\text{CaCl}_2$ , aplicadas na planta, atingindo o valor máximo no tratamento onde foi aplicada a maior quantidade de  $\text{CaCl}_2$  (4,5%).

Outros autores também relataram o aumento no teor de ácido ascórbico para outros frutos, como Silva *et al.* (2015) que, estudando o tratamento com cloreto de cálcio na pós-colheita de mamão, verificou que, de modo geral, a polpa de mamão apresentou incremento significativo no teor de ácido ascórbico ao longo do período de armazenamento, pois no dia 0 os teores iniciais, em média, eram de  $36,86 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , enquanto no último dia de análise estes valores aumentaram para  $69,04 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ . Esse comportamento mostra-se recorrente na literatura, como o observado por Oliveira *et al.* (2015), que ao avaliarem o efeito da atmosfera modificada na conservação de carambolas notaram incremento nos valores de ácido ascórbico ao longo de 20 dias de armazenamento refrigerado, além de Kirinus *et al.* (2018), que observaram que a aplicação de torta de mamona na produção orgânica de morangos influenciou positivamente no aumento ou manutenção dos teores de vitamina C.

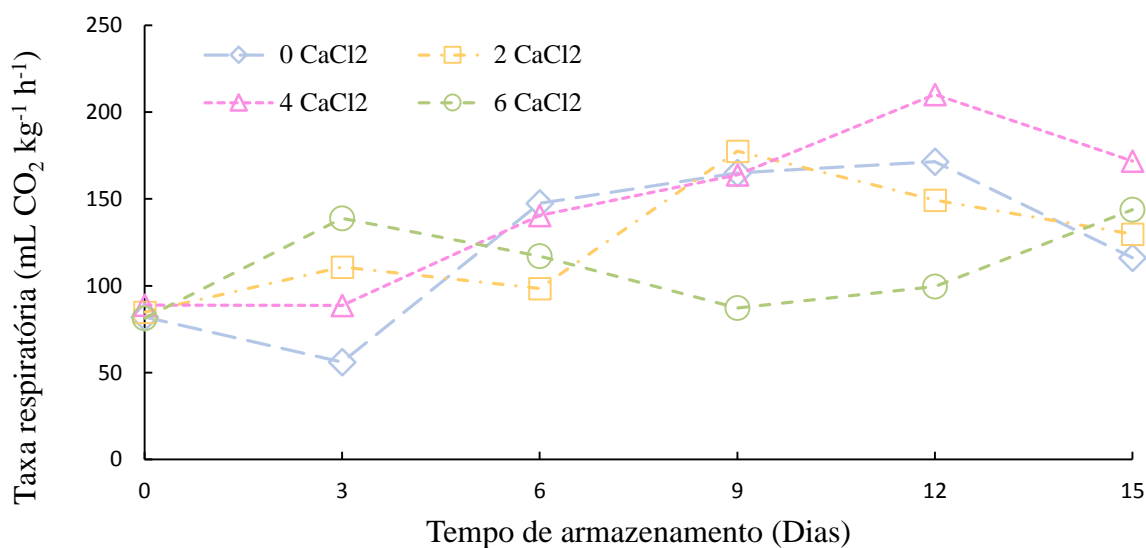
#### 4.2.9 Taxa respiratória

Os resultados apresentados neste trabalho demonstraram que a atividade respiratória das atemoias analisadas apresentou oscilação no decorrer na armazenagem, o que corrobora com diversos trabalhos apontam que frutos do gênero *Annona* apresentam taxa respiratória irregular após a colheita (LUNDGREN, 2017; VIEIRA, 2018). Além disso, foi observado comportamento climatérico para os frutos de todos os tratamentos (Figura 23). Observou-se o pico climatérico ao nono dia de análise para os frutos tratados com 2% de  $\text{CaCl}_2$ , enquanto que os frutos dos tratamentos controle e 4% de cloreto de cálcio atingiram o máximo na produção de  $\text{CO}_2$  no 12º dia de armazenamento. Para os frutos tratados com 6% de  $\text{CaCl}_2$  foi verificado menor taxa de respiração durante grande parte do armazenamento, atingindo o pico respiratório ao 15º dia de análise.

Além do retardo em dias no pico respiratório, o tratamento com 6% de  $\text{CaCl}_2$  foi o que apresentou menor valor para o pico na produção de  $\text{CO}_2$ , com valor de  $143,85 \text{ CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$

enquanto os tratamentos controle, 2 e 4% apresentaram 171,53; 177,54 e 210,20  $\text{CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , respectivamente. Menores taxas respiratórias são indicativos positivos de conservação de frutos armazenados, pois se relaciona à redução metabólica, ou seja, menor consumo de reservas, aumentando, conseqüentemente, o período pós-colheita (SILVA *et al.*, 2012).

Figura 23 - Taxa respiratória (TR,  $\text{mL CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) de atemoias em relação às diferentes concentrações de cloreto de cálcio (0%, 2%, 4% e 6%  $\text{CaCl}_2$ ) e dias de armazenamento (0, 3, 6, 9, 12 e 15 dias), armazenadas em incubadora B.O.D. a  $15 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $70 \pm 5\% \text{UR}$ .



Fonte: Autor.

Os resultados relativos à taxa respiratória das atemoias do presente trabalho seguem a tendência de pesquisas com este mesmo produto, que apresenta comportamento climatérico após a colheita, porém o uso do  $\text{CaCl}_2$  permitiu aos frutos retardo no pico climatérico, já que para frutos analisados por Vieira (2018) este fenômeno ocorreu ao sexto dia de análise para todos os tratamentos analisados, assim como para Lundgren (2017) que verificando o uso de 1-MCP na conservação de atemoia verificaram que o pico da testemunha ocorreu no 9º dia de armazenamento e os demais frutos tratados tiveram o pico no 12º dia de armazenamento.

Maiores teores de Ca na parede celular resultam em menor atividade das enzimas responsáveis pelo amaciamento dos frutos e com a parede mais íntegra há uma queda da atividade respiratória (BRACKMANN *et al.*, 2010a), o que pode ser comprovado neste trabalho, já que os frutos do tratamento com 6% de  $\text{CaCl}_2$  mostraram atraso no pico respiratório em relação aos demais. Além disso, diversos autores relataram o benefício do cálcio na redução da respiração, conseqüentemente o atraso na senescência dos frutos, devido, sobretudo ao seu

papel na permeabilidade das membranas e paredes celulares, e também sua atuação no metabolismo secundário (CONWAY *et al.*, 1992; AWAD, 1993).

## 5 CONCLUSÃO

A aplicação da análise dos componentes principais, no primeiro experimento, pela apresentação dos CPs 1 e 2, que explicaram 57,09% da variação dos dados, e a análise de agrupamento *cluster*, possibilitaram a caracterização e diferenciação entre os tratamentos analisados, com a formação de 5 grupos, formados principalmente pelos dias de análise, em que verificou-se que até o sexto dia os frutos mantiveram as características adequadas após a colheita, independente dos tratamentos aplicados.

Não foi verificado efeito da exposição dos frutos à radiação UV-C, entretanto, as menores doses promoveram maior manutenção da coloração das atemoias por maior tempo, proporcionando aos frutos melhor aparência no armazenamento.

A presença ou ausência do sachê absorvedor de etileno não afetou as características de qualidade de atemoia durante o período de armazenamento.

Além disso, para o segundo experimento, a imersão dos frutos em solução de cloreto de cálcio a 6% é uma alternativa viável e econômica para a manutenção da qualidade de atemoia *in natura*, principalmente na preservação da coloração e perda de massa, retardando a senescência dos frutos. Nessas condições os frutos podem ser mantidos por até 15 dias sob refrigeração (15° C) para comercialização e consumo. No caso das demais concentrações (0%, 2% e 4%), os frutos mantiveram características adequadas para a comercialização até o 12° dia de armazenamento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGIUS, F.; GONZÁLEZ-LAMOTHE, R.; CABALLERO, J.L.; MUÑOZ-BLANCO, J.; BOTELLA, M.A.; VALPUESTA, V. Engineering increased vitamin C levels in plants by overexpression of a D-galacturonic acid reductase. **Nature Biotechnology**, New York, v. 21, n. 2, p. 177-181, 2003.
- AGHDAM, M.S.; HASSANPOURAGHDAMB, M.B.; PALIYATHC, G.; FARMANI, B. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 144, p. 102–115, 2012.
- AGUIAR, M.C.S.; MIZOBUTSI, G.P.; SOBRAL, R.R.S.; PINHEIRO, J.M.S.; MARTINS, J.C.; SANTOS, I.P.; ALVES, E.E.; MIZOBUTSI, E.H.; ASPIAZÚ, I.; MOTA, W.F. Modified Atmosphere and Refrigeration in Postharvest Conservation of Atemoya cv. Gefner. **Journal of Experimental Agriculture International**, London, v. 32, n. 4, p. 1-12, 2019.
- ALAM KHAN, K. ABRAHEM, M. Efeito da irradiação na qualidade de especiarias. **International Food Research Journal**, Selangor, v. 17, n. 4, p. 825-836.
- ALBUQUERQUE, T. G.; SANTOS, F.; SANCHES-SILVA, A.; OLIVEIRA, M. B.; BENTO, A. C.; COSTA, H. S. Nutritional and phytochemical composition of *Annona cherimola* Mill. fruits and by-products: Potential health benefits. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 193, p. 187-195, 2016.
- ALOTHMAN, M.; BHAT, R.; KARIM, A. A. UV radiation-induced changes of antioxidante capacity of fresh-cut tropical fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Penang, v. 10, n. 4, p. 512-516, 2009.
- ALVES, A.M.A. **Conservação de melão ‘Cantaloupe’ minimamente processado com diferentes recobrimentos**. 2019. 62 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.
- AMARANTE, C. V. T.; STEFFENS, C. A. Sachês adsorvedores de etileno na pós-colheita de maçãs 'Royal Gala'. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 1, p. 71-77, 2009.
- ANESE, R.O.; FRONZA, D. **Fisiologia Pós-Colheita em Fruticultura**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico: Rede e-Tec Brasil, 130 p., 2015.
- ANGELETTI, P.; CASTAGNASSO, H.; MICELI, E.; TERMINIELLO, L.; CONCELLÓN, A.; CHAVES, A.; VICENTE, A.R. Efeito das aplicações pré-colheita de cálcio na qualidade pós-colheita, amolecimento e degradação da parede celular de duas variedades de mirtilo (*Vaccinium corymbosum*). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 58, n. 2, p. 98-103, 2010.
- ANTONIOLLI, L.R.; CZERMAINSKI, A.B.C. **Extensão da conservação pós-colheita de peras ‘Yali’**. Concórdia: Embrapa Uva e Vinho, Circular Técnica, n. 142, 2019. 16 p.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official Methods of Analysis**. 19. ed. Gaithersburg: AOAC, 2012. 3000 p.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. 1. ed. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

AZZOLINI, M.; JACOMINO, A. P.; BRON, I. U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 2, p. 139-145, 2004.

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. 65 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

BARBOSA, L.F.S.; ALVES, A.L.; SOUSA, K.S.M.; FIGUEIREDO NETO, A.; CAVALCANTE, I.H.L.; VIEIRA, J.F. Qualidade pós-colheita de banana 'Pacovan' sob diferentes condições de armazenamento. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 30, p. 28-36, 2019.

BARBOSA, F.C. **Nutrição em foco: uma abordagem holística**. 1 ed. Piracanjuba: Editora Conhecimento Livre, 2019. 452 p.

BARRETO, C.F.; FERREIRA, L.V.; NAVROSKI, R.; FRASSON, S.F.; CANTILLANO, R.F.F.C.; VIZZOTTO, M.; ANTUNES, L.E.C. Adubação nitrogenada em pessegueiros (*Prunus persica* (L.) batsch): influência sobre a qualidade pós-colheita. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Cidade do México, v. 18, n. 2, p. 93-99, 2017.

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.

BEZERRA, S.R.B. **Produção, qualidade e teores de nutrientes em sementes de alface com aplicação de cálcio e boro via foliar**. 2020. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2020.

BINTSIS, T.; LITOPOULOU-TZANETAKI, E.; ROBINSON, R. K. Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry: a critical review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 637-645, 2000.

BIRMPA, A.; SFIKA, V.; VANTARAKIS, A. Ultraviolet light and ultrasound as non-thermal treatments for the inactivation of microorganisms in fresh ready-to-eat foods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdã, v. 167, n. 1, p. 96-102, 2013.

BLEINROTH, E. W. et al. Conservação de limões das variedades 'Thaiti' e 'Siciliano' pelo frio e com ácido giberélico. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas**, p. 343-370, 1976.

- BOMFIM, M. P., LIMA, G. P. P., JOSÉ, F. V. S.; OLIVEIRA, L. M. Conservação pós-colheita de manga ‘Tommy Atkins’ com 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 290-297, 2011.
- BORGES, C.D.; MENDONÇA, C.R.B.; NOGUEIRA, D.; HARTWIG, E.S.; RUTZ, J.K. Conservation of minimally processed apples using edible coatings made of turnip extract and xanthan gum. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 19, p. 1-8, 2016.
- BOTELHO, S.C.C.; HAUTH, N.R.; BOTELHO, F.M.; WOBETO, C.; OLIVEIRA, S.S. Qualidade pós-colheita de frutos de maracujazeiro-amarelo colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 62, n. 1, p. 1-8, 2019.
- BRACKMANN, A; SCHORR, M. R. W.; PINTO, J. A. V.; VENTURINI, T. L. Aplicações pré-colheita de cálcio na qualidade pós-colheita de maçãs ‘Fuji’. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p. 1435-1438, 2010a.
- BRACKMANN, A., WEBER, A., FABIANO, R., GIEHL, H., EISERMANN, A.C. Armazenamento de mirtilo “Bluegem” em atmosfera controlada e refrigerada com absorção e inibição do etileno. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 6-11, 2010b.
- BRACKMANN, A.; WEBER, A.; BOTH, V.; SANTOS, J.R.A.; ANESE, R.O. Armazenamento de kiwi cv. Elmwood em atmosfera controlada e manejo do etileno. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 11, n. 2, p. 99-105, 2012.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- CABIA, N. C.; DAIUTO, E. R.; VIEITES, R. L.; FUMES, J. G. F.; CARVALHO, L. R. de. Fenólicos totais, polifenoloxidade e coloração em abacate ‘Hass’ submetido a radiação UVC. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p. 314-320, 2011.
- CAEIRO, L.F.N. **Estudo dos efeitos da suplementação em cálcio, na cultivar Galega vulgar, para proteção contra a antracnose da azeitona**. 2020. 78 f. Dissertação (Mestrado em Olivicultura e Azeite) - Universidade de Évora, Escola de Ciências e Tecnologia, Évora, 2020.
- CAMPOS, A. J. de. **Radiação gama, ultravioleta (UVC) e atmosfera controlada na conservação da qualidade de tomate ‘Débora plus’ e ‘pitENZA’**. 2008. 138 f. Tese (Doutorado em energia na agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2008.
- CAMPOS, A.J.; VIEITES, R.L.; NEVES, L.C.; MOURA, M.L.S; MOURA. E.A. DE; CORREIO, K.G.M.A. Qualidade do tomate ‘PITENZA’ com utilização da radiação ultravioleta (UV-C). **Revista Agro@Mambiente on-Line**, Boa Vista, v. 9, n. 3, p. 300-307, 2015.

CANTERI, M.H.G.; MORENO., L.; WOSIACKI, G.; SCHEER, A.P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.

CARON, V.C. **Conservação refrigerada de lima ácida ‘Tahiti’ em combinação com atmótera modificada, ácido giberélico e permanganato de potássio**. 2009. 98 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Escola Superior de Agricultura ‘Luiz Alves de Queirós’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

CASTRICINI, A.; OLIVEIRA, P.M.; COELHO, E.F.; SANTOS, M.G.; RODRIGUES, M.G.V.; MARTINELLI, M. Manejo da irrigação na qualidade pós-colheita de bananas tipo prata. **Water Resources and Irrigation Management**, Atenas, v. 7, n. 2-3, p. 1-13, 2018.

CATEN, A. T; DALMOLIN, R.S.D.; PEDRON, F.A.; MENDONCA-SANTOS, M.L. Estatística multivariada aplicada à diminuição do número de preditores no mapeamento digital do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 5, p. 554-562, 2011.

CIA, P.; BENATO, E.A.; VALENTINI, S.R. T.; ANJOS, V.D. A.; 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.

CHEN, F., LIU, H.; YANG, H.; LAI, S.; CHENG , X.; XIN Y.; HOU, B.Y.H; YONGZHI YAO, Y.; ZHANG, S.; BU, G.; DENG, Y. Quality attributes and cell wall properties of strawberries (*Fragaria annanassa* Duch) under calcium chloride treatment. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 126, n. 2, p. 450-459, 2011.

CHITARRA, M.I.F. CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: Ed UFLA, 2005. 783 p.

CHUN, H.H.; KIM, J.Y.; SONG, K.B. Inactivation of foodborne pathogens in ready-to-eat salad using UV-C irradiation. **Food Science and Biotechnology**, Seul, v. 19, n. 2, p. 547-551, 2010.

CONWAY, W.S.; TOBIAS, R.B.; SAMS, D.C.E. Redução da deterioração do armazenamento em maçãs por infiltração de cálcio pós-colheita. In: **Simpósio Internacional de Fisiologia Pré e Pós-colheita de Pomóideas**. p. 115-122, 1992.

CORRAR, L. J.; PAULO, E.; DIAS FILHO, J. M. **Análise multivariada: para os cursos de administração, ciências contábeis e economia**. São Paulo: Atlas, 2007. 541 p.

CORRÊA, T.R.; STEFFENS, C.A.; TANAKA, H.; AMARANTE, C.V.T.; BRACKMANN, A.; ANESE, R.O. Manejo do etileno em ameixas ‘Laetitia’ armazenadas sob atmosferas controlada e modificada ativa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 723-729, 2011.

CREMASCO, J.P.G.; MATIAS, R.G.P.; SILVA, B.F.P.; OLIVEIRA, J.A.A.; BRUCKNER, C.H. Qualidade pós-colheita de oito variedades de pêssego. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 7, n. 3, p. 334-342, 2016.



CRUZ, L.S.; LIMA, R.Z.; ABREU, C.M.P.; CORRÊA, A.D.; PINTO, L.M.A. Caracterização física e química das frações do fruto atemoia Gefner. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 12, p. 2280-2284, 2013.

CUQUEL, F. L.; OLIVEIRA, C. F. S.; LAVORANTI, O. J. Sensory profile of eleven peach cultivars. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 32, n. 1, p. 70-75, 2012.

CYBULSKA, J. ZDUNEK, A; KONSTANKIEWICZ, K. Calcium effect on mechanical properties of model cell walls and apple tissue. **Journal of Food Engineering**, Amsterdã, v. 102, n. 3, p. 217-223, 2011.

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

DELPHIM, A.C. **Efeito de tratamentos com cloreto de cálcio, metil jasmonato e Aminoetoxivinilglicina na conservação pós-colheita de frutos de açai (*Euterpe Oleraceae*)**. 2014. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) - Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

DEMIRCI, A.; PANICO, L. Pulsed ultraviolet light. **Food Science and Technology International**, Nova York, v. 14, n. 5, p. 443-446, 2008.

DUAN, J.; WU, R.; STRIK, B.C.; ZHAO, Y. Effect of edible coatings on the quality of fresh blueberries (Duke and Elliott) under commercial storage conditions. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 59, n. 1, p. 71-79, 2011.

EGEA, M.B.; LEMES, A.C.; OLIVEIRA FILHO, J.G.; TAKEUCHI, K.P.; DANESI, E.D.G. Avaliação Físico-Química, Microbiológica e Sensorial de Palmito Pupunha Minimamente Processado por Métodos Combinados. **Uniciências**, Cuiabá, v. 22, n. especial, p. 2-6, 2018.

ERKAN, M.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 48, n. 2, p. 163-171, 2008.

FALCÃO, H.A.S.; FONSECA, A.O.; OLIVEIRA FILHO, J.G.; PIRES, M.C.; PEIXOTO, J.R. Armazenamento de variedades de bananas em condições de atmosfera modificada com permanganato de potássio. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 4, p. 1-7, 2017.

FALGUERA, V.; PAGÁN, J.; GARZA, S.; GARVÍN, A.; IBARZ, A. Ultraviolet processing of liquid food: A review. **Food Research International**, Ontario, v. 44, n. 6, p. 1580-1588, 2011.

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

- FELIPPE, GIL. **Frutas:** sabor à primeira mordida. São Paulo: Editora Senac, São Paulo, 2005. 311 p.
- FERRAZ, D.M.M.; BLUM, L.E.B.; CRUZ, A.F.; VASCONCELOS, T.M.M.; UESUGI, H.; BARRETO, M.L.A. Efeito do cloreto de cálcio sobre a antracnose e características de frutos de goiaba em pós-colheita. **Agrotropica**, Ilhéus, v. 28, n. 3, p. 311-318, 2016.
- FERREIRA, A.P.S. **Conservação pós-colheita de jiló em embalagens ativas**. 2009. 51 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2014.
- FERREIRA, M.M.C. **Quimiometria:** conceitos, métodos e aplicações. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2015. 494 p.
- FIGUEROA, C.R.; OPAZO, M.C.; VERA, P.; ARRIAGADA, O.; DÍAZ, M.; MOYA-LEÓN, M.A. Effect of postharvest treatment of calcium and auxin on cell wall composition and expression of cell wall-modifying genes in the Chilean strawberry (*Fragaria chiloensis*) fruit. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 132, n. 4, p. 2014-2022, 2012.
- FRAGA, A.B.; SILVA, F.L.; HONGYU, K.; SANTOS, D.D.S.; MURPHY, T.W.; LOPES, F.B. Multivariate analysis to evaluate genetic groups and production traits of crossbred Holstein × Zebu cows. **Tropical Animal Health Production**, Lisboa, v. 48, n. 3, p. 1-6, 2015.
- GARCÍA-BETANZOS, C.I.; HERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, H; BERNAL-COUOH, T.F.; QUINTANARGUERRERO, D; ZAMBRANO-ZARAGOZA, M.L. Physicochemical, total phenols and pectin methylesterase changes on quality maintenance on guava fruit (*Psidium guajava* L.) coated with candeuba wax solid lipid nanoparticles xanthan gum. **Food Research International**, Amsterdã, v. 101, n. 1, p. 218-227, 2017.
- GAYED, A.A.N.A.; SHAARAWI, S.A.M.A.; ELKHISHEN, M.A.; ELSHERBINI, N.R.M. Pre-harvest application of calcium chloride and chitosan on fruit quality and storability of 'Early Swelling' peach during cold storage and shelf-life. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 41, n. 2, p. 220-231, 2017.
- GUERRERO-BELTRÁN, J.A.; BARBOSA-CÁNOVAS, G.V. Advantages and limitations on processing foods by UV light. **Food Science and Technology International**, Nova York, v. 3, n. 10, p. 137-147, 2004.
- GOBO, J.P.A.; GALVANI, E.; WOLLMANN, C.A. Influência do clima regional sobre o clima local a partir do diagnóstico de abrangência espacial e extrapolação escalar. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 22, p. 210-228, 2018.
- GONDIM, P.J S; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E.; DANTAS, A.L.; CHAVES NETO, J.R.; 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. 1217-2021, 2013.

GONZÁLES-BARRIO, R.; VIDAL-GUEVARA, M. L.; TOMÁSBARBERÁN, F. A.; ESPÍN, J. C. Preparation of a resveratrol-enriched grape juice based on ultraviolet C treated berries. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Campinas, 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 UVC. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, n. 3, p. 197-202, 2007.

GUSTAVSSON, J., CEDERBERG, C., SONESSON, U., VAN OTTERDIJK, R., MEYBECK, A. Global Food Losses and Food Waste: Extent Causes and Prevention. **Food and Agriculture Organization**, Rome, 2011.

GUTIERREZ, M.; SOLA, M. M.; PASCUAL, L.; RODRIGUEZ-GARCIA, M. I.; VARGAS, A. M. Ultrastructural changes in Cherimoya fruit injured by chilling. **Food structure**, Amsterdã, v. 11, n. 4, p. 323-332, 1992.

HUSSAIN, P.R.; MEENA, R.S., DAR, M.A., WANI, A.M. Effect of post-harvest calcium chloride dip treatment and gamma irradiation on storage quality and shelf-life extension of Red delicious apple. **Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 49, n. 4, p. 415-426, 2012.

IENSEN, D., SANTOS, I.V., QUAST, E., QUAST, L.B., RAUPP, D.S. Desenvolvimento de Geleia de Kiwi: Influência da Polpa, Pectina e Brix na Consistência. **UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 15, n. especial, p. 369-375, 2013.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V. I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 126, n. 4, p. 1821-1835, 2011.

INFANTE, R.; CONTADOR, L.; RUBIO, P.; AROS, D.; PEÑA-NEIRA, A. Postharvest Sensory and Phenolic Characterization of 'Elegant Lady' and 'Carson' Peaches. **Chilean Journal of Agricultural Research**, Casilla, v. 71, n. 3, p. 445-451, 2011.

IRFAN, P.K.; VANJAKSHI, V.; PRAKASH, M.N.; RAVI, R.; KUDACHIKAR, V.B. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 82, p. 70-75, 2013.

JERONIMO, E. M.; KANESIRO, M. A. B. Efeito da associação de armazenamento sob refrigeração e atmosfera modificada na qualidade de mangas Palmer. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 237-243, 2000.

JERONIMO, E.M.; BRUNINI, M.A.; ARRUDA, M.C DE; CRUZ, J.C.S.; FISCHER, IVAN, H; GAVA, G.J.C. Conservação pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins' armazenadas sob atmosfera modificada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 417-426, 2007.

- JIE, D.; XIE, L.; FU, X.; RAO, X.; YING, Y. Variable selection for partial least squares analysis of soluble solids content in watermelon using near-infrared diffuse transmission technique. **Journal of Food Engineering**, Amsterdã, v. 118, n. 4, p. 387-392, 2013.
- JOLLIFFE, I.T. **Principal component analysis**. New York: Springer-Verlag, 1986. 271 p.
- JUDD, W.S.; CAMPBELL, C.S.; KELLOGG, E.A.; STEVANS, P.F.; DONOGHUE, M.J. **Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 632 p.
- KADER, A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3. ed. Davis: UC Davis, 2002. 535 p.
- KADIR, S.A. Fruit quality at harvest of “Jonathan” apple treated with foliarly applied calcium chloride. **Journal of plant nutrition**, Landau, v. 27, n. 11, p. 1991-2006, 2005.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, Boston, v. 23, n. 3, p. 187- 200, 1958.
- KEYSER, M.; MÜLLER, I.A.; CILLIERS, F.P.; NEL, W.; GOUWS, P.A. Ultraviolet radiation as non-thermal treatment for inactivation of microorganisms in fruit juice. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, Wageningen, v. 9, n. 6, p. 348-354, 2008.
- KHALIQ, G.; MOHAMED, M.T.M.M.; ALI, A.; DING, P.; GHAZALI, H.M. Effect of gum arabic coating combined with calcium chloride on physico-chemical and qualitative properties of mango (*Mangifera indica* L.) fruit during low temperature storage. **Scientia Horticulturae**, Amsterdã, v. 190, p. 187-194, 2015.
- KIRINUS, M.B.M.; BARRETO, C.F.; SILVA, P.S.; KROLOW, C.R.; GOMES, C.B.; MALGARIM, M.B. Uso da torta de mamona na produção orgânica de morangos cv. Camarosa. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 39, p. 1-5, 2018.
- KITTEMANN, D.; NEUWALD, D. A.; STREIF, J. Influence of calcium on fruit firmness and cell wall degrading enzyme activity in 'elstar' apples during storage. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 877, p. 1037-1043, 2010.
- KOBLITZ, M.G.B. **Bioquímica dos Alimentos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan Ltda, 2008. 242 p.
- LAHOZ, J.M.; GUTIERREZ, M.; SOLA, M.M.; SALTO, R.; PASCUAL, L.; MARTINEZ-CAYUELA, M.; VARGAS, A.M. Etileno em frutos de cherimólia (*Annona cherimola* Mill.) Em diferentes condições de armazenamento. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 41, n. 5, p. 721-723, 1993.
- LARRAURI, J.A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal Agriculture and Food Chemistry**, v. 45, p. 1390-1393, 1997.

LEE, T.C.; HSIEH, C.H.; CHANG, P.T. Packaging affects the postharvest quality of atemoya fruits (*Annona cherimola* M. × *Annona squamosa* L.). **Net Journal of Agricultural Science**, Sapele, v. 4, n. 4, p. 58-62, 2016.

LEMOS, E.E.P. DE. A produção de anonáceas no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. especial, p. 77-85, 2014.

LEVINE, M.; PADAYATTY, S.J.; ESPEY, M.G. Vitamin C: A Concentration- Function Approach Yields Pharmacology and Therapeutic Discoveries - a review. **American Society for Nutrition**, Maryland, v. 2, n. 2, p. 78-88, 2011.

LIMA, L.A.R.S.; PIMENTA, L.P.S.; BOAVENTURA, M.A.D. Acetogenins from *Annona cornifolia* and their antioxidant capacity. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 122, n. 4, p. 1129-1138, 2010a.

LIMA, M.A.C DE; MOSCA; J.L; TRINDADE, D.C.G DA. Atraso no amadurecimento de atemoia cv. African Pride após tratamento pós-colheita com 1-metilciclopropeno. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 599-604, 2010b.

LIU, ZHEN-XUE CHO, M., BAEG, J., LEE, C.W. Removal of ethylene over  $KMnO_4/Al_2O_3-SiO_2$ . **Bulletin of the Korean Chemical Society**, Seoul, v. 27, n. 12, p. 2064-2066, 2006.

LIU, L.H.; ZABARAS, D.; BENNETT, L.E.; AGUAS, P.; WOONTON, B.W. Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 115, n. 2, p. 495-500, 2009.

LIU, C.; CAI, I.; LU, X.; HANG, X.; YING, T. Effect of postharvest UV-C irradiation on phenolic compound content and antioxidant activity of tomato fruit during storage. **Journal of Integrative Agriculture**, Amsterdã, v. 11, n. 1, p. 159-165, 2012.

LUNDGREN, G.A. **Conservação de atemoia submetida a 1-metilciclopropeno**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

MADANI, B.; MOHAMED, M.T.M.M.; BIGGS, A.R.; KADIR, J.; AWANG, Y.; TAYEBIMEIGOONI, A.; SHOJAEI, T.R. Effect of pre-harvest calcium chloride applications on fruit calcium level and post-harvest anthracnose disease of papaya. **Crop Protection**, Amsterdã, v. 55, p. 55-60, 2014.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, 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**, Amsterdã, v. 10, n. 4, p.506-511, 2009.

- MANZOCCO L.; PIEVE, S.; BERTOLINI, A.; BARTOLOMEOLI, I.; MAIFRENI, M.; VIANELLO, A.; NICOLI, M.C. Surface decontamination of fresh-cut apple by UV-C light exposure: Effects on structure, colour and sensory properties. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 6, n. 2-3, p. 165-171, 2011.
- MARCELLINI, P. S. Comparação físico-química e sensorial da atemóia com a pinha e a graviola produzidas e comercializadas no estado de Sergipe. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 14, n. 12, p.187-189, 2003.
- MARTIN, R. M. L.; SOUSA NETO, R. Atemoia: caracterização, cultivo e propriedades nutricionais. **Contextos da Alimentação**, São Paulo, v. 4, p. 4-18, 2015.
- MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. **Livro vermelho da flora do Brasil**. 1.ed. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1100 p.
- MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G.B.; ARTÉS-HERNÁNDEZA, F.; GÓMES, P.A.; FORMICA, A.C.; ARTÉS, F. Combination of electrolysed water, UV-C and superatmospheric O<sub>2</sub> packaging for improving fresh-cut broccoli quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 76, p. 125-134, 2013.
- MASKAN, Medeni. Cinética de mudança de cor de kiwis durante a secagem por ar quente e microondas. **Journal of Food Engineering**, Amsterdã, v. 48, n. 2, p. 169-175, 2001.
- MEIRA, M.; QUINTELLA, C. M.; PEPE, I. M.; COSTA, N. P. R.; TANAJURA, A. S.; SILVA, H. R. G. Prediction of properties of biodiesel-diesel blends using spectrofluorimetry and multivariate calibration. **Central European Journal of Chemistry**, Coventry, v. 10, n. 4, p. 1328-1337, 2012.
- MERCIER, J.; KUĆ, J. Elicitation of 6-methoxymellein in carrot leaves by *Cercospora carotae*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v. 73, n. 1, p. 60-62, 1997.
- MINGOTE; A.I.C.F. **Bolachas de maçãs biofortificadas em cálcio: formulação e análise nutricional**. 2016. 84 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2016.
- MIZOBUTSI, G.P; SILVA, J.M DA; MIZOBUTSI, E.H; RODRIGUES, M.L.M; LOPES, R.S; FERNANDES, M.B; OLIVEIRA, F.S. Conservação de pinha com uso de atmosfera modificada e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 751-757, 2013.
- MODESTO, J.H. **Aplicação de cloreto de cálcio em pré-colheita nos frutos de amoreira-preta ‘TUPY’**. 2017. 76 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.
- MOHAMED, N. T. S.; DING, P. KADIR, J. GHAZALI, H. M. Potential of UV-C germicidal irradiation in suppressing crown rot disease, retaining postharvest quality and antioxidant capacity of *Musa* AAA “Berangan” during fruit ripening. **Food Science & nutrition**, Chichester, v. 5, n. 5, p. 967-980, 2017.

MORAIS, D. R.; ROTTA, E. M.; SARGI, S. C. SCHMODT, E. M. *et al.* Antioxidant activity, phenolics and UPLC–ESI(–)–MS of extracts from different tropical fruits parts and processed peels. **Food Research Internacional**, Essex, v. 77, p. 392-399, 2015.

MOSCA, J. L. **Desenvolvimento, maturação e armazenamento de atemoia (*Annona cherimola* Mill x *Annona squamosa* L.) cv. Gefner**. 2002. 157 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2002.

MOSCA, J.L.; CAVALCANTE, C.E.B.; DANTAS, T.M. **Características botânicas das principais anonáceas e aspectos fisiológicos de maturação**. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 106), Fortaleza, 2006.

MOTA FILHO, J.V.G; TOLEDO PEREIRA, M. C. T.; NIETSCHE, S.; MAIA, V.M.; SANTOS, M.G.P.; FERNANDES, T.P. Crescimento, produção e qualidade de frutos de atemoieira ‘Gefner’ submetida a diferentes intensidades de poda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 11, p. 1932-1937, 2013.

NASSER, F.A DE C.M. **Conservação pós-colheita de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes)**. 2014. 160 f. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.

NASSER, F.A DE C.M.; BOLIANE, A.C.; NASSER, M.D.; PAGLIARINI, M.K.; MENDONÇA, V.Z. Uso de sachê de permanganato de potássio na pós-colheita de mangabas. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 4, p. 246-251, 2015.

NEISSE, A.C.; HONGYU, K. Aplicação de Componentes Principais e Análise Fatorial a dados criminais de 26 Estados dos Eua. **Engineering and Science**, Cuiabá, v. 5, n. 2, p. 105-115, 2016.

NEVES, H. J. P. **Desinfecção de água contaminada por *Pseudomonas aeruginosa* via radiação Ultravioleta: Modelagem e Desenvolvimento Cinético**. 2008. 160 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2008.

OLIVEIRA, E. C. M. de. **Desinfecção de efluentes sanitários tratados através da radiação ultravioleta**. 2003. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia ambiental) - Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

OLIVEIRA, M. C.; FERREIRA, G.; GUIMARÃES, V. F.; DIAS, G. B. Germinação de sementes de atemoia (*Annona cherimola* Mill. x *A. squamosa* L.) CV ‘GEFNER’ submetidas a tratamentos com ácido giberélico (GA<sub>3</sub>) e ethephon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 544-554, 2010.

OLIVEIRA, Z. L. **Armazenamento refrigerado de atemoia “Gefner” em atmosfera modificada**. 2014. 80f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia em alimentos) - Instituto de Ciência e Tecnologia do Ceará, Limoeiro do Norte. 2014.

OLIVEIRA, T. A.; AROUCHA, E. M. M.; LEITE, R. H. de L.; FERREIRA, R. M. de A.; SANTOS, F. K. G. dos. Conservação pós-colheita de carambola sob refrigeração com recobrimento de biofilme de gelatina e PVC. **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n. 4, p. 59- 66, 2015.

OLIVEIRA JUNIOR, M.A.; SOUZA, J.M.A.; SILVA, M.S.; FERREIRA, R.B.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Aplicação de cloreto de cálcio em pós-colheita, nos frutos de figueira ‘Roxo de Valinhos’. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 41, n. 4, p. 1090-1097, 2018.

OLIVEIRA, J.D.S.; SANTOS, M.G.S.; LIMA, J.T.C.; COSTA FILHO, W.S.; SANTOS, K.C.B.S.; COSTA, J.S. Capacidade antioxidante em frutos de diferentes genótipos de pinheira (*Annona squamosa* L. x *Annona Cherimola*). **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 4, n. 1, p. 272-284, 2019.

OLIVEIRA, R.R.; **Desempenho do araticum do brejo (*Annona glabra* L.) e biribá (*Annona mucosa* Jacq.) como porta-enxertos para atemoia (*Annona squamosa* L. x *Annona cherimola* Mill) em garfagem de topo**. 2019. 32 f. TCC (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2019.

ORTIZ, A.; GRAELL, J.; LARA, I. Cell wall-modifying enzymes and firmness loss in ripening “Golden Reinders” apples: A comparison between calcium dips and ULO storage. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 128, n. 4, p. 1072-1079, 2011.

OZDEMIR, M.; FLOROS, J. D. Active food packaging technologies. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Abingdon, v. 44, n. 3, p. 185-193, 2004.

PAIXÃO, A.R.C. **Ação da pectina metil esterase e cloreto de cálcio no armazenamento e controle da podridão-mole em pimentão**. 2016. 48 f. Dissertação (mestrado em Agricultura e Biodiversidade) - Programa de Pós-Graduação em Agricultura e Biodiversidade, Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2016.

PARREIRAS, N.S. **Aplicação de cálcio em pré-colheita de atemoia ‘Thompson’: trocas gasosas, óleo essencial de folhas e características físico-químicas dos frutos**. 2017. 71 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

PALOU, L. Control of citrus postharvest diseases by physical means. **Tree and Forestry Science and Biotechnology**, Ikenobo, v. 2, n. 2, p. 127-142, 2009.

PEREIRA, F.M.; KAVATI, R. Contribuição da pesquisa científica brasileira no desenvolvimento de algumas frutíferas de clima subtropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. especial, p. 92-108, 2011.



PEREIRA, M.C.T.; NIETSCHE, S.; COSTA, M.R.; CRANE, J.H.; CORSATO, C.D.A.; MIZOBUTSI, E.H. Anonáceas: pinha, atemoia e graviola. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 264, p. 26-34, 2011.

PEREIRA, M.C.T.; SANTOS, R.K.A.; NIETSCHE, S. MIZOBUTSI, G.P. SANTOS, E.F. Doses de ácido giberélico na frutificação efetiva e qualidade de frutos de atemoieira ‘Gefner’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. especial, p. 184-191, 2014.

PEREIRA, M. C. T.; SALOMÃO, L. C. C.; SANTOS, R. C. dos; SILVA, S. de O. e; CECCON, P. R.; NIETSCHE, S. Aplicação em pré-colheita de cloreto de cálcio no controle do despencamento natural dos frutos de bananeira ‘FHIA-18. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 11, p. 1925-1931, 2015.

PFAFFENBACH, L. B.; CASTRO, J. V.; CARVALHO, C. R. L.; ROSSETO, C. J. Efeito da atmosfera modificada e da refrigeração na conservação pós-colheita de manga espada. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 4, n. 4, p. 1-7, 2017.

PIMENTA, T., EMÍLIO, J., NETO, B., PEREIRA, R.A., CASTRO, I.A. DE, CHAGAS, E.A., LAJOLO, F.M., CORDENUNSI, B.R. Effect of thinning on flower and fruit and of edible coatings on postharvest quality of jaboticaba fruit stored at low temperature. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 33, n.3, p. 424-433, 2013.

PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; LIMA, L.C. Influência do CaCl<sub>2</sub> sobre a qualidade pós-colheita do abacaxi cv. Pérola. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 25, n. 1, p. 32-6, 2005.

PINTO, L.K.A.; MARTINS, M.L.L.; RESENDE, E.D.; THIÈBAUT, J.T.L. Atividade da pectina metilesterase e da β-galactosidase durante o amadurecimento do mamão cv. Golden. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 713-722, 2011.

PRADO, B.Q.M.; FERNANDES, H.R.; ARAÚJO, T.G.; LAIA, G.A.; BIASE, N.G. Avaliação de variáveis climatológicas da cidade de Uberlândia (MG) por meio da análise de componentes principais. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 2, p. 407-413, 2016.

PRILL, M.A.S.; NEVES, L.T.V.C.; CAMPOS, A.J.; SILVA, S.; CHAGAS, E.A.; ARAÚJO, W.F. Aplicações de tecnologias pós-colheita para bananas ‘Prata-Anã’ produzidas em Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1237-1242, 2012.

QUEIRÓS, P. F. **Uso de embalagens plásticas na conservação, pós colheita e qualidade de goiabas “pedro sato”**. 2017. 41 f. TCC (Bacharelado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

RABÊLO, S.V. **Revisão de alcaloides do gênero *Annona*, estudo fitoquímico e avaliação da atividade biológica de atemoia (*Annona cherimola* x *Annona squamosa*)**. 2014. 234 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais do Semiárido) - Campus Petrolina, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2014.

RABÊLO, S.V; COSTA, M.M.D.; LIBÓRIO, R.C.; ALMEIDA, J.R.G.D.S. Antioxidant and antimicrobial activity of extracts from atemoia (*Annona cherimola* Mill x *A. squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. especial, p. 265-271, 2014.

REGES, B.M.; BATISTA, E.M.; ALMEIDA, É.J.N.; LEMOS, L.M.R.; SILVA, E.F.; SOUZA, P.A. Pós-colheita de *Annona squamosa* L. recobertas com filme PVC. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 4, p. 445-451, 2018.

REIS, M.F.T. **Influência da atmosfera modificada e da refrigeração sobre as propriedades físico-químicas, texturais e reológicas da atemoia**. 2013. 136 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Departamento de Engenharia Agrícola Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

RENCHER, A.C. **Methods of Multivariate Analysis**. 2. ed. Nova York: Wiley-Interscience, 2002. p.727.

RIBEIRO, C.; CANADA, J.; ALVARENGA, B. Prospects of UV radiation for application in postharvest technology. **Journal Food Agriculture**, Chichester, 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, p. 1-12, 2017.

RIVERA-PASTRANA, D. M.; GARDEA, A. A.; YAHIA, E. M.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M. A.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Effect of UV-C irradiation and low temperature storage on bioactive compounds, antioxidant enzymes and radical scavenging activity of papaya fruit. **Journal Food Science Technology**, Cham Netherlands, v. 51, n. 12, p. 3821-3829, 2014.

ROCHA, A.M.; COSTA, S.C.; LIMA, T.S.; SILVA, A.F.; BARÃO, C.E. Aplicação do biopolímero de amido de cassava e amido de milho na conservação pós-colheita de guava. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 2, p. 6658-6680, 2020.

ROESLER, R.; MALTA, L. G.; CARRASCO, L. C.; PASTORE, G. Evaluation of the antioxidant properties of the Brazilian Cerrado fruit *Annona crassiflora* (Araticum). **Journal of Food Science**, Londres, v. 71, n. 2, p. 102-107, 2006.

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 127. **Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical**, 2007.

RUSSO, V.C.; DAIULO, E.R.; VIEITES, R.L. Melão amarelo (CAC) minimamente processado submetido a diferentes cortes e concentrações de cloreto de cálcio armazenado em atmosfera modificada passiva. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 227-236, 2012.

ROTILI, M.C.C.; COUTRO, S.; CELANT, V.M.; VORPAGEL, J.A.; BARP, F.K.; SALIBE, A.B.; BRAGA, G.C. Composição, atividade antioxidante e qualidade do maracujá-amarelo durante armazenamento. **Sêmima: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 1, p. 227-240, 2013.

SÁ, C.R.L.; SILVA, E.O.; TERAPO, D. SARAIVA, A.C.M. **Métodos de controle do etileno na qualidade e conservação pós-colheita de frutas**. 2008. 36 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 111), Fortaleza, 2008.

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.; SILVA, M. B.; MOREIRA, E.G.S. SANTOS, E.X.; TRIPOLONI F.M. Extensão da vida útil de pitangas submetidas ao tratamento com cloreto de cálcio. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 6, n. 1, p. 45-58, 2017b.

SANCHES, A.G.; DA SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; DOS SANTOS, E. X.; MENEZES, K.R.P.; CORDEIRO, C. A. M. Ethylene absorber (KMnO<sub>4</sub>) in postharvest quality of pinha (*Anona squamosa* L.). **Emirates Journal of Food and Agriculture**, Abu Dhabi, v. 31, n. 8, p. 605-612, 2019.

SANTOS, E.M.H. **Diagnose da composição nutricional (cnd) para a cultura da atemoia**. 2016. 54 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SANTOS, R.V.M.; VIEIRA, H.D.; BORÉM, F.M.; PRADO, V.B. Estatística Multivariada aplicada em dados de custos da fase de pós-colheita do café. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 2, p. 223-230, 2017.

SANTOS, J.M.S.M.; FIGUEIREDO, S.N.; RAMOS, V.C.; SANTANA, S.F.; CERQUEIRA, R.M.S.; SILVA, J.M.; OLIVEIRA JÚNIOR, L.F.G.; FREITAS, M.I. Qualidade pós-colheita de duas variedades de tomates. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, Rio Largo, v. 3, n. 1, p. 6550, 2018.

SÃO JOSÉ, A.R.; PIRES, M.M.; FREITAS, A.L.E.; RIBEIRO, D.P.; PEREZ, L.A.A. Atualidades e perspectivas das anonáceas no mundo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. especial, p. 86-93, 2014.

SARAÇLI, S.; DOGAN, N.; DOGAN, I. Comparison of hierarchical cluster analysis methods by cophenetic correlation. **Journal of Inequalities and Applications**, v. 203, n.1, p. 203-211, 2013.

SARKHOT, D. V.; GRUNWALD, S.; GE, Y.; MORGAN, C. L. S. Comparison and detection of total and available soil carbon fractions using visible/near infrared diffuse reflectance spectroscopy. **Geoderma**, Amsterdã, v. 164, n.1-2, p. 22-32, 2011.

- SAVEGNAGO, R.P., CAETANO, S.L., RAMOS, S.B., NASCIMENTO, G.B., SCHMIDT, G.S., LEDUR, M.C. MUNARI, D.P. Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analyses of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population. **Poultry Science**, Amsterdã, v. 90, n. 10, p. 2174-2188, 2011.
- SHAMA, G.; ALDERSON, P. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialization. **Trends in Food Science and Technology**, Loughborough, v. 16, p. 128-136, 2005.
- 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**, Amsterdã, v. 76, p. 50–57, 2013.
- SILVA, A.V.C; ANDRADE, D.G. DE; YAGUIU, P; CARNELOSSI, M.A.G; MUNIZ, E.N.; NARAIN, N. Uso de embalagens e refrigeração na conservação de atemoia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 300-304, 2009a.
- SILVA, L.J.B.; SOUZA, M.L.; ARAÚJO NETO, S.E. MORAIS, A.N. Revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de maracujá-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 995-1003, 2009b.
- SILVA, J.M.; MIZOBUTSI, G.P.; MIZOBUTSI, E.H.; CORDEIRO, M.H.M; FERNANDES. Conservação pós-colheita de pinha com uso de 1-metilciclopropeno. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1201-1208, Jaboticabal, 2013.
- SILVA, G.N.C.; BIAZATTI, M.A.; SILVA, M.P.; CORDEIRO, M.H.M; MIZOBUTSI, E.H. Preservação dos atributos físicos de frutos de atemoia cv. Gefner com o uso de 1-MCP e atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 828-834, 2014a.
- SILVA, M.A.; CARVALHO, F.C.Q.; SILVA, J.R.; LINS, S.R. de O.; OLIVEIRA, S.M.A. Uso de antagonistas e produtos alternativos no manejo pós-colheita de podridão mole em pimentão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 718-725, 2014b.
- SILVA, B.S.; SILVA, G.M.C.; SILVA, L.R.; WALDMAN, W.R.; OLIVEIRA, J.G DE. Tratamento com cloreto de cálcio na pós-colheita retarda o desverdecimento e a perda de firmeza do mamão UENF/CALIMAN01. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 3, p. 588-599, 2015.
- SILVA, G.M.C.; SILVA, M.P.S.; BIAZATTI, M.A.; SANTOS, C..S.; SILVA, N.M.; MIZOBUTSI, G.P. Uso do 1-MCP e atmosfera modificada na pós-colheita de atemoia ‘Gefner’. **Agrária**, Recife, v. 11, n. 2, p. 67-72, 2016.
- SMIRNOFF, N. **Environment and plant metabolism**. Oxford: BIOS Scientific publishers, 1995. 270 p.
- SOBRINHO, R.B.; MESQUITA, A.L.M.; HAWERROTH, F.J. **Pragas da cultura da atemoia: monitoramento e controle**. 28 p. (Documentos / Embrapa Agroindústria

Tropical, 166), Fortaleza, 2013.

SOMMERS, C.H.; SITES, J.E.; MUSGROVE, M. Ultraviolet light (254 nm) inactivation of pathogens on foods and stainless steel surfaces. **Journal of Food Safety**, Hoboken, v. 30, n. 2, p. 470-479, 2010.

SORBENTSYSTEMS. **The problem** – ethyne gás. Disponível em: <https://www.sorbentsystems.com/epaxtech.html>. Acesso em: 03 mai. 2020.

SOUSA, F.C.; SOUSA, E.P.; CRUZ, C.S.A.; GOMES, J.P.; ALMEIDA, F.A.C. parâmetros físicos e físico-químicos da atemoia ‘Gefner’ em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 329-334, 2013.

SOUZA, A. E. R. de. **Fisiologia e proteômica enriquecida de parede celular em cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) sob estresse por radiação ultravioleta B e seca**. 2015. 251 f. Tese (Doutorado em genética) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

SOUZA, P.A.; FREITAS, R.V.S.; BATISTA, E.M.; COSTA, F.B.; MARACAJÁ, P.B. Armazenamento de atemoias (*Annona squamosa* x *Annona cherimola*) recobertas com filme PVC. **Revista Verde**, Pombal, v. 10, n. 5, p. 155-159, 2015.

SPRICIGO, P.C. **Removedores de etileno baseados em plataformas nanométricas de sílica e alumina impregnadas com permanganato de potássio para aplicações em póscolheita de frutas e hortaliças**. 2015. 122 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2015.

STEVENS, C.; WILSON, C.L.; LU, J.Y.; KHAN, V.A.; CHALUTZ, E.; DROBY, S.; KABWE, M.K.; HAUNG, Z.; ADEYEYE, O.; PUSEY, L.P.; WISNIEWSKY, M.E.; WEST, M. Plant hormesis induced by ultraviolet light C for controlling postharvest diseases of tree fruits. **Crop Protection**, Amsterdã, v. 15, n. 2, p. 129-134, 1996.

STEVENS, C.; KHAN, V. A.; LU, J. Y.; WILSON, C. L.; PUSEY, P. L.; KABWE, M. K.; IGWEGBE, E. C. K.; CHALUTZ, E.; DROBY, S. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. **Crop Protection**, Amsterdã, v. 17, n. 1, p. 75-84, 1998.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MOLLER, I. M., MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre-RS: Artmed, 2017. 888 p.

TERAO, D.; SASAKI, F.F.C.; NECHET, K.L.; FRIGHTTO, R.T.S.; KONDA, E.T. **Aplicação da radiação ultravioleta-C para controle da podridão peduncular do mamão**.

Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 20 p. il. color. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio Ambiente, p.1516-4675; 81).

THÉ, P.M.P. **Efeito da associação de tratamento hidrotérmico, cloreto de cálcio e atmosfera modificada sobre o escurecimento interno e qualidade do abacaxi cv. Smooth Cayenne**. 2019. 128 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

TIECHER, A. **Efeito da radiação UV-C na expressão gênica e nas respostas bioquímico-fisiológicas em frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.)**. 2010. 62 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010.

TIECHER, A.; PERGORARO, C.; FRANCO, J.J.; BORGES, C.T.; ROMBALDI, C.V.; MANICA-BERTO, R.; AZAMBUJA, R.H.M. Efeito da radiação ultravioleta-C no controle de *Monilinia fructicola*. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 50-55, 2010.

TOIVONEN, P. M. A.; BRUMMELL, D. A. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 48, n. 1, p. 1-14, 2008.

TORRES, L.M.A.R. **Conservação pós-colheita de atemóia cv. “Thompson”**. 2008. 124 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2008.

TORRES, L.M.A.R; SILVA, M.A DE; GUAGLIANONI, D.G; NEVES, V.A . Effects of Heat Treatment and Calcium on Postharvest Storage of Atemoya Fruits. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 20, n. 3, p. 359-367, 2009.

TREMOCOLDI, M.A. **Atividade antioxidante, compostos fenólicos totais e Cor em abacate ‘hass’ submetido a diferentes Tratamentos físicos**. 2008. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2011.

TREPTOW, T. C. **Irradiação UV-C em cultivares de uvas Niágara branca, Trebbiano, Isabel e Cabernet Sauvignon**. 2012. 83 f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A. Fruitand Vegetable Juice-Processing Technology. **London J Westport, connecticut, the Avi pub. Co., inc**, v. 1028, p. 11, 1961.

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.

VALERO, D.; SERRANO, M. **Postharvest biology and technology for preserving fruit quality**. New York: CRS press, 2010. 288 p.

VASCO, C. RUALES, J. KAMAL-ELDIN, A. Total phenolic compounds and antioxidante capacities of major fruits from Ecuador. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 111, n. 4, p. 816-823, 2008.

VASCONCELOS, H.C.V. **Radiação ultravioleta C e embalagens na conservação pós-colheita de cajá-manga**. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Unidade Universitária de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2015.

VASCONCELOS, H.C.V. **Aplicação de técnicas pré e pós-colheita em tangerina 'Dekopon'**. 2019. 152 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.

VIEITES, R.L.; SOARES, L.P.R.; DAIUTO, E.R.; MENDONÇA, V.Z.; FURLANETO, K.A.; FUJITA, E. Maçã 'eva' orgânica submetida a aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 4, p. 87-93, 2014.

VIEIRA, G.H.M. **Tratamentos físicos em pós-colheita de atemoia 'Thompson'**. 2018. 151 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

VILAS BOAS, A.A.C.; SIQUEIRA, H.E.; BEMFEITO, R.M.; RODRIGUES, L. VILAS BOAS, E.V.B. Características químicas e físicas de tomate italiano minimamente processado submetidos a cloreto de cálcio e 1-mcp. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 1, p. 670-673, 2014.

VIVIANI, L.; LEAL, P. M. Qualidade pós-colheita de banana-prata-anã armazenada sob diferentes condições. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 465-470, 2007.

YAMAMOTO, E. L. M.; FERREIRA, R. M. de. A.; FERNANDES, P. L. de. O.; ALBUQUERQUE, L. B.; ALVES, E. O. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. **Revista Verde de Agroecologia Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 49-55, 2011.

WANG, Y.; LONG, L. E. Physiological and biochemical changes relating to postharvest splitting of sweet cherries affected by calcium application in hydrocooling water. **Food Chemistry**, Amsterdã, v. 181, p. 241-247, 2015.

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

WILLS, R. B. H.; WARTON, M. A. Efficacy of Potassium Permanganate Impregnated into Alumina Beads to Reduce Atmospheric Ethylene. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 129, n. 3, p. 433-438, 2004.

WILLS, R.B.H., HARRIS, D.R., SPOHR, L.J., GOLDING, J.B. Reduction of energy usage during storage and transport of bananas by management of exogenous ethylene levels.

**Postharvest Biology and Technology**, Amsterdã, v. 89, p.7-10, 2014.

ZAGORY, D. Ethylene-removing packaging In: ROONEY, M. L. **Active food packaging**.

Glasgow: Chapman & Hall, 1995. p. 38-54.