



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus de Botucatu



**TANIA REGINA KOVALSKI**

**QUALIDADE DO FEIJÃO-VAGEM MINIMAMENTE PROCESSADO HIGIENIZADO  
COM ÁCIDO PERACÉTICO E HIPOCLORITO DE SÓDIO**

**Botucatu  
2018**



**TANIA REGINA KOVALSKI**

**QUALIDADE DO FEIJÃO-VAGEM MINIMAMENTE PROCESSADO HIGIENIZADO  
COM ÁCIDO PERACÉTICO E HIPOCLORITO DE SÓDIO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia (Horticultura).

Orientador: Rogério Lopes Vieites

**Botucatu**

**2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

K88q	<p>Kovalski, Tânia Regina, 1983- Qualidade do feijão-vagem minimamente processado higienizado com ácido peracético e hipoclorito de sódio / Tânia Regina Kovalsi. - Botucatu: [s.n.], 2018 145 p.: fots.color., grafs. color., ils., tabs.</p> <p>Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2018 Orientador: Rogério Lopes Vieites Inclui bibliografia</p> <p>1. Feijão comum - Qualidade. 2. Produtos minimamente processados. 3. Microbiologia agrícola. I. Vieites, Rogério Lopes. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônomicas. III. Título.</p>
------	--

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: QUALIDADE DO FEIJÃO-VAGEM MINIMAMENTE  
PROCESSADO HIGIENIZADO COM ÁCIDO PERACÉTICO E HIPOCLORITO  
DE SÓDIO

AUTORA: TANIA REGINA KOVALSKI

ORIENTADOR: ROGÉRIO LOPES VIEITES

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em AGRONOMIA  
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. ROGÉRIO LOPES VIEITES  
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP

  
Prof.ª Dr.ª ANGELA VACARO DE SOUZA  
Engenharia de Biosistemas / Faculdade de Ciências e Engenharia - Unesp - Tupã/SP

  
Dr.ª ELISANGELA MARQUES JERÔNIMO TORRES  
. / APTA - Polo Regional Centro Oeste - Bauri

Botucatu, 24 de agosto de 2018



*A memória do meu querido pai,  
Dedico com todo meu amor e gratidão pelos seus  
ensinamentos e motivação aos estudos.*





## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por ser essencial em minha vida, pelas bênçãos alcançadas, pela serenidade, paciência e sabedoria que sempre me concedeu para enfrentar as lutas.

Aos meus queridos pais, Maria Claudia e Cícero Antônio, pelos incentivos e valores passados.

Ao Prof. Dr. Rogério, pela orientação, ensinamentos e exemplo de professor que me incentivou em todos os momentos, tornando possível a conclusão desta dissertação.

Aos meus amigos e colegas, por toda ajuda prestada, em especial Karina e Flávia sempre disponíveis e dispostas a ajudar, obrigada principalmente pelo companheirismo.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP) e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Horticultura), por ter propiciado condições para a realização deste trabalho.

Aos funcionários da instituição e em especial à Técnica do Laboratório Márcia, pela parceria durante minhas análises.

Ao Evandro, responsável pela empresa que cedeu espaço e equipamentos para o preparo do experimento.

Ao meu esposo Valério e filho João Paulo meu infinito agradecimento pelo apoio incondicional.

Aos meus amigos e familiares que de alguma forma contribuíram para a realização e conclusão desse projeto.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de financiamento 001.



## RESUMO

Higienizantes são recomendados para retardar ou reduzir o crescimento microbiológico, sendo utilizado pelas indústrias nos produtos minimamente processados para assegurar a qualidade do produto, diminuindo o número de microrganismos contaminantes, aumentando o período da vida de prateleira do vegetal. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes dosagens do ácido peracético e hipoclorito de sódio sobre as características microbiológicas, nutricionais e sensoriais do feijão-vagem minimamente processado. As vagens (*Phaseolus vulgaris* L.) foram selecionadas, retiradas as pontas, lavadas e processadas em fatias. Imediatamente foram submetidas aos tratamentos com ácido peracético: T1 - Controle, T2 - 0,01%, T3 - 0,02%, T4 - 0,03% , T5 - 0,04% e aos tratamentos com hipoclorito de sódio nas dosagens: T1 -Controle, T2 - 0,01%, T3 - 0,015% e T4 - 0,02%, que em seguida foram lavadas em água corrente. Subsequentemente foram drenadas, centrifugadas, separadas em porções de 180 g, acondicionadas em bandeja de poliestireno expandido com PVC e armazenadas sob refrigeração em câmara fria ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  de umidade relativa), por 10 dias. As análises realizadas foram: perda de massa fresca, taxa respiratória, cor instrumental, sólidos solúveis, pH, acidez titulável, *Ratio*, açúcar redutor, açúcar total, sacarose, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante total, pigmentos, polifenoloxidase, peroxidase, aceitabilidade e intenção de compra. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial. Os dados foram submetidos à análise de variância e fez-se regressão. No ensaio com ácido peracético as doses de 0,03 e 0,04% foram eficazes no controle microbiológico do feijão-vagem minimamente processado em todo o período de armazenamento. Na análise sensorial do feijão-vagem minimamente processado a maior aceitabilidade foi dada para o produto higienizado com 0,04% de ácido peracético, assim como a melhor intenção de compra. O uso de ácido peracético como higienizante não proporcionou aroma residual no feijão-vagem minimamente processado. Para o ensaio com hipoclorito de sódio as doses estudadas não foram efetivas para o controle microbiológico no feijão-vagem minimamente processado ao longo dos 10 dias de armazenamento. O feijão-vagem minimamente processado higienizado com 0,02% com hipoclorito de sódio obteve melhor aceitabilidade e intenção de compra durante o armazenamento, assim como a menor perda de massa. E a utilização do hipoclorito de sódio, como higienizante, no feijão-vagem minimamente processado não proporcionou aroma residual.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., higienizantes, processamento mínimo, qualidade, microbiologia



## ABSTRACT

Hygienizers are recommended to slow or reduce microbiological growth being used by industries in minimally processed products to ensure product quality by reducing the number of contaminating microorganisms presents, increasing the shelf life of the vegetable. The objective of this study was to evaluate the effect of different dosages of peracetic acid and sodium hypochlorite on microbiological characteristics; nutritional and sensory characteristics of the minimally processed snap bean. The snaps (*Phaseolus vulgaris* L.) were selected, tipped, washed and sliced. They were immediately submitted to treatments with peracetic acid: T1 - Control, T2 – 0.01%, T3 – 0.02%, T4 – 0.03%, T5 – 0.04% and to treatments with sodium hypochlorite in dosages: T1 - Control, T2 - 0.01%, T3 - 0.015%, T4 - 0.02% which were then washed in running water. Subsequently they were drained, centrifuged, separated into 180 g portions, packed in a polystyrene tray expanded with PVC and stored under refrigeration in a cold room ( $5 \pm 1$  ° C and  $85 \pm 5\%$  relative humidity) for 10 days. Soluble solids, pH, titratable acidity, ratio, reducing sugar, total sugar, sucrose, total phenolic compounds, total antioxidant activity, pigments, polyphenoloxidase, peroxidase, acceptability and intention were all analyzed: weight loss, respiratory rate, instrumental color, soluble solids, pH, and purchase. The design was completely randomized in factorial scheme. Data were submitted to analysis of variance and regression was performed. In the peracetic acid test the doses of 0.03 and 0.04% were effective in the microbiological control of the minimally processed snap beans throughout the storage period. In the sensory analysis of the minimally processed snap bean, the highest acceptability was given to the product sanitized with 0.04% peracetic acid, as well as the best purchase intention. The use of peracetic acid as a sanitizer did not provide residual aroma in the minimally processed snap bean. For the sodium hypochlorite test the doses studied were not effective for the microbiological control in the minimally processed snap bean during the 10 days of storage. The minimally processed snap bean with 0.02% sodium hypochlorite obtained better acceptability and purchase intent during storage, as well as the lower mass loss. And the use of sodium hypochlorite, as a sanitizer, in the minimally processed snap bean did not provide residual aroma.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L., hygienizing, minimum processing, quality, microbiology



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** - Corte manual do feijão-vagem antes do tratamento com ácido peracético.....41
- Figura 2** - Pesagem e embalagem do feijão-vagem após tratamentos.....42
- Figura 3** - Fluxograma de processamento do feijão-vagem minimamente processado, higienizados com diferentes concentrações de acordo com cada tratamento.....43
- Figura 4** - Perda de massa fresca (%) da vagem minimamente processada ao longo de 10 dias de armazenamento.....54
- Figura 5** - Valores de pH da vagem minimamente processada higienizadas com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....55
- Figura 6** - Acidez Titulável (AT) da vagem minimamente processada higienizada com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....56
- Figura 7** - Sólidos Solúveis (SS) da vagem minimamente processada higienizada com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....57
- Figura 8** - Teores de umidade (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento .....59
- Figura 9** - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....61

<b>Figura 10</b> - Teores de fibras (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	62
<b>Figura 11</b> - Valores da Luminosidade em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	63
<b>Figura 12</b> - Valores do croma em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	64
<b>Figura 13</b> - Valores do ângulo <i>Hue</i> em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	65
<b>Figura 14</b> - Teores de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico 100g <sup>-1</sup> ) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	66
<b>Figura 15</b> - Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético armazenado.....	67
<b>Figura 16</b> - Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	68
<b>Figura 17</b> - Teores de açúcar total (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético ao longo de 10 dias de armazenamento.....	69
<b>Figura 18</b> - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético armazenado.....	70



<b>Figura 19</b> - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	70
<b>Figura 20</b> - Teores de amido (%) em vagem minimamente processada higienizadas com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	71
<b>Figura 21</b> - Taxa de respiração ( $\text{ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	72
<b>Figura 22</b> - Atividade em polifenoloxidase ( $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$ ) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	75
<b>Figura 23</b> - Atividade da peroxidase ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	76
<b>Figura 24</b> - Compostos fenólicos totais ( $\text{mg de ácido gálico } 100 \text{ g}^{-1}$ ) do feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	78
<b>Figura 25</b> - Atividade antioxidante total (%) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	79
<b>Figura 26</b> - Teores médios de clorofila A ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético armazenados.....	80
<b>Figura 27</b> - Teores médios de clorofila B ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético armazenados.....	80

<b>Figura 28</b> - Teores de clorofila B (mg 100g <sup>-1</sup> ) do feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	81
<b>Figura 29</b> - Teores de antocianinas (mg 100g <sup>-1</sup> ) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	82
<b>Figura 30</b> - Teores médios de carotenoides (mg 100g <sup>-1</sup> ) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético.....	83
<b>Figura 31</b> -Teores de carotenoides (mg 100g <sup>-1</sup> ) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	84
<b>Figura 32</b> - Teores de flavonoides (mg de quercetina 100g <sup>-1</sup> ) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	85
<b>Figura 33</b> - Porcentagem da idade dos avaliadores da análise sensorial dos ensaios de feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes higienizantes ao longo de 10 dias de armazenamento.....	86
<b>Figura 34</b> - Sexo dos avaliadores da análise sensorial dos ensaios de vagem minimamente processada higienizada com diferentes higienizantes ao longo de 10 dias de armazenamento.....	87
<b>Figura 35</b> - Estado civil dos avaliadores da análise sensorial dos ensaios de vagem minimamente processada higienizada com diferentes higienizantes ao longo de 10 dias de armazenamento.....	87
<b>Figura 36</b> - Frequência de compra de produtos minimamente processados pelos avaliadores da análise sensorial.....	88

<b>Figura 37</b> - Porcentagem da causa, para não comprar/ou comprar com menor frequência produtos minimamente processados, apontadas pelos avaliadores da análise sensorial.....	89
<b>Figura 38</b> - Porcentagem do motivo da compra de produtos minimamente processados apontado pelos avaliadores da análise sensorial.....	89
<b>Figura 39</b> - Notas para o atributo aparência do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	91
<b>Figura 40</b> - Notas para o atributo aroma do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	92
<b>Figura 41</b> - Intenção de compra do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	93
<b>Figura 42</b> - Perdas de massa fresca (%) em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio .....	94
<b>Figura 43</b> - Perda de massa fresca (%) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento.....	95
<b>Figura 44</b> - Valores de pH em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento.....	96
<b>Figura 45</b> - Acidez titulável (g de ácido cítrico 100 g <sup>-1</sup> ) em feijão-vagem minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento.....	98

<b>Figura 46</b> - Teores de sólidos solúveis (°Brix) em feijão-vagem minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	99
<b>Figura 47</b> - Teores de umidade (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	100
<b>Figura 48</b> - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento .....	102
<b>Figura 49</b> - Teor de fibras (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	103
<b>Figura 50</b> - Valores da luminosidade em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	104
<b>Figura 51</b> - Valores de coroma em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas.....	105
<b>Figura 52</b> - Valores do ângulo <i>Hue</i> em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	106
<b>Figura 53</b> - Teores de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico 100g <sup>-1</sup> ) em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas.....	107
<b>Figura 54</b> - Teores de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico 100g <sup>-1</sup> ) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento.....	108

<b>Figura 55</b> - Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	109
<b>Figura 56</b> - Teor de açúcar total (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	110
<b>Figura 57</b> - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	111
<b>Figura 58</b> - Teor de amido (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio armazenado.....	112
<b>Figura 59</b> - Teor de amido (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento.....	113
<b>Figura 60</b> - Taxa de respiração (ml CO <sub>2</sub> Kg <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> ) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	114
<b>Figura 61</b> - Atividade da polifenoloxidase (μmol catecol transformado min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> MF) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	117
<b>Figura 62</b> - - Atividade da peroxidase (μmol H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> transformado min <sup>-1</sup> g <sup>-1</sup> MF) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	118
<b>Figura 63</b> - Atividade antioxidante total (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	119

<b>Figura 64</b> - Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g <sup>-1</sup> ) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio armazenadas.....	120
<b>Figura 65</b> - Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g <sup>-1</sup> ) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento.....	121
<b>Figura 66</b> - Teores de clorofila A (mg 100 g <sup>-1</sup> ) em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas.....	121
<b>Figura 67</b> - Teores de clorofila B (mg 100 g <sup>-1</sup> ) em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas.....	122
<b>Figura 68</b> - Teores de carotenoides (mg 100 g <sup>-1</sup> ) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento.....	124
<b>Figura 69</b> - Teores de flavonoides (mg de quercetina 100g <sup>-1</sup> ) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento.....	125
<b>Figura 70</b> - Notas para a aparência do feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	126
<b>Figura 71</b> - Notas para o atributo aroma da vagem minimamente processada higienizada com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	127
<b>Figura 72</b> - Intenção de compra de vagem minimamente processada higienizada com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....	128

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Perda de massa fresca (%) da vagem minimamente processada higienizadas com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR) .....53
- Tabela 2** - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento .....60
- Tabela 3** - Contagens de coliformes termotolerantes a  $45^{\circ}\text{C}$ , *Salmonella* das amostras da vagem minimamente processada ao longo de 10 dias de armazenamento a  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR.....74
- Tabela 4** - Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$ ) do feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....77
- Tabela 5** - Teores de antocianinas (mg  $100\text{g}^{-1}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento.....82
- Tabela 6** - Valores de pH em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....95
- Tabela 7** - Teores de acidez titulável (g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$ ) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....97
- Tabela 8** - Teores de umidade (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....100

**Tabela 9** - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....101

**Tabela 10** - Teor de Fibras (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....102

**Tabela 11** - Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....108

**Tabela 12** - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....111

**Tabela 13** - Contagens de coliformes 45°C, *Salmonella* das amostras da vagem minimamente processada ao longo de 10 dias de armazenamento.....116

**Tabela 14** - Teores de antocianinas (mg 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....123

**Tabela 15** - Teores de antocianinas (mg 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....123

**Tabela 16** - Teores de flavonoides (mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento.....124



## SUMÁRIO

1	INDRODUÇÃO.....	29
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	29
2.1	Aspectos gerais do feijão-vagem.....	29
2.2	Processamento mínimo .....	30
2.3	Higienizantes.....	33
2.3.1	Hipoclorito de sódio.....	34
2.3.2	Ácido peracético.....	35
2.4	Qualidade higiênico-sanitária dos vegetais.....	36
2.5	Bioindicadores de contaminantes em vegetais minimamente processados.....	37
2.5.1	<i>Salmonella</i> spp.....	37
2.5.2	Coliformes totais, coliformes termotolerantes e <i>Escherichia coli</i> .....	37
2.6	Boas Práticas de Fabricação.....	38
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	40
3.1	Matéria-prima.....	40
3.2	Identificação dos agentes higienizantes .....	40
3.3	Análises Microbiológicas.....	44
3.3.1	Preparo das amostras.....	44
3.3.2	Determinação do número mais provável (NMP) de coliformes termotolerantes.....	44
3.3.3	Determinação de <i>Salmonella</i> ssp. ....	45
3.4	Análises físico-químicas.....	45
3.4.1	Determinação dos teores de açúcares redutores, Açúcares totais, teores de amido e sacarose (%). ....	45
3.4.2	Sólidos Solúveis – SS (°Brix).....	46

3.4.3	Acidez Titulável – AT.....	46
3.4.4	Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	46
3.4.5	Umidade .....	46
3.4.6	Cinzas.....	46
3.4.7	Teor de fibra bruta alimentar.....	47
3.4.8	'Ratio'.....	47
3.4.9	Avaliação da cor instrumental.....	47
3.4.10	Atividade respiratória.....	48
3.5	Atividade Enzimáticas .....	48
3.5.1	Determinação da atividade da polifenoloxidase (PFO).....	48
3.5.2	Determinação da atividade das peroxidase (POD) .....	49
3.6	Análises Bioquímicas .....	49
3.6.1	Preparo do extrato de vagem para determinação de Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante Total pelo Método do DPPH.....	49
3.6.2	Compostos fenólicos totais.....	50
3.6.3	Atividade Antioxidante pelo método DPPH.....	50
3.6.4	Pigmentos.....	50
3.6.5	Flavonoides.....	51
3.7	Análise Sensorial .....	51
3.8	Análise Estatística.....	52
4	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>53</b>
4.1	Análises físico-químicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético.....	53
4.2	Análises microbiológicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético.....	73
4.3	Análises enzimáticas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético.....	74

<b>4.4</b>	<b>Análises bioquímicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético.....</b>	<b>77</b>
<b>4.5</b>	<b>Análises do perfil dos avaliadores do feijão-vagem minimamente processado.....</b>	<b>85</b>
<b>4.6</b>	<b>Análise sensorial do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético.....</b>	<b>90</b>
<b>4.7</b>	<b>Análises físico-químicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do hipoclorito de sódio.....</b>	<b>93</b>
<b>4.8</b>	<b>Análises microbiológicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do hipoclorito de sódio .....</b>	<b>114</b>
<b>4.9</b>	<b>Análises enzimáticas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do hipoclorito de sódio.....</b>	<b>116</b>
<b>4.10</b>	<b>Análises bioquímicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do hipoclorito de sódio .....</b>	<b>118</b>
<b>4.11</b>	<b>Análise sensorial do feijão-vagem minimamente processado com o uso do hipoclorito de sódio.....</b>	<b>125</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>129</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>130</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>131</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A vagem ou feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) possui grande importância econômica e está entre as principais hortaliças consumidas no país. Segundo Stevens (1994), é classificada como terceira melhor opção de fonte de cálcio entre 39 plantas estudadas (frutos e vegetais). No Brasil a produção de vagens frescas é destinada basicamente para o consumo *in natura*, sendo designadas para a indústria e exportação, pequenas quantidades (ALVES, 1999).

Devido ao aumento da busca por alimentos mais saudáveis (vegetais *in natura*) por consumidores e instituições, as indústrias alimentícias observaram uma demanda no mercado dos minimamente processados (MP) de frutas e hortaliças (AHVENAINEM, 1996), sendo considerado como tendência no setor de alimentos, encontra-se em ascensão no mercado, são convenientes pela comodidade, pelo menor tempo gasto no preparo das refeições, padronização do produto e menor perda pós-colheita, além de agregação de valor ao produto vegetal (RUSSO et al. 2012b; CANDEL, 2001; MORETTI, 2004).

Vegetais minimamente processados são pré-preparados por meio de processos de limpeza, classificação, lavagem, descascamento, corte, higienização, centrifugação, embalagem e armazenamento (MORETTI, 2004). Contudo, esses tecidos fatiados, cuja superfície de exposição é maior, apresentam maiores taxas de respiração e, conseqüentemente, maiores alterações fisiológicas, bioquímicas e contaminações microbiológicas em relação ao tecido inteiro (PORTE; MAIA, 2001).

A qualidade microbiológica dos alimentos minimamente processados (MP) está relacionada à presença de microrganismos deteriorantes que irão provocar alterações sensoriais do produto durante sua vida útil. Entretanto, a maior preocupação está associada com sua segurança, não apresentando contaminação por agentes químicos, físicos e microbiológicos em concentrações prejudiciais à saúde (VANETTI, 2004). A utilização de soluções desinfetantes na água de lavagem de hortaliças minimamente processadas reduz a contaminação microbiológica tornando produtos mais seguros para o consumo (BEUCHAT, 1999).

Os sanitizantes à base do cloro ativo são os mais utilizados na higienização dos vegetais minimamente processados. De acordo com Lee; Baek (2008), dentre os produtos clorados para a higienização de hortaliças, o hipoclorito de sódio é comumente utilizado pelas indústrias alimentícias, sólido absorve umidade e libera

gás, sendo mais indicado na forma líquida para não causar descoloração nos vegetais. Segundo Garret et. al (2003), vários higienizantes tem mostrado sua eficácia em reduzir carga microbiana, porém o cloro ainda é utilizado devido seu amplo espectro de ação contra microrganismos e seu baixo custo. Entretanto, outros sanitizantes eficazes na inativação de microrganismos vêm sendo utilizados, visando a substituição do cloro que durante o processo dos vegetais minimamente processados podem ocorrer a evaporação e a formação de cloridratos nos produtos com efeito prejudiciais à saúde (PARISH et al. 2003, RICCO et al. 2007).

O ácido peracético tem rápida ação, elevada capacidade de oxidação dos componentes celulares dos microrganismos mesmo em baixa temperatura. Devido a sua eficácia a frio, não oferecer risco de toxicidade, nem alterar sabor e odor dos alimentos é muito utilizado pelas indústrias de alimentos, considerado excelente higienizante (NASCIMENTO et al., 2003). De acordo com Block (1991), sua ação biocida é influenciada pela concentração, temperatura e tipo de microrganismos, além de ser efetivo sem deixar residual tóxico.

Objetivou-se avaliar a eficácia de diferentes doses de ácido peracético e hipoclorito de sódio como higienizantes em feijão-vagem minimamente processado, verificando os níveis microbiológicos, nutricionais e sensoriais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Aspectos gerais do feijão-vagem

O feijão-vagem, comumente conhecida como vagem, muito cultivada em diversas regiões brasileiras é uma hortaliça da mesma espécie botânica do feijão comum e caracteriza-se por ser colhida quando as vagens ainda estão verdes.

Pertencente à família *Fabaceae*, o feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) compreende aproximadamente 650 gêneros e 18.000 espécies, distribuídas nas subfamílias Caesalpinioideae, Faboideae e Mimosoideae (POLHILL *et al.*, 1981). A vagem ou feijão-vagem é uma espécie domesticada há mais de sete mil anos, originária de dois locais: a Mesoamérica (México e América Central) e a região Andina.

O feijão-de-vagem é uma Fabácea anual, herbácea, com sistema radicular superficial, do tipo pivotante; a haste é angulosa e com pelos simples, de onde são emitidos os ramos laterais. As folhas são compostas e trifoliadas. Devido à sua estrutura floral, o feijão-de-vagem é classificado como planta autógama, uma vez que tanto o estigma quanto as anteras se encontram protegidos pelas pétalas, sendo que a polinização se dá no momento da abertura da flor (CASTELLANE *et al.*, 1988). Os frutos são vagens que apresentam polpa espessa e formato afilado dentro do qual se desenvolvem as sementes (FILGUEIRA, 2008).

De acordo com Blanco *et al.* (1997), desenvolvem-se muito bem em temperaturas que variam de 18 a 30 °C. Podem adaptar-se bem a climas temperados ou tropicais com temperaturas variando entre 18 e 50°C (NADAL *et al.*, 1986). No entanto, temperaturas elevadas, reduz a produtividade, pois durante a fase reprodutiva, altas temperaturas exercem influência sobre o aborto de flores, vingamento e retenção final das vagens, assim como baixas temperaturas podem reduzir ou retardar a germinação das sementes após a semeadura, resultando baixa produtividade (ANDRADE, 1998). De acordo com Filgueira (2008), o feijão-vagem é uma das hortaliças mais intolerantes a baixas temperaturas decorrente do frio e de geadas. Sendo assim em regiões onde as condições climáticas não permitem o plantio de feijão-vagem durante o ano todo em condições naturais de campo, o cultivo deve ser realizado sob proteção.

O feijão-vagem é uma opção para o produtor cultivar no período de entressafra de outras olerícolas, tendo vários benefícios, como aproveitamento das estruturas de tutoramento, adubação residual e quebra de ciclo de algumas doenças além de diversificar a produção (SANTOS et al., 2012).

As perdas pós-colheita podem alcançar altos níveis dependendo das espécies, colheita, condições de armazenamento e de comercialização, dentre outros fatores (ALLENDE; ARTÉS, 2003). A exposição desta hortaliça ao etileno acelera estes sintomas de senescência e, por isto, ela deve ficar longe de frutos climatérios, motores de combustão e outras fontes de etileno (EVANGELISTA et al., 2011).

## 2.2 Processamento Mínimo

O processamento mínimo de frutas e hortaliças foi introduzido na década de 90 no Brasil por algumas indústrias que visava atender o novo nicho de mercado. Os minimamente processados, oferece pouco desperdício além de ser um produto rápido e fácil para o consumo *in natura* ou preparo em variadas culinárias. São considerados produtos de conveniência pela redução do tempo de preparo, melhor padronização da qualidade e redução das perdas (CANTWELL, 1992). Segundo os dados da Associação Brasileira de Supermercados, a comercialização de hortaliças cresceu 20% na década de 90, e os pedidos para aquisição dos minimamente processados vem crescendo a cada ano. No Brasil calcula-se que o volume de venda chegou a \$US 150 milhões no ano de 2003 (PILON et al., 2002, RABELLO, 1999).

Durante o processamento dessas hortaliças, as reações oxidativas causam escurecimento, descoloração de pigmentos endógenos, perda ou alteração do *flavor* do produto, alterações na textura e perda nutricional devido à destruição parcial de vitaminas e ácidos graxos essenciais (WILEY, 1994). Após os cortes ou injúrias dos vegetais, provoca-se o rompimento de organelas, modifica a permeabilidade de célula, estimulando a desorganização celular, aumentando a produção de etileno e da atividade respiratória (DURIGAN; CASSARO, 2000).

Os alimentos minimamente processados surgiram para suprir as necessidades dos consumidores atuais que buscam alimentação mais saudável e rica em nutrientes, exigindo após o seu processo, refrigeração e condições de embalagens que garantam barreira para a proliferação e desenvolvimento de microrganismos



patogênicos. Antes de serem armazenadas sob baixas temperaturas, as hortaliças minimamente processadas passam pelas etapas de pré-seleção, classificação, lavagem, corte, sanitização, enxágue, centrifugação e embalagem (SILVA; FERNANDES, 2003). O processamento pode incluir ainda o controle de pH, adição de antioxidantes, imersão em água clorada, ou a combinação destes ou outros tratamentos com outros métodos de conservação (WILEY, 1994).

Algumas regulamentações são importantes para garantir a qualidade e a segurança dos vegetais minimamente processados. A RDC N° 216 de 15 de setembro de 2004 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), determina que o processo de resfriamento do alimento preparado deve ser realizado de forma a minimizar o risco de contaminação cruzada e a permanência do mesmo em temperaturas que favoreçam a multiplicação microbiana, deve ser conservado sob refrigeração a temperaturas inferiores a 5°C (cinco graus Celsius), ou congelado à temperatura igual ou inferior a -18°C (BRASIL, 2004b). O Brasil segue padrões estabelecidos pela Resolução RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA) que define limites microbiológicos como ausência para *Salmonella* em 25g de produto e tolerância máxima para amostra de  $5 \times 10^2$  NMP g<sup>-1</sup> ou UFC g<sup>-1</sup> de coliformes a 45°C (BRASIL, 2001a). Decretos, resoluções e algumas portarias estabelecem normatizações relacionadas a processamento mínimo de frutos e hortaliças in natura. Sendo elas nacionais:

- Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N°14 de 28/04/2014: Regulamento Técnico que estabelece os requisitos mínimos para avaliação de matérias estranhas macroscópicas e microscópicas em alimentos e bebidas e seus limites de tolerância indicativas de riscos à saúde humana e/ou as indicativas de falhas na aplicação das boas práticas na cadeia produtiva de alimento (BRASIL, 2014).
- Resolução da Diretoria Colegiada - RDC N°216 de 15/09/2004: Regulamento que estabelecer procedimentos de Boas Práticas para serviços de alimentação a fim de garantir as condições higiênico-sanitárias do alimento preparado (BRASIL, 2004b).

- Portaria nº 1428, de 26 de novembro de 1993 - MS (Ministério da Saúde): Regulamento Técnico para Inspeção Sanitária de Alimentos, Diretrizes para o Estabelecimento de Boas Práticas de Produção e de Prestação de Serviços na Área de Alimentos e Regulamento Técnico para o Estabelecimento de Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ's) para Serviços e Produtos na Área de Alimentos (BRASIL, 1993).
- Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 2 de 08/01/2004: Uso do ácido peracético como coadjuvante de tecnologia na função de agente de controle de microrganismos na lavagem de hortifrutícolas em quantidade suficiente para obter o efeito desejado, sem deixar resíduos no produto final (BRASIL, 2004a).
- Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 77 de 16/04/2001: Os produtos destinados à desinfecção de água para o consumo humano ou desinfecção de hortifrutícolas deverão comprovar sua eficácia frente à *Escherichia coli* (BRASIL, 2001b).
- Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 275 de 30/09/2003: Regulamento técnico de procedimentos operacionais padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das boas práticas de fabricação em estabelecimentos de Alimentos (BRASIL, 2003a).

Órgãos e instituições regulamentadoras internacionais como a *U.S. Food and Drug Administration* (FDA); World Health Organization (WHO), Codex Alimentarius Commission (CAC), e a International Commission for the Microbiological Specifications of Foods (ICMSF) instituem e regularizam os vegetais minimamente processados em relação à níveis de toxidade, controles sanitários e boas práticas de fabricação.

## 2.3 Higienizantes

De acordo com RDC N° 216 - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, define-se higienização como a operação que compreende duas etapas, a limpeza, sendo ela uma operação de remoção de substâncias minerais e ou orgânicas indesejáveis e a desinfecção, operação de redução, por método físico e ou agente químico, do número de microrganismos em nível que não comprometa a qualidade higiênico-sanitária do alimento (BRASIL, 2004b). E segundo *Food and Drug Administration* (FDA) (1998) citado por Parish (2003), interpreta como higienização de alimentos de frutas e hortaliças frescas seria o tratamento do produto limpo por um processo eficaz em destruir ou reduzir o número dos microrganismos patogênicos, sem afetar a qualidade ou segurança do produto para o consumidor.

A higienização dos produtos hortícolas minimamente processados desempenha importante papel na manutenção da qualidade do produto, diminuindo o número de microrganismos contaminantes presentes e aumentando seu período de vida de prateleira (OLIVEIRA; VALLE, 2000).

Soluções higienizantes e água com boa qualidade é altamente recomendando para retardar ou manter crescimento microbiológico a níveis seguros em vegetais minimamente processados, garantindo a qualidade do produto para consumo imediato e assim não colocando em risco a saúde do consumidor. O higienizante utilizado não pode prejudicar as características sensoriais e deve garantir a segurança microbiológica do produto (WATADA et al., 1996; SAPERS; SIMMONS, 1998). No Brasil existem vários higienizantes utilizados nas indústrias de hortaliças e frutas de minimamente processados, como compostos a base de cloro, iodo, bromo, peróxido de hidrogênio, ácidos orgânicos e ácido peracético (FIGUEIREDO, 2000).

Trabalhos realizados por Santos, Junqueira e Pereira (2010), realizaram análises microbiológicas de *E. coli*, *Salmonella*, bolores e leveduras, aeróbios mesófilos em 180 amostras de minimamente processados, onde estudo revela a contaminação de produtos como alface, agrião, couve picada, rúcula, repolho, cenoura ralada, abobrinha ralada e salada mista com *E. coli* superiores aos recomendados pela legislação brasileira.

### 2.3.1 Hipoclorito de sódio

O hipoclorito de sódio é um composto químico que possui propriedades desinfetantes encontradas em solução de 2,0 a 2,5%; cuja composição são soda cáustica (NaOH), cloreto de sódio (NaCl), hipoclorito de sódio (NaClO) e água. O hipoclorito de sódio é um agente higienizante permitido pela legislação no Brasil, sendo um dos mais utilizados pelas indústrias de alimentos nos vegetais minimamente processados para manter sua qualidade microbiológica. São compostos eficientes e de baixo custo, tendo larga aplicação, como por exemplo, na forma de spray, para o controle bacteriológico em indústrias de frutas e hortaliças (BERBARI; PASCHOALINO; SILVEIRA, 2001).

A ação do cloro nas frutas e hortaliças minimamente processadas está relacionada com a capacidade oxidativas de reagir com as proteínas da membrana celular bacteriana, formando o composto N-cloro, interferindo no transporte de nutrientes para célula, provocando sua morte (VANETTI, 2005). De acordo com a Portaria nº78 de 30 de janeiro de 2009, a Secretaria do Rio Grande do Sul aprova o uso de soluções cloradas na desinfecção de alimentos do setor hortifrutigranjeiros nas concentrações de 100 a 250ppm/15 minutos de contato com o produto (BRASIL, 2009). Segundo a RESOLUÇÃO-RDC Nº 77, DE 16 de março de 2001, os produtos destinados à desinfecção de água para o consumo humano ou desinfecção de hortifrutícolas deverão comprovar sua eficácia frente à *Escherichia coli* (BRASIL, 2001b). A resolução 21CFR Part 178 da FDA (2914b) determina como concentração máxima de 200ppm para a desinfecção de vegetais prontos para consumo e os minimamente processados (FDA, 2001). Embora no Brasil não exista legislação específica, na higienização de hortaliças e frutas o cloro é frequentemente manipulado nas concentrações de 50 ppm a 200 ppm durante 3 a 20 minutos, com pH de 5,0 a 7,0 (RICO et. al.2007). Porém, Evangelista (2005), cita que compostos clorados podem alterar aromas de frutos. Sua ação germicida é ineficiente na presença de matéria orgânica, fazendo-se necessária a pré-lavagem (VANETTI, 2005). Estudos com beterrabas minimamente processadas com cloro ativo em concentração 200 ppm por 6 minutos obtiveram resultados ausência de *Salmonella* e coliformes fecais durante 10 dias de armazenamento  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  de umidade relativa (VITTI et al., 2004).

No entanto, várias pesquisas vêm sendo realizadas com a proposta de substituir o hipoclorito, pois são considerados precursores na formação de cloraminas orgânicas, que são prejudiciais à saúde devido ao seu alto potencial carcinogênico. Agentes higienizantes, como ácido acético e ácido peracético, estão sendo considerado tão eficazes quanto o cloro (SREBERNICH, 2007).

### **2.3.2. Ácido peracético**

O ácido peracético que é obtido pela reação do ácido acético ou anidrido acético com o peróxido de hidrogênio e é outro agente sanificante que tem sido utilizado com bastante sucesso, sua eficiência é semelhante ou superior à do hipoclorito de sódio (NASCIMENTO, 2002).

O ácido peracético é um forte desinfetante com largo espectro de atividade antimicrobiana e usado em várias indústrias incluindo a de processamento de alimentos, bebidas, médica, farmacêutica, têxtil, de polpa e de papel (COLI, 2005).

Usualmente comercializado como líquido o ácido peracético é um oxidante usado para higienização de frutas e hortaliças, sendo eficaz na inativação de microrganismos patogênicos que podem causar riscos à saúde do consumidor. Segundo Pinheiro, et al. (2011), o ácido peracético é eficaz na inativação das bactérias patogênicas, pois atua na oxidação da parede celular microbiana, danificando o sistema enzimático, causando sua morte. Neal et al. (2012), estudaram os efeitos do ácido peracético em espinafre minimante processado utilizando 80ppm por 2 minutos, obtiveram a redução de 1 log UFC/g. De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 2 de 08 de janeiro de 2004 é permitido o uso do ácido peracético como coadjuvante de tecnologia na função de agente de controle de microrganismos em hortícolas (BRASIL, 2004a). Sua ação em baixas temperaturas é uma das vantagens, o produto também não é corrosivo aos equipamentos de inox e alumínio, inodoro na forma diluída e não requer enxágue em concentrações recomendadas, no entanto, há desvantagens como irritabilidade a pele de manipuladores, incompatibilidade com ácidos, álcalis concentrados, borrachas naturais ou sintéticas, cobre, ferro e alumínio (SBCTA, 2000).

## 2.4 Qualidade higiênico – sanitária dos vegetais

Sendo de ocorrência natural, a microbiota dos vegetais pode ser decorrente de contaminações de forma direta ou indiretamente por fezes, animais ou insetos, solo, água de irrigação, equipamentos mal sanificados, além de manipuladores com higiene pessoal deficiente. O controle das condições higiênico-sanitárias desses produtos prontos para o consumo é realizado por meio da determinação da presença de coliformes termotolerantes (à 45°C), que são bactérias bioindicadoras de qualidade higiênico-sanitária, e de *Salmonella* spp., responsáveis por surtos de doenças transmitidas por alimentos (DTA) em muitos países (BRASIL, 2003b).

Fatores como pH, atividade de água, presença de nutrientes, microbiota do alimento e condições de temperatura em qual o alimento se encontra, podem inibir ou desenvolver a multiplicação dos microrganismos. Segundo Frank e Takeushi (1999), alguns microrganismos que fazem parte da microbiota das hortaliças são encontrados naturalmente no vegetal, porém quando realizado um procedimento de lavagem eficiente com higienizantes, é capaz de reduzir a carga microbiana inicial. Para minimizar problemas de contaminação e proliferação de microrganismos, boas práticas de fabricação (BPF) e novos parâmetros de produção e processamento foram regulamentados (STEWART et al., 2002).

O desenvolvimento de microrganismos psicrotróficos e mesófilos patogênicos em frutas e hortaliças minimamente processadas pode ser decorrente do manuseio inadequado e estes, podem prejudicar a qualidade sensorial bem como a segurança desses produtos (PEREIRA; MIYA; MAISTRO, 2001).

A Resolução RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001, do Ministério da Saúde, estabelece os padrões microbiológicos sanitários para alimentos, não existindo padrões específicos para os frutos minimamente processados. Estes podem ser inseridos no grupo de alimentos designados como: “frutas frescas, in natura, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanificadas, refrigeradas ou congeladas, para consumo direto”, cuja tolerância máxima para amostra indicativa é de  $5 \times 10^2$  NMP g<sup>-1</sup> ou UFC g<sup>-1</sup> de coliformes a 45° C e ausência de *Salmonella* spp. em 25g (BRASIL, 2001a). De acordo com Jay (1994), 20% das hortaliças e frutas para consumo humano são perdidas, como consequência alterações microbianas, sendo os principais agentes causadoras as bactérias, leveduras e fungos.

## 2.5 Bioindicadores de contaminação em vegetais minimamente processados

### 2.5.1 *Salmonella* spp.

De acordo com Silva et al. (2007), a *Salmonella* é um gênero da família *Enterobacteriaceae*, definidos como bastonetes Gram negativo não esporogênicos, anaeróbios facultativos e oxidase negativos. Entre as doenças de origem alimentar a *Salmonella* é o principal agente causador no mundo (WHO, 2005). Segundo Eduardo et al.(2003), entre 1999 e 2003 dos casos de surtos ocorridos no Brasil, estudos demonstraram que 43,1% foram causados pela bactéria *Salmonella*. Sua transmissão ocorre pela ingestão de alimentos contaminados crus e/ou com deficiência no cozimento, geralmente encontrados em ovo, leite, carnes, vegetais ou produtos de origem animal. Segundo a Divisão de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar/CVE/SES-SP (BRASIL, 2013) as análises de ovos em laboratórios de saúde pública no Brasil mostram que 1,6 em cada 100 ovos podem estar contaminados pela bactéria. O ovo destaca-se como principal alimento envolvido na transmissão, segundo estudo do Ministério da Saúde, a *Salmonella* é o principal agente causador.

Entre 1999 e 2007, o consumo de ovos crus ou com deficiência no cozimento, foi responsável por 22,6% dos 5.699 casos desse tipo de doença notificados ao Ministério da Saúde. As residências são os locais com maior ocorrência (48,5%), seguidas de restaurantes (18,8%) e escolas (11,6%). Takayanagui (2000) realizaram as análises laboratoriais em alface de 129 hortas, em 20,1% delas revelou irregularidades, destacando-se elevada concentração de coliformes fecais (17%) e presença de *Salmonella* (3,1%).

### 2.5.2 Coliformes Totais, coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*

De acordo com Silva et al. (2007), as enterobactérias e coliformes são indicadores das condições de higiene dos processos de fabricação, porque são facilmente inativados pelos sanitizantes. O grupo do coliformes totais é um subgrupo da família *Enterobacteriaceae* que inclui 44 gêneros e 176 espécies(BRENNER; FARMER, 2005). O grupo dos coliformes termotolerantes (coliformes fecais) é um subgrupo dos coliformes totais restrito aos capazes de

fermentar a lactose em 24 horas e as bactérias originária do trato intestinal *E. coli* está dentro do grupo dos coliformes totais e do grupo de coliformes termotolerantes. Segundo Silva et al. (2007) o habitat natural da *E. coli* é o trato intestinal dos animais de animais de sangue quente, embora possa ser introduzida nos alimentos de fontes não fecais. São encontrados em reservatórios ambientais, sendo considerada indicador de contaminação fecal em alimentos “in natura”.

No entanto, a contaminação com fezes humano-animais destes produtos pode ocorrer desde a irrigação, colheita, produção, transporte, armazenagem ou manipulação dessas hortaliças (GUIMARÃES et al., 2003). Silva et al. (2003) descreve que algumas cepas de *E. coli* podem provocar doenças em indivíduos chamadas *E. coli* enteropatogênicas, sendo nos EUA 20% dos surtos e doenças são provocados pelos alimentos como hortaliças contaminados. Mediante estudos, é indicado a implementação de Boas Práticas Agrícolas (BPA) no período de pré-colheita e pós-colheita e Boas Práticas de Fabricação (BPF) durante o processamento dos vegetais para minimizar riscos de contaminações de microrganismos patogênicos.

## **2.6 Boas Práticas de Fabricação (BPF)**

De acordo com a RDC 216 de 15 de setembro de 2004 da Agência Nacional da Vigilância Sanitária (ANVISA), definem-se como boas práticas como procedimentos que devem ser adotados por serviços de alimentação a fim de garantir a qualidade higiênico-sanitária e a conformidade dos alimentos com a legislação sanitária (BRASIL, 2004b). As Boas Práticas de Fabricação (BPF) ou Good Manufacturing Practices (GMP) são requisitos de fabricação e manipulação de alimentos a fim de inibir a contaminação e os perigos que possam causar danos à saúde do consumidor (BRASIL, 2007). A segurança alimentar é atributo de qualidade muito desejável, programas como APPCC – Análise de Perigo e Pontos Críticos de Controle auxiliam as indústrias de minimamente processados preventivamente monitorar e controlar cada etapa do processo onde o risco é maior, garantindo a inocuidade do produto, e para que as práticas higiênicas sejam aplicadas, medidas como implementação de BPF – Boas Práticas de Fabricação também influenciam positivamente na garantia da qualidade do alimento (OLIVEIRA, 2009).



O termo segurança refere-se ao comprometimento da indústria em fornecer produtos seguros, livres de qualquer contaminação inaceitável de natureza biológica, química ou física que seja nocivo à saúde ou à integridade do consumidor (SANT'ANA et al., 2002).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Matéria-prima

O feijão-vagem, variedade Atibaia, foi fornecido pela empresa Verde Limpo de minimamente processado localizada na Rodovia Marechal Rondon Km 279, S/N – Boa Esperança no município de São Manoel / São Paulo, cujas coordenadas geográficas latitude: -22.747684 e longitude: -48.586628. Após a colheita (vagens com comprimento de 16 a 18 cm), o produto foi encaminhado para a agroindústria Verde Limpo.

#### 3.2 Identificação dos agentes higienizantes

- Ácido Peracético ( $C_2H_4O_3$ ): desinfetante a base de ácido peracético, sua composição são componentes de peróxido de hidrogênio e ácido acético de 25% e 75% ácido peracético.
- Hipoclorito de Sódio ( $NaClO$ ): substância aquosa, cuja composição são soda cáustica ( $NaOH$ ) – 1% massa, cloreto de sódio ( $NaCl$ ) – 14% massa, hipoclorito de sódio, água 71% massa.

Na recepção do feijão-vagem houve a triagem do produto para homogeneização do lote, retirada das pontas com auxílio de faca de aço inox e em seguida, as vagens inteiras foram lavadas em água corrente a  $27^{\circ}C \pm 2^{\circ}C$ , dentro de saco de polietileno tipo Raschel por 10 minutos. Posteriormente, realizou-se o processamento (Figura 5) dos experimentos seguindo as boas práticas de fabricação, corte manualmente em fatias de aproximadamente 1cm de espessura, utilizando faca de aço inox com sentido de rotação perpendicular ao fluxo do produto (Figura 1).

**Figura 1 - Corte manual do feijão- vagem antes do tratamento com ácido peracético**



Imediatamente as vagens minimamente processadas receberam os seguintes tratamentos:

Experimento 1: Higienização com doses de ácido peracético

- Tratamento 1: Controle
- Tratamento 2: Ácido peracético 0,01%
- Tratamento 3: Ácido peracético 0,02%
- Tratamento 4: Ácido peracético 0,03%
- Tratamento 5: Ácido peracético 0,04%

Experimento 2: Higienização com doses de hipoclorito de sódio

- Tratamento 1: Controle
- Tratamento 2: Hipoclorito de Sódio 0,01%
- Tratamento 3: Hipoclorito de Sódio 0,015%
- Tratamento 4: Hipoclorito de Sódio 0,02%

Após a higienização, os tratamentos 2,3 e 4 do segundo ensaio foram novamente enxaguados em água corrente por 5 minutos.

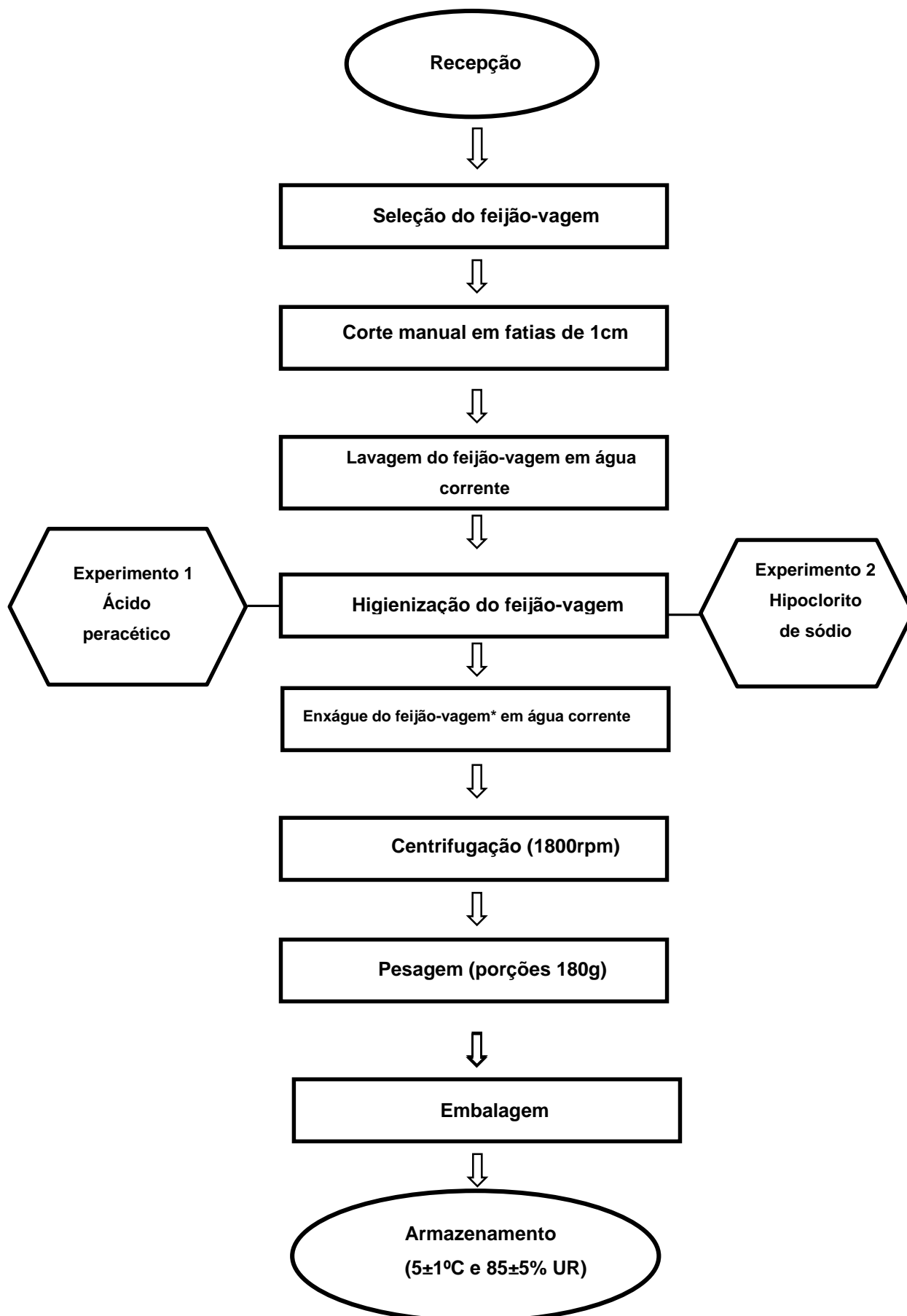
Subsequente a etapa de higienização realizou-se a centrifugação, utilizando centrífuga doméstica de 1800 rpm (rotações x minuto). Imediatamente porções de 180g foram pesadas (Figura 2), com exceção para análise respiratória que foram pesados 400g e acondicionadas em bandeja de poliestireno expandido com filme de policloreto de vinila (PVC) com 12  $\mu$ m de espessura (Figura 2) e armazenadas sob-

refrigeração, em câmara fria ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  de umidade relativa) e avaliadas a cada dois dias, durante 10 dias. Todas as operações envolvidas no processamento estão representadas no fluxograma (Figura 3).

**Figura 2 - Pesagem e embalagem do feijão-vagem após tratamentos**



Figura 3 – Fluxograma de processamento do feijão-vagem minimamente processado, higienizados com diferentes concentrações de acordo com cada tratamento. \* Enxágue no tratamento com hipoclorito de sódio



### **3.3 Análises Microbiológicas**

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia de Alimentos, Departamento de Microbiologia e Imunologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Botucatu, SP, conforme exigências estabelecidas pela legislação (BRASIL, 2001a).

#### **3.3.1 Preparo das amostras**

Para as análises, foram pesados 25 gramas da amostra do feijão-vagem e homogeneizados em 225 mL de água tamponada esterilizada, em sacos plásticos apropriados, que foram levados ao Stomacher Lab Blender 400 por dois minutos. A partir desta diluição inicial a  $10^{-1}$ , foram preparadas uma série de diluições decimais, utilizando-se o mesmo diluente.

#### **3.3.2 Determinação do Número Mais Provável (NMP) de coliformes termotolerantes**

O método utilizado foi o do NMP (Número Mais Provável) que inclui as seguintes etapas: Teste presuntivo, em que três alíquotas de três diluições das amostras foram inoculadas em uma série de três tubos de Caldo Lauril Sulfato (Difcol) com um tubo de Durham invertido. Após 24h - 48h de incubação a 35°C foi observado se houve a produção de gás nos tubos, sendo considerado suspeito (presuntiva) para presença de coliformes. A seguir, três alçadas de cada tubo positivo foram repicadas em tubos de ensaio contendo 5mL de caldo E.C. (Difcol) para a confirmação de coliformes termotolerantes (CT). Todos os tubos apresentavam tubos de Durham invertidos. O EC foi incubado à 45°C por 24 horas em B.O.D. Após o período de incubação, foi realizada a leitura pela observação da presença de gás no tubo de Durham invertido.

A seguir, utilizando-se a tabela do NMP, foi calculado o NMP de CT por grama de amostra analisada. Havendo o crescimento com produção de gás nos tubos EC foi considerado confirmativo para coliformes termotolerantes (KORNACKI; JOHNSON, 2001).

### 3.3.3 Determinação de *Salmonella* spp.

Para a detecção da presença de *Salmonella*, 25 gramas de amostra foram homogeneizados em 225 mL de água peptonada 1%, no “Stomacher”, com incubação a 35°C por 24 horas. Em seguida, foi transferido 1mL do homogeneizado para um tubo com 10 mL de caldo tetrionato, suplementado imediatamente antes do uso com 0,2 ml de solução de iodo e incubado a 35°C/24 horas. Outra alíquota de 0,1 mL foi transferida para um tubo com 10 mL de caldo Rapaporte-Vassiliadis, incubado a 42°C por 24 horas.

Após este período, uma alçada de cada tubo foi semeada em placas contendo ágar Xilose-Lisina-Desoxicolato (XLD) e de ágar Chromagar *Salmonella*. Após o período de incubação a 35°C por 24 horas, as colônias características de *Salmonella* foram repicadas para tubos inclinados de ágar Tripticase Soja (TSA). A partir destes, foram realizados testes bioquímicos de triagem, em tubos inclinados de ágar Tríplice Açúcar Ferro (TSI) e ágar Fenil (Ágar Fenilalanina). As colônias que apresentaram reações típicas foram submetidas à identificação pelo sistema API-20E (Biomérieux). As cepas que apresentaram confirmação positiva foram testadas frente aos soros polivalentes somáticos e flagelar (ANDREWS et al., 2001).

## 3.4 Análises físico-químicas

As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças, Departamento de Horticultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, SP.

### 3.4.1 Determinação dos teores de açúcares redutores, açúcares totais e sacarose (%)

Os teores de açúcares foram determinados conforme a metodologia descrita por Nelson (1944) e Somogy (1945). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Micronal B 382, em 535 nm e o resultado expresso em porcentagem.

### **3.4.2 Sólidos solúveis**

A leitura foi realizada por refratometria expressa em °Brix, conforme metodologia de IAL (BRASIL, 2008). Utilizou-se o refratômetro de mesa (marca Beberes) à 25°C.

### **3.4.3 Acidez titulável (g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de amostra)**

Obtida por titulometria com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1N, tendo como indicador o ponto de viragem da fenolftaleína, utilizando-se 5g de polpa homogeneizada, diluída em 100ml de água destilada. Os valores foram expressos em g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de amostra, conforme metodologia recomendada pelo IAL (BRASIL, 2008).

### **3.4.4 Potencial Hidrogeniônico (pH)**

A leitura do pH foi realizada pela medição em amostra triturada e homogeneizada, utilizando-se potenciômetro digital TECNAL (Tec-3MP) conforme metodologia do IAL (BRASIL, 2008).

### **3.4.5 Umidade**

O teor de água foi determinado de acordo com o método descrito por Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008), pesando cerca de 3 gramas da amostra, colocados em cadinhos e levado para estufa com aquecimento a 105 ±1 °C com ar forçado até peso constante. Os resultados foram expressos em porcentagem.

### **3.4.6 Cinzas**

A quantidade de cinzas foi determinada de acordo com o método descrito por Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2008). Utilizou-se cerca de 3 gramas de amostra que colocados em cadinhos foram queimados em Mufla a 550 a 570 °C durante 2 horas. Os resultados foram expressos em porcentagem.



### 3.4.7 Teor de fibra bruta alimentar

As análises foram realizadas segundo a metodologia da AOAC (2005) que consiste em digestão ácida ( $H_2SO_4$  1,25%) com refluxo por 30 minutos a partir da ebulição; lavagem da amostra com água quente até a neutralização da mesma; digestão alcalina (NaOH 1,25%) com refluxo por 30 minutos a partir da ebulição e lavagem da amostra com água quente até neutralização da mesma. Posteriormente, o papel de filtro quantitativo, com peso conhecido e a amostra (fibras) foi levado à estufa a  $105^\circ C$  por  $\pm 8$  h e posteriormente pesadas. O resultado foi expresso em porcentagem de fibra bruta.

### 3.4.8 'Ratio'

Os resultados foram obtidos através da relação entre os "sólidos solúveis" e a "acidez titulável". Onde,  $Ratio = SS/AT$  (TRESSLER; JOSLYN, 1961).

### 3.4.9 Avaliação da cor instrumental

Foram feitas em colorímetro e expressa pelo sistema de coordenadas retangulares  $L^*$ ,  $^\circ Hue$  e Croma onde  $L^*$  expressa em porcentagem valores de luminosidade (0% = negro e 100% = branco).

O ângulo  $Hue$  é o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores  $0^\circ$  (vermelho),  $90^\circ$  (amarelo) e  $270^\circ$  (azul). O  $^\circ Hue$  possui variação de: 0 a  $18^\circ$  para a coloração vermelho-violeta, 19 a  $54^\circ$  para a coloração vermelho, 55 a  $90^\circ$  para a coloração laranja, 91 a  $126^\circ$  para a coloração amarelo, 127 a  $162^\circ$  para amarelo-verde, 163 a  $198^\circ$  para a coloração verde, 199 a  $234^\circ$  para azul-verde, 235 a  $270^\circ$  para azul, 271 a  $306^\circ$  para azul-violeta e 307 a  $342^\circ$  para violeta, 343 a  $360^\circ$  vermelho-violeta, perfazendo  $360^\circ$ . O Croma define a intensidade da cor, variando de 0 (cor menos intensa) a 60 (cor mais intensa) (MINOLTA, 1998).

### 3.4.10 Atividade respiratória

A determinação da taxa respiratória foi feita em respirômetro, pela medida de CO<sub>2</sub> liberado, de acordo com metodologia de Bleinroth et al., (1976). A taxa respiratória foi calculada pela seguinte fórmula:

$$TCO_2 = \frac{2,2 \times (B - A) \times V1}{P \times T \times V2} \text{ onde:}$$

TCO<sub>2</sub>: taxa respiratória em mL de CO<sub>2</sub> Kg de fruta<sup>-1</sup> hora<sup>-1</sup>;

B: volume gasto em mL de HCl 1N padronizado para a titulação de hidróxido de potássio 0,1N- padrão antes da absorção de CO<sub>2</sub>;

A: volume gasto de HCl padronizado para a titulação de hidróxido de potássio após a absorção de CO<sub>2</sub> da respiração;

V1: volume de hidróxido de potássio usado na absorção de CO<sub>2</sub> (mL);

P: massa dos frutos (Kg);

T: tempo das reações metabólicas (hora);

V2: volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação (mL);

2.2: devido ao equivalente de CO<sub>2</sub> (44/2), multiplicado pela concentração do ácido clorídrico a 0,1N.

### 3.5 Atividade Enzimáticas

Para as análises foram testadas massas adequadas ( $\pm 0,3$ ), solução do tampão (fosfato de potássio, fosfato de sódio, acetato de sódio e pH 4,5 a 8,5) e comprimento de onda (395 a 505nm). Os melhores resultados foram encontrados para 0,3g, tampão fosfato de sódio 2M pH 7,0. O mesmo foi centrifugado durante 50 minutos, a 6000 rpm, a 4 °C.

#### 3.5.1 Determinação da atividade da polifenoloxidase (PFO)

Foi utilizado a amostra fresca maceradas e homogeneizadas em 10 ml de solução tampão conforme metodologia foi descrita por Kar e Mishra (1976) com adaptações e os resultados foram expressos em  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1}$  massa fresca. Foi retirado a sobrenadante e realizada a pipetagem das amostras das amostras, com 1,85 mL de catecol 0,1 M e 0,3 mL do extrato. Para calibrar o espectrofotômetro utilizado na leitura foi pipetado 0,3 mL de tampão fosfato de

potássio 2M pH 6,4 e 1,85 de catecol 0,1 M. Após esse processo, foi colocado em banho maria por 30 minutos, a 30 °C. Então nos tubos com amostras foram adicionados 0,8mL de ácido perclórico para que cessasse a reação para poder ser realizada a leitura em espectrofotômetro com comprimento de onda de 395 nm.

### **3.5.2 Determinação da atividade da peroxidase (POD)**

A amostra foi macerada e homogeneizada em 10 mL de solução tampão seguindo orientações da metodologia descrita por Lima et al., (1999) com adaptações e os resultados foram expressos em  $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  decomposto  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  massa fresca. Foi retirado a sobrenadante e realizada a pipetagem das amostras, com 0,5 mL de peróxido, 0,5 mL de Aminoantiperina, 1mL de extrato, levado ao banho maria a 30 °C por 5 minutos e utilizado 2 mL de álcool etílico PA para paralisar a reação, quando formado cristais foi levado a banho fervente por 5 minutos. Para calibrar o espectrofotômetro utilizado na leitura foi pipetado 0,5 mL de peróxido, 0,5 mL de Aminoantiperina, 1mL de tampão fosfato de potássio e 2 mL de álcool etílico. A leitura foi realizada em espectrofotômetro com comprimento de onda de 505 nm.

## **3.6 Análises Bioquímicas**

Para a análise dos compostos fenólicos foram realizados testes preliminares para encontrar o extrator mais adequado (metanol 70%, etanol 70% e acetona 70%) para a vagem minimamente processada, assim como a massa da amostra (0,1 a 0,5) e varredura do comprimento de onda para leitura (700 a 760nm). Todas as análises foram feitas em triplicata.

### **3.6.1 Preparo do extrato de vagem para determinação de Compostos Fenólicos Totais e Atividade Antioxidante Total pelo Método do DPPH**

Foram pesados 0,5 g de vagem macerada em nitrogênio líquido em tubos tipo Falcon onde foram adicionados 10 mL da mistura metanol:água (70:30 v/v). Os tubos contendo vagem e o metanol 70% foram submetidos à trituração com Turrax por alguns minutos a temperatura ambiente. Em seguida, os extratos foram levados

ao banho ultrassônico por 20 minutos e posteriormente centrifugados a 5000 rpm durante 15 minutos. Na sequência, foi retirado o sobrenadante e armazenado em frascos âmbar à temperatura de 8°C, até o momento das análises de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método DPPH.

### **3.6.2 Compostos Fenólicos Totais**

Os compostos fenólicos totais do extrato de vagem foram determinados pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ORTHOFER; LAMUELA, 1999). Para a realização da análise, uma alíquota de 0,5 mL do extrato foi transferida para um tubo e adicionado 2,5 mL do reagente Folin/Ciocalteu, diluído em água 1:10. A mistura permaneceu em repouso por cinco minutos. Em seguida foram adicionados 2mL de carbonato de sódio 4% e os tubos deixados em repouso por 2 horas, ao abrigo da luz. A absorvância foi medida em espectrofotômetro a 750nm. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> de polpa fresca, com base em uma curva de calibração.

### **3.6.3 Atividade Antioxidante pelo método DPPH**

A medida da capacidade sequestrante foi determinada pelo método DPPH baseado no princípio de que o DPPH (1,1-difenil-2-picrilidrazil), sendo um radical estável de coloração violeta, aceita um elétron ou um radical hidrogênio para tornar-se uma molécula estável, sendo reduzido na presença de um antioxidante e adquirindo coloração amarela.

A reação foi composta pela adição de 3,0 mL de metanol P.A., 0,5 mL do extrato de vagem, e 0,3 mL do radical DPPH em solução de metanol 0,5mM e incubada por 45 minutos, em temperatura ambiente e ao abrigo a luz. A leitura foi realizada em espectrofotômetro a 517 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem (MENSOR et al., 2001).

### **3.6.4 Pigmentos**

A determinação do teor de pigmentos foi feita segundo a metodologia de Sims e Gamon (2002) a partir de 0,15 g de vagem macerada em nitrogênio líquido

adicionados de 3mL de acetona tamponada Tris-HCl, homogeneizados e centrifugados por 5 minutos a 2000 rpm. O sobrenadante foi retirado com auxílio de uma pipeta automática e a leitura da absorbância realizada em espectrofotômetro a 663 nm para clorofila A, 647 nm para clorofila B, 537 nm para antocianinas e 470 nm para carotenoides. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$  de polpa.

### 3.6.5 Flavonoides

O teor de flavonoides foi realizado pelo método espectrofotométrico adaptado de Santos e Blatt (1998) e Awad, Jager e Westing (2000). Foram pesados 0,2 g de vagem macerada em nitrogênio líquido e adicionado 4mL de metanol acidificado (Metanol 70 % + ácido acético 10 %). Posteriormente foram levados em banho ultrassônico por 30 minutos, adicionou-se 1mL de solução de cloreto de alumínio 5 % (peso/volume) em metanol. Em seguida, foi acondicionado ao abrigo da luz por 30 minutos e depois centrifugados por 20 minutos a 6000 rpm. O sobrenadante foi retirado e posteriormente realizada a leitura em espectrofotômetro a 425 nm. Os resultados foram expressos em mg de rutina  $100\text{g}^{-1}$  de amostra e/ou em mg de quercetina  $100\text{g}^{-1}$  de amostra.

### 3.7 Análise Sensorial

O Feijão-vagem minimamente processado, foi avaliado sensorialmente por meio de testes afetivos (Anexo 1). Para avaliação visual do feijão-vagem minimamente processada foi apresentada 150g na forma crua, acondicionada em bandeja de poliestireno expandido com filme de policloreto de vinila (PVC) com 12  $\mu\text{m}$  de espessura. Os testes foram aplicados nos dias 0, 2, 4, 6, 8 e 10 dias de armazenamento no Departamento de Horticultura da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências Agrônômicas, Campus de Botucatu, SP, onde cada avaliador realizou o teste de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de nove pontos, ancorada pelas notas 1 “desgostei muitíssimo” a nota 9 “gostei muitíssimo”. Foram avaliados os seguintes atributos: aparência (cor), aroma/odor, avaliação global e intenção de compra adaptada de Meilgaard et al. (1999). A equipe foi composta por 60 avaliadores para cada dia de análise, não selecionados e não treinados de ambos os sexos, na faixa etária acima de 18 anos.

### **3.8 Análise Estatística**

Os experimentos seguiram o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5 x 6 (tratamento x período de armazenamento) para o ensaio com ácido peracético e 4 x 6 (tratamento x período de armazenamento) para o ensaio com hipoclorito de sódio. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) ao nível de 95% de probabilidade e os resultados foram analisados via análise de regressão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Análises físico-químicas do feijão-vagem minimamente processada com o uso do ácido peracético

Durante o período de armazenamento a perda de massa fresca (%) não apresentou diferença estatística para as doses de ácido peracético (Tabela 1) e na interação ( $p>0,05$ ). Foram observados valores de 1,22% a 2,81%, com média geral de perda de 1,63%. Para Chitarra e Chitarra (2007) a perda de água é um dos principais fatores de deterioração dos produtos minimamente processados, após o processamento o vegetal fica com maior exposição da superfície, ocorrendo a quebra da barreira natural contra a evaporação da água do interior do produto. Contudo somente perdas acima de 3% podem trazer perda de qualidade nos produtos hortícolas (CHITARRA; CHITARRA, 2005), sugerindo que em 10 dias de armazenamento do feijão-vagem MP manteve a qualidade.

**Tabela 1 - Perda de massa fresca (%) do feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

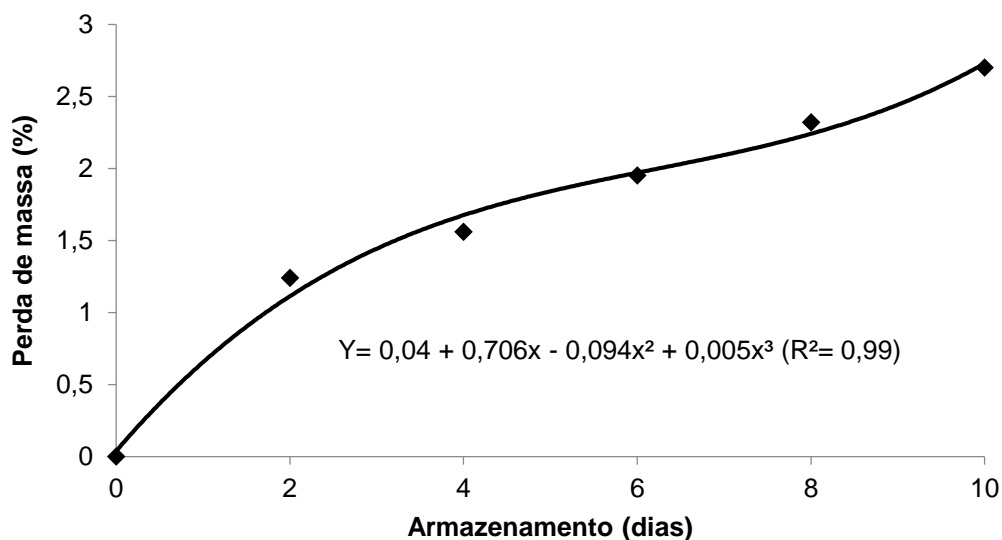
Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,00	1,23	1,58	2,00	2,40	2,74	1,66
Tratamento 2	0,00	1,27	1,58	1,93	2,20	2,56	1,59
Tratamento 3	0,00	1,25	1,56	1,96	2,28	2,72	1,63
Tratamento 4	0,00	1,24	1,60	1,97	2,42	2,81	1,67
Tratamento 5	0,00	1,22	1,47	1,90	2,33	2,66	1,59
Média	0,00	1,24	1,56	1,95	2,32	2,70	1,63
C.V. (%)	14,2						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de ácido peracético; Tratamento 3: 0,02% de ácido peracético; Tratamento 4: 0,03% de ácido peracético; T5: 0,04% de ácido peracético. C.V. (%): coeficiente de variação.

Observou-se influência do tempo de armazenamento nos valores de perda de massa ( $p<0,01$ ) (Figura 6), chegando ao décimo dia com perda de 2,7%. Comportamento semelhante foi descrito por Kluge et al. (2014), cuja perda de massa fresca durante o período de armazenamento em pimentão amarelo minimamente processado, foi de de 1,2 a 1,5%. Assim como Goldini et al. (2003) observaram aumento de perda de massa em feijão-vagem em 12 dias de armazenamento.

Enquanto Kluge et al. (2006) em beterraba minimamente processada citaram discreta perda de massa, alcançando 0,7% ao final do armazenamento, ligando essa resposta as boas condições de armazenamento e atmosfera modificada utilizada.

**Figura 4 - Perda de massa fresca (%) do feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

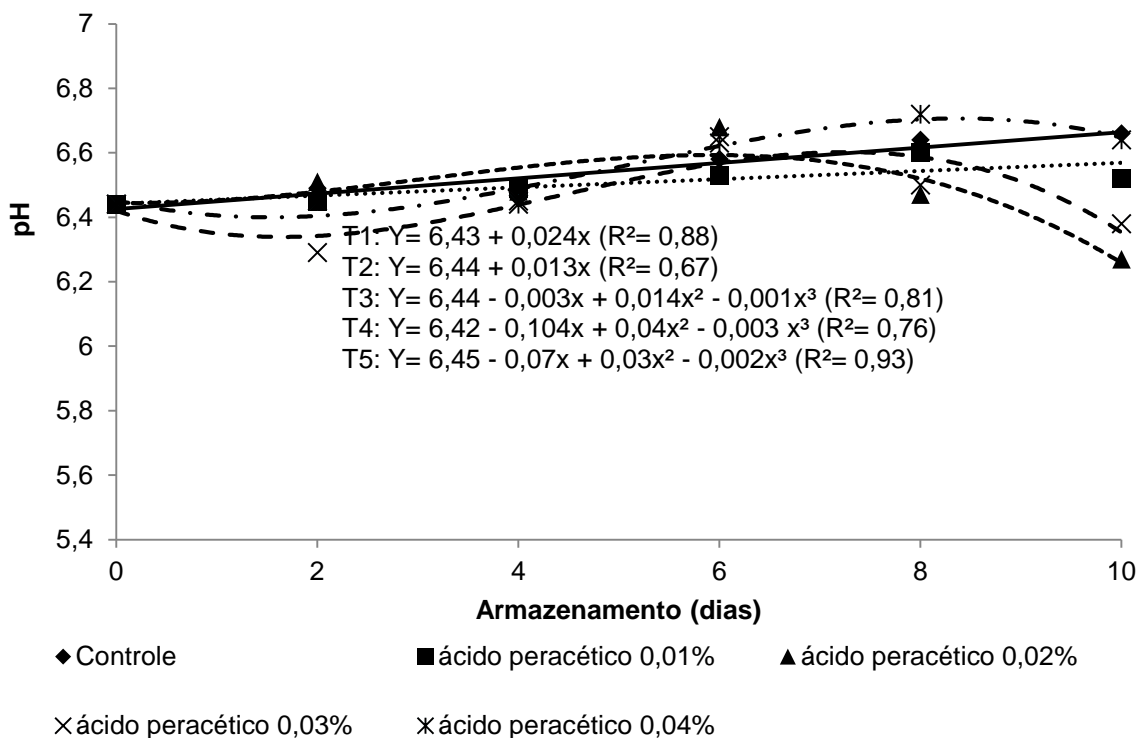


Para os valores de pH observa-se influência significativa para o tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ).

O tratamento controle, T2 (0,01% de ácido peracético) e T5 (0,04% de ácido peracético) apresentaram tendência de aumento do pH durante o armazenamento de 6,44 no início do experimento para 6,66, 6,52 e 6,64 respectivamente (Figura 7). Esse aumento nos valores de pH pode estar relacionado com a contaminação microbiológica nesses tratamentos. Essa evolução também foi observado por Kluge et al. (2014) onde relacionou com aumento da população das bactérias psicrotróficas ao longo do tratamento com pimentões minimamente processado. O tratamento 3 (0,02% de ácido peracético e o tratamento 4 (0,03% de ácido peracético) apresentaram diminuição dos valores de pH, possivelmente indicando maior eficácia dos agentes higienizantes. Srebernich (2007), em pesquisa com cheiro-verde minimamente processado encontrou eficácia do ácido acético na concentração de 100ppm em 15 minutos de exposição. Essa concentração se mostrou mais eficiente na redução das populações microbianas estudadas pelo autor.



**Figura 5 - Valores de pH do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

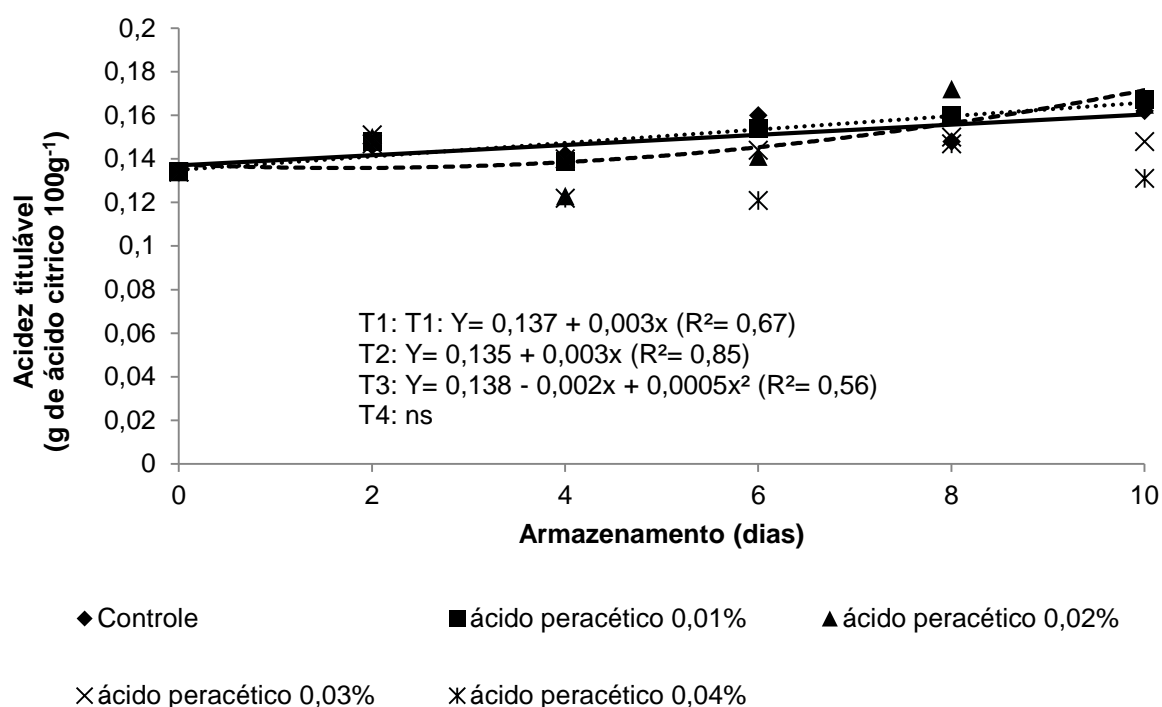


Para os teores de acidez titulável (AT) no feijão-vagem minimamente processado ocorreu influência significativa para o tratamento, armazenamento e na interação ( $p < 0,01$ ). Observou-se aumento no tratamento controle, 0,01% e 0,02% de ácido peracético, partindo de 0,134 g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  de polpa para 0,162, 0,167, 0,165 g de ácido cítrico  $100\text{g}^{-1}$  de polpa, respectivamente, ao décimo dia de armazenamento (Figura 6). A dose com 0,03% e 0,04% de ácido peracético não influenciou a acidez titulável, os teores foram mantidos no armazenamento (10 dias), sugerindo melhor conservação do produto tratado com essas concentrações de ácido peracético. Em trabalho com vagem minimamente processada Paula et al. (2009), citaram variações na AT, os autores atribuíram a perda de qualidade do produto pela contaminação de microrganismos, levando em consideração a acidez titulável e pH do produto, fato este verificado neste trabalho.

Resultado oposto foi observado por Nunes et al. (2010) em mandioquinha salsa MP tratadas com diferentes doses de higienizante, a acidez não foi influenciada por fatores estudados (armazenamento e doses de hipoclorito de sódio).

De acordo com Mattiuz et al. (2004) a acidez em produtos minimamente processados, inibe e controla o desenvolvimento dos microrganismos patógenos nocivos à saúde do consumidor, concordando com este trabalho.

**Figura 6 - Acidez Titulável (AT) do feijão-vagem minimamente processado sanitizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

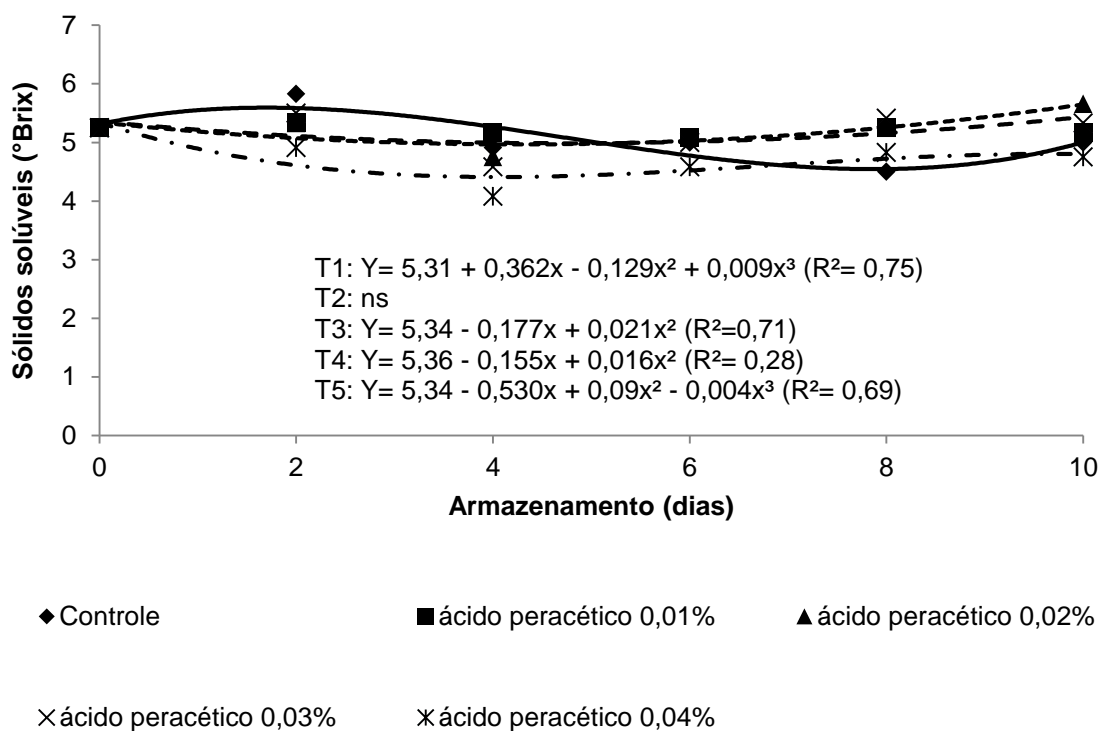


Os teores de sólidos solúveis (Figura 7) do feijão-vagem minimamente processada apresentaram diferenças significativas no tratamento, período de armazenamento e na interação (tratamento x armazenamento),  $p < 0,01$ , com exceção do produto higienizado com 0,01% de ácido peracético, que manteve os teores durante todo o armazenamento.

Observou-se a diminuição dos teores sólidos solúveis nos tratamentos controle e 0,04% ácido peracético, chegando ao décimo dia de armazenamento com 5, 5,16 e 4,75°Brix sugerindo que o ácido peracético não influenciou diretamente os teores de sólidos solúveis, pois a maior dose não diferiu do controle. A redução dos sólidos solúveis nos minimamente processado dos tratamentos provavelmente ocorreu pelo consumo de carboidratos e ácidos orgânicos durante o processo respiratório (via glicólise). Nos tratamentos 0,02% e 0,03% a conversão do amido em açúcares que é

consumido no processo respiratório e fermentativo (produção de CO<sub>2</sub>, água e ácidos orgânicos) foi menor. Tais níveis destes processos contribuíram para o aumento dos sólidos solúveis com o tempo. Comportamento contrário foi citado em trabalho de mandioquinha salsa e hipoclorito de sódio (NUNES et al., 2010) e em abobora minimamente processada tratadas com diferentes higienizantes (SASAKI, 2005), os autores não encontraram influência do higienizante nos teores de sólidos solúveis.

**Figura 7 - Sólidos Solúveis (SS) do feijão-vagem minimamente processado sanitizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

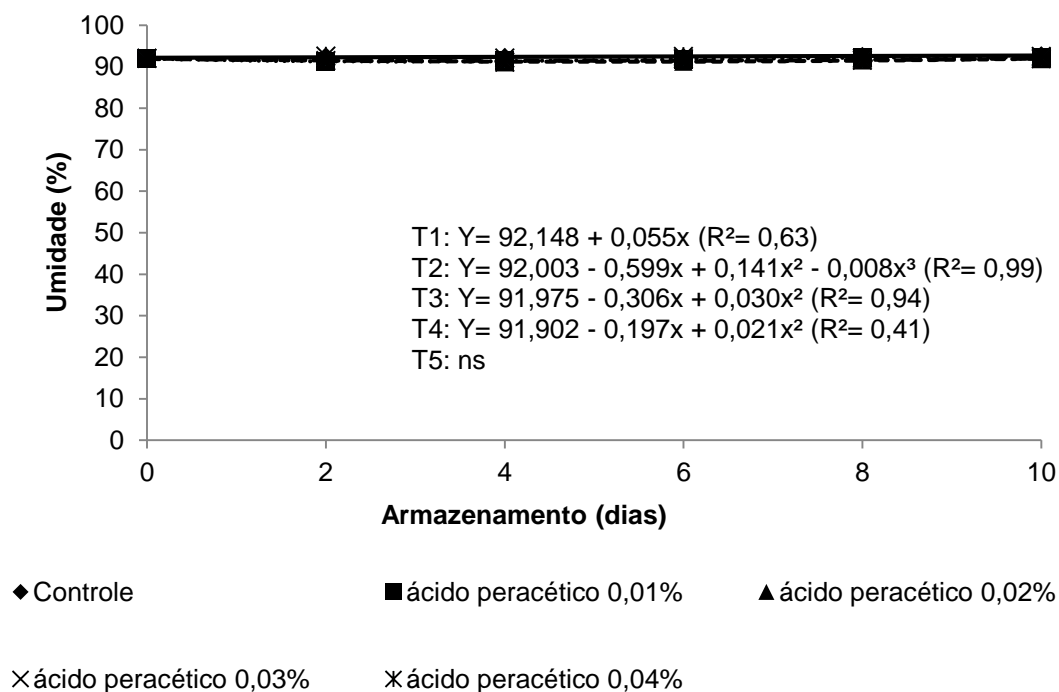


Para os teores de umidade do feijão-vagem minimamente processado houve diferença significativa para o tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). O feijão-vagem minimamente processado apresentou teor de 92,02% de umidade no momento da caracterização do material (Figura 8). Estes resultados corroboram com os encontrados por Carnib (2017), em linhagem 3950 e cultivar de metro (86,1 g 100 g<sup>-1</sup> a 90,8 g 100 g<sup>-1</sup>) e Muradian e Fiorini (1996), em vagens cruas de feijão-macarrão e feijão-manteiga (*Phaseolus vulgaris*) (90,1 g 100 g<sup>-1</sup> e 92,5 g 100 g<sup>-1</sup>).

No armazenamento observa-se aumento no teor do controle, 0,01% e 0,04%, apresentando aos 10 dias 92,7; 92,16 e 92,48%. O tratamento com 0,02% e 0,03% ocorreu pequena redução dos teores, 91,9 e 91,95%. Entretanto pode-se considerar que esses valores se mantiveram no armazenamento, provavelmente essas diferenças se deram pela heterogeneidade das amostras analisadas. Portanto a higienização com ácido peracético não interferiu de maneira efetiva nos teores de umidade do produto. Essa manutenção dos teores de umidade pode também explicar o porquê não ocorreu diferença significativa na perda de massa, pois a água é um dos fatores que contribui com essa perda. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) esses teores são responsáveis pela turgidez dos tecidos, proporcionando boa aparência ao produto.

Os valores do feijão-vagem estão em conformidade com a tabela brasileira de composição de alimentos (NEPA, 2011), onde discrimina valores de umidade da vagem crua de 92%. Resultado semelhante foi observado por Pilon (2003), em trabalho com salada mista de vagem e batata minimamente processada tratadas com 100mg L<sup>-1</sup> de cloro livre por 15 minutos, os autores citam estabilidade dos teores, em média de 88% durante o período de armazenamento de 7, 14 e 21 dias a 1°C± 1.

**Figura 8 - Teores de umidade (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para os valores de cinzas foram observadas diferença estatística no tratamento ( $p < 0,05$ ) e armazenamento ( $p < 0,01$ ), entretanto não ocorreu na interação (tratamento x armazenamento) ( $p > 0,05$ ). Na tabela 2, observa-se que não houve efeito significativo para as médias nos teores de cinzas, apresentando em média valores de 0,49; 0,53; 0,49; 0,52 e 0,53 nos respectivos tratamentos: controle, T2, T3, T4 e T5. Valores semelhantes ao trabalho foram citados por Muradian; Fiorini (1996),  $0,54 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  e  $0,79 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$  para vagens inteiras cruas de feijão-macarrão e feijão-manteiga.

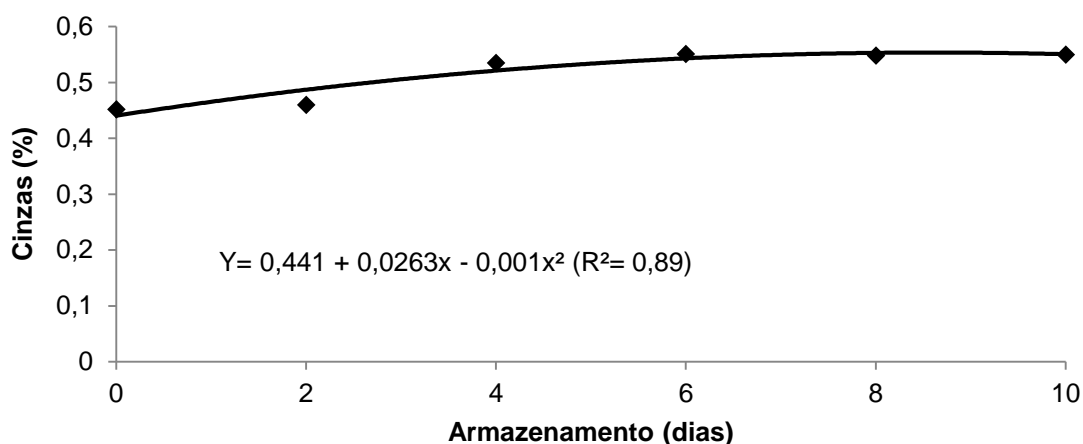
**Tabela 2 - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,452	0,423	0,460	0,542	0,522	0,545	0,491
Tratamento 2	0,452	0,492	0,560	0,586	0,558	0,571	0,536
Tratamento 3	0,452	0,443	0,534	0,548	0,525	0,460	0,494
Tratamento 4	0,452	0,467	0,544	0,536	0,563	0,572	0,522
Tratamento 5	0,452	0,474	0,580	0,543	0,573	0,600	0,537
Média	0,452	0,460	0,535	0,551	0,548	0,550	
C.V. (%)							10,7

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de ácido peracético; Tratamento 3: 0,02% de ácido peracético; Tratamento 4: 0,03% de ácido peracético; T5: 0,04% de ácido peracético. C.V. (%): coeficiente de variação.

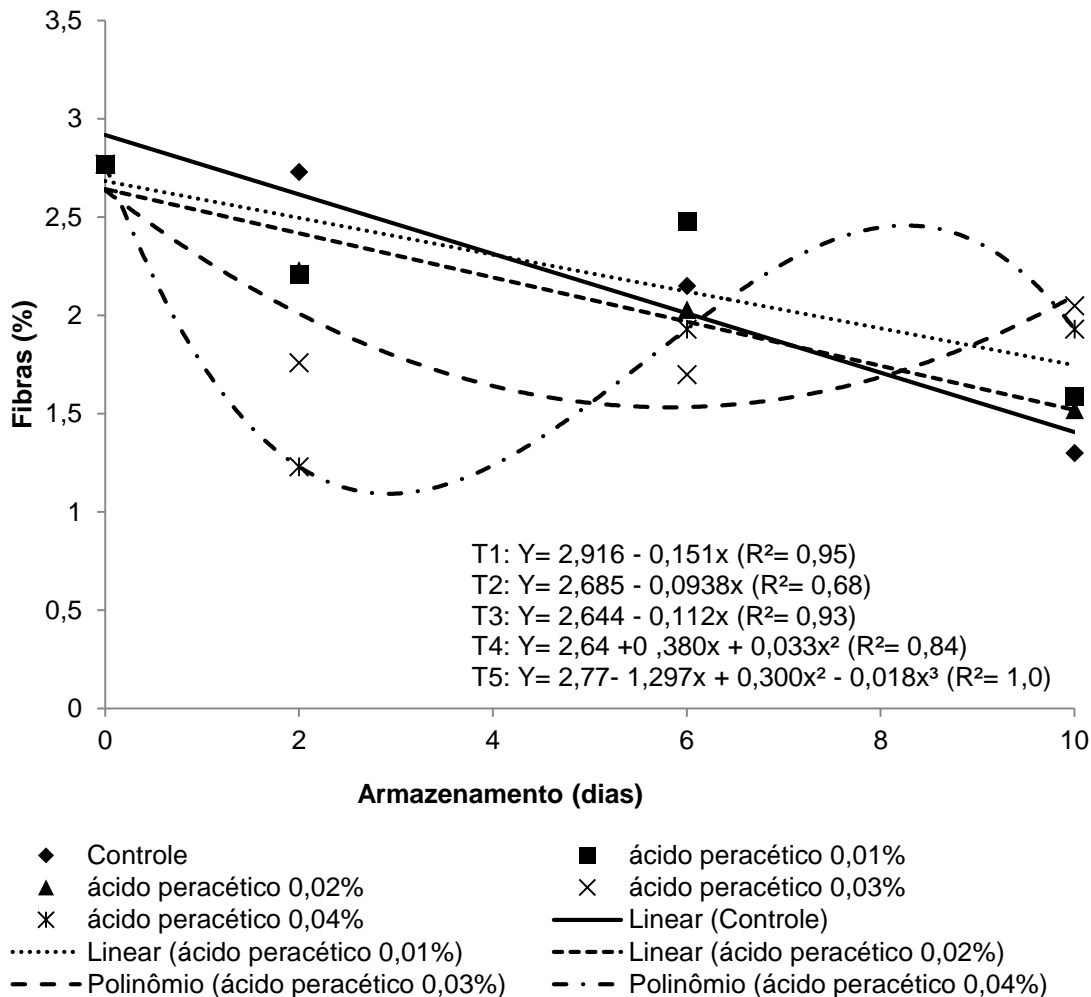
Para o período de armazenamento houve aumento dos índices de valores de cinzas de 0,45% para 0,55% de teor de cinza no feijão-vagem (Figura 9). Esse aumento possivelmente está relacionado com a perda de água do produto, resultando em concentração dos higienizantes. De acordo com a tabela brasileira de composição de alimentos (NEPA, 2011), os resultados para cinzas são de 0,50% para vagem cura, estando em conformidade com presente trabalho. Resultado oposto foi descrito por Alves et al. (2010) em trabalho com abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa minimamente processados citaram que os valores de cinzas não foram afetados significativamente pelo período de armazenamento. Brigide (2002) menciona que o processamento de leguminosas pouco modifica os teores de cinzas.

**Figura 9 - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Os valores de fibras do feijão-vagem minimamente processado foram influenciados pelo armazenamento ( $p < 0,01$ ) e interação dos fatores estudados ( $p < 0,05$ ), não sendo observada significância no fator tratamento ( $p > 0,05$ ). O feijão-vagem minimamente processado apresentou teor de fibras de 2,77% no momento da instalação do experimento (Figura 10). Durante o período de armazenamento foi observado queda de todos os tratamentos, da ordem de 53% no controle, 42,6% no tratamento 0,01%, 45,1% no 0,02%, 26% no 0,03% e 30,3% no 0,04%. Nas maiores doses do ácido peracético houve redução dos teores até o quarto dia (0,04%) e sexto dia (0,03%) e posterior aumento, esse comportamento possivelmente se dá pela heterogeneidade da matéria prima analisada no dia. Foram observados por Oliveira (2001), resultados menores de teores médios 0,71 a 1,60% de fibras em várias linhagens e cultivares de feijão-vagem, inferior a presente pesquisa.

**Figura 10 - Teores de fibras (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

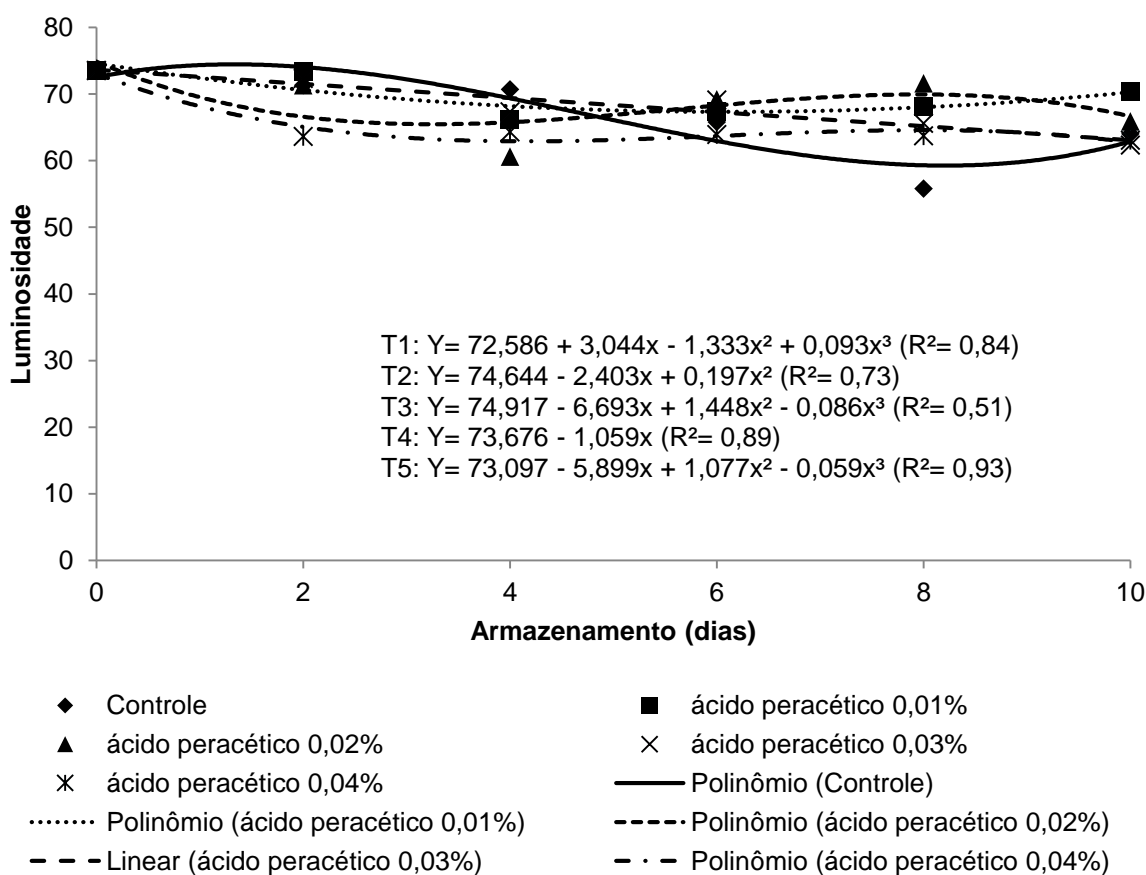


Para a luminosidade houve diferença estatística para o tratamento, tempo de armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Na Figura 11 estão apresentados os valores da luminosidade de cada tratamento ao longo dos 10 dias de armazenamento. Após o processamento mínimo do feijão-vagem houve diminuição nos índices da cor  $L^*$ , partindo de 73,5 na montagem do experimento e chegando ao final do armazenamento com 64 (controle), 70,4 (T2), 65,9 (T3), 62,3 (T4) e (63,06) T5 apresentando maior opacidade (escurecimento) em relação a luminosidade do feijão-vagem no início do armazenamento, provavelmente em resposta ao aumento da enzima polifenoloxidase e peroxidase (Figura 22 e 23). O mesmo escurecimento foi observado durante o armazenamento por Peres et al. (2011), avaliando a qualidade do feijão-vagem minimamente processado em



função das operações de enxágue e santificação. De acordo com King e Bolin (1989), Laurila et al. (1998) o escurecimento enzimático ocorre na superfície onde o fruto ou hortaliça cortada, principalmente as de coloração verde, dando-se o contato entre a enzima polifenoloxidase (PPO) com compostos fenólicos na presença de oxigênio. Resultados semelhantes a estes, como a mudança de cor foram descritos por Peres et al. (2011), onde atribui a diminuição de notas de aparência ao escurecimento das vagens. Arruda et al. (2003) cita que a diminuição dos valores da luminosidade está relacionada com depreciação da aparência do produto. Por outro lado, Sgrist (2002) observou nenhuma alteração significativa em relação a cor em florestes de couve-flor minimamente processada.

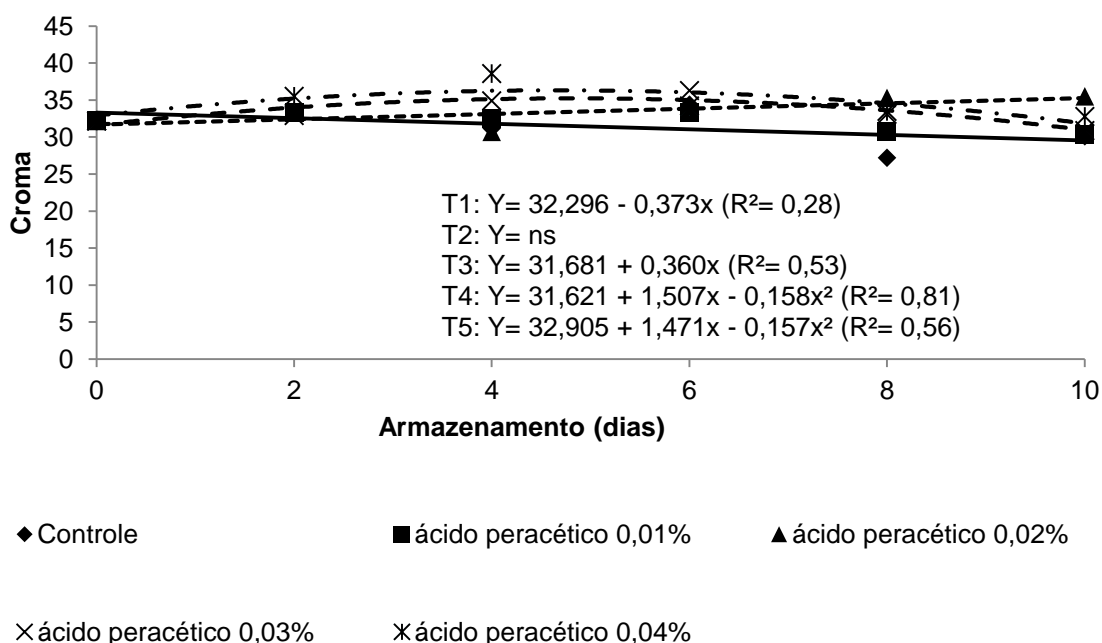
**Figura 11- Valores da Luminosidade em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



No croma houve diferença estatística no tratamento (doses de ácido peracético) ( $p < 0,01$ ), armazenamento e na interação ( $p < 0,05$ ). O feijão-vagem minimamente

processado apresentou corama inicial de 32,2 (Figura 12). Observa-se aumento do valor do corama no tratamento com 0,02% (35,5) e 0,04% (32,8), enquanto que no feijão-vagem do controle e 0,03% de ácido acético houve redução dos valores, 30,1 e 30,9. No tratamento com 0,01% não houve diferença estatística durante o armazenamento, sugerindo manutenção de cromacidade do feijão-vagem minimamente processado nessa dose. Sistrunk (1969) citado por Fávoro (2000) descreveu que a manutenção da cor é importante para assegurar o parâmetro de qualidade de alguns produtos. O autor ainda cita que a identificação como produto fresco aumenta a aceitabilidade do consumidor.

**Figura 12 - Valores do corama em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

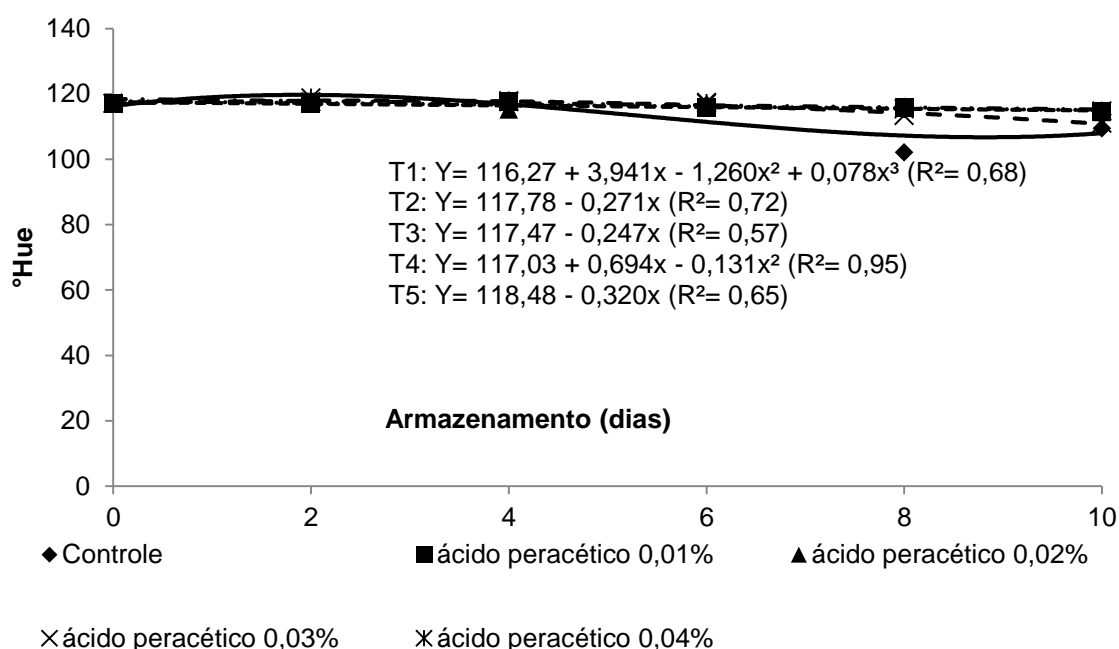


Os valores do ângulo *Hue* (Figura 13), foram influenciados pelo tratamento, armazenamento e pela interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). O feijão-vagem minimamente processado apresentou valor no início do estudo de 117,2, correspondendo à cor amarela. Palharini et al. (2016) em trabalho com vagem minimamente processada citaram valores próximos a pesquisa (118,07), assim como Spagnol (2005), 114,5 a 119,3. Com o período de armazenamento houve redução dos valores em todos os tratamentos estudados chegando ao final com

109,5 (controle), 114,6 (0,01%), 114,5 (0,02%), 111,1 (0,03%) e 114,8 (0,04%), contudo todos apresentando cor amarela.

Na análise em conjunto da luminosidade, croma e ângulo *Hue* seguindo orientações de Minolta (1998), observa-se que nos tratamentos durante o armazenamento, apesar da diferença estatística, esses apresentaram coloração amarelo luz, sugerindo que o ácido peracético não influenciou na cor instrumental do produto.

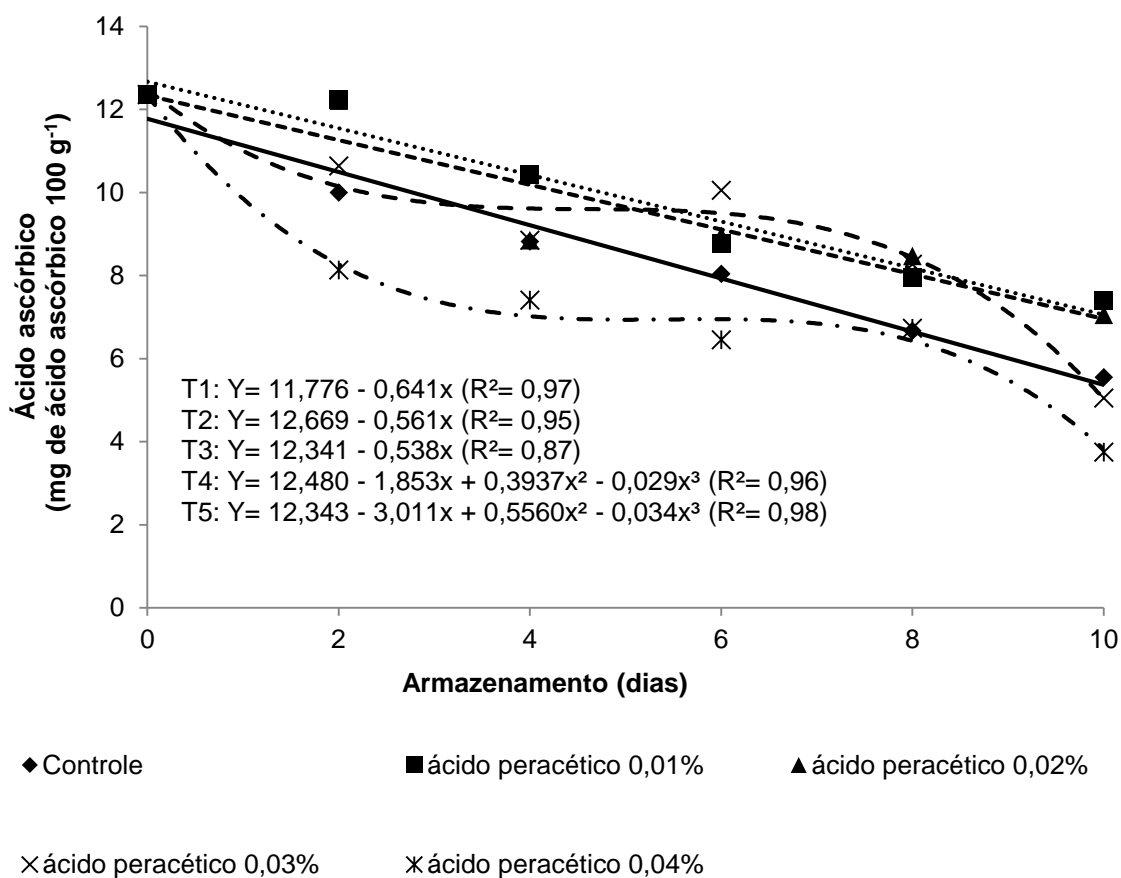
**Figura 13 - Valores do ângulo *Hue* em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para os teores de ácido ascórbico foram observada diferença estatística no tratamento, armazenamento e na interação (tratamento x armazenamento) ( $p < 0,01$ ). O feijão-vagem minimamente processado apresentou teor de 12,36 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ , Spagnol (2005) citou valores de 12,1 a 20,56 mg de ácido ascórbico em vagem 'Itatiba II' minimamente processada. Houve redução dos teores em todos os tratamentos avaliados durante os 10 dias de armazenamento (Figura 14), apresentando ao décimo dia teores de 5,55 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$  (controle), 7,41 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$  (0,01%), 7,05 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$  (0,02%), 5,05 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$  (0,03%) e 3,75 mg de ácido

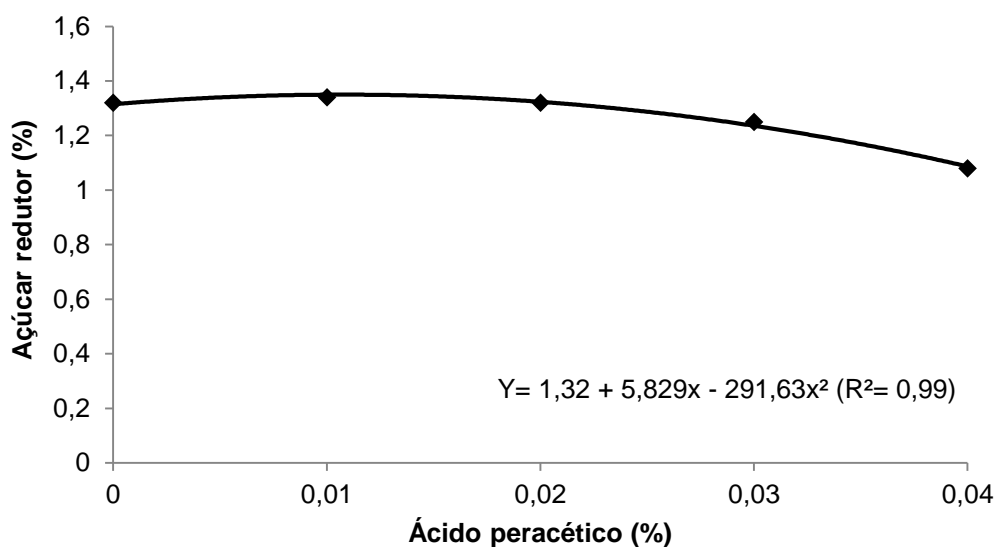
ascórbico  $100\text{g}^{-1}$  (0,04%). O feijão–vagem minimamente processado higienizado com 0,01 e 0,02% de ácido acético manteve maiores teores de ácido ascórbico, 59 e 52%, respectivamente. Contudo a redução dos teores ocorreu também no tratamento controle sugerindo que o ácido peracético não interfere na degradação desse composto, possivelmente essa redução está ligada ao processamento, pois segundo Lee; Kader (2000) o descascamento ou corte de hortaliças ocasiona perda de ácido ascórbico. Fato também constatado por Spagnol (2005) onde verificou redução acentuada no teor de ácido ascórbico em produtos minimamente processados.

**Figura 14 - Teores de ácido ascórbico ( $\text{mg}$  de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



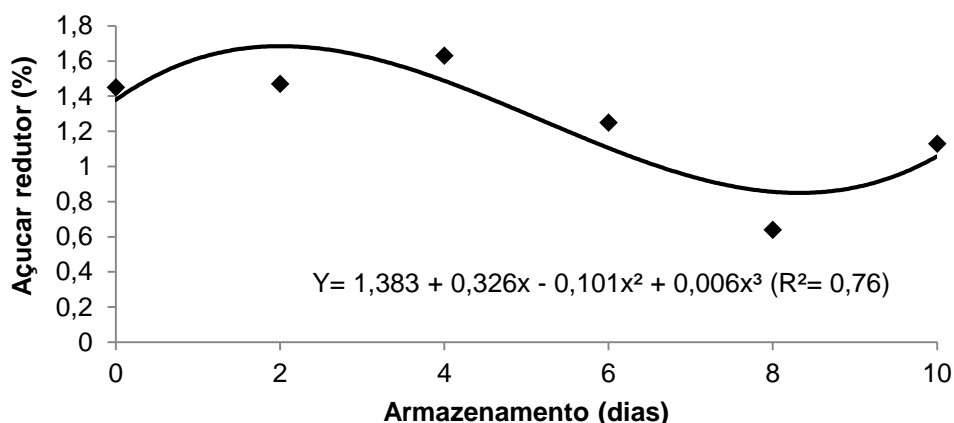
Para os teores de açúcar redutor houve diferença estatística para o tratamento e armazenamento ( $p < 0,01$ ) e não foram influenciados pela interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). O feijão-vagem apresentou teor de 1,45% na caracterização. Na média dos tratamentos (Figura 15) observam-se menores teores no feijão-vagem minimamente processado higienizados com as doses de 0,03% (1,25%) e 0,04% (1,08%) sugerindo que nesses tratamentos ocorreram maior consumo dos açúcares devido aumento do metabolismo (respiração), comportamento reportado por Russo et al. (2012a). No tratamento com 0,01% de ácido peracético apresentou o maior teor de monossacarídeos (1,34%).

**Figura 15- Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético armazenado a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR.**



Durante o período de armazenamento (Figura 16) observou-se tendência de redução nos teores de açúcar redutor, de 1,45% no momento da instalação do experimento para 1,13% aos 10 dias. Provavelmente a redução se deu pelo consumo dos carboidratos devido aumento do metabolismo respiratório do produto causado pelo processamento, senescência e/ou degradação microbológica. Mesmo comportamento do presente trabalho foi observado por Russo et al. (2012a) em melão minimamente processado, Simón et al. (2008) e Furlaneto et al. (2017) em couve-flor minimamente processada, redução dos teores de açúcar redutor no período de armazenamento.

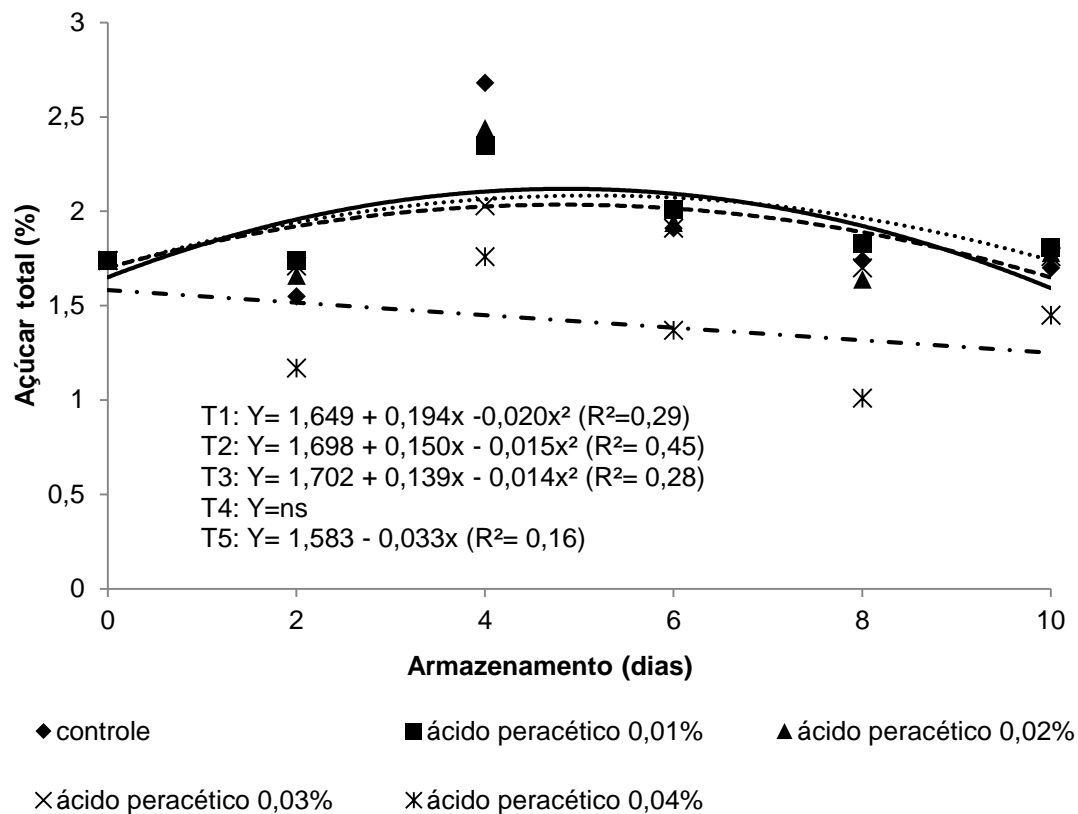
**Figura 16 - Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Houve influência nos teores de açúcar total (Figura 17) pelo tratamento, período de armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Na caracterização (dia= 0) observou-se teor no feijão-vagem minimamente processado de 1,74%. Observou-se aumento dos teores até o quarto dia no controle (2,68%), 0,01% (2,35%) e 0,02% (2,44%) com posterior redução no final do armazenamento, 1,7; 1,81 e 1,78%, respectivamente. Esse aumento pode ser em resposta a perda de massa fresca, causando concentração desses teores no produto (SANTOS; SILVA; ALVES, 2006), os autores observaram esse comportamento em pitanga. Ainda segundo Chitarra e Chitarra (2005) a conversão dos açúcares da parede celular pode resultar em aumento desses teores. O feijão-vagem higienizado com 0,04% apresentou redução linear durante o armazenamento, chegando aos 10 dias com 1,45%. A redução do açúcar total pode estar relacionada com a utilização dos carboidratos durante o processo respiratório, via glicólise.

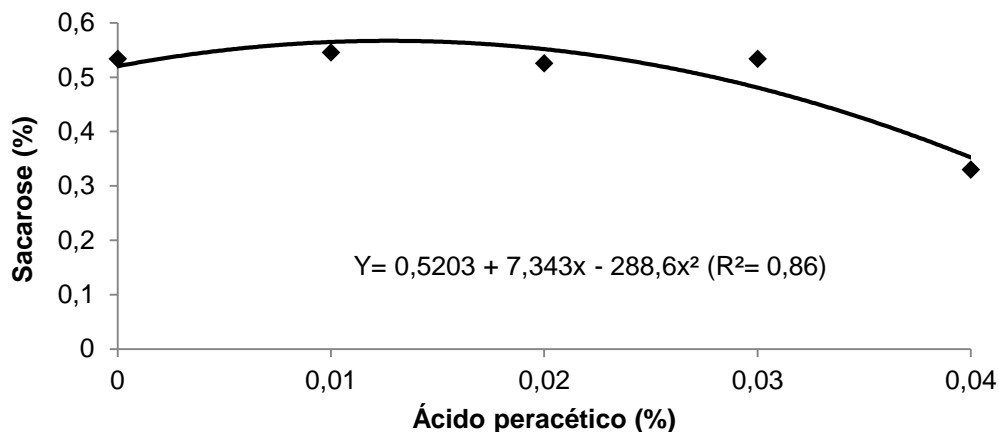
A higienização com 0,03% não apresentou diferença estatística, mantendo o teor de açúcar total no produto durante o armazenamento, apresentou em média 1,80%.

**Figura 17 - Teores de açúcar total (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



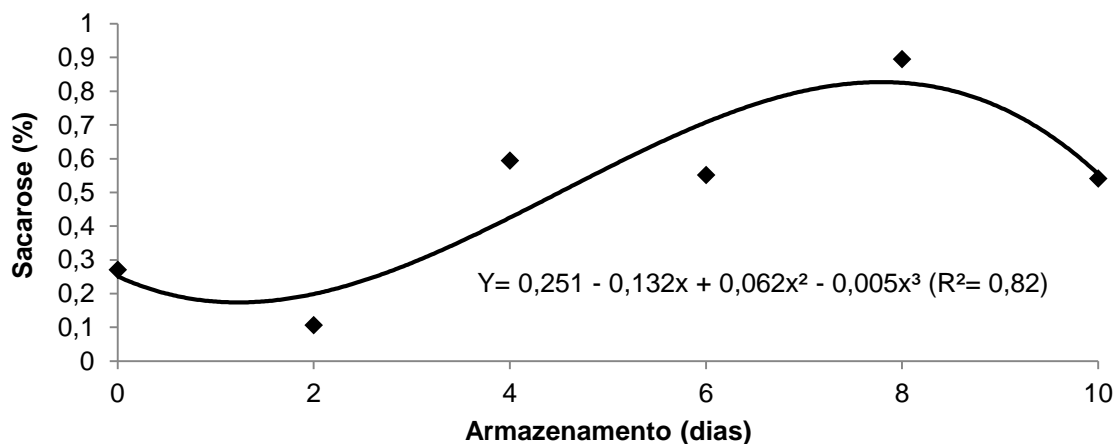
Para os teores de sacarose (Figura 18) houve influência somente do tratamento e no armazenamento ( $p < 0,01$ ). Houve redução dos teores de sacarose com o aumento da concentração de ácido peracético, sendo observados teores médios de 0,538% no controle, 0,546% no 0,01%, 0,526% no 0,02%, 0,534% no 0,03% e 0,330% no 0,04% de ácido peracético.

**Figura 18 - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético armazenado a  $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR.**



No período de armazenamento (Figura 19) observa-se aumento dos teores até o oitavo dia (0,896%) com posterior redução (0,542) aos 10 dias. Kasim e Kasim (2015) observaram aumento dos teores em feijão verde durante o armazenamento, os autores citam que o açúcar é o principal composto das sementes e aumentam nas vagens durante a prateleira. A redução dos teores a partir do oitavo dia foi explicada por Mamede et al. (2015) em pesquisa com milho verde minimamente processado, os autores ligam essa redução a enzima invertase, que catalisa a hidrólise da sacarose em glicose e frutose. Sendo comprovado na presente pesquisa pelo incremento dos teores do açúcar redutor após o oitavo dia (Figura 16), de 0,064 para 1,13%.

**Figura 19 - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

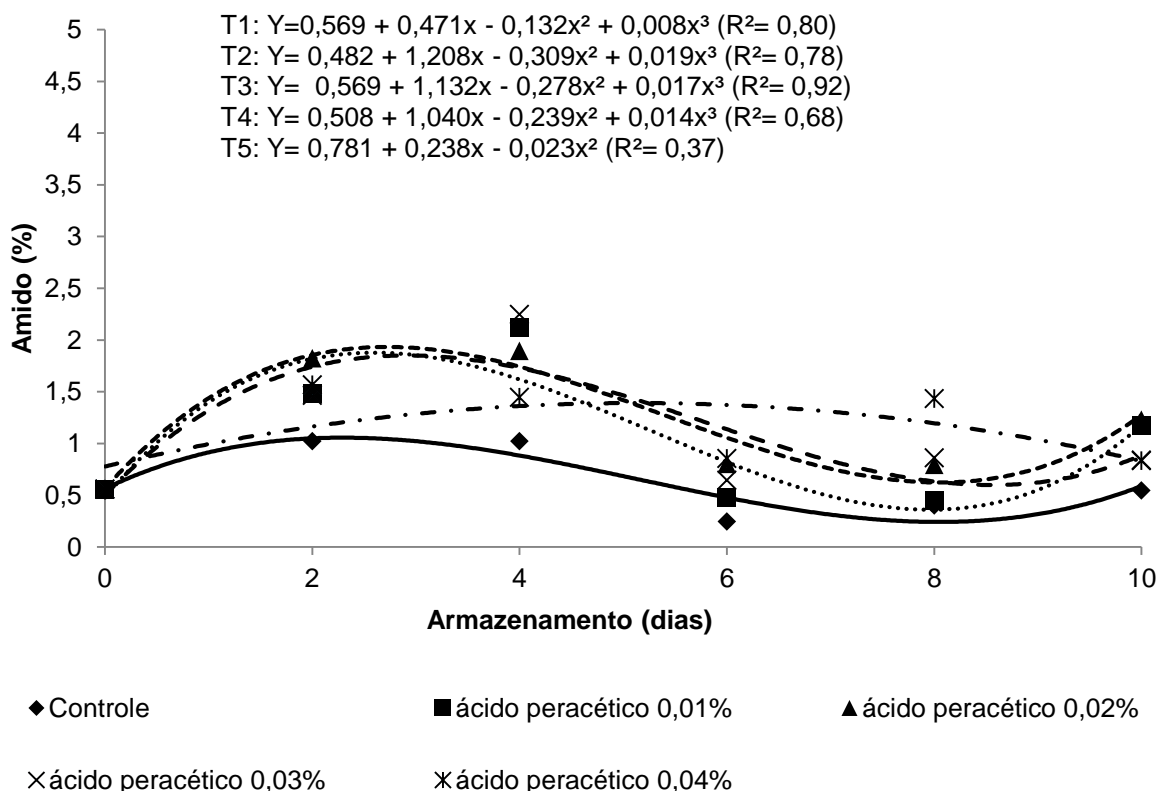




Para os teores de amido houve diferença estatística para o tratamento, armazenamento ( $p < 0,01$ ) e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,05$ ). Na caracterização do feijão-vagem minimamente processado foi observado 0,56% de amido. Em todos os tratamentos que receberam higienização com ácido peracético ocorreu aumento dos teores, chegando aos 10 dias com 1,175; 1,232; 0,843; 0,834% nos tratamentos 0,01%, 0,02%, 0,03% e 0,04% de ácido peracético (Figura 20).

Enquanto no controle observou-se redução dos teores para 0,548% ao final do período de armazenamento, provavelmente devido a hidrólise pelas amilases resultando em açúcares mais simples (glicose) (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

**Figura 20- Teores de amido (%) em vagem minimamente processada higienizadas com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR).**

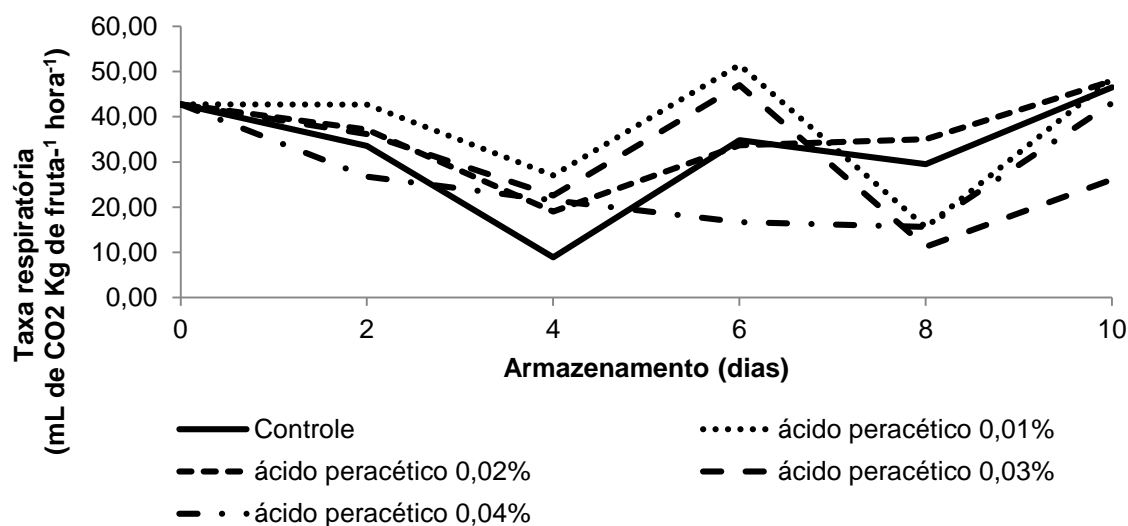


A atividade respiratória, do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, está apresentada na Figura 21. Apesar da maioria dos hortícolas serem classificados como não-climatéricos, observa-se pico

climatérico ao sexto dia de armazenamento no tratamento controle (33,69 ml CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), 0,01% de ácido peracético (51,43 ml CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e 0,03% de ácido peracético (46,99 ml CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>). Danos mecânicos, como descascamento e corte em pedaços de frutas e hortaliças, resultam na ativação do metabolismo que é manifestado por aumento na taxa respiratória ou a produção de etileno (REYES, 1996), comportamento observado nesse estudo. Spagnol (2005), para as vagens cortadas mantidas a 5°C e higienizadas com 200µL de diclorotriazinatriona sódica dihidratada, a curva de respiração apresenta-se, a partir do 3º dia, sempre de forma crescente, adiantada quando comparada ao presente estudo.

O feijão-vagem minimamente processado higienizado com 0,04% de ácido peracético apresentou menor taxa respiratória até o oitavo dia de armazenamento (15,65 ml CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) com posterior aumento ao décimo dia (43,01 ml CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), indicando que o pico climatérico nesse tratamento foi retardado. Essa menor atividade respiratória pode estar ligada a menor contaminação microbiana, o feijão-vagem desse tratamento apresentou menor contaminação microbiológica desde o quinto dia (Tabela 3). O tratamento 0,02% de ácido peracético também não apresentou pico climatérico, contudo foram observadas taxas respiratórias mais elevadas quando comparado com o feijão-vagem higienizado com a maior dose do ácido.

**Figura 21 - Taxa de respiração (ml CO<sub>2</sub> Kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**



## 4.2 Análises microbiológica do feijão-vagem minimamente processada com o uso do ácido peracético

Para a garantia da qualidade e da segurança dos feijões-vagem minimamente processados a água que foi utilizada no processo de higienização foi analisada microbiologicamente e os resultados constaram ausência de coliformes totais e de coliformes termotolerantes em 100mL de água atendendo as normas de potabilidade de água, estando de acordo com a Portaria 1.469, de 29 de dezembro de 2000, do Ministério da Saúde (BRASIL, 2000). Para que ocorra maior desinfecção nos produtos MP medidas como boas práticas de fabricação, controle de temperatura e qualidade de água de lavagem e enxágue devem ser praticadas como prevenção de contaminação dos vegetais (BHAGWAT, 2006), como efetuado neste trabalho.

Não foram detectados presença de *Salmonella* em nenhuma das amostras de feijão vagem minimamente processados, atendendo assim à legislação brasileira Resolução da Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 que estabelece ausência para *Salmonella* em 25g de produto e tolerância máxima para amostra de  $5 \times 10^2$  NMP g<sup>-1</sup> ou UFC g<sup>-1</sup> de coliformes a 45°C (BRASIL, 2001a). Tendo em vista os resultados da Tabela 3, observou a eficácia do higienizante nas doses de 0,03% e 0,04%, observou-se redução das contagens dos termotolerantes desde o 5º dia, não ultrapassando o limite recomendado pela legislação brasileira, que limita em de  $5 \times 10^2$  NMP g<sup>-1</sup>.

Srebernich (2007) recomenda em seu trabalho realizado com ácido peracético em cheiro-verde minimamente processado dose de 80 ppm na redução do nível populacional de coliformes termotolerantes. Em pesquisa em frutas e verduras visando a sanitização foram observados por Nascimento et al. (2003), eficácia do ácido peracético de 80ppm na redução da população microbiana, dose superior ao verificado neste trabalho.

**Tabela 3 - Contagens de coliformes termotolerantes à 45°C e *Salmonella* nas amostras do feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento a 5±1 °C e 85±5% UR. Botucatu- 2018.**

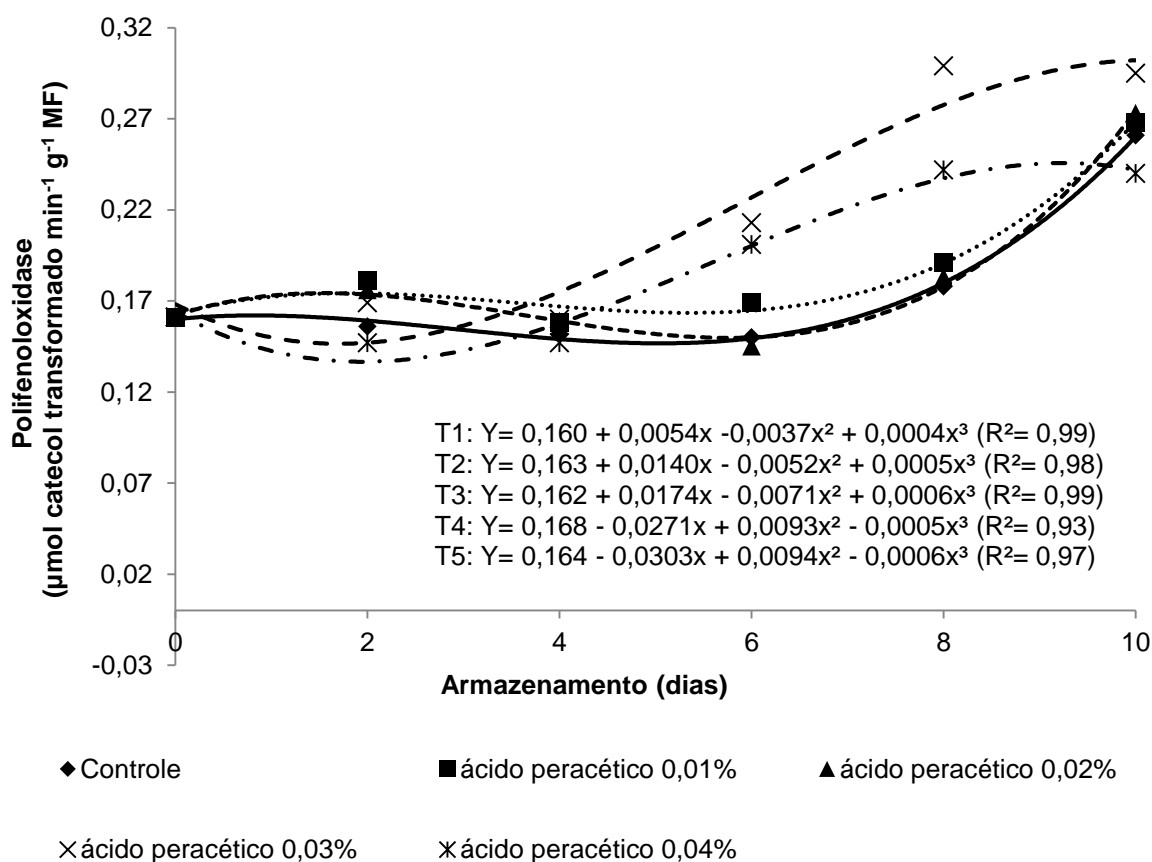
Tempo	Feijão - vagem Minimamente Processado	Coliformes termotolerantes 45°C/g(NMP/g)	<i>Salmonella</i> (Ausente/ 25g)
DIA 0	Caracterização da matéria-prima (feijão-vagem)	9,1	Ausente
DIA 5	T1 – Testemunha	2,4 x 10 <sup>4</sup>	Ausente
	T2-0,01% ácido peracético	4,6 x 10 <sup>3</sup>	Ausente
	T3- 0,02% ácido peracético	3,6 x 10 <sup>3</sup>	Ausente
	T4- 0,03% ácido peracético	<3	Ausente
	T5- 0,04% ácido peracético	<3	Ausente
DIA 10	T1 – Testemunha	28	Ausente
	T2-0,01% ácido peracético	2,4x10 <sup>2</sup>	Ausente
	T3- 0,02% ácido peracético	9,3	Ausente
	T4- 0,03% ácido peracético	20	Ausente
	T5- 0,04% ácido peracético	<3	Ausente

#### **4.3 Análises enzimáticas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético**

A atividade da polifenoloxidase foi influenciada pelo tratamento, período de armazenamento e interação dos fatores ( $p < 0,01$ ). Durante caracterização (dia 0) do feijão-vagem foi obtida atividade de 0,161  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$ , ocorrendo aumento da atividade em todos os tratamentos estudados durante o armazenamento, a maior atividade foi observada no feijão-vagem minimamente processado higienizado com 0,03% de ácido peracético (0,295  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$ ) verificado na Figura 22. Os tratamentos controle, 0,01% e 0,02% em media apresentaram as menores atividades da enzima até o oitavo dia de armazenamento, 0,178, 0,191 e 0,183  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$ .

Resultado oposto foi relatado por Palharini et al. (2016) em vagem minimamente processada durante o armazenamento, os autores não observaram diferença estatística na atividade dessa enzima.

**Figura 22 - Atividade em polifenoloxidase ( $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

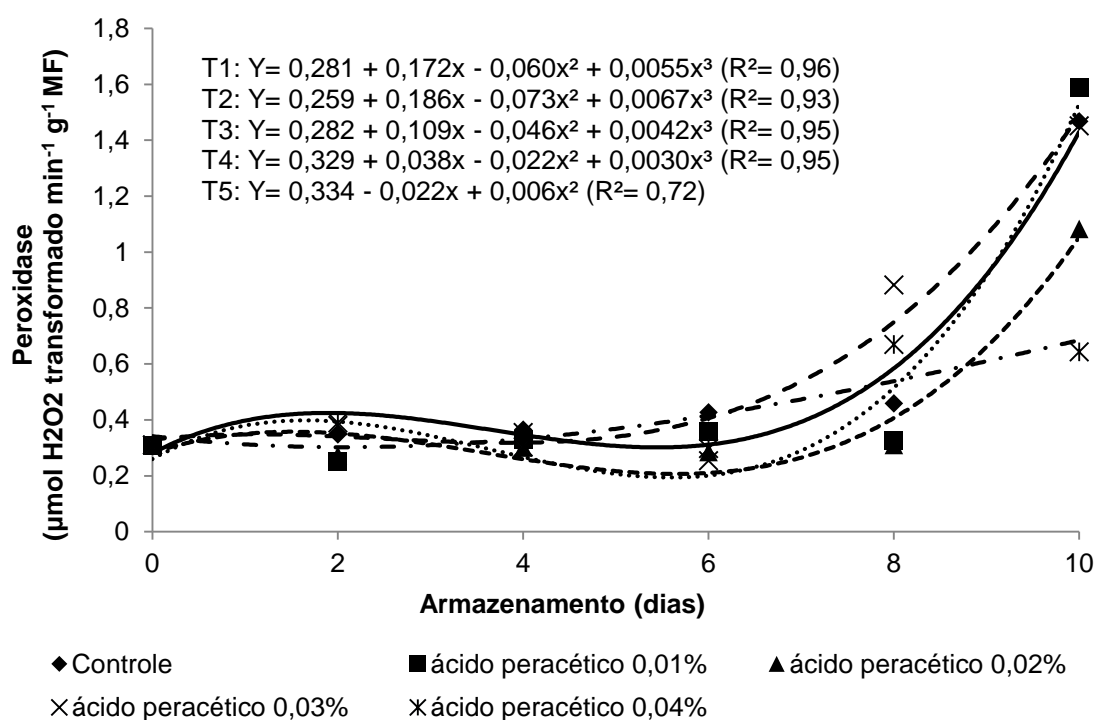


Segundo King e Bolin (1989) e Laurila, Kervinen e Ahvenainen (1998), após o corte de frutos e hortaliças especialmente com cor verde, há escurecimento causado pelo contato da polifenoloxidase com os fenólicos na presença de oxigênio. Essas enzimas contribuem direta e indiretamente no escurecimento do produto (ROLLE; CHISM, 1987).

Para a atividade da peroxidase observa-se diferença estatística no tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Na Figura 23, foi observado na caracterização do feijão-vagem minimamente processado teor de

peroxidase de  $0,310 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF. Durante os 10 dias de armazenamento ocorreu aumento da atividade em todos os tratamentos estudados, as maiores atividades foram observadas no controle ( $1,468 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF, 0,01% ( $1,588 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF) e 0,03% ( $1,452 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF). As doses de 0,02 e 0,04% apresentaram a menor atividade, 1,083 e  $0,644 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF, respectivamente.

**Figura 23 - Atividade da peroxidase ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR).**



De acordo com Ke; Saltveit (1989), a enzima peroxidase é estimulada quando ocorre fermentos no vegetal, pois desempenha papel importante no processo de lignificação dos tecidos danificados. Ainda segundo Rinaldi et al. (2009) a maior atividade da peroxidase está ligado ao aumento do escurecimento, diminuição da luminosidade e teor de ácido ascórbico, comportamentos observados na presente pesquisa.

#### 4.4 Análises bioquímicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético

Os valores de compostos fenólicos totais do feijão-vagem minimamente processado não foram influenciados pelo tratamento e interação ( $p>0,05$ ) e foi observada diferença estatística no armazenamento ( $p<0,01$ ). Foram observados médias de 28,60 a 42,61 mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$  (Tabela 4). Tiveron (2010) e Melo et al. (2006) em pesquisa com vagem encontraram teores superiores a presente pesquisa. Através das avaliações dos teores fenólicos ou da concentração de grupos específicos de compostos, pode ser evidenciada a perda da qualidade de frutas e hortaliça pós-colheita. Tais compostos têm participação no aroma, sabor, coloração e vida de prateleira, pois os antioxidantes e sua capacidade de oxidação estão correlacionados com a concentração de fenólicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

**Tabela 4 - Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$ ) do feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

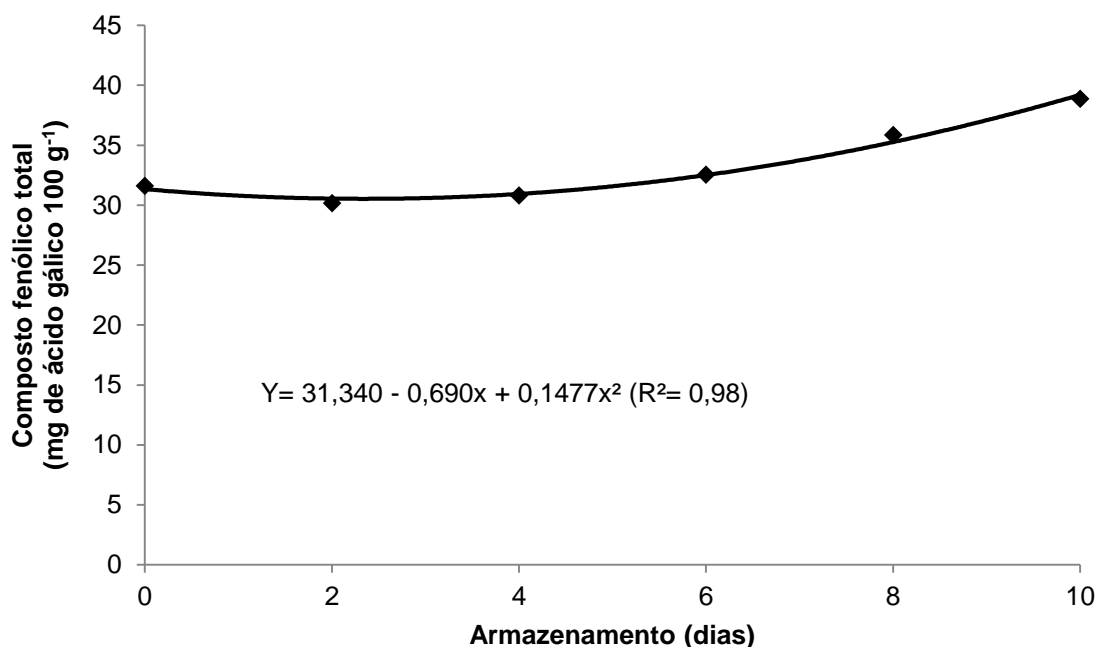
Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	31,61	29,81	29,48	31,45	36,40	39,13	32,98
Tratamento 2	31,61	30,93	31,28	33,62	35,11	39,82	33,73
Tratamento 3	31,61	28,60	30,94	31,02	36,59	38,30	32,84
Tratamento 4	31,61	30,48	31,13	33,88	37,95	42,61	34,61
Tratamento 5	31,61	31,02	31,14	32,69	33,16	34,49	32,35
Média	31,61	30,17	30,79	32,53	35,84	38,87	
C.V. (%)	7,1						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de ácido peracético; Tratamento 3: 0,02% de ácido peracético; Tratamento 4: 0,03% de ácido peracético; T5: 0,04% de ácido peracético. C.V. (%): coeficiente de variação.

Durante o período de armazenamento ocorreu aumento dos teores de fenólicos totais, partindo de  $31,61\text{mg}$  de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$  e chegando ao décimo dia armazenamento com  $38,87\text{ mg}$  de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$  (Figura 24), esse aumento possivelmente está ligado ao mecanismo de defesa do feijão-vagem em resposta ao processamento. Segundo Kluge et al. (2006) esses produtos deterioram mais rápido

que os inteiros, devido ao processamento (corte) os tecidos são expostos, proporcionando estresse e aumento do metabolismo, resultando em alta taxa respiratória e produção de etileno. Resultado oposto foi encontrado por Colleta (2009), redução nos teores de fenóis, os autores ligaram a redução pela sua utilização como substrato da polifenoloxidase (PPO), peroxidase (POD) e outras enzimas do metabolismo dos fenilpropanoides.

**Figura 24 - Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) do feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5%UR).**

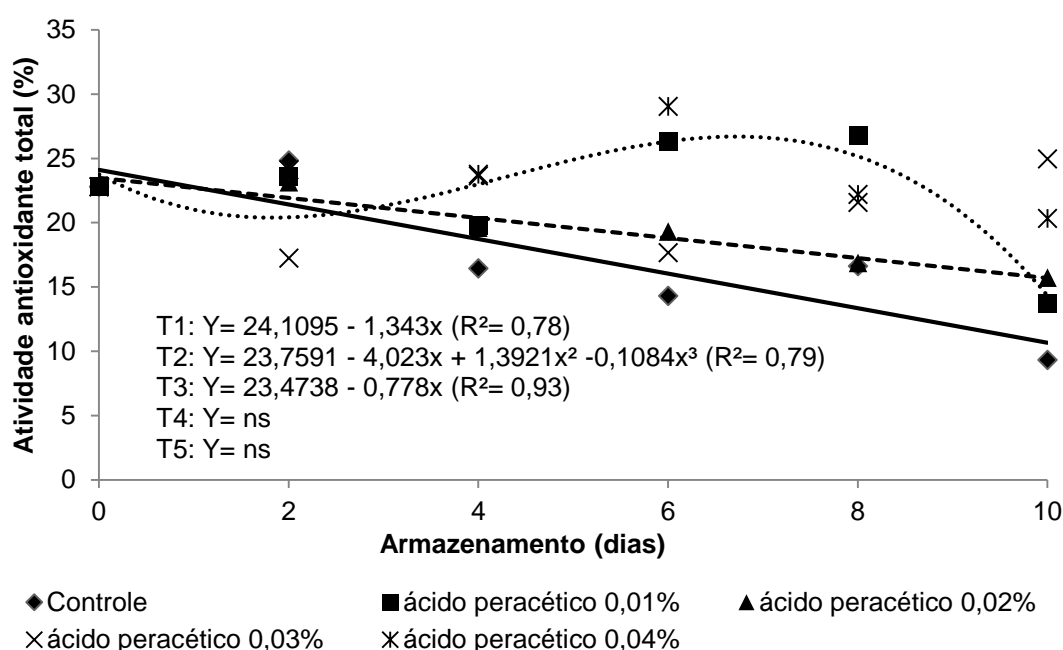


Para a atividade antioxidante total observa-se diferença estatística no tratamento ( $p < 0,01$ ), armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,05$ ) (Figura 25). Foi observada na caracterização do feijão-vagem minimamente processado capacidade antioxidante de 22,8%, atividade semelhante foi citada por Tiveron (2010), 22,3% e superior por Melo (2006), 54,96%. Durante o período de armazenamento ocorreu à redução da atividade no controle, 0,01 e 0,02%, dentre esses tratamentos as menores porcentagens foram observadas no tratamento controle (9,34), seguida das doses de 0,01% (13,71) e 0,02% (15,72). Os tratamentos com 0,03 e 0,04% não apresentaram diferença estatística durante o armazenamento, ocorrendo manutenção da atividade nos 10 dias. Os antioxidantes são substâncias ou mecanismos biológicos que atuam evitando ou retardando a



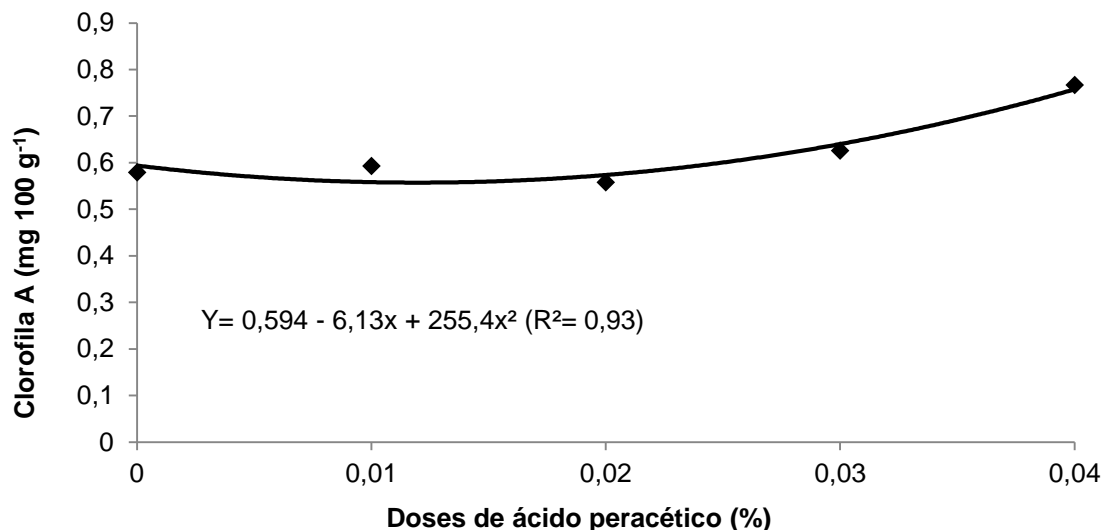
oxidação de substratos e a ação tóxica dos radicais livres. Os principais antioxidantes presentes nos vegetais são: o ácido ascórbico, carotenoides, os tocoferóis, compostos fenólicos, entre outros (CHITARRA; CHITARRA, 2006). A redução dos flavonoides (Figura 32) pode ter contribuído com a redução da atividade antioxidante total.

**Figura 25 - Atividade antioxidante total (%) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



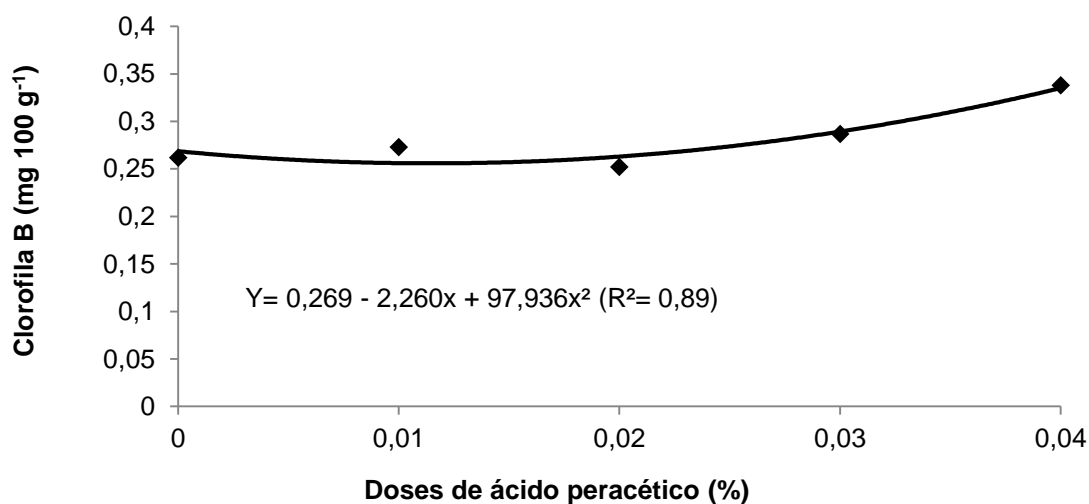
Para os teores da clorofila A foi observado efeito significativo nas doses de ácido peracético ( $p < 0,05$ ) e não ocorreu no armazenamento e interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). Conforme se aumentou a concentração de ácido acético observa-se maior teor de clorofila A (Figura 26), controle ( $0,57 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), 0,01% ( $0,59 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), 0,02% ( $0,55 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), 0,03% ( $0,52 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ) e 0,04% ( $0,76 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ). Segundo Moretti (2007) durante o processamento mínimo ocorrem conjuntamente outras reações metabólicas, como escurecimento causado pela oxidação de compostos fenólicos e o amarelecimento decorrente da perda de clorofila. Ainda Heaton et al. (1996) atribui a rápida degradação da clorofila nos vegetais minimamente processados a mudanças estruturais e químicas, reações enzimáticas e a liberação dos ácidos orgânicos pelos tecidos que sofreram corte.

**Figura 26 - Teores médios de clorofila A ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético armazenados a  $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR.**



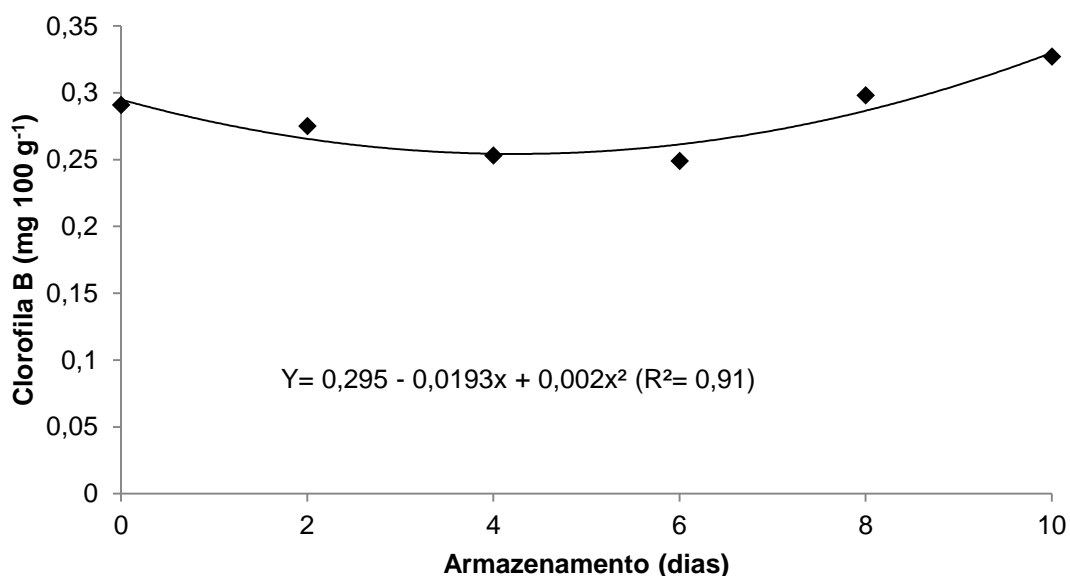
Em relação a clorofila B foi observado efeito significativo no tratamento ( $p < 0,01$ ) e no armazenamento ( $p < 0,05$ ), entretanto os teores não foram influenciados pela interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). Assim como na clorofila A, conforme se aumentou a dose de ácido peracético observou-se maior concentração de clorofila B. Os tratamentos controle, 0,01%, 0,02%, 0,03% e 0,04%, apresentaram índices de 0,26; 0,27; 0,25; 0,28 e 0,33  $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$  respectivamente (Figura 27).

**Figura 27 - Teores médios de clorofila B ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético armazenados a  $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR.**



Durante o período de 10 dias, observou-se incremento nos teores médios da clorofila B, sendo observado  $0,291 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  no momento da instalação do ensaio e chegando a  $0,327 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  aos 10 dias de armazenamento.(Figura 28). Esse aumento pode estar com a concentração desse pigmento devido a perda de massa durante o armazenamento (Figura 6). Palharini et al. (2016) também observou aumento dos teores de clorofila durante o armazenamento em vagem minimamente processada. Enquanto em Trail, Wahem e Bizri (1992) vagens minimamente processada armazenada a  $5^{\circ}\text{C}$  não observou diferença significativa na clorofila no período de armazenamento. Comportamento diferente foi descrito por Colleta (2009), trabalhando com couve, repolho roxo e cenoura minimamente processada onde verificou a diminuição dos teores de clorofila.

**Figura 28 - Teores de clorofila B ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ) do feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para os teores de antocianinas houve significância para o armazenamento ( $p < 0,01$ ), enquanto o tratamento e a interação não foram significativos estatisticamente ( $p > 0,05$ ). Observam em média teores de  $0,183$  a  $0,259 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  (Tabela 5). Antocianinas são glicosídeos solúveis em água e são encontrados nos vacúolos dos frutos e algumas hortaliças. São sintetizados com o decorrer do amadurecimento, predominando no epicarpo dos frutos, apresentando a coloração azul, vermelha, púrpura ou laranja. São compostos instáveis que sofrem descoloração por ação de sistemas enzimáticos e oxigênio. A variação na coloração

entre as cultivares é devido a concentração desse pigmento (CHITARRA; CHITARRA, 2006).

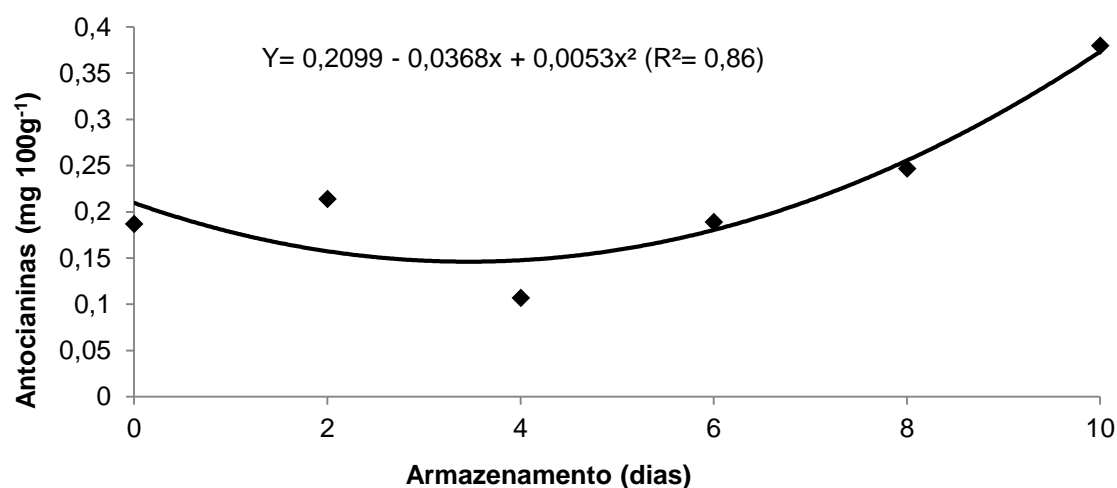
**Tabela 5 - Teores de antocianinas (mg 100g<sup>-1</sup>) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1 °C e 85±5% UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,187	0,225	0,059	0,142	0,249	0,416	0,213
Tratamento 2	0,187	0,178	0,190	0,159	0,286	0,361	0,227
Tratamento 3	0,187	0,211	0,048	0,110	0,194	0,346	0,183
Tratamento 4	0,187	0,234	0,111	0,248	0,293	0,478	0,259
Tratamento 5	0,187	0,221	0,125	0,289	0,213	0,300	0,223
Média	0,187	0,214	0,107	0,189	0,247	0,380	
C.V. (%)	57,0						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de ácido peracético; Tratamento 3: 0,02% de ácido peracético; Tratamento 4: 0,03% de ácido peracético; T5: 0,04% de ácido peracético. C.V. (%): coeficiente de variação.

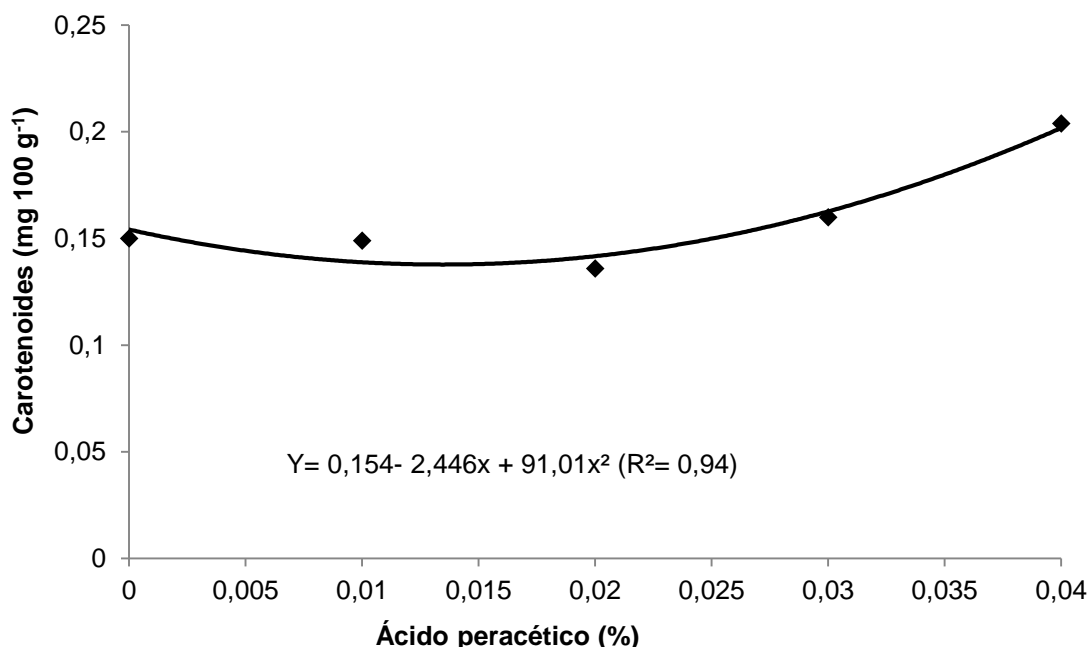
Durante o período de armazenamento ocorreu tendência ao incremento dos valores de antocianinas, 0,18 mg 100g<sup>-1</sup> no dia da caracterização para 0,38 mg 100g<sup>-1</sup> no final do tratamento do dia 10 (Figura 29). Comportamento inverso ao trabalho foi citado por Damodaran, Parkin e Fennema (2010), segundo os autores ocorrem degradação de antocianina durante a extração, processamento e armazenamento. Sugerindo que esse aumento pode ter se dado pela perda de massa fresca (Figura 4), passando a concentrar esses pigmentos. Não foram encontrados na literatura trabalhos que analisaram antocianinas em feijão-vagem.

**Figura 29 - Teores de antocianinas (mg 100g<sup>-1</sup>) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1 °C e 85±5% UR).**



Para os teores de carotenoides houve diferença estatística para o tratamento e armazenamento ( $p < 0,01$ ) e não foi observada na interação dos fatores ( $p > 0,05$ ), representado na Figura 30. Observa-se aumento dos teores de carotenoides conforme se aumentou a concentração do ácido peracético, 0,04% apresentou 0,20 mg 100g<sup>-1</sup> seguido dos tratamentos 0,03% com 0,16 mg 100g<sup>-1</sup>, tratamento 0,02% com 0,14 mg 100g<sup>-1</sup> e controle 0,15 mg 100g<sup>-1</sup>.

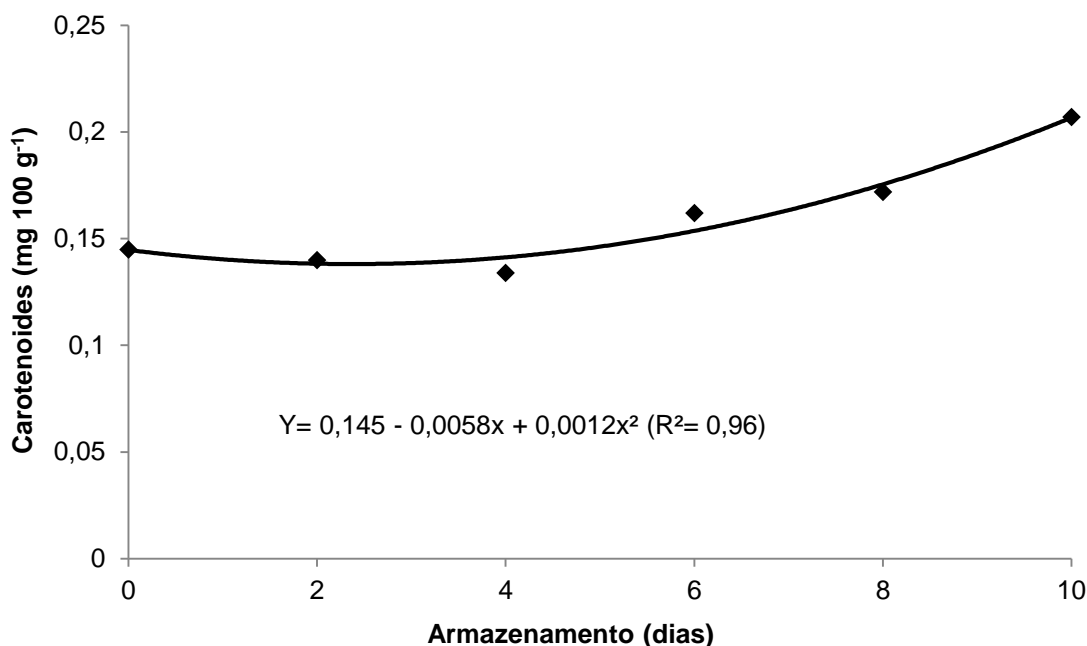
**Figura 30 - Teores médios de carotenoides (mg 100g<sup>-1</sup>) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético armazenados a 5±1°C e 85±5% UR.**



Durante o período de armazenamento (Figura 31) observou-se incremento dos teores nos 10 dias de armazenamento, partindo de 0,145 mg 100g<sup>-1</sup> para 0,207 mg 100g<sup>-1</sup> ao final do período. Mesmo comportamento foi observado na clorofila B e antocianina e sugerindo também nos carotenoides, concentração do pigmento devido à perda de massa durante o armazenamento (Figura 4). Pois os carotenoides são susceptíveis a oxidação durante o processamento e armazenamento, tendo como consequência a perda da cor, formação de compostos voláteis que proporciona aromas desejáveis ou indesejáveis nos alimentos, além da redução da atividade biológica (SASAKI, 2005). Segundo Rolle e Chism (1987) em resposta ao

corte e stress se da degradação de carotenoides nos vegetais MP, estimulando enzimas envolvidas na cicatrização e reparação de membrana. Processo semelhante ocorreu em trabalho realizado por Colleta (2009) onde observou reduções nos teores de carotenoides de couve, repolho roxo e cenoura minimamente processada ao longo do período de 10 dias, mantidas a 5°C.

**Figura 31 - Teores de carotenoides (mg 100g<sup>-1</sup>) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

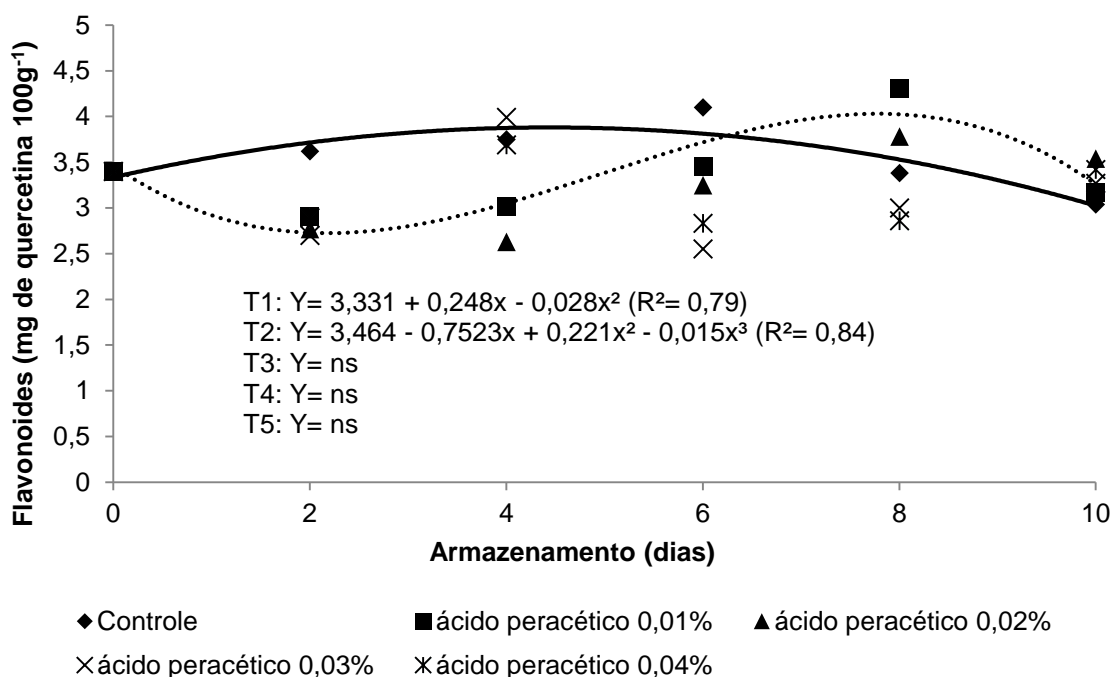


Para os valores de flavonoides observa-se influência significativa somente na interação dos fatores estudados ( $p < 0,05$ ). Durante caracterização (dia 0) do feijão-vagem minimamente processado foi obtido valores médios de 3 mg de quercetina 100g<sup>-1</sup> (Figura 32), teor semelhante foi encontrado por Hertog et al. (2001), 32,45 mg/kg em vagens inteiras. O controle apresentou aumento dos teores até o sexto dia (4,1 mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>) e posterior redução até o décimo dia (3,04 mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>). A concentração de 0,01% apresentou em media incremento até o oitavo dia (4,31 mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>) e posterior redução aos 10 dias (3,42 mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>). Apesar das diferenças durante o armazenamento, que podem estar ligada a heterogeneidade do material analisado, pode-se considerar que houve pequena oscilação dos teores ao final do armazenamento. As concentrações de

0,02%, 0,03% e 0,04% não apresentaram diferença estatística, mantendo os teores em todo o armazenamento.

Huber et al. (2008), em trabalho com couve, rúcula e espinafre minimamente processados e armazenados, citaram que esses teores diminuíram ligeiramente, justificando que os cortes das folhas poderiam ter destruído a compartimentalização de enzimas-substratos, pelo rompimento da parede celular. Assim, enzimas degradativas seriam liberadas, e poderiam agora agir sobre os flavonoides, provocando a sua degradação, comportamento que não explica o presente trabalho, pois todos os tratamentos receberam o mesmo processamento.

**Figura 32 - Teores de flavonoides (mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>) em feijão-vagem minimamente processado higienizados com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

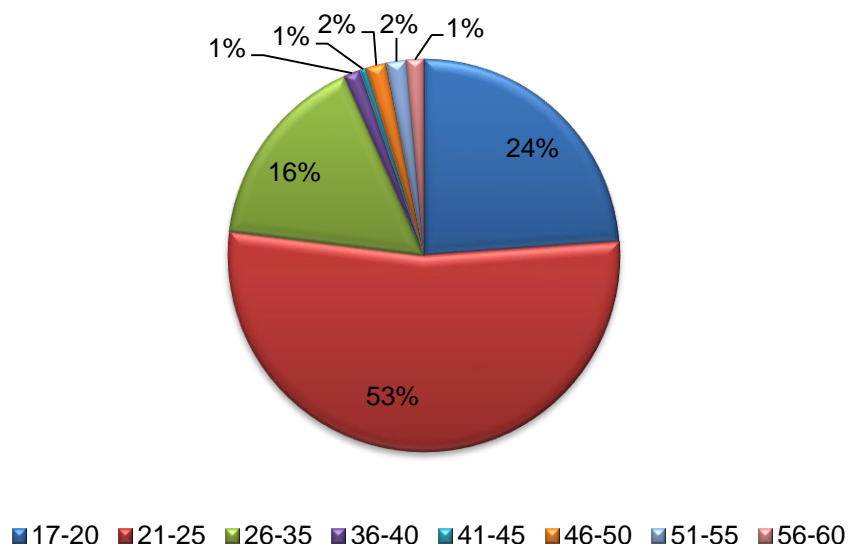


#### 4.5 Análises do perfil dos avaliadores do feijão-vagem minimamente processado

Durante a análise sensorial do feijão-vagem minimamente processado com diferentes doses de ácido peracético foi traçado o perfil dos avaliadores que participaram da pesquisa. Na Figura 33 está apresentada a porcentagem das faixas etárias dos avaliadores, em média de 53% estavam na faixa de 21 a 25 anos,

resultado esperado, pois as análises foram realizadas dentro da Faculdade de Ciências Agrônômicas e o teste sensorial contou na maioria com alunos do curso de graduação. A porcentagem intermediária foi de avaliadores na faixa de 17 a 20 anos (24%) e 26 a 35 anos (16%), as menores porcentagens, cerca de 1%, foram observados nos grupos de 36 a 45 anos e 56 a 60 anos. A faixa etária de 46 a 50 a 51 a 55 anos representaram 2% dos avaliadores.

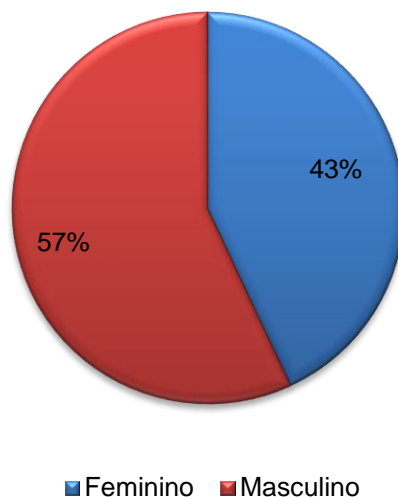
**Figura 33 - Porcentagem da idade dos avaliadores da análise sensorial dos ensaios de feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes higienizantes ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Na Figura 34 está representado o sexo dos avaliadores que participaram da análise sensorial, pesquisa contou com 43% de mulheres e 57% de homens. Lundgren (2016) ao analisar visualmente frutos de atemoia com diferentes doses de 1-MCP citou 59% de homens e 41% de mulheres, o autor considerou o sexo dos participantes bem distribuídos, o mesmo ocorreu na presente pesquisa.

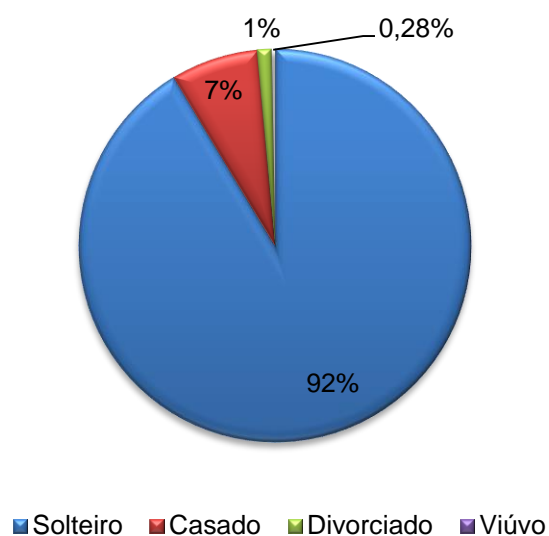


**Figura 34 - Sexo dos avaliadores da análise sensorial dos ensaios de vagem minimamente processada higienizada com diferentes higienizantes ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



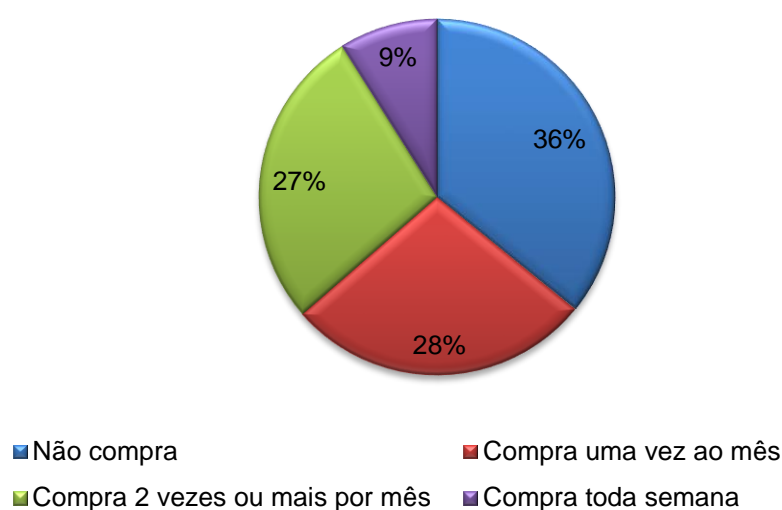
De acordo com a Figura 35, 92% dos avaliadores se declararam solteiros, 7% casados, 1% divorciado e 0,28% viúvo.

**Figura 35 - Estado civil dos avaliadores da análise sensorial dos ensaios de vagem minimamente processada higienizada com diferentes higienizantes ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



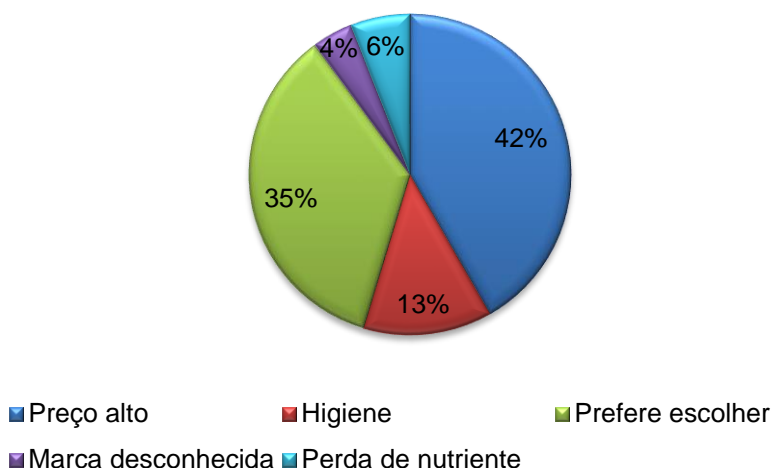
Na Figura 36 está apresentada a frequência de compra de produtos minimamente processados pelos avaliadores. Quando questionados sobre a compra, 36% dos participantes declararam não comprar esse tipo de produto, 28% compram pelo menos uma vez ao mês, 27% compra 2 ou mais vezes por mês e apenas 9% dos avaliadores compravam toda semana produtos minimamente processados.

**Figura 36 - Frequência de compra de produtos minimamente processados pelos avaliadores da análise sensorial.**



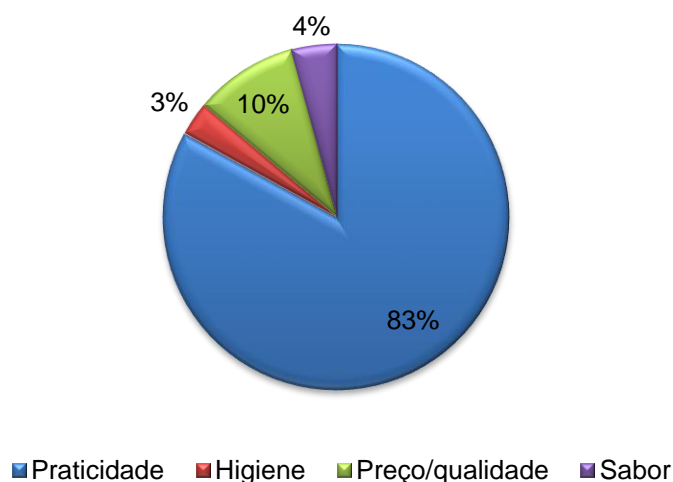
Quando questionados o porquê de não consumir ou consumir com pouca frequência, foram apontadas as seguintes causas (Figura 37). Em média 42% consideraram os produtos minimamente processados com preço alto, 35% prefere escolher a matéria prima, 13% devido à falta de higiene, 6% temem perdas de nutrientes durante o processamento e 4% não compram, pois não conhecem a marca.

**Figura 37- Porcentagem da causa, para não comprar/ou comprar com menor frequência produtos minimamente processados, apontadas pelos avaliadores da análise sensorial.**



Na Figura 38 está representada a porcentagem do motivo da compra de produtos minimamente processados pelos avaliadores. A grande maioria, em média 83%, indicou que compra esses produtos pela praticidade. Concordando com Silva e Vieira (2017), que citam que cresceu o uso de minimamente processados pelos consumidores, isso devido pela praticidade e por manter os nutrientes do produto. Os avaliadores também indicaram que compram pelo preço/qualidade (10%), sabor (4%) e pela higiene (3%) que produtos minimamente processados apresentam.

**Figura 38 - Porcentagem do motivo da compra de produtos minimamente processados apontado pelos avaliadores da análise sensorial.**



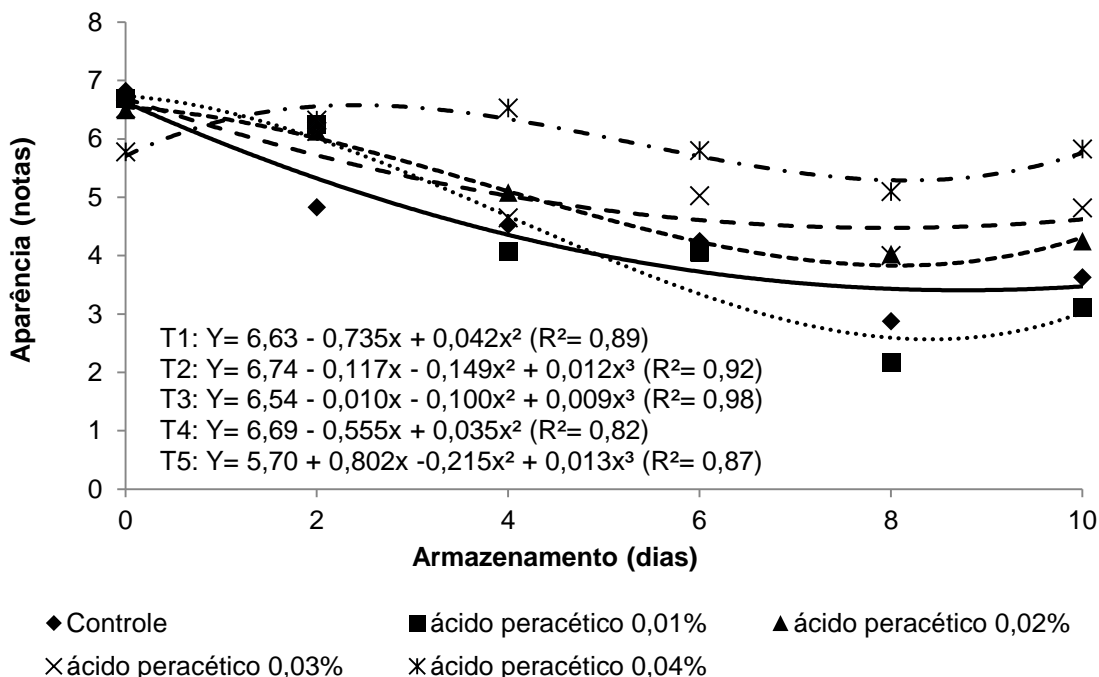
#### **4.6 Análise sensorial do feijão-vagem minimamente processado com o uso do ácido peracético**

Na Figura 39 estão apresentadas as notas para a aparência do feijão- vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, houve diferença estatística para tratamento, período de armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Na ocasião da montagem do experimento (dia=0) a maior nota foi dada para o controle (6,82) seguido pelos feijões-vagem minimamente processados com 0,01% de ácido peracético (6,7) ambos com equivalência a gostei regularmente. As menores notas foram atribuídas ao produto que recebeu 0,02% (6,5), 0,03% (6,52) e 0,04% de ácido peracético (5,78), significando gostei ligeiramente.

Durante o período de armazenamento observa-se redução das notas em todos os tratamentos, entretanto o produto higienizado com 0,04% chegou ao final com a maior nota, 5,83 (gostei ligeiramente) e manteve-se com a mesma aceitabilidade durante o armazenamento. Notas intermediárias foram recebidas pelo produto com 0,03% (4,82 = indiferente), controle e 0,02%, 3,63 e 4,25 (desgostei ligeiramente), as menores notas foram dadas para o feijão-vagem minimamente processado tratado com 0,01% de ácido peracético (3,12 = desgostei regularmente).

A redução das notas possivelmente está relacionada com o escurecimento e/ou aumento da contaminação microbiológica, pois segundo Fávares et al. (2000), o consumidor relaciona a manutenção da cor com produto fresco, sendo fator positivo na aceitabilidade. A pesquisa corrobora com Peres et al. (2001), que citaram redução das notas atribuídas a aparência em vagem minimamente processada higienizada com água, solução clorada com e sem enxágue.

**Figura 39 - Notas para o atributo aparência do feijão-vagem minimamente processada higienizada com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

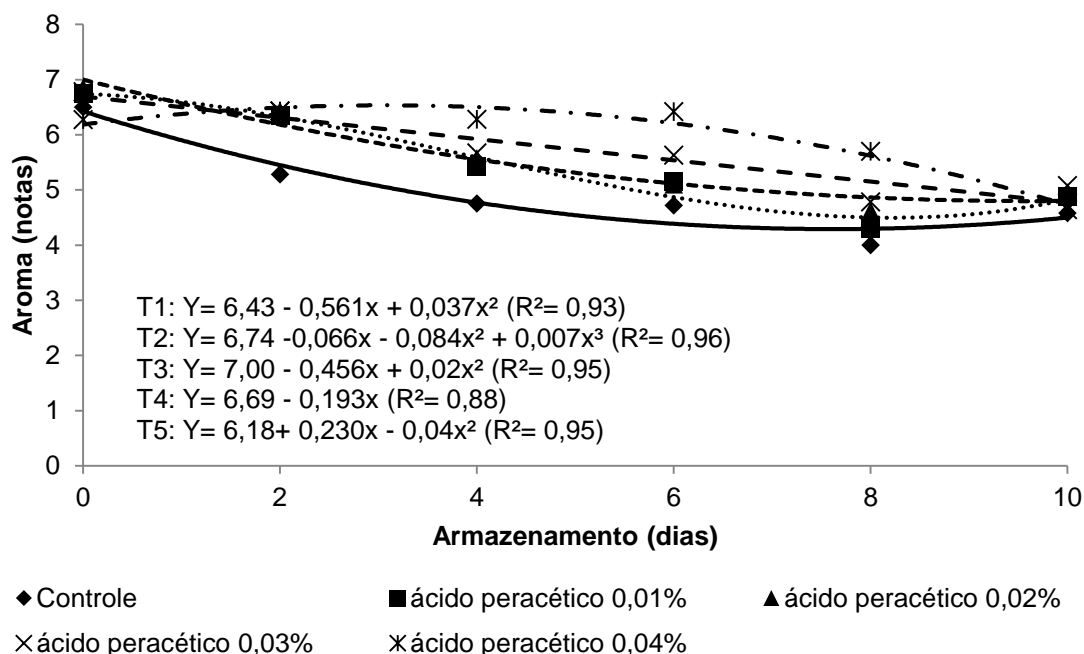


Houve influência significativa nas notas para o aroma do feijão-vagem no tratamento, armazenamento e na interação dos fatores ( $p < 0,01$ ). Os tratamentos durante a caracterização (dia=0) dos tratamentos receberam notas 6,5 (controle) e 6,27 (0,04%) equivalendo a gostei ligeiramente e aos demais foram atribuídas 6,75 (0,01%), 6,85 (0,02%) e 6,78 (0,03%) significando gostei regularmente (Figura 40). Diante dos resultados pode-se sugerir que o uso de ácido acético como higienizante não proporciona cheiro residual ao produto, já que a maior concentração obteve o mesmo conceito do controle.

Assim como nas notas da aparência ocorreu redução das notas no período de armazenamento, provavelmente devido a peroxidação enzimática de ácidos graxos insaturados, sendo um exemplo de modificação bioquímica no aroma que pode ocorrer em hortaliças minimamente processadas, tal processo ocorre quando a peroxidação é catalisada pela lipoxigenase levando a formação de inúmeros aldeídos e cetonas, responsáveis pelos odores e sabores desagradáveis (HILDEBRAND, 1989). Sendo observadas as maiores notas ao final (10 dias) no produto higienizado com 0,03% (5,08), contudo apesar da diferença nos valores

absolutos todos os tratamentos receberam o mesmo conceito (indiferente). Os demais tratamentos obtiveram notas finais de 4,58 (controle), 4,88 (0,01%), 4,95 (0,02%) e 4,64 (0,04%), correspondendo a indiferente, que segundo Pilon (2003) é o limite de nota aceitável. Ainda o autor ao trabalhar com salada minimamente processada de vagem e batata em diferentes atmosferas citaram notas para o aroma em 21 dias de armazenamento acima de 7 (gostei regularmente).

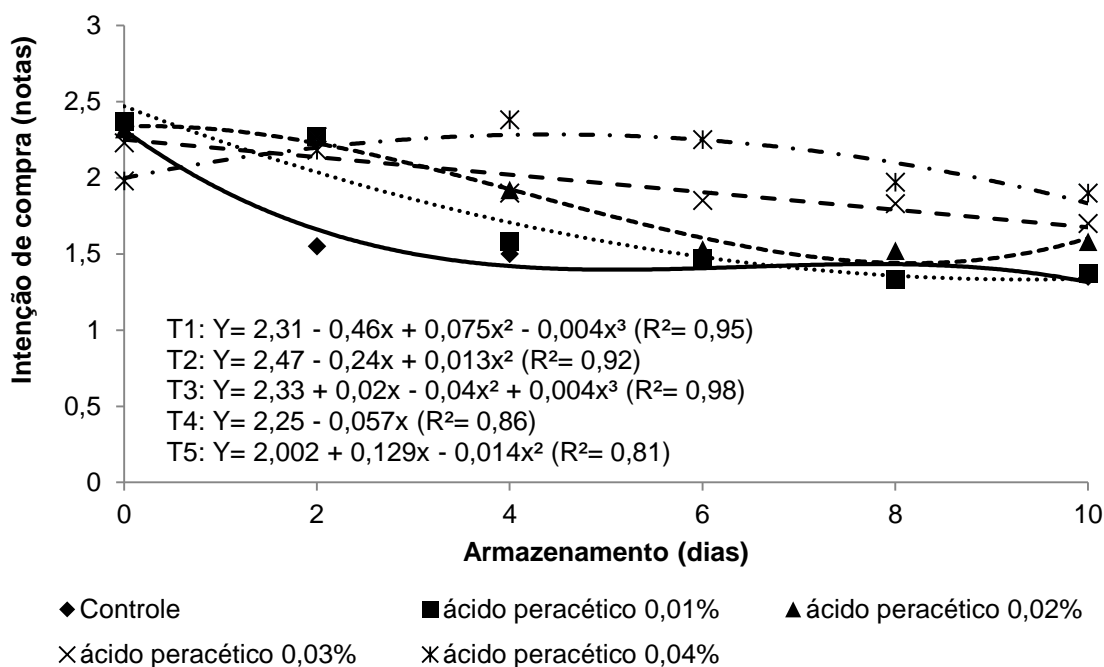
**Figura 40 - Notas para o atributo aroma do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para a intenção de compra (Figura 41), observou-se significância para o tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Todos os tratamentos receberam o conceito 'talvez compraria' na instalação da pesquisa, com notas variando de 1,98 a 2,37. Durante o armazenamento as notas apresentaram tendência de queda, entretanto o feijão-vagem higienizado com 0,02; 0,03 e 0,04% mantiveram o conceito 'talvez compraria', com notas 1,58; 1,7 e 1,9. O controle e 0,01% de ácido peracético receberam notas 1,35 e 1,5, respectivamente, correspondendo a 'não compraria'. Ainda é possível observar que o controle e o 0,01% a partir do 4 dia de armazenamento já receberam a intenção de compra 'não compraria'. Segundo Dantas et al. (2005) é primordial o investimento em pesquisa

de mercado antes da elaboração ou mesmo para aprimorar produtos existentes, visando aperfeiçoar a comercialização e aceitabilidade dos produtos.

**Figura 41 - Intenção de compra do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de ácido peracético, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

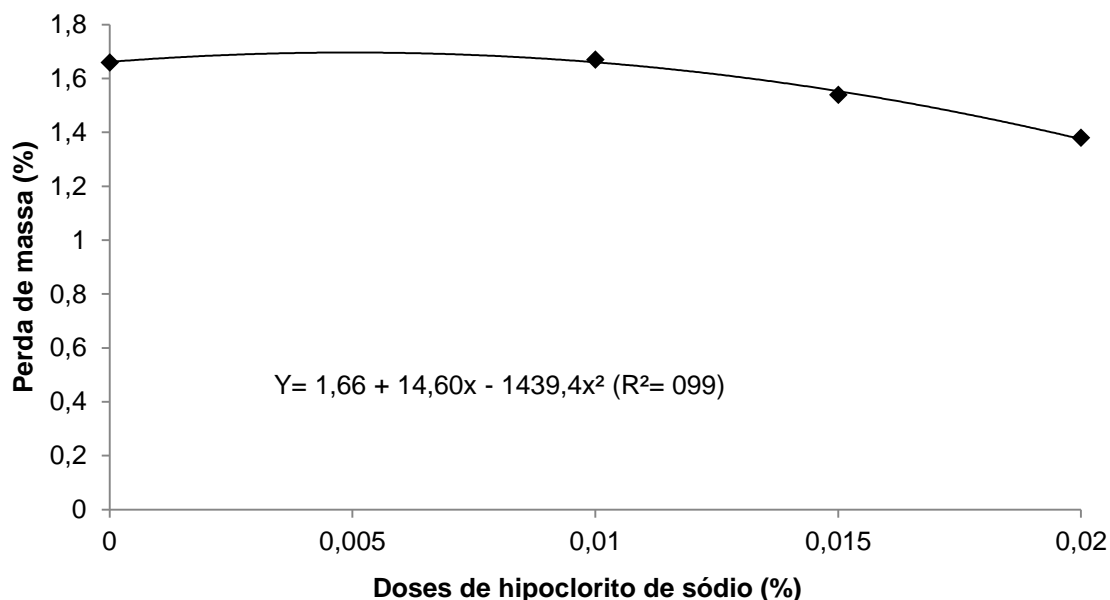


#### 4.7 Análises físico-químicas do feijão-vagem minimamente processado com o uso do hipoclorito de sódio

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a água é o maior componente dos frutos e hortaliças, 80 até 95% de sua composição, tornando esses produtos muito suscetíveis a contaminação microbiológica, como ocorre no feijão - vagem. Para a perda de massa houve efeito significativo do tratamento e armazenamento ( $p < 0,01$ ). Nas doses de hipoclorito de sódio (Figura 42), conforme-se aumentou a dose do higienizante houve menor perda de massa fresca nas vagens minimamente processadas (MP), o tratamento com 0,02% de hipoclorito de sódio apresentou perda de 1,38% e a dose de 0,015% de hipoclorito de sódio perdeu 1,55%. As maiores perdas ocorreram no produto do tratamento controle (1,66%) e 0,01% de hipoclorito de sódio (1,67%). Apesar de Chitarra e Chitarra (2005) citarem que somente perdas acima de 3% trazem prejuízo à qualidade dos produtos vegetais.

Nesse estudo observou-se que essas pequenas perdas diminuíram as notas da aparência visual, ocorreu aumento da nota de aparência (qualidade visual) quando aumentou a dose de hipoclorito de sódio (Figura 70), esses correspondendo as menores perdas de massa. Maiores perdas foram observadas por Evangelista et al. (2008), os autores citaram valores entre 1,10 a 3,14 % em pimentão MP, essas diferenças podem estar relacionadas às diferenças metabólicas existentes entre as diferentes espécies.

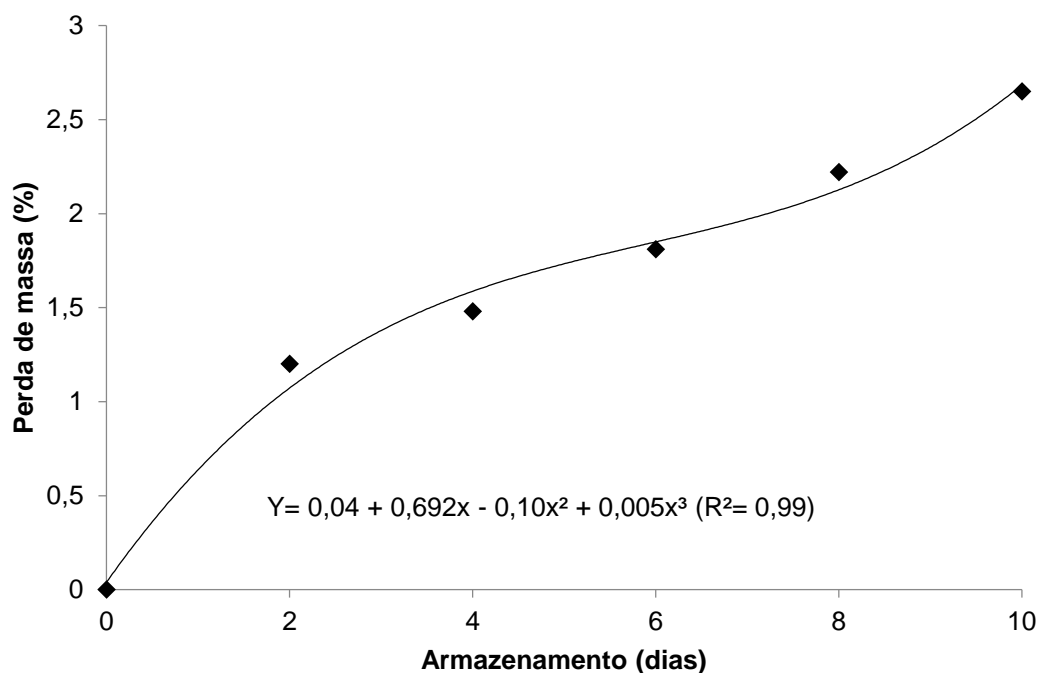
**Figura 42 - Perdas de massa fresca (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio armazenadas a  $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR.**



Durante o período de armazenamento ocorreu aumento contínuo da perda de massa ao passar dos dias, chegando ao final do décimo dia com perda de 2,65% (Figura 43). Essa perda provavelmente é devido a perda de água e sólidos (carboidratos e ácidos orgânicos), por transpiração e respiração, respectivamente. Comportamento semelhante foi citado por Sasaki (2005), aumento de perda de massa ao longo do período de armazenamento em abóboras minimamente processadas tratadas com diferentes higienizantes, citando que as maiores perdas foram observadas nos tratamentos com ácido peracético e acético.



**Figura 43 - Perda de massa fresca (%) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



O pH não sofreu influência significativa nas doses de hipoclorito de sódio e na interação dos fatores estudados (doses x armazenamento) ( $p < 0,05$ ). O feijão-vagem minimamente processado apresentou valores médios de pH de 6,47 a 6,55. Na literatura foram observados em vagem minimamente processada de 6,0 (PALHARINI et al., 2016) e 5,93 (PALHARINI et al., 2017), assim como nos resultados obtidos para este experimento (Tabela 6).

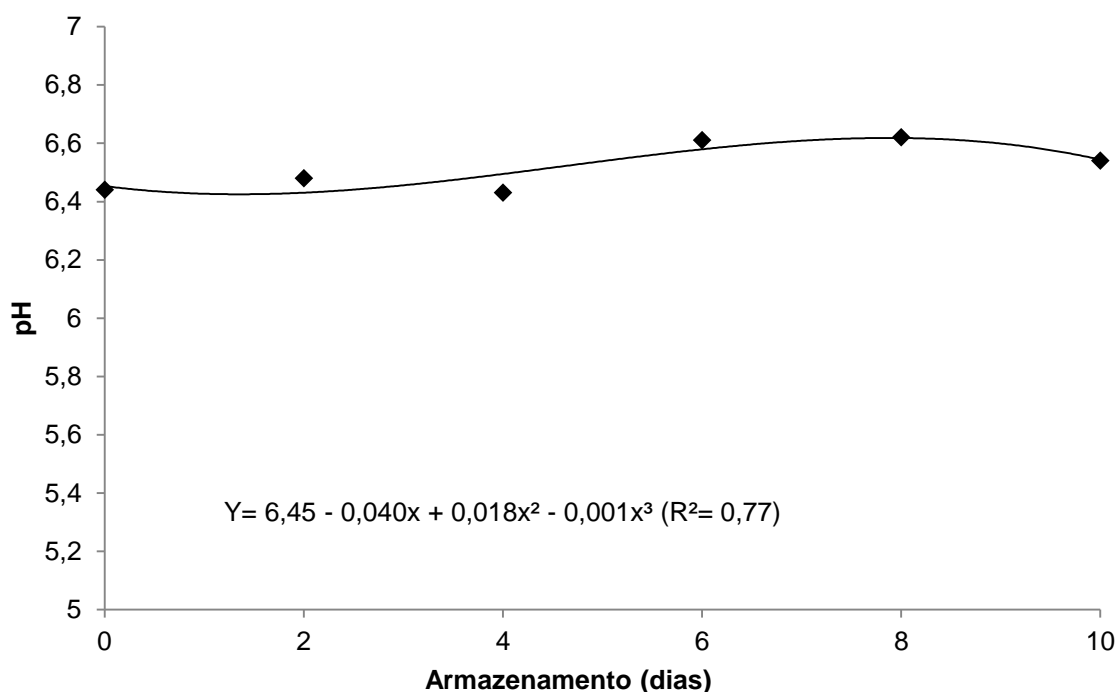
**Tabela 6 - Valores de pH em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	6,44	6,49	6,46	6,59	6,64	6,66	6,55
Tratamento 2	6,44	6,45	6,43	6,61	6,64	6,63	6,53
Tratamento 3	6,44	6,52	6,42	6,62	6,61	6,63	6,54
Tratamento 4	6,44	6,47	6,43	6,63	6,59	6,25	6,47
Média	6,44	6,48	6,43	6,61	6,62	6,54	
C.V. (%)	1,9						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

Observou-se efeito significativo no período de armazenamento (Figura 44), com pequena elevação nos valores de pH, de 6,44 para 6,54 no décimo dia de armazenamento. Esse comportamento pode estar relacionado com aumento de microrganismos nas vagens minimamente processadas. Segundo Jacxsens et al. (2003), os microrganismos Gram negativos exercem papel importante na deterioração dos vegetais, sendo típico o aumento de pH pode ser resultado da quebra de proteínas com a liberação de compostos básicos. Mesma tendência de aumento no pH foram encontrados por Izume, Watada e Douglas (1996), que associaram esse efeito ao crescimento microbiano em seu trabalho com abobrinhas fatiadas. Resultados semelhantes foram encontrados por Palharini et al. (2015), com valores do pH de 6,1 no dia do processamento para 6,4 no sétimo dia de armazenamento em vagem minimamente processada higienizada com dióxido de cloro.

**Figura 44 - Valores de pH em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Os teores de acidez titulável ( $\text{g de ácido cítrico } 100\text{g}^{-1}$ ) da vagem minimamente processada não foram influenciados pelo tratamento e interação ( $p > 0,05$ ) (Tabela 7). Foram observados teores médios de  $0,113 \text{ g de ácido cítrico } 100 \text{ g}^{-1}$  a  $0,162 \text{ g de ácido cítrico } 100 \text{ g}^{-1}$ . Paula et al. (2009), constataram em seu trabalho com vagens

minimamente processadas, teores de AT semelhantes a presente pesquisa, 0,08 a 0,20g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> em vagem minimamente processado. Enquanto Sasaki (2005) em trabalho com abobora minimamente processada tratada com diferentes higienizantes observaram que a maior acidez foi no produto com ácido acético quando comparados com outros higienizantes, entre eles o ácido peracético.

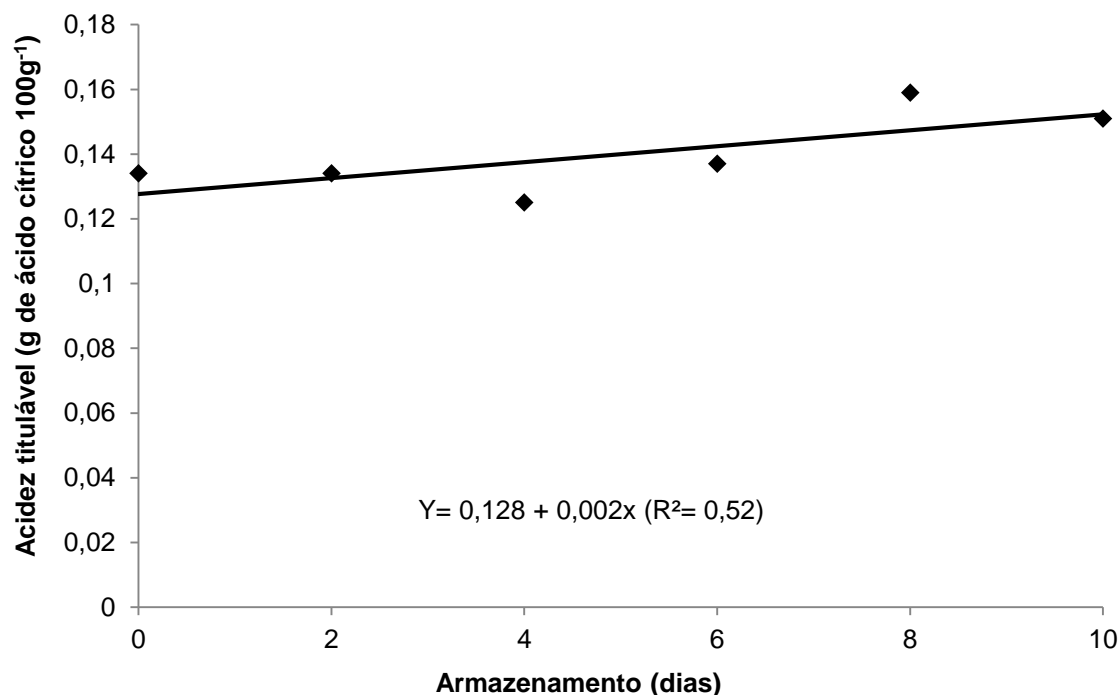
**Tabela 7 - Teores de acidez titulável (g de ácido cítrico 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,134	0,146	0,142	0,160	0,148	0,162	0,149
Tratamento 2	0,134	0,146	0,113	0,119	0,157	0,158	0,138
Tratamento 3	0,134	0,123	0,115	0,126	0,145	0,144	0,131
Tratamento 4	0,134	0,123	0,129	0,144	0,186	0,139	0,142
Média	0,134	0,134	0,125	0,137	0,159	0,151	
C.V. (%)	13,5						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

A acidez titulável (AT) mostrou-se significativamente influenciada pelo período de armazenamento, apresentando aumento da acidez, de 0,134 para 0,151 g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> (Figura 45). Mesmo comportamento foi observado por Oliveira (2005) aumento dos teores de acidez em pimentão, cebola e cebolinho MP. Enquanto em cebola minimamente processada houve diminuição dos teores de acidez durante o armazenamento, observado Beerli et al. (2004) justificando esse comportamento a senescência do produto sendo ocasionada pela possível perda de ácidos orgânicos. Ainda de acordo com Nguyen-the e Carlin (1994), o teor de acidez pode ser influenciado, pelo desenvolvimento de bactérias aeróbias mesófilas, uma vez que, a flora microbiana pode consumir os ácidos orgânicos presentes nas frutas e hortaliças para seu desenvolvimento, comportamento não observado na presente pesquisa.

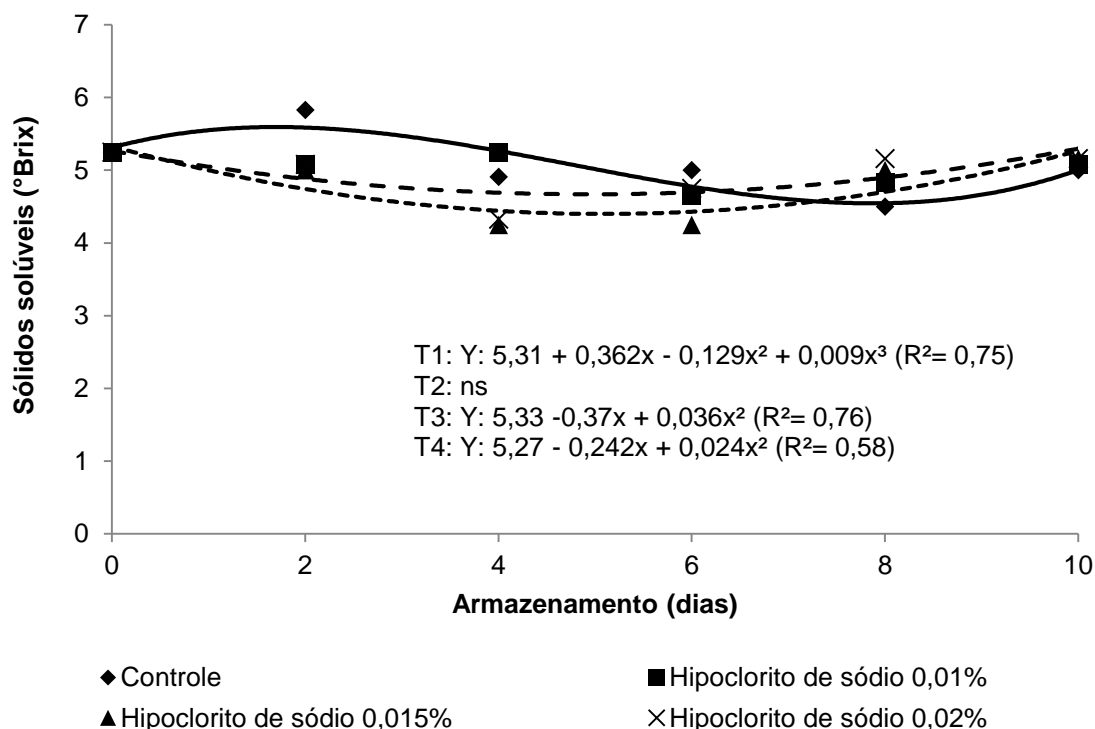
**Figura 45 - Acidez titulável (g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**



Em relação aos sólidos solúveis (SS) foi observado efeito significativo das doses ( $p < 0,05$ ), período de armazenamento e interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). No tratamento controle, 0,015% e 0,02% de hipoclorito de sódio (Figura 46), apresentaram tendência de redução dos sólidos solúveis durante o armazenamento, reduzindo cerca de 5%, 0,1% e 0,1%, respectivamente. Esse comportamento possivelmente ocorreu devido maior taxa respiratória nesses produtos. Segundo Beerli et al. (2004) os sólidos solúveis são reduzidos devido o uso de substratos no metabolismo respiratório, sendo característica de reações catabólicas de senescência.

A dose de 0,01% manteve durante a prateleira os teores de sólidos solúveis, variando de 4,66 a 5,25°Brix. Mesmo resultado foi observado por Beerli et al. (2004), os teores de sólidos solúveis da cebola minimamente processada não foram influenciadas com o uso de higienizantes.

**Figura 46 - Teores de sólidos solúveis (°Brix) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para a análise dos teores de umidade ocorreu diferença estatística somente para o período de armazenamento ( $p < 0,01$ ), não ocorrendo significância no tratamento e na interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). Durante a caracterização do feijão-minimamente processado foi observado de teor de 92,02% (Tabela 8), semelhante aos encontrados na Tabela brasileira de alimentos (92,2%) (NEPA, 2011). E entre os tratamentos em média ocorreu umidade de 92,29 a 92,62%. Valores semelhantes foram citados por Carnib (2017) em cultivar de metro e linhagem 3950 e Muradian; Fiorini (1996), em feijão-macarrão e feijão manteiga, valores entre 86,1 a 92,5%.

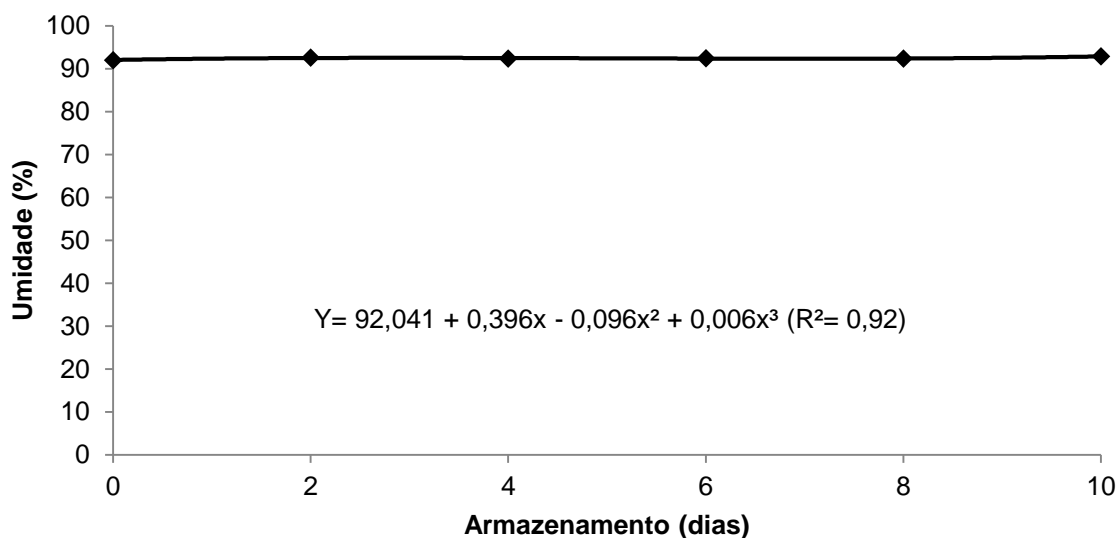
**Tabela 8 - Teores de umidade (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	92,02	92,53	92,32	92,32	92,61	92,74	92,42
Tratamento 2	92,02	92,50	92,09	92,17	92,19	92,78	92,29
Tratamento 3	92,02	92,70	92,91	92,88	92,60	92,60	92,62
Tratamento 4	92,02	92,64	92,21	92,33	92,12	93,36	92,45
Média	92,02	92,59	92,38	92,42	92,38	92,87	
C.V. (%)							0,4

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

No período de armazenamento (Figura 47) observa-se incremento dos valores de umidade, de 92,02 para 92,87%. Essa diferença nos teores provavelmente está relacionada à heterogeneidade das amostras analisadas, sugerindo manutenção dos valores de umidade durante o armazenamento. Pilon (2003) em cenoura, pimentão e salada mista (vagem e batata) e Brunini et al. (2007) em pepinos minimamente processados, citaram comportamento semelhante discreto aumento do teor de umidade em armazenamento.

**Figura 47- Teores de umidade (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para os teores de cinzas ocorreu diferença estatística somente para o período de armazenamento ( $p < 0,01$ ). O tratamento e a interação dos fatores apresentaram  $p > 0,05$ . Durante a caracterização do feijão-vagem (Tabela 9) foi observada 0,452% de cinzas e entre os tratamentos em média de 0,490 a 0,522%. Teores semelhantes foram descritos por NEPA (2011), 0,5%. Concordando com Brigide (2002) que em trabalho com feijão comum, afirmou que processamento de leguminosas não modifica os teores de cinzas, corroborando com a presente pesquisa.

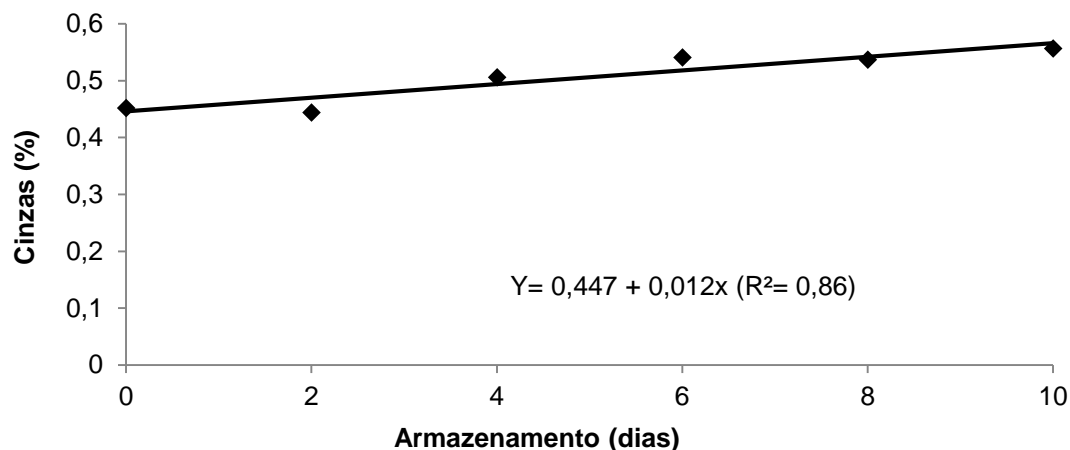
**Tabela 9 - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,452	0,423	0,460	0,542	0,522	0,545	0,490
Tratamento 2	0,452	0,460	0,552	0,557	0,558	0,554	0,522
Tratamento 3	0,452	0,440	0,490	0,524	0,538	0,589	0,505
Tratamento 4	0,452	0,454	0,524	0,543	0,532	0,539	0,507
Média	0,452	0,444	0,506	0,541	0,537	0,557	
C.V. (%)	8,5						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

No período de armazenamento (Figura 48) ocorreu aumento nos teores de cinza, partindo de 0,452 % no momento da instalação do ensaio e chegando aos 10 dias com 0,557%. Provavelmente esse aumento nos teores está diretamente ligado a perda de massa fresca (Figura 6), fazendo que os teores se concentrassem no feijão-vagem. Resultados opostos foram descritos por Alves (2010) em trabalho com abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa minimamente processado, os teores não foram afetados significativamente pelo tempo de armazenamento.

**Figura 48 - Teores de cinzas (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para o teor de fibras ocorreu diferença estatística para o armazenamento ( $p < 0,01$ ), não sendo observado no tratamento e na interação ( $p > 0,05$ ). Durante o armazenamento foram observados teores de 1,3 a 2,77% (Tabela 10). Francelino (2011), em trabalho com feijão-vagem encontrou teores médios de fibras de 0,31 a 0,63%, resultados abaixo dos valores obtidos neste trabalho. Valores superiores foram citados por Oliveira (2002), em pesquisa com várias cultivares de feijão-vagem, constatou valores de fibra bruta variou de 14,78 a 23,10%, valores superiores a este trabalho.

**Tabela 10 - Teor de Fibras (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

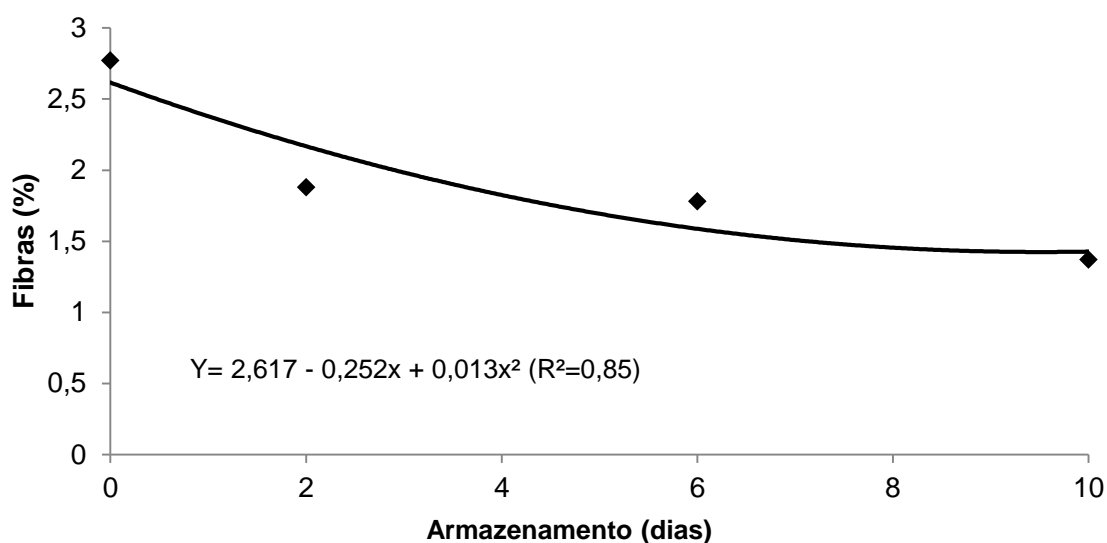
Tratamento	Armazenamento (dias)				Média
	0	2	6	10	
Controle	2,77	2,73	2,15	1,30	2,24
Tratamento 2	2,77	1,79	1,39	1,31	1,81
Tratamento 3	2,77	1,63	1,58	1,56	1,89
Tratamento 4	2,77	1,37	1,98	1,31	1,86
Média	2,77	1,88	1,78	1,37	
C.V. (%)	20,8				

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.



Durante o período de armazenamento (Figura 49) observa-se redução do teor de fibras, partindo de 2,77% (dia=0) e chegando ao final do período de armazenamento com 1,37%. Alves et al. (2010) em trabalho com produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa não observaram influência do armazenamento no teor de fibras, diferentemente do presente trabalho.

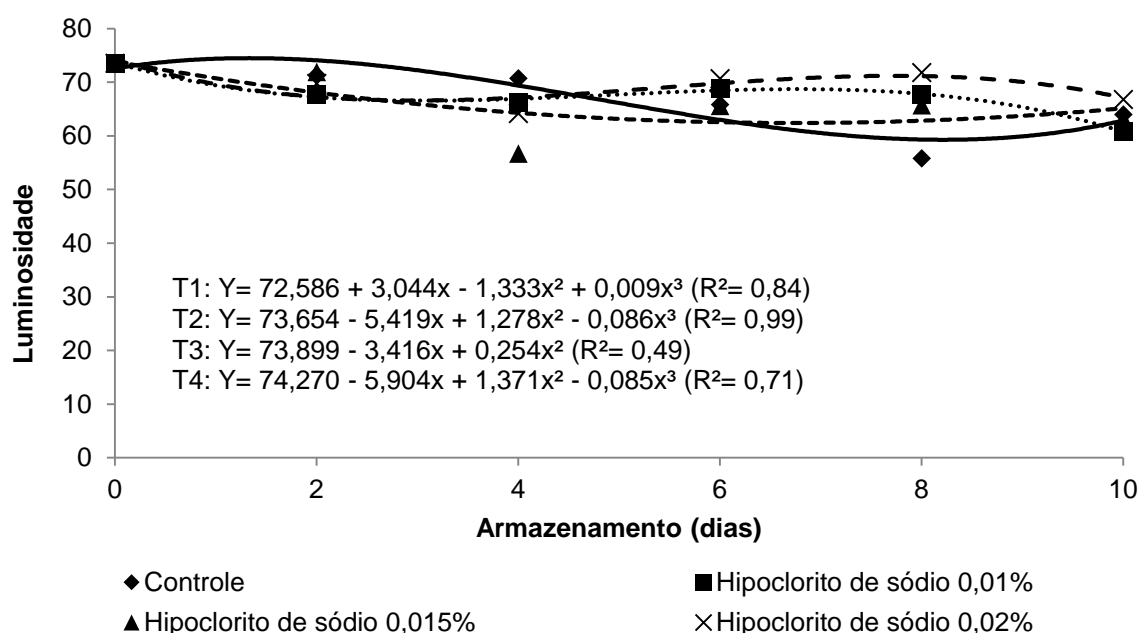
**Figura 49 - Teor de fibras (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para a Luminosidade ocorreu diferença significativa para o tratamento ( $p < 0,05$ ), armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). De maneira geral observou-se redução dos valores da Luminosidade em todos os tratamentos estudados, partindo de 73,55 na caracterização do feijão-vagem e chegando ao décimo dia com 63,98 (controle), 60,8 (0,01%), 63,24 (0,015%) e 66,77 (0,02%), (Figura 50). A redução valores da luminosidade provavelmente se deu devido ao escurecimento enzimático (polifenoloxidase e peroxidase), pois houve aumento da atividade dessas enzimas durante o armazenamento (Figura 61 e 62). Ainda é possível observar que a maior dose utilizada proporcionou menor escurecimento ao produto desde o quarto dia de armazenamento. Segundo Klein (1987), Vaughn e Duke, (1984). McEvily e Iyengar (1992) e Schlimme, (1992) citado por Mattos (2007), o escurecimento verificado em tecidos vegetais pode ser ocasionado tanto por processos não enzimáticos, os quais podem estar relacionados tanto com a degradação da vitamina C, quanto por processos enzimáticos que ocorrem por meio

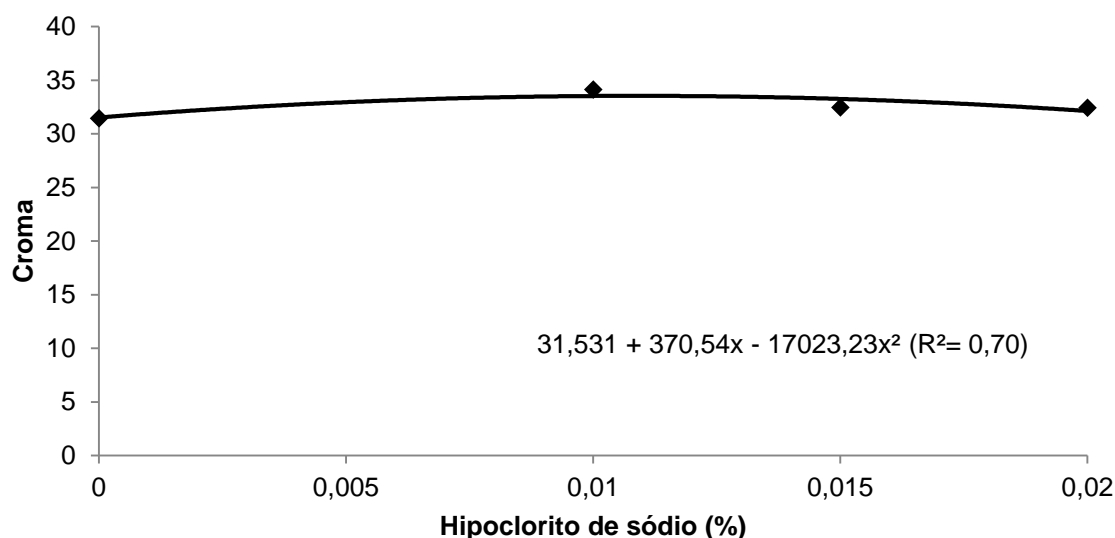
de reações oxidativas catalisadas por fenolases, como por exemplo, a PPO. Peres et al. (2011) e Arruda et al. (2003) citam que o escurecimento causa redução das notas para análise visual e a redução da luminosidade proporciona depreciação do produto, comportamento comprovado pelas notas de aparência deste ensaio (Figura 70), as notas para o feijão-vagem higienizado com 0,04% foram superiores aos demais tratamentos desde o quarto dia de armazenamento, coincidindo com os maiores valores da luminosidade.

**Figura 50 - Valores da luminosidade em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Os valores do croma foram influenciados somente pelo tratamento ( $p < 0,05$ ), não ocorrendo no armazenamento e na interação. Observa-se aumento dos valores do croma até a dose 0,01% de hipoclorito de sódio (34,14), com posterior redução até a maior dose (0,02%), 32,44 (Figura 51). Valores próximos a pesquisa foram observados por Coelho et al. (2016), onde avaliando vagem fresca do feijão-caupi, apresentou resultados de Cromaticidade (22,95), porém se mantendo estável durante o armazenamento.

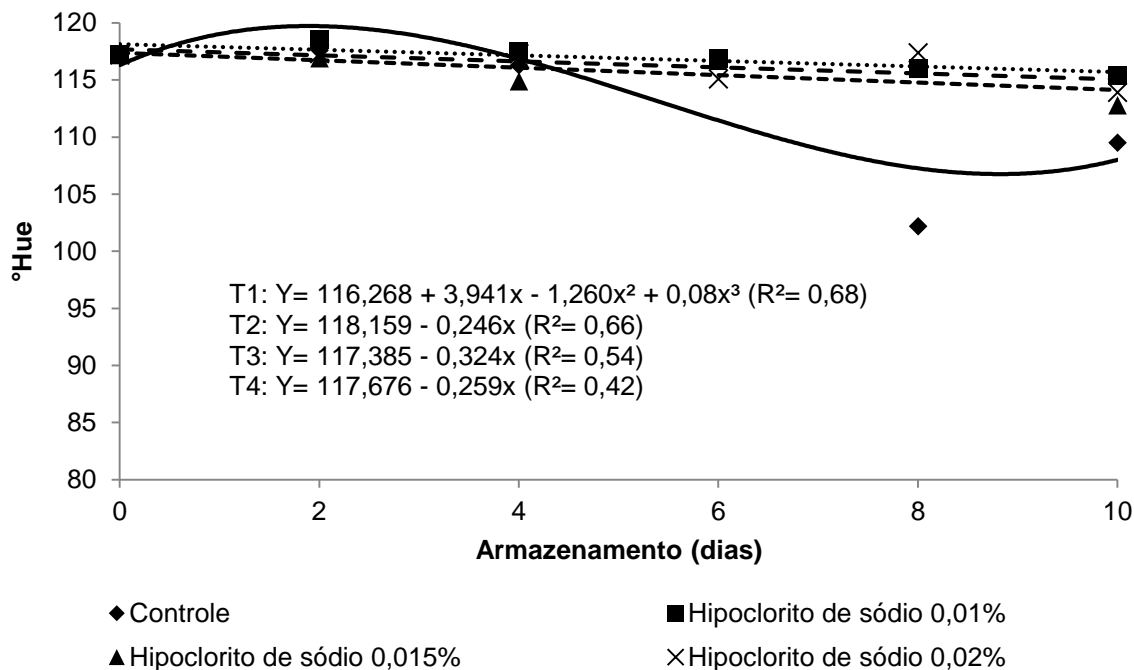
**Figura 51- Valores de croma em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas a  $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR.**



Para os valores do ângulo *Hue* houve diferença significativa para o tratamento ( $p < 0,05$ ), armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Durante a caracterização da matéria prima foi observado valor do ângulo *Hue* de 117,2, equivalente a amarelo, mesma tonalidade foi citada em trabalho de vagem minimamente processada por Palharini et al. (2016) e Spagnol (2005). Durante o período de armazenamento (10 dias) ocorreu redução dos valores do  $^\circ\text{Hue}$ , 109,5 (controle), 115,4 (0,01%), 112,8 (0,015%) e 113,9 (0,02%), contudo todos os valores na faixa do amarelo (96 a 126 $^\circ$ ), (Figura 52). Trail et al. (1992) em trabalho com vagem correlacionaram a redução do valor do  $^\circ\text{Hue}$  com a degradação da clorofila. Comportamento semelhante ocorreu com Sgrist (2002), em trabalho com rúculas minimamente processadas mantidas a 6 $^\circ\text{C}$ , os autores observaram que mudança da coloração verde-escura para verde amarelada.

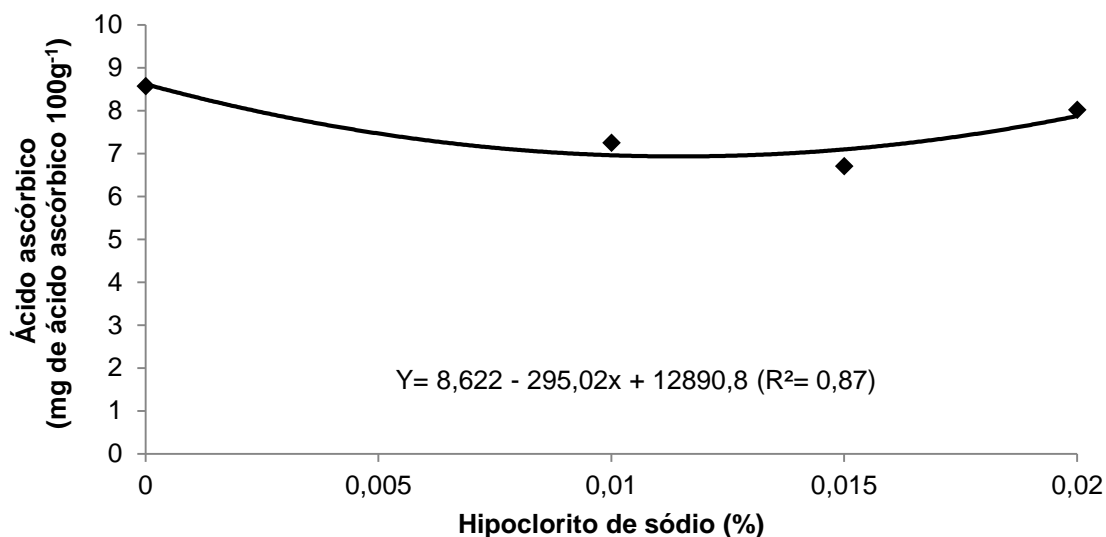
Contudo quando os valores são analisados em conjunto, seguindo orientações de Minolta (1998), apesar a influência significativa nos atributos estudados (luminosidade, croma e  $^\circ\text{Hue}$ ), todos os tratamentos apresentaram cor amarelo luz durante o armazenamento. Evidenciando que essas doses de hipoclorito de sódio não influenciaram a mudança da cor em feijão-vagem minimamente processado.

**Figura 52 - Valores do ângulo *Hue* em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



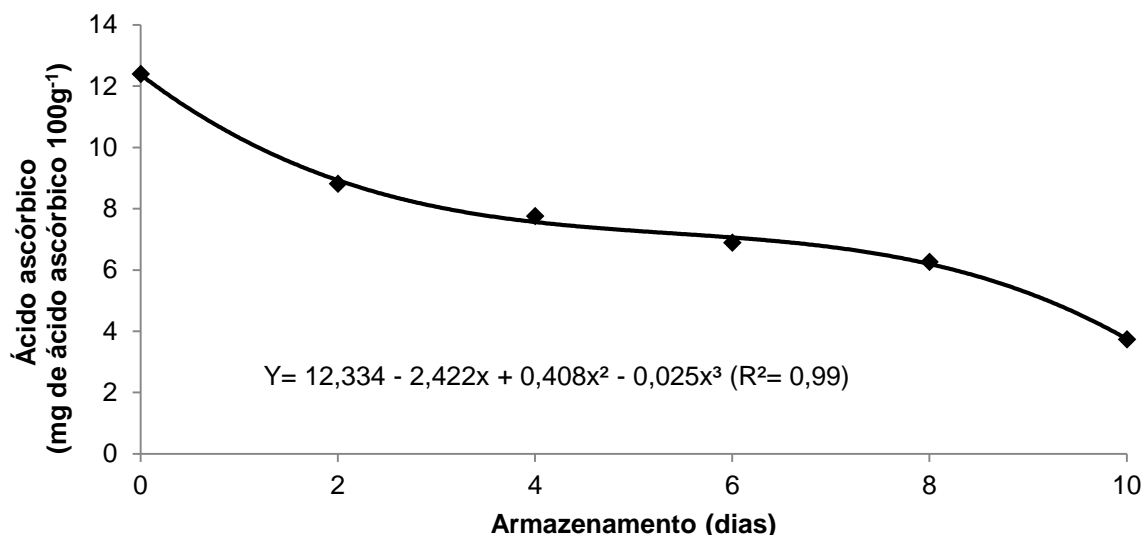
Para os teores de ácido ascórbico houve diferença estatística para o tratamento e armazenamento ( $p < 0,01$ ), não ocorrendo na interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). Entre os tratamentos os maiores teores foram observados no controle (8,57 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ ), seguida pela dose de 0,04% (8,02 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ ) e o tratamento 0,01% e 0,015% apresentaram os menores teores 7,25 e 6,71 mg de ácido ascórbico  $100\text{g}^{-1}$ , respectivamente (Figura 53). Contudo de maneira geral pode-se afirmar que o hipoclorito de sódio não influenciou os teores de ácido ascórbico, pois os maiores teores foram observados no controle e na maior dose utilizada.

**Figura 53 - Teores de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas a 5±1°C e 85±5% UR.**



Durante o período de armazenamento (Figura 54) observou-se redução nos teores de ácido ascórbico. Na caracterização o feijão-vagem minimamente processado apresentou 12,4 mg de ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup> e chegou ao décimo dia de armazenamento com 3,74 mg de ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>. Coobi (1983) citado por Oliveira, Bastos e Carneiro (2001) a vagem apresenta em média 19 mg de ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>, superior a pesquisa. Segundo Chitarra e Chitarra (2005) os teores de ácido ascórbico reduzem com o avanço do grau de maturação e o período de armazenamento, esses compostos são oxidados por enzimas como a peroxidase e também pela ação da enzima ascorbitase. Corroborando com a presente pesquisa, pois a atividade da peroxidase apresentou incremento durante o armazenamento (Figura 62).

**Figura 54 - Teores de ácido ascórbico (mg de ácido ascórbico 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**



Para os teores de açúcares redutores ocorreu diferença significativa apenas no período de armazenamento ( $p < 0,01$ ), não sendo observada no tratamento e interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). O feijão-vagem minimamente processado apresentou na caracterização 1,45% de açúcar redutor (Tabela 11), e em média entre os tratamentos foi observado teores de 1,22 a 0,32%.

**Tabela 11 - Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

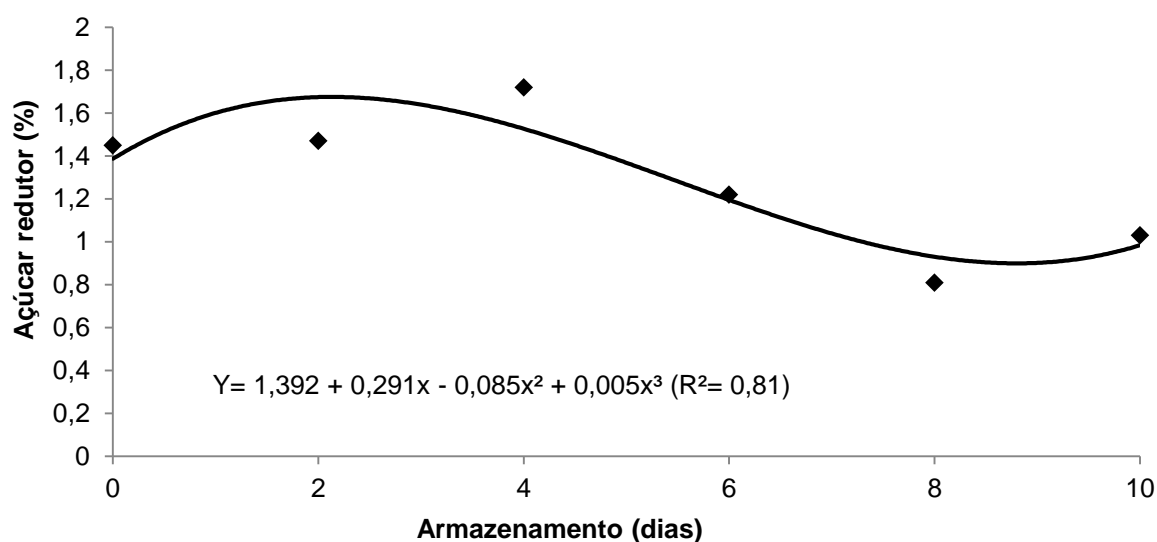
Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	1,45	1,46	1,81	1,42	0,94	0,86	1,32
Tratamento 2	1,45	1,48	1,75	1,14	0,91	0,96	1,28
Tratamento 3	1,45	1,41	1,64	1,05	0,66	1,13	1,22
Tratamento 4	1,45	1,54	1,67	1,25	0,75	1,18	1,31
Média	1,45	1,47	1,72	1,22	0,81	1,03	
C.V. (%)	15,2						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

Durante o período de armazenamento (Figura 55) ocorreu redução dos teores, de 1,45% para 1,03% ao final do período de armazenamento (10 dias). Esse comportamento provavelmente se dá devido aumento da degradação dos

carboidratos via glicólise durante o metabolismo respiratório, isso devido às injúrias causada pelo processamento mínimo e senescência. Evangelista et al. (2008) ainda cita que açúcares e ácidos são os principais compostos consumidos durante a respiração dos produtos armazenados. O mesmo foi observado nos teores de açúcar redutor durante o armazenamento por Furlaneto et al. (2017), Russo et al. (2012), Evangelista et al. (2008) e Simón et al. (2008) em pesquisas com hortícolas minimamente processados.

**Figura 55 - Teor de açúcar redutor (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

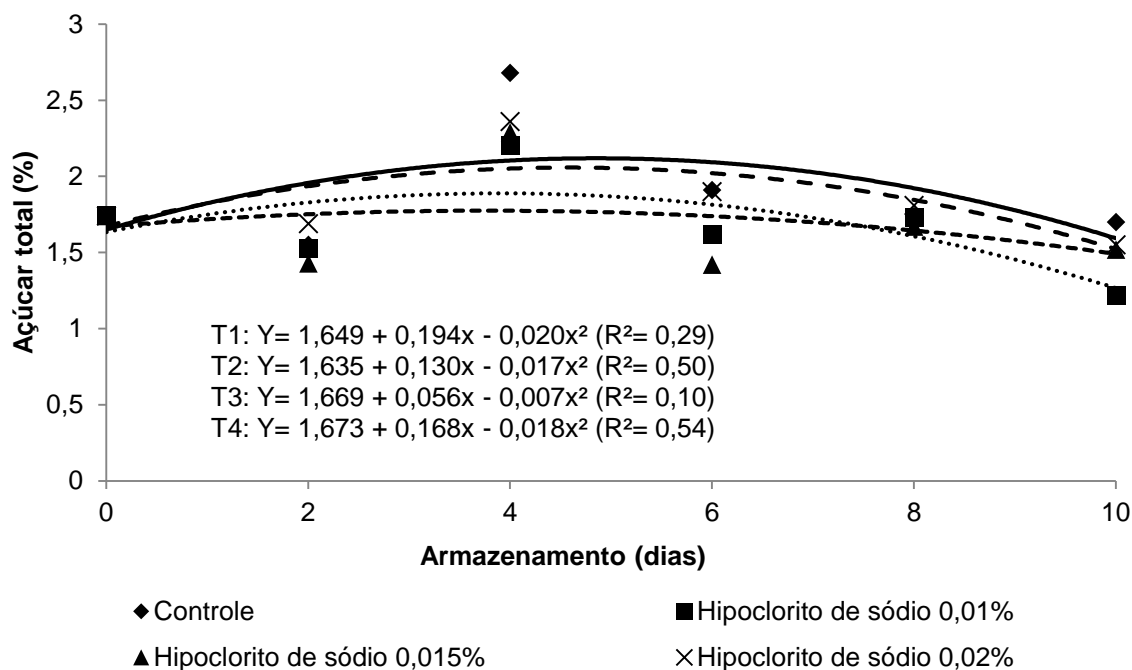


Para os teores de açúcar total ocorreu diferença estatística significativa para o tratamento, armazenamento ( $p < 0,01$ ) e na interação entre os fatores estudados ( $p < 0,05$ ). Durante a caracterização foi observada teores de 1,74%, a NEPA (2011), descreve em 100g de alimento da parte comestível valores de 5,0 g de carboidratos para vagem inteira crua, superior a pesquisa.

Durante o armazenamento (Figura 56), ocorreu aumento dos teores até o quarto dia, 2,68% (controle), 2,2% (0,01%), 2,29% (0,015%) e 2,36% (0,02%), com posterior redução para 1,7% (controle), 1,22% (0,01%), 1,52% (0,015%) e 1,55% (0,02%), possivelmente o aumento está ligado a concentração dos teores devido a perda de massa ou conversão da parede celular em açúcares, (SANTOS; SILVA; ALVES, 2006, CHITARRA; CHITARRA, 2005). A redução dos teores pode estar relacionada com o uso dos açúcares como substrato na respiração. Contudo ainda é possível observar que o feijão – vagem do controle apresentou o maior teor durante

todo o armazenamento.

**Figura 56 - Teor de açúcar total (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Os teores de sacarose foram influenciados pelo armazenamento ( $p < 0,01$ ), e não ocorreu no tratamento e na interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). Foram observados teores de 0,27% no momento da caracterização do feijão-vagem minimamente processado (Tabela 12). Os tratamentos apresentaram 0,37 a 0,53% de açúcar redutor.



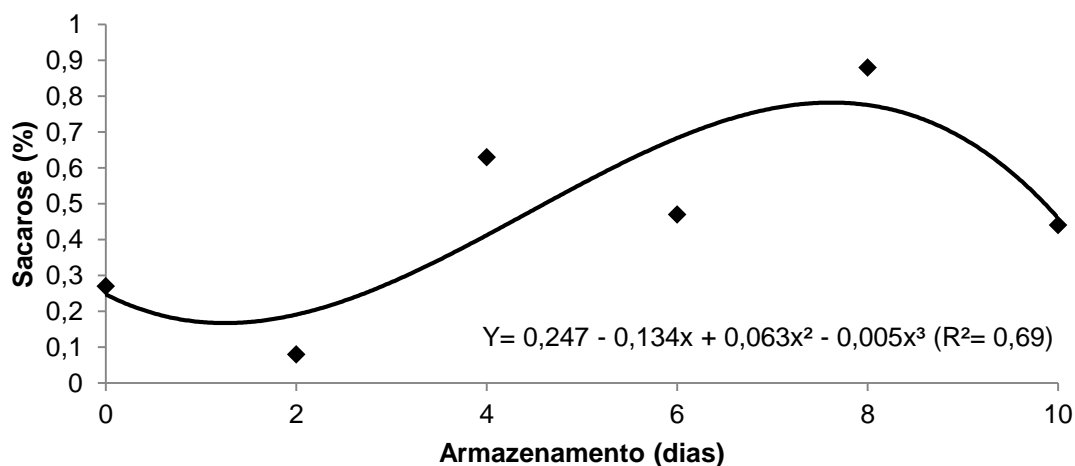
**Tabela 12 - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,27	0,09	0,82	0,47	0,75	0,80	0,53
Tratamento 2	0,27	0,06	0,43	0,45	0,78	0,25	0,37
Tratamento 3	0,27	0,02	0,62	0,35	0,96	0,37	0,43
Tratamento 4	0,27	0,15	0,66	0,61	1,01	0,35	0,51
Média	0,27	0,08	0,63	0,47	0,88	0,44	
C.V. (%)	45,3						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

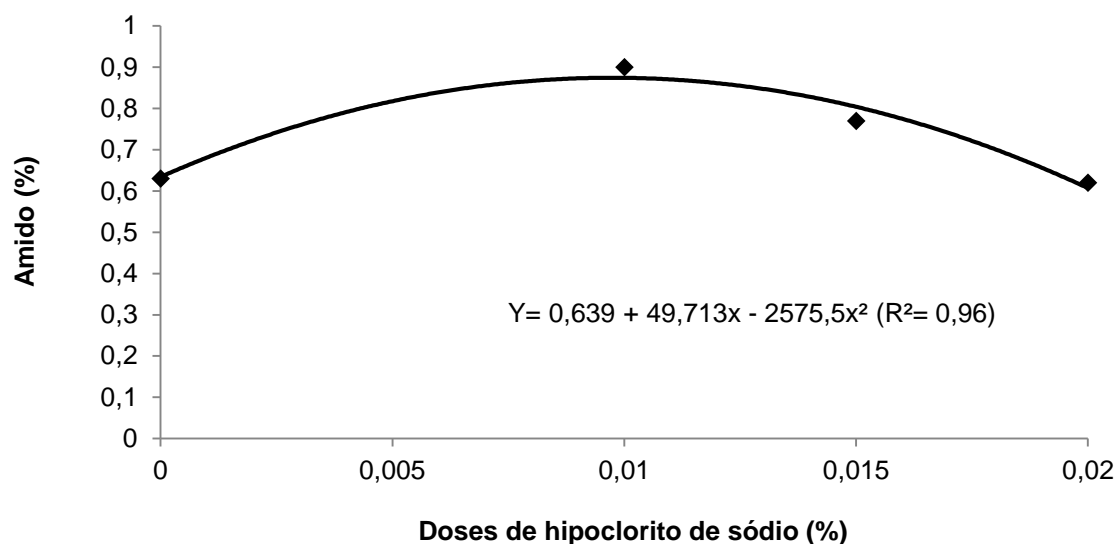
No período de armazenamento (Figura 57) ocorreu aumento dos teores de sacarose até o oitavo dia, de 0,27 para 0,88%, com posterior redução, 0,44%. Possivelmente esse aumento se deu pela translocação do açúcar da semente para a vagem no armazenamento (KASIM; KASIM, 2015), os autores ainda citam que o carboidrato é o principal composto da semente da vagem. E a redução ao final do armazenamento pode ser a ação da enzima invertase, responsável pela hidrólise da sacarose em açúcares mais simples. Sendo comprovado na presente pesquisa pelo incremento dos teores do açúcar redutor após o oitavo dia (Figura 55), 0,81 para 1,03%.

**Figura 57 - Teor de sacarose (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



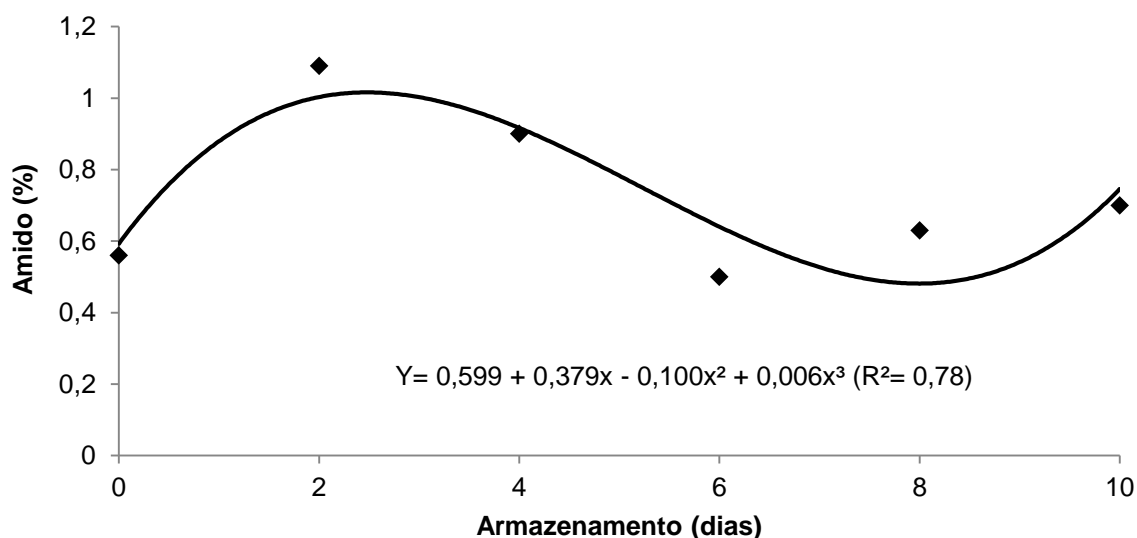
Para o teor de amido houve influencia significativa do tratamento e no armazenamento ( $p < 0,01$ ), não observada na interação dos fatores (tratamento x armazenamento). Observa-se aumento dos teores até o tratamento 0,01% (0,9%) com posterior redução (0,62%) até a higienização com 0,02% (Figura 58). Segundo Chitarra e Chitarra (2005) as amilases causam hidrólise no amido transformando em açúcares redutores, com isso pode-se concluir que a dose 0,01% apresentou melhor conservação desses teores.

**Figura 58 - Teor de amido (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio armazenado a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR.**



Para o teor de amido durante o armazenamento (Figura 59) observou-se aumento do teor no segundo dia (1,09%), com posterior redução até o oitavo dia (0,63%) e incremento ao final (0,7%). Provavelmente o aumento se deve a concentração desse composto em resposta à perda de massa (Figura 43) e a redução pode ser em consequência da hidrólise pelas amilases (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

**Figura 59 - Teor de amido (%) em feijão-vagem minimamente processado ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

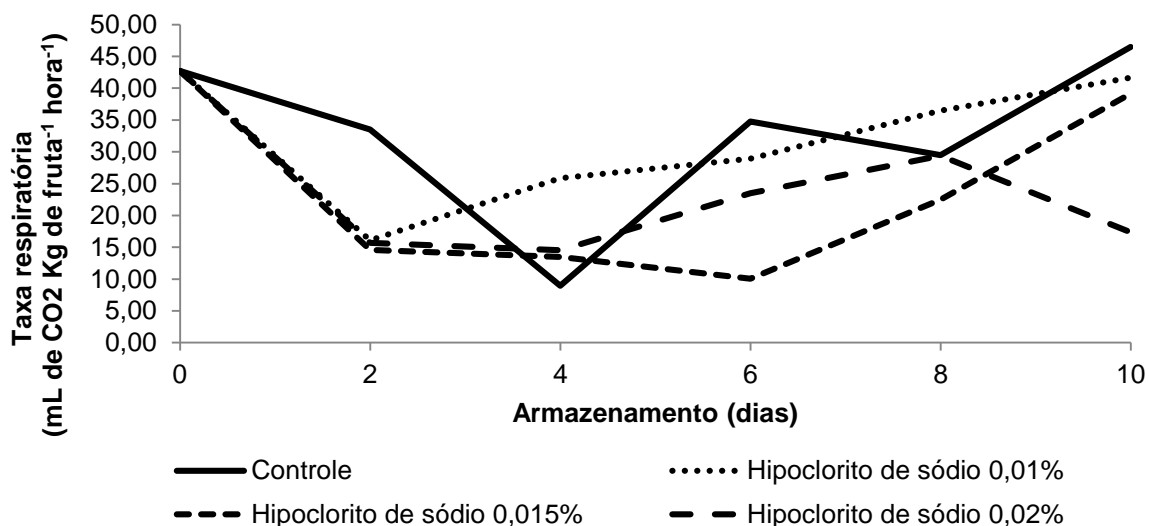


A taxa respiratória, do feijão-vagem minimamente processado higienizado com diferentes doses de hipoclorito de sódio, está representada na figura 60. Assim como no ensaio anterior foi observado pico climatérico nesse estudo, no controle ocorreu ao sexto dia de armazenamento, com taxa respiratória de  $34,78 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ . O aumento da taxa respiratória coincide com a maior contagem de microrganismos nesse tratamento de  $2,4 \cdot 10^4$  coliformes  $45^\circ\text{C/g}$  (Tabela 13), sugerindo que o aumento respiratório seja em resposta a contaminação microbiana. Pois segundo Puxam et al.(2002) citado por Sasaki, (2005) o metabolismo dos minimamente processados é acelerado pelos danos mecânicos ocorridos durante o processamento e podem ser potencializados por fatores endógenos ao produto (maturidade e cultivar) e exógenos (temperatura, atmosfera, manuseio e microrganismos).

No feijão-vagem higienizado com 0,02% o pico climatérico foi deslocado para o oitavo dia e apresentou menor atividade respiratória ( $29,38 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), esse tratamento também apresentou maior contaminação na análise do dia 5 ( $1,1 \cdot 10^3$  coliformes  $45^\circ\text{C/g}$ ) e redução ao décimo dia ( $1,5 \cdot 10^2$  coliformes  $45^\circ\text{C/g}$ ), provavelmente essa maior contaminação aumentou a taxa respiratória, causando o pico climatérico. No tratamento com 0,01% e 0,015% de hipoclorito de sódio não foi observado pico climatérico, sugerindo que esse foi atrasado, após 10 dias de armazenamento. A dose de 0,01% apresentou  $42,72 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  reduzindo ao

segundo dia para  $16,1 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e voltando a aumentar até o décimo dia ( $41,66 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ). O feijão-vagem higienizado com 0,015% de hipoclorito de sódio apresentou a menor atividade respiratória durante todo armazenamento, na caracterização foi observada  $42,72 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$  e posteriormente redução até o sexto dia ( $10,05 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) e novamente aumento ao décimo dia  $39,16 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , esse aumento da taxa respiratória coincide com a maior contagem de coliformes desse tratamento ( $4,6 \cdot 10^3$  coliformes  $45^\circ\text{C/g}$ ).

**Figura 60 - Taxa de respiração ( $\text{ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ) do feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR).**



#### 4.8 Análises microbiológicas do feijão-vagem minimamente processado com uso do hipoclorito de sódio

Após a aplicação do hipoclorito de sódio nos tratamentos observou-se que a população de coliforme termotolerantes nos feijões-vagens higienizadas reduziu 1log em relação a testemunha do quinto dia de armazenamento, porém todas as amostras ultrapassaram a tolerância máxima de  $5 \times 10^2 \text{ NMP g}^{-1}$  estabelecidas pela legislação brasileira para hortaliças, frescas, in natura, preparadas (descascadas ou selecionadas ou fracionadas), sanitizadas, refrigeradas ou congeladas para consumo direto (Tabela 13).

Houve redução significativa de  $9,3 \times 10^3$  para  $<3$  NMP de coliformes termotolerantes no feijão-vagem higienizados 0,01% com hipoclorito de sódio em relação ao décimo dia, contudo ocorreu redução também no controle (28), sugerindo que essa redução não está ligada a higienização com hipoclorito de sódio. Indicando que as doses utilizadas no trabalho não foram efetivas no controle microbiológico dos coliformes termotolerantes. Nguyen-The e Carlin (1994) citaram em trabalho com hortícolas para compor saladas, citou que após higienização com água observaram reduções máximas de 0,5 ciclo logarítmico na contagem de microrganismos aeróbios mesófilos. Peres et al. (2011), com vagens que sofreram enxágue em água, seguido de imersão em solução clorada ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) por 5 minutos, observou-se a redução ao 9 dia armazenamento da contagem de coliformes totais (onde se encontra o grupo de termotolerantes) de  $<3\text{NMP/g}$ , não ocorrendo na presente pesquisa.

Neste trabalho não foi constatado a presença de *Salmonella*, observando ausência em 25g de feijão-vagem para todos os tratamentos. Tresseler (2009) detectou a presença de *Salmonella* sp. no final do período de armazenamento, em algumas amostras de agrião, alface, espinafre, repolho verde ralado e rúcula minimamente processados após o processo de sanitização, segundo o autor indicando processo de sanitização deficiente.

**Tabela 13 - Contagens de coliformes 45°C, *Salmonella* das amostras da vagem minimamente processada ao longo de 10 dias de armazenamento a 5±1 °C e 85±5 % UR. Botucatu – 2018.**

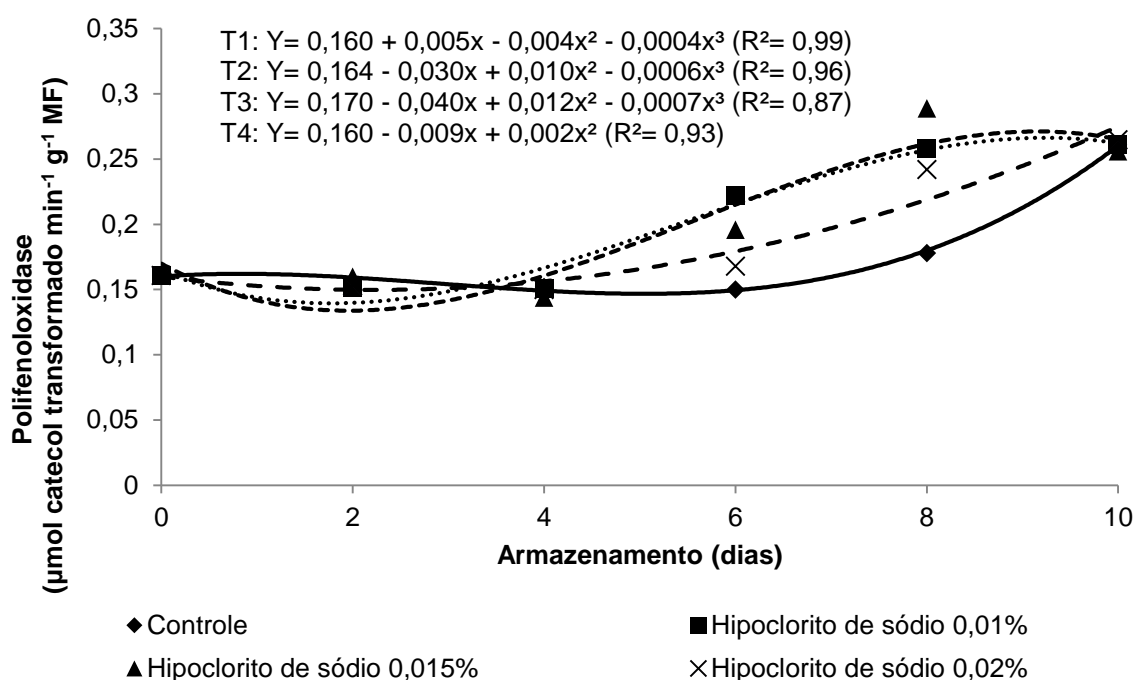
Tempo	Feijão - vagem Minimamente Processado	Coliformes 45°C/g(NMP/g)	<i>Salmonella</i> (Ausente/ 25g)
DIA 0	Caracterização da matéria-prima (feijão-vagem)	9,1	Ausente
DIA 5	T1 – Testemunha	2,4 x 10 <sup>4</sup>	Ausente
	T2-0,01% hipoclorito de sódio	9,3 x 10 <sup>3</sup>	Ausente
	T3- 0,015% hipoclorito de sódio	1,1 x 10 <sup>3</sup>	Ausente
	T4- 0,02% hipoclorito de sódio	1,1 x 10 <sup>3</sup>	Ausente
DIA 10	T1 – Testemunha	28	Ausente
	T2-0,01% hipoclorito de sódio	<3	Ausente
	T3- 0,015% hipoclorito de sódio	4,6x10 <sup>3</sup>	Ausente
	T4- 0,02% hipoclorito de sódio	1,5 x 10 <sup>2</sup>	Ausente

#### 4.9 Análises enzimáticas do feijão-vagem minimamente processado com uso do hipoclorito de sódio

Na atividade da polifenoloxidase houve diferença estatística no tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Foi observada atividade de 0,161  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$  no momento da caracterização da matéria prima (Figura 61). Houve incremento da atividade durante o período de armazenamento nos 4 tratamentos estudados, chegando ao décimo dia com 0,261  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$  (controle), 0,261  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$  (0,01%), 0,256  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$  (0,015%) e 0,265  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$  (0,02%), contudo o feijão-vagem do controle apresentou menor atividade do segundo ao oitavo dia, em media 0,156  $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{ g}^{-1} \text{ MF}$ . A menor atividade da polifenoloxidase, da partir do quarto dia, do controle seguida pela do feijão-vagem minimamente processado com maior dose de hipoclorito de sódio, sugerem que o higienizante não interferiu na atividade da enzima. King; Bolin (1989) e Laurila et al.

(1998) citam que o escurecimento enzimático ocorre principalmente na superfície processada(cortada), principalmente as de coloração verde.

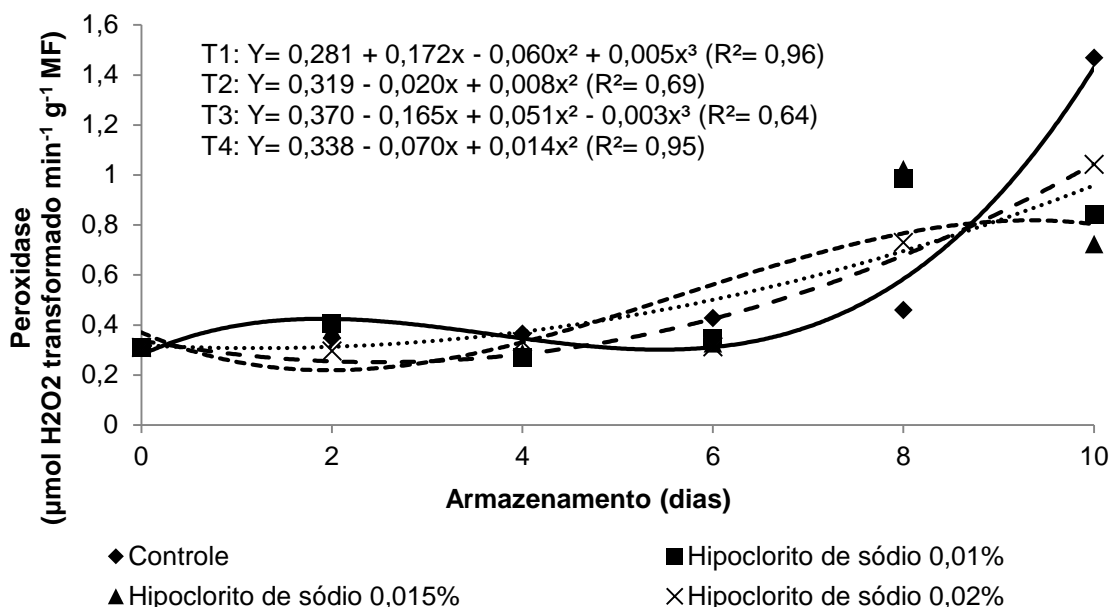
**Figura 61- Atividade da polifenoloxidase ( $\mu\text{mol catecol transformado min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Para a atividade da peroxidase não houve influência do tratamento ( $p > 0,05$ ), mas ocorreu diferença estatística para o armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Durante a caracterização do feijão-vagem minimamente processada apresentou atividade de  $0,31 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF (Figura 62). Durante o período de armazenamento houve variações da atividade até o oitavo dia entre os tratamentos, contudo o feijão-vagem minimamente processado higienizado com 0,015% de hipoclorito de sódio apresentou a menor peroxidase até o quarto dia ( $0,327 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF) e chegou ao décimo dia com a menor atividade ( $0,724 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1}$  MF). A maior atividade de peroxidase foi observada no controle, chegando ao final (10 dias) com aumento de 102,8%. Esse aumento ao final no controle pode estar relacionado a senescência do produto, segundo Chitarra e Chitarra (2006) essa enzima tem função relacionada ao processo de desenvolvimento e da senescência dos tecidos,

associado a deterioração oxidativa, podendo ainda interferir nos atributos sensoriais (escurecimento e formação de sabores estranhos), comportamento observado na presente pesquisa com menores notas para aparência e intenção de compra nesse tratamento.

**Figura 62- Atividade da peroxidase ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2$  transformado  $\text{min}^{-1} \text{g}^{-1} \text{MF}$ ) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



#### 4.10 Análises bioquímicas do feijão-vagem minimamente processado com uso do hipoclorito de sódio

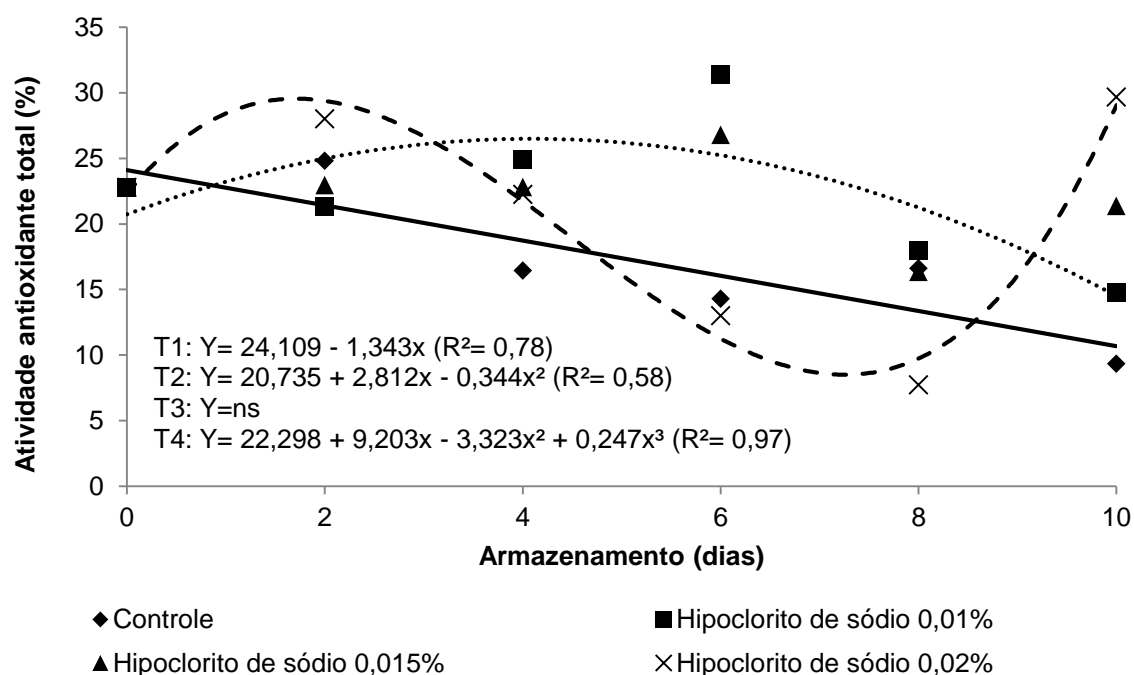
Para a atividade antioxidante total no feijão-vagem minimamente processado ocorreu diferença estatística para o tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Durante a caracterização foi observado atividade antioxidante total de 22,8% (Figura 63), na literatura foram encontrados atividade em vagem inteiras de 22,3% e 54,96% (TIVERON, 2010, MELLO, 2006). No armazenamento houve decréscimo na atividade no controle chegando aos dias com 9,34%, na dose de 0,01% houve incremento da atividade até o sexto dia 31,41% com posterior redução até o décimo dia (14,74%), de maneira geral esses dois tratamentos reduziram a atividade durante o armazenamento. Russo et al. (2012) em trabalho com abobora minimamente processada observaram redução da



atividade antioxidante total durante o período de armazenamento, os autores ligam o comportamento com redução de carotenoides, evento não observado na presente pesquisa.

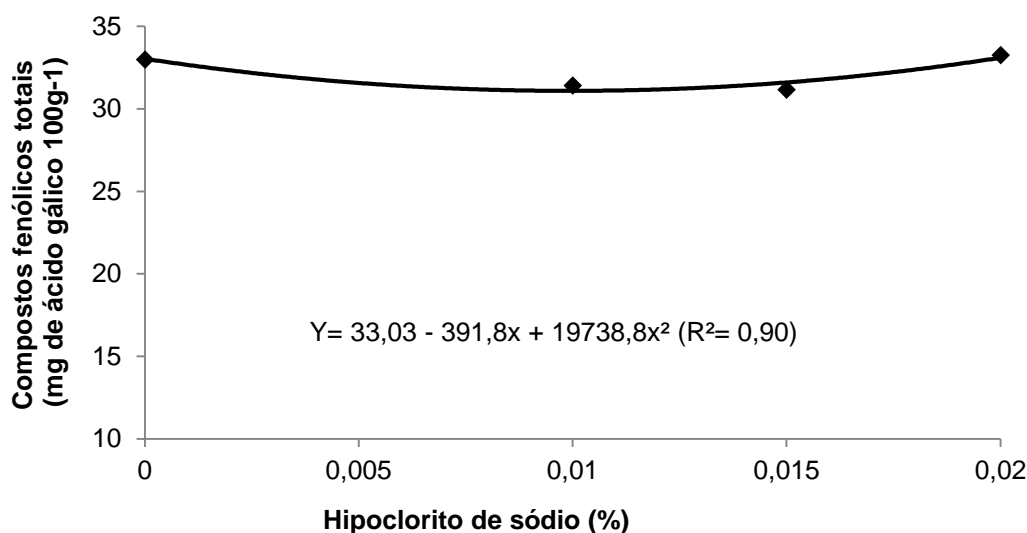
O feijão-vagem minimamente processado higienizado com 0,02% de hipoclorito de sódio apresentou aumento da atividade até o segundo dia (28,02%) com redução até o oitavo dia (7,74%) e posterior aumento até o final do armazenamento (29,69%). A higienização com 0,015% de hipoclorito de sódio manteve a atividade do feijão-vagem minimamente processada, em média 22,18%, ao longo dos 10 dias de armazenamento. Com o estresse há formação de compostos de metabolismo secundário (KLUGE et al. 2006), de maneira geral, provavelmente esse tratamento não causou ou reduziu essa resposta no feijão-vagem minimamente processado, pois os antioxidantes são substâncias ou mecanismos biológicos que atuam evitando ou retardando a oxidação de substratos e a ação tóxica dos radicais livres (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

**Figura 63 - Atividade antioxidante total (%) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



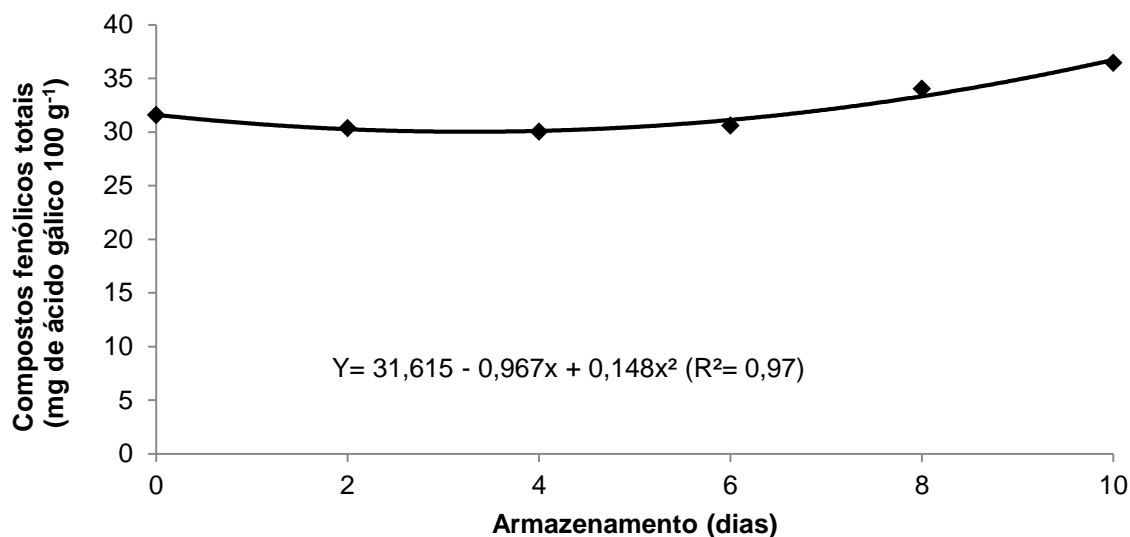
Os compostos fenólicos foram influenciados pelo tratamento ( $p < 0,05$ ) e armazenamento ( $p < 0,01$ ), não ocorrendo na interação dos fatores ( $p > 0,05$ ). Houve redução dos teores de compostos até a dose de 0,015% (31,16 mg de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$ ), com posterior incremento até 0,02% (33,26 mg de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$ ) (Figura 64). Entretanto de maneira geral pode-se considerar que esses compostos não foram influenciados diretamente pelo hipoclorito de sódio, pois o controle e a maior dose utilizada apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos totais.

**Figura 64 - Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$ ) em feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio armazenadas a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\%$  UR.**



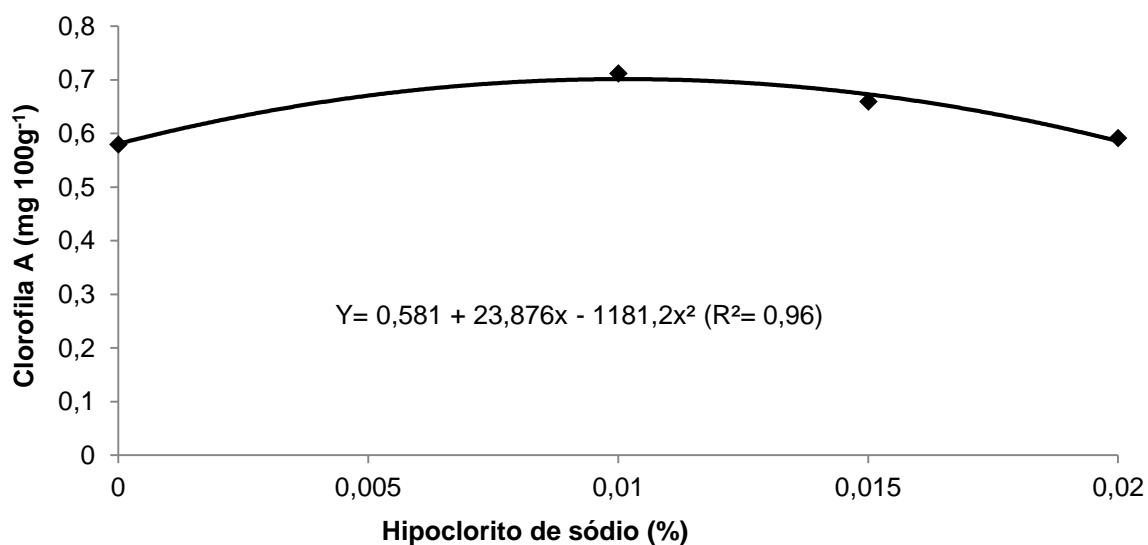
Durante o período de armazenamento (Figura 65) ocorreu aumento dos compostos fenólicos totais, de 31,61 mg de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$  para 36,46 mg de ácido gálico  $100\text{g}^{-1}$  ao décimo dia de armazenamento. Esse aumento pode estar relacionado com a resposta do vegetal ao estresse do processamento ou aumento de microrganismos, segundo Kluge et al. (2006) ocorre estímulo de formação de metabólitos secundários durante o processamento mínimo em defesa as injúrias. Ainda segundo Chitarra e Chitarra (2006) pode ocorrer ativação do metabolismo fenilpropanoide com formação de compostos fenólicos devido aos estresses mecânicos, tendo função de fitoalexinas ou formando barreira química causando resistência a microbiota.

**Figura 65 -Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**



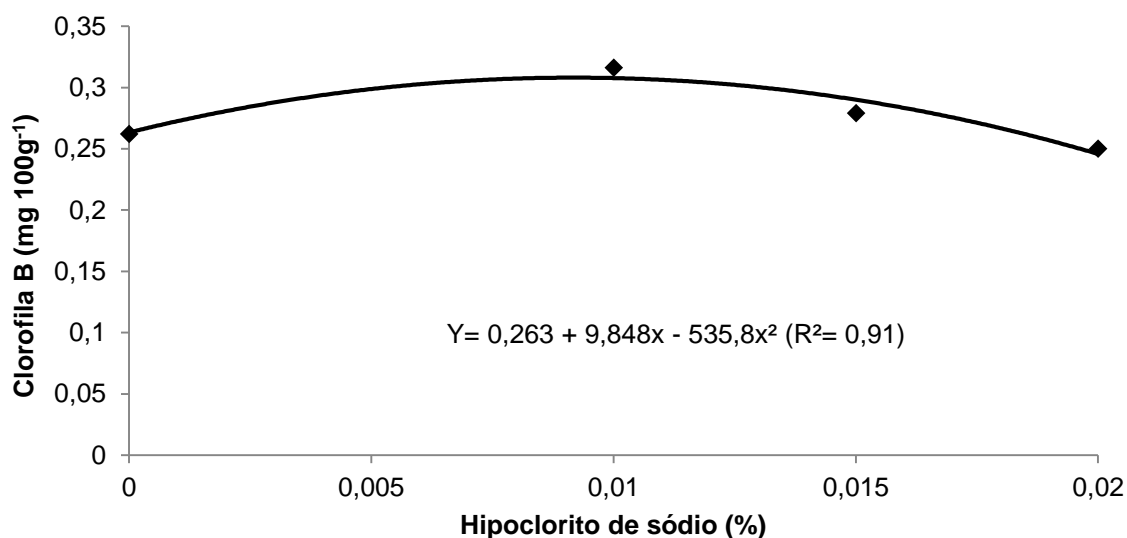
Para os teores de clorofila A houve apenas diferença estatística no tratamento ( $p < 0,05$ ), não ocorrendo no armazenamento e na interação ( $p > 0,05$ ). Observa-se aumento do teor de clorofila A até a dose de 0,01% (0,712 mg 100g<sup>-1</sup>) com posterior redução até 0,02% de hipoclorito de sódio (0,591 mg 100g<sup>-1</sup>) (Figura 66).

**Figura 66 - Teores de clorofila A (mg 100 g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas a 5±1°C e 85±5% UR.**



Para o teor de clorofila B houve diferença estatística para o tratamento ( $p < 0,05$ ), não ocorrendo no armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). Como na clorofila A, ocorreu aumento dos teores até a dose de 0,01% ( $0,316 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ), com posterior redução na dose de 0,02% de hipoclorito de sódio ( $0,25 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ ) (Figura 67). Araújo e Shirai (2016) em brócolis minimamente processado com diferentes relataram a degradação da clorofila durante o armazenamento, deixando as amostras de brócolis mais brancas, os autores correlacionaram esse comportamento com o aumento valor de L aumentou para todos os tratamentos. Enquanto Reis et al. (2017) analisando o conteúdo de clorofila A em brócolis observaram o aumento contínuo de clorofila A durante o armazenamento.

**Figura 67 - Teores de clorofila B ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) em vagens minimamente processada higienizadas com doses de hipoclorito de sódio armazenadas a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e  $85 \pm 5\% \text{ UR}$ .**



Para o teor de antocianinas não houve diferença estatística para o tratamento, armazenamento e na interação ( $p < 0,05$ ). Observa-se teores médios na vagem-minimamente processada de  $0,174$  a  $0,213 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$  (Tabela 14).

**Tabela 14 - Teores de antocianinas (mg 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,187	0,225	0,059	0,142	0,249	0,416	0,213
Tratamento 2	0,187	0,134	0,110	0,256	0,263	0,282	0,205
Tratamento 3	0,187	0,000	0,115	0,230	0,310	2,302	0,524
Tratamento 4	0,187	0,022	0,094	0,238	0,262	0,239	0,174
Média	0,187	0,096	0,094	0,216	0,271	0,809	
C.V. (%)	261,3						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

Nos teores de carotenoides houve diferença estatística somente no armazenamento ( $p < 0,05$ ), não sendo observada no tratamento e na interação dos fatores estudados ( $p > 0,05$ ). O feijão-vagem vagem minimamente processado (Tabela 15) apresentou teores de 0,141 a 0,191 mg 100g<sup>-1</sup>. Valores superiores de carotenoides foram encontrados por Silva (2014) em vagem minimamente processada, irradiada variam de 1,32 a 4,40 mg100g<sup>-1</sup>.

**Tabela 15 - Teores de carotenoides (mg 100g<sup>-1</sup>) em feijão-vagem minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

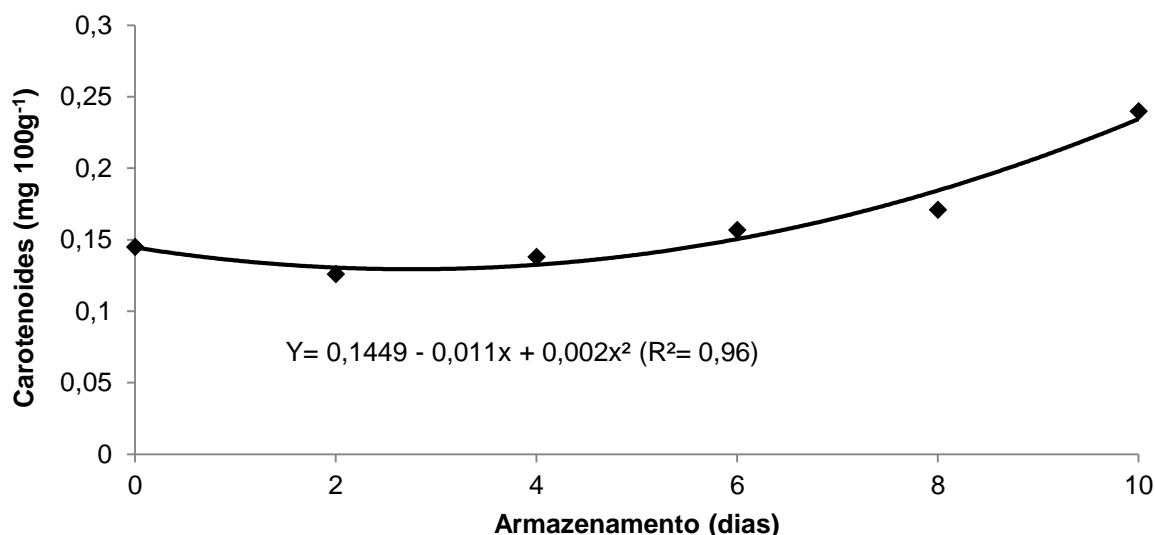
Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	0,145	0,148	0,103	0,123	0,177	0,205	0,150
Tratamento 2	0,145	0,122	0,186	0,171	0,178	0,216	0,170
Tratamento 3	0,145	0,114	0,153	0,181	0,182	0,368	0,191
Tratamento 4	0,145	0,121	0,110	0,151	0,147	0,169	0,141
Média	0,145	0,126	0,138	0,157	0,171	0,240	
C.V. (%)	47,6						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

Durante o período de armazenamento (Figura 68) os teores de carotenoides do feijão-vagem minimamente processados apresentaram incremento, de 0,145 mg 100g<sup>-1</sup> para 0,240 mg 100g<sup>-1</sup>. Provavelmente esse aumento se deu pela concentração dos pigmentos devido a perda de massa (Figura 43). Em frutas e hortaliças minimamente processada, após a ruptura do tecido, em resposta ao corte

e stress ocorre a degradação de carotenoides, estimulando enzimas envolvidas na cicatrização e reparação de membrana (ROLLE; CHISM,1987).

**Figura 68 - Teores de carotenoides (mg 100 g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**



Para o teor de flavonoide houve diferença estatística no armazenamento ( $p < 0,05$ ), não ocorrendo no tratamento e na interação ( $p > 0,05$ ). Entre os tratamentos foram observados teores médios de 3,38 a 3,73 mg 100g<sup>-1</sup> (Tabela16) e na caracterização do feijão-vagem minimamente processado, 3,40 mg 100g<sup>-1</sup>.

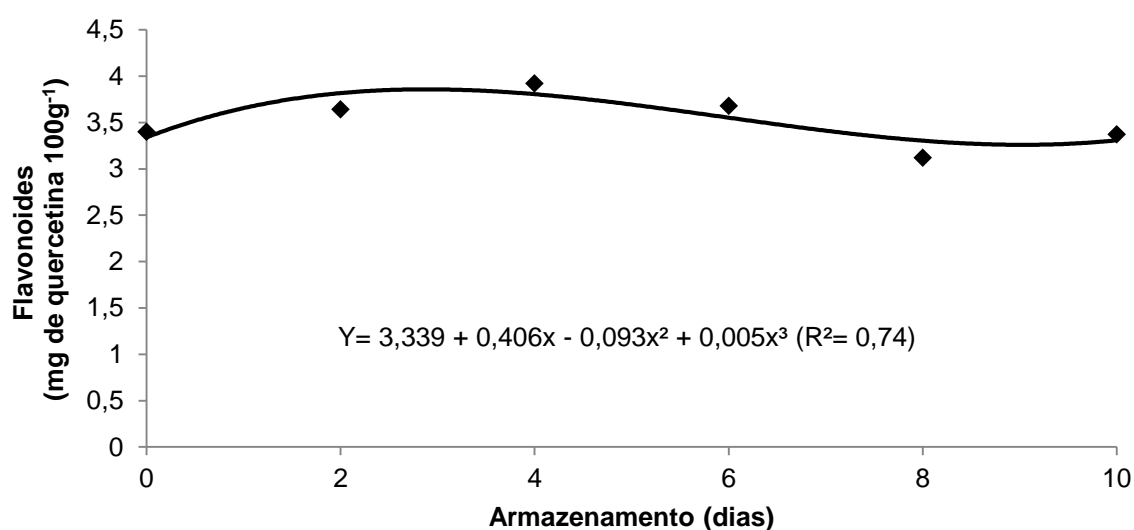
**Tabela 16 - Teores de flavonoides (mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas higienizadas com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**

Tratamento	Armazenamento (dias)						Média
	0	2	4	6	8	10	
Controle	3,40	3,62	3,75	4,10	3,38	3,04	3,55
Tratamento 2	3,40	3,26	4,06	3,66	3,10	3,07	3,42
Tratamento 3	3,40	3,00	4,20	3,38	2,83	3,47	3,38
Tratamento 4	3,40	4,69	3,67	3,57	3,16	3,91	3,73
Média	3,40	3,64	3,92	3,68	3,12	3,37	
C.V. (%)	15,0						

As médias do tratamento e interação não foram significativas entre si a 5% de significância. Tratamento 2: 0,01% de hipoclorito de sódio; Tratamento 3: 0,015% de hipoclorito de sódio; Tratamento 4: 0,02% de hipoclorito de sódio. C.V. (%): coeficiente de variação.

Durante o período de armazenamento (Figura 69), houve discreta redução dos teores de flavonoides no feijão-vagem minimamente processado, de 3,4 para 3,37 mg 100g<sup>-1</sup> ao décimo dia de armazenamento. Matos (2015) trabalhando com cebola amarela minimamente processada armazenada por 10 dias, citou redução do teor flavonoides, correlacionando esse comportamento ao estresse nos tecidos, que proporciona produção de etileno podendo acelerar o processo de envelhecimento, que por sua vez, pode ter elevado os teores de flavonoides nos cortes durante o processamento.

**Figura 69 - Teores de flavonoides (mg de quercetina 100g<sup>-1</sup>) em vagens minimamente processadas ao longo de 10 dias de armazenamento (5±1°C e 85±5% UR).**



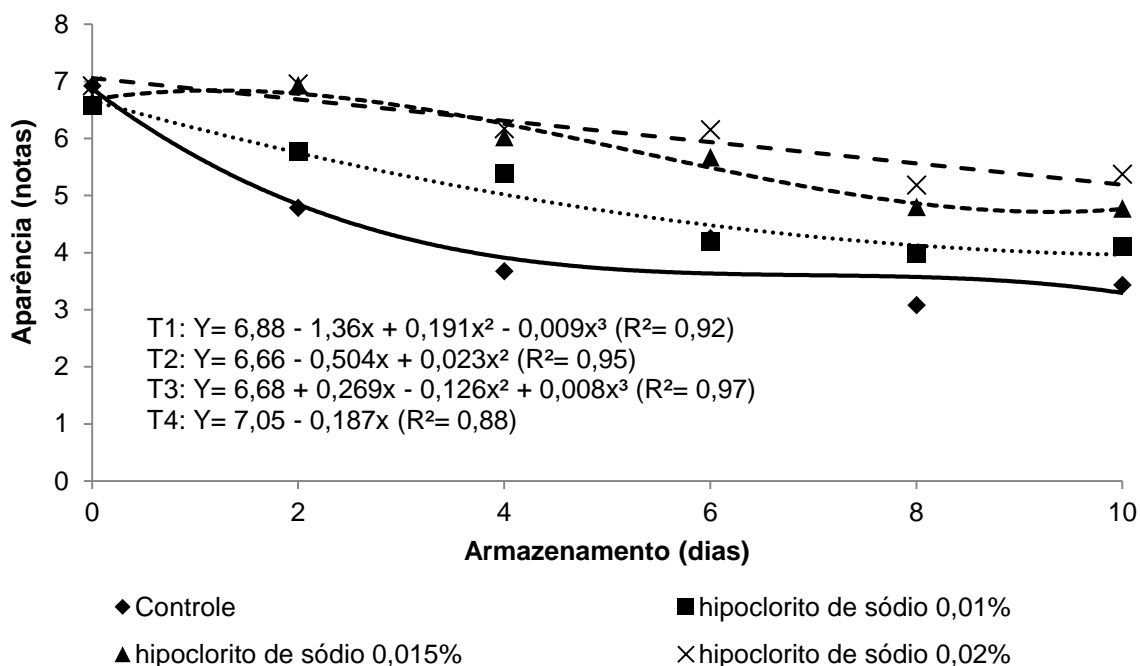
#### 4.11 Análise sensorial do feijão-vagem minimamente processado com uso do hipoclorito de sódio

Para as notas de aparência houve diferença estatística para o tratamento, armazenamento e a interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Na caracterização todos os tratamentos apresentaram notas que corresponderam ao conceito 'gostei regularmente' (6,57 a 6,92).

Observou-se redução das notas durante o período de armazenamento em todos os tratamentos estudados, contudo as menores notas foram observadas no controle, partindo de 6,92 (gostei regularmente) e chegando aos 10 dias com 3,43 (desgostei

regularmente). As maiores notas ao final foram notadas no feijão-vagem higienizado com 0,02% (5,37) seguido por 0,015% (4,77) apesar das diferenças numéricas esses tratamentos receberam mesmo conceito, indiferente (Figura 70). A dose de 0,01% recebeu notas ao final do armazenamento foi de 4,1, correspondendo a desgostei ligeiramente. Sugerindo que a perda de massa dos tratamentos (Figura 11) acarretou em perda de qualidade visual. Em estudo com vagem minimamente processada utilizando com higienizante água e cloro, Peres et al. (2001), assim como no trabalho, observaram diminuição das notas atribuídas a aparência. Enquanto Pilon (2003) não observou diferença significativa nas notas para avaliação global (aparência, textura, sabor e aroma) de salada mista de vagem e batata.

**Figura 70 - Notas para a aparência do feijão-vagem minimamente processado higienizado com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**

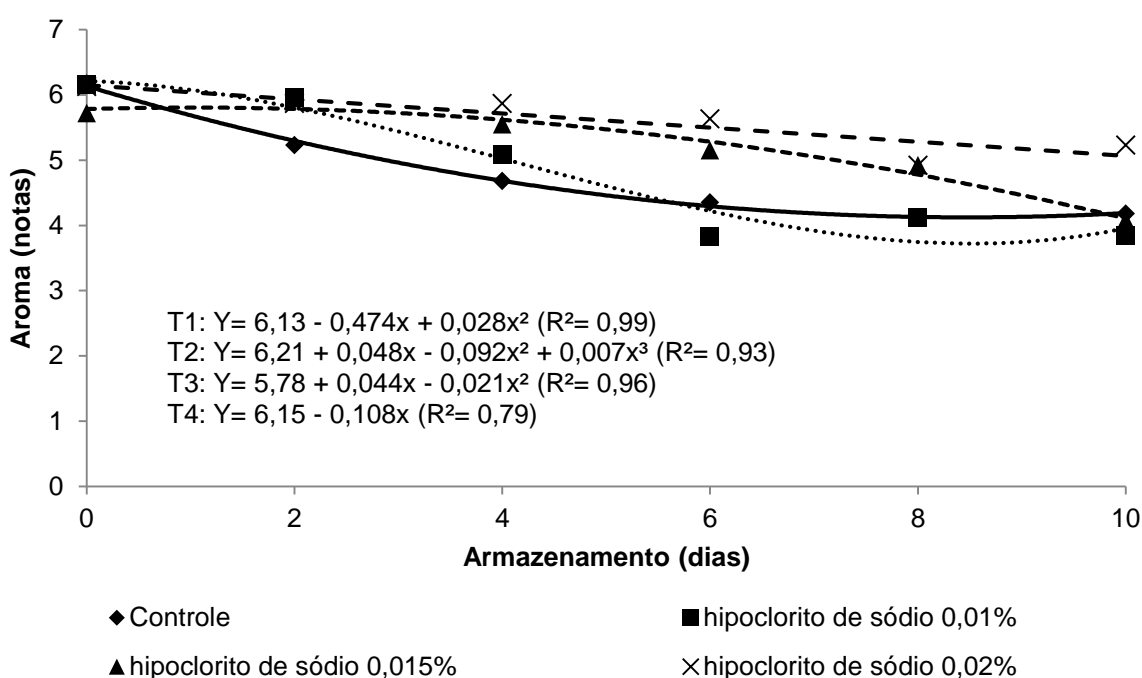


No atributo aroma houve diferença estatística para o tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). Durante a caracterização foram atribuídas entre os diferentes tratamentos notas de 5,72 a 6,17, correspondendo a gostei ligeiramente. No período de armazenamento ocorreu redução das notas, foram observadas melhor conceito no produto com 0,02% de hipoclorito de sódio, indiferente (5,23), enquanto os outros produtos receberam notas de 3,85 a 4,18,



correspondendo a desgostei ligeiramente (Figura 71). Sugerindo que a aplicação do hipoclorito de sódio não proporciona cheiro residual, já que a maior dose apresentou o melhor conceito quando comparado ao controle. Comportamento importante, pois segundo Chitarra; Chitarra (2006) esse atributo é fator determinante na aceitação dos produtos hortícolas e entre outros fatores as alterações ocorrem devido ao manuseio, armazenamento e amadurecimento. Ainda segundo Hildebrand (1989) nos produtos minimamente pode ocorrer a peroxidação pela lipoxigenase que resulta na formação de aldeídos e cetonas que degradam o sabor e o aroma. Pilon (2003) assim como na presente pesquisa citou redução das notas de aroma para salada mista de vagem com batata. Oliveira (2005) não encontrou mudanças significativas em higienização antes e depois do corte com composto clorado orgânico em tomate, cebola, pimentão, coentro e cebolinha.

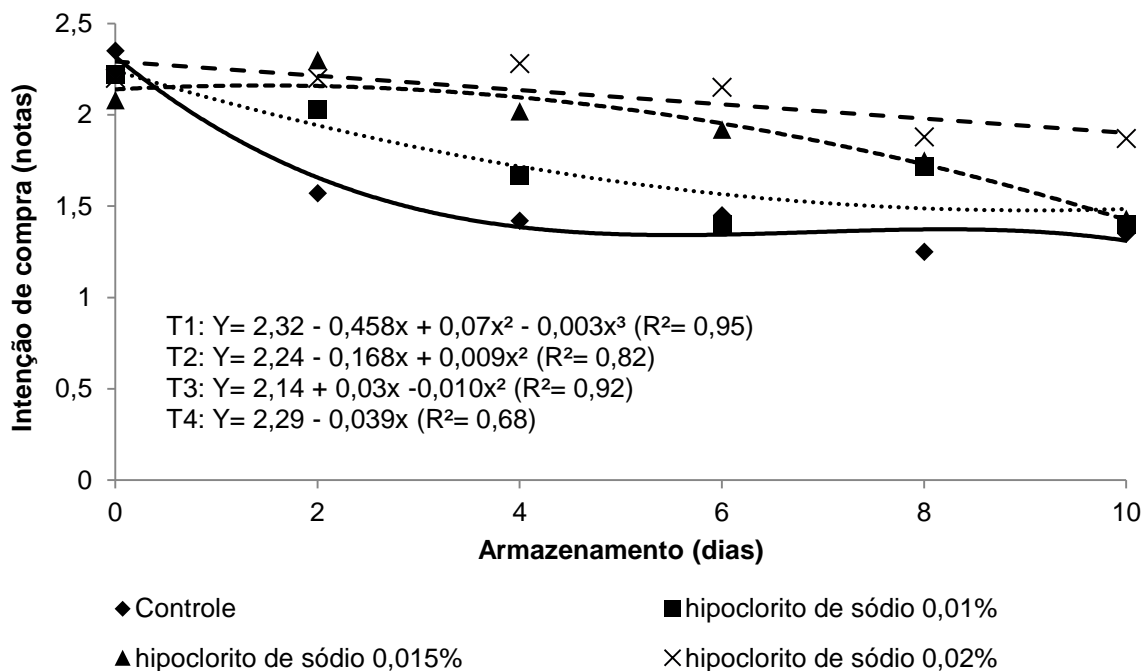
**Figura 71- Notas para o atributo aroma da vagem minimamente processada higienizada com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



Na intenção de compra houve diferença estatística para o tratamento, armazenamento e na interação dos fatores estudados ( $p < 0,01$ ). No momento da instalação do experimento foram atribuídas notas de 2,08 a 2,35 entre os diferentes tratamentos, correspondendo a 'talvez compraria'.

Durante o armazenamento ocorreu redução das notas, assim como nas notas da aparência e aroma. O controle em geral recebeu as menores intenções de compra, de 2,35 (talvez compraria) a 1,35 (não compraria), já recebendo o menor conceito desde o quarto dia de armazenamento (Figura 72). No geral as doses de 0,01% e 0,015% receberam 'não compraria' somente aos 10 dias de armazenamento. Entretanto a maior dose (0,02%) manteve o mesmo conceito inicial (talvez compraria) em todo período de armazenamento (2,2 a 1,87). Provavelmente essa intenção de compra se deu devido as notas da aparência e aroma que esse produto recebeu. Mesmo comportamento foi observado por Furlaneto et al. (2017) em couve-flor minimamente processada, redução da intenção de compra durante o armazenamento.

**Figura 72 - Intenção de compra da vagem minimamente processada higienizada com doses de hipoclorito de sódio, ao longo de 10 dias de armazenamento ( $5\pm 1^\circ\text{C}$  e  $85\pm 5\%$  UR).**



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os experimentos realizados com o feijão-vagem minimamente processado, possibilita recomendar a utilização do higienizante ácido peracético nas dosagens de 0,03% e 0,04%, sendo efetivo no controle microbiológico, na manutenção dos compostos bioativos e das características físico-química, garantindo a qualidade e vida útil do produto. Recomenda-se a dosagem de 0,03% em relação ao custo e economia para empresas de alimentos que utilizarão o produto em grande escala. O ácido peracético vem com a proposta de substituir o hipoclorito, considerados precursores na formação de cloraminas orgânicas, que são prejudiciais à saúde devido ao seu alto potencial carcinogênico. Entretanto são necessários mais estudos com o feijão-vagem minimamente processado, existindo poucos trabalhos realizados, dificultando a discussão de alguns resultados.

## 6 CONCLUSÕES

### **Ensaio ácido peracético**

As doses de 0,03% e 0,04% de ácido peracético foram eficazes no controle microbiológico e na manutenção dos compostos bioativos do feijão-vagem minimamente processado em todo o período de armazenamento.

O produto higienizado com 0,04% de ácido peracético foi melhor aceito na análise sensorial do feijão-vagem.

O higienizante não influenciou nas características físico-química do feijão vagem minimamente processado.

### **Ensaio hipoclorito de sódio**

As doses estudadas de hipoclorito de sódio não foram efetivas para o controle microbiológico no feijão-vagem minimamente processado ao longo dos 10 dias de armazenamento.

O feijão-vagem minimamente processado higienizado com 0,02% com hipoclorito de sódio obteve melhor aceitabilidade e intenção de compra durante o armazenamento.

O hipoclorito de sódio não influenciou as características físico-química e os compostos bioativos do feijão-vagem minimamente processado.

## REFERÊNCIAS

- AHVENAINEM, R. New approaches in improving the shelf life of minimally processed fruit and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, Wageningen, v. 7, n.6, p. 179-187, 1996.
- ALLENDE, A.; ARTÉS, F. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed 'lollo Rosso' lettuce. **Food Research International**, [s.l.], v.36, n.7, p.739-746, 2003.
- ALVES, E. U. **Produção e qualidade de sementes de feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) em função de fontes e doses de matéria orgânica**. 1999. 109f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1999.
- ALVES, J. A.; VILAS BOAS, E. V. B.; VILAS BOAS, B. M.; SOUZA, E. C. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n. 3, p. 625-634, 2010.
- ANDRADE, M. J. B. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. Feijão: **Aspectos gerais e cultura no estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998. p. 83-97.
- ANDREWS, W. H.; FLOWERS, J. S.; BAILEY, J. S. Salmonella. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. American Public Health Association. Washington, 4<sup>a</sup> ed., p.357-380, 2001.
- AOAC. **Official methods of analysis of the Association Analytical Chemists**. 18.ed. Gaithersburg, Maryland, 2005.
- ARAÚJO, V. R.; SHIRAI, M. A. Aplicação de revestimento comestível de quitosana em Brócolis minimamente processado. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 34, n. 2, p. 1-10, 2017.
- ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; AZZOLINI, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 74-76, 2003.
- AWAD, A. M.; JAGER, A.; WESTING, L. M. Flavonoid and chlorogenic acid levels in apple fruit: characterization of variation. **Scientia Horticulturae**, [s.l.], v. 83, n. 3-4, p.249-263, 2000.
- BEERLI, K. M. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; PICCOLI, R. H. Influência de santificantes nas características microbiológicas, físicas e físico-químicas da cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras. v. 28, n.1, p.107-112, 2004.
- BERBARI, S. A. G.; PASCHOALINO, J. E.; SILVEIRA, N. F. A. Efeito do Cloro na Água de Lavagem para Desinfecção de Alface Minimamente Processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.21, n.2, p. 197-201, 2001.
- BEUCHAT, L. R. Standardization of methods to determine the efficacy of disinfectants for raw fruits and vegetables. In: TUIJTELAARS, *et al*, (). **Food Microbiology and Food safety into the next millennium. Proceedings of 17th - International Conference of International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH)**, Veldhoven, The Netherlands, 13-17, p. 785-786, 1999.
- BHAGWAT, A. A. Microbiological safety of fresh-cut produce: where are we now? In: MATTHEWS, K.R. (Ed). **Microbiological of Fresh Produce**. American Society for Microbiology Press, Washington, DC, USA, 2006.

- BLANCO, M. C. S. G.; GROppo, G. A.; TESSARIOLI NETO, J. **Feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Manual Técnico das Culturas, Campinas, n. 8, p. 63-65, 1997.
- BLEINROTH, E. W.; ZUCHINI, A. G.; POMPEO, R. M. **Determinação das características e mecânicas de variedades de abacate e sua conservação pelo frio**. Coletânea ITAL, Campinas, v. 7, n. 1, p. 29-81, 1976.
- BLOCK, S. S. Peroxygen compounds. In: BLOCK, S. S. **Disinfection, sterilization and preservation**. 4th ed. Philadelphia: Lea Febiger, 1991. p.167- 181.
- BRASIL – MINISTÉRIO DA SAÚDE. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físicos e químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- BRASIL, **Portaria N° 1469, de 29 de dez. de 2000**, Procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Ministério da Saúde. Republicada no Diário Oficial (da Republica Federativa do Brasil). Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)> . Acesso: 14 jul. 2018.
- BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n°2, 8 jan. 2004a**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao>>. Acesso: 10 out. 2017.
- BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n°216,15 set. 2004b**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao>>. Acesso: 10 out. 2017.
- BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n°12, 2 jan. 2001a**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao>>. Acesso: 10 out. 2017.
- BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n°77, 16 mar. 2001b**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao>>. Acesso: 10 out. 2017.
- BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n°14, 28 mar. 2014**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao>>. Acesso: 10 out. 2017.
- BRASIL. Agência nacional de vigilância sanitária (ANVISA). **Resolução – RDC n°275, 30 set. 2003a**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao>>. Acesso em 10 out. 2017.
- BRASIL. **Dados epidemiológicos- DTA**. Vigilância Epidemiológica das doenças transmitidas por alimentos. Coordenação geral de doenças transmissíveis- CGDT. Secretaria de Vigilância em saúde- SVS, 2003b. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual\\_integrado\\_vigilancia\\_doencas\\_alimentos.pdf](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_integrado_vigilancia_doencas_alimentos.pdf)>. Acesso: 14 jul.2018.
- BRASIL. **PAS: Programa Alimento Seguro**. 2007. SEBRAE. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=447&%5E%5E>>. Acesso em: 05 jun. 2017.
- BRASIL. Secretária da saúde do estado do Rio Grande do Sul. **Portaria n°78, 30 jan. de 2009**. Disponível em: <[www.ufrgs.br/cecane/downloads/download.php?id=19](http://www.ufrgs.br/cecane/downloads/download.php?id=19)>. Acesso: 10 out. 2017
- BRASIL. Secretária da saúde do estado do Rio Grande do Sul. **Portaria n°1428, 26 nov. de 1993**. Disponível em: <[www.ufrgs.br/cecane/downloads/download.php?id=19](http://www.ufrgs.br/cecane/downloads/download.php?id=19)>. Acesso: 10 out. 2017

- BRENNER, D.J.; FARMER III, J. J. Family I. *Enterobacteriaceae*. In: BRENNER, D. J., KRIEG, N. R.; STALEY, J. T. (Eds). **Bergey's Manual of Systematic Bacteriology**, Ed. 2. Vol. 2. New York: Springer Science+Business Media Inc, 2005.p.587-607.
- BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) irradiados**. 2002. 58f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S.; PEREIRA, R. C.; MACEDO, N. B. Qualidade de pepinos minimamente processados. **Nucleus**, Ituverava, v. 4, n. 1-2, p. 47-54, 2007.
- CANDEL, M. J. J. M. Consumers' convenience orientation towards meal preparation: conceptualization and measurement. **Appetite**, New York, v. 36, n.1, p. 15-28, 2001.
- CANTWELL, M. Postharvest handling systems: minimally processed fruits and vegetables. In: KADER, A. A. (Ed.). **Postharvest Technology of horticultural crops**. Oakland: UCD, 1992. 295 p.
- CARNIB, L. P. A. **Caracterização química e aceitação sensorial de genótipos de feijão de metro (*Vigna unguiculata* ssp *sesquipedalis*)**. 2017. 76 f. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Federal do Piauí, 2017.
- CASTELLANE, P. D., VIEIRA, R. D., CARVALHO, N. M. **Feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L): cultivo e produção de sementes**. Funep: Jaboticabal. 1988.60p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de Frutos e Hortaliças: glossário**. Lavras: Editora UFLA, 2006. 256 p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Processamento mínimo de alface. In: MORETTI, C. L. **Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa/SEBRAE, 2007. p.301-341.
- COELHO, L. C.; MELO, L. A.; SILVA, A. R. V.; DURIGAN, M. F.; ANTUNES, F. Qualidade pós-colheita de vagens frescas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp): renda e oportunidade a agricultura familiar. In: AGROECOL, 2016, Dourados. **Anais...** Dourados: UFGD, 2016.
- COLI, E. Comparação entre hipoclorito de sódio e ácido peracético na inativação de *E. coli*, *colifagos* e *C. perfringens* em água com elevada concentração de matéria orgânica. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p.111-117, 2005.
- COLLETA, R. C. L. D. **Respostas fisiológicas de cenoura, repolho roxo e couve minimamente processados isolados ou em combinação**. 2009. 81 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.
- DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de Alimentos de Fennema**. 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2010. 900p.
- DANTAS, M. I. S.; DELIZA, R.; MINIM, V. P. R.; HEDDERLEY, D. Avaliação da intenção de compra de couve minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n. 4,p. 762-767, 2005.
- DURIGAN, J. F.; CASSARO K. P. Hortaliças minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.1, p. 159-161, 2000.
- EDUARDO, M. B. P.; KATSUYA, E. M.; BASSIT, N. P.; MELLO, M. L. R. *Salmonella enteritidis* - uma importante causa de surtos bacterianos veiculados por alimentos e a necessidade de uma nova regulamentação sanitária para os alimentos implicados,

- São Paulo, Brasil, 1999-2003. **Boletim Epidemiológico Paulista (BEPa)**, São Paulo, v.1, p. 6-10, 2 004.
- EVANGELISTA, J. **Tecnologia de alimentos**. 2 ed. São Paulo. Atheneu. 2005. 652p.
- EVANGELISTA, R. M.; CARDOSO, A. I. I.; CASTRO, M. M.; GOLDINI, C. **Conservação pós-colheita de cultivares de feijão-vagem**. Nucleus, Ituverava, v. 8, n. 2, p. 155 - 161, 2011.
- EVANGELISTA, R. M.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I.; VIEITES, R. L. Qualidade de pimentão 'Rúbia' minimamente processado e armazenado sob refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 338-343, 2008.
- FÁVARO, S. P. Cor de feijão vagem fresco e processado após aplicação de cálcio. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v.57, n. 3, p.561-563, 2000.
- FDA, FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Methods to reduce/eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce**. 2001. Disponível em: [www.cfsan.fda.gov](http://www.cfsan.fda.gov). Acesso em: 26 de dezembro 2017.
- FIGUEIREDO, H. M. **Adesão bacteriana em modelo de circuito de processamento de leite**. 2000. 85 f. Tese (doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Viçosa, Viçosa, 2000.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: UFV, 2008, 418p.
- FRANK, J. F.; TAKEUSH, K. Direct observation of *Escherichia coli* O157:H7 inactivation on lettuce leaf using confocal scanning laser microscopy. In: TUIJTELAARS, et al. (Eds). **Food Microbiology and Food safety into the next millennium**. Proceedings of 17th International Conference of International Committee on Food Microbiology and Hygiene (ICFMH), Veldhoven, The Netherlands, 13-17, September, p. 795-797, 1999.
- FURLANETO, K. A.; MARIANO-NASSER, F. A. C.; RAMOS, J. A.; LUNDGREN, G. A.; NUVOLARI, C. M.; LIMA, P. F. F. S.; NASSER, M. D.; VIEITES, R. L. Atmosfera modificada na conservação e qualidade da couve-flor minimamente processada. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 6, p. 3549-3562, 2017.
- GARRET, E.H.; GORNY, J. R.; BEUCHAT, L. R.; FARBER, J.N.; HARRIS, L. J.; PARISH, M. E. Microbiological Safety of fresh-cut produce: description of the situation and economic impact. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Microbiology**, [s.l.], v.134, n. 1, p. 37-45, 2009.
- GOLDINI, C. L., BONASSI, I. A.; GOLDINI, J. S.; EVANGELISTA, R. M. Qualidade pós-colheita de feijão-vagem preferido armazenado sob refrigeração e com utilização de atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.2, p.294, 2003.
- GUIMARÃES, A. M.; ALVES, E. G. L.; FIGUEIREDO, H. C. P.; COSTA, G. M.; RODRIGUES, L. S. Frequência de enteroparasitas em amostras de alface (*Lactuca sativa*) comercializadas em Lavras, MG. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, São Paulo, v. 5, n. 36, p. 621-623, 2003.
- HEATON, J. W.; MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Food Science & Technology**, [s.l.], v.7, p.8-15, 1996.
- HILDEBRAND, David F. Lipoxigenases. **Physiologia Plantarum**, [s.l.], v. 76, n. 2, p. 249-253, 1989.
- HUBER, L. S.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, n. 1, p. 97-108, 2008.



- IZUMI, H.; WATADA, A. E.; DOUGLAS, W. (1996). Low O<sub>2</sub> atmospheres affect storage quality of zucchini squash slices treated with calcium. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 61, n. 2, 317-321, 1996.
- JACXSENS, L.; DEVLIEGHERE, F.; RAGAERT, P.; VANNESTE, E.; DEBEVERE, J. Relation between microbiological quality, metabolite production and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh-cut produce. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v. 83, n.3, p.263-280, 2003.
- JAY, M. J. **Microbiologia moderna de los alimentos**. Zaragoza, Ed. Acribia, 1994. 491p.
- KAR, M.; MISHRA, D. Catalase, peroxidase, and polyphenoloxidase activities during rice leaf senescence. **Plant Physiology**, Rockville, v. 57, n.1, p. 315-319, 1976.
- KASIM, R.; KASIM, M. U. Biochemical changes and color properties of fresh-cut green bean (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Gina) treated with calcium chloride during storage. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 35, n. 2, p. 266-272, 2015.
- KE, D.; SALTVEIT, M. E., Wound-induced ethylene production, phenolic metabolism and susceptibility to russet spotting in iceberg lettuce. **Physiologia Plantarum**, [s.l.], v. 76, n. 3, p. 412-418, 1989.
- KING, A. D.; BOLIN, H.R. Physiological and microbiological storage stability of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, [s.l.], v. 43, n. 2, p.132-135, 1989.
- KLUGE, R. A.; COSTA, C. A.; VITTI, M. C. D.; ONGARELLI, M. G.; JACOMINO, A. P.; MORETTI, C. L. Armazenamento refrigerado de beterraba minimamente processada em diferentes tipos de corte. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 263-270, 2006.
- KLUGE, R. A.; GEERDINK, G. M.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; GUASSI, S. A. D.; ZORZETO, T. Q.; SASAKI, F. F. C.; COSTA, S. M. Qualidade de pimentões amarelos minimamente processados tratados com antioxidantes, **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 801-812, 2014.
- KORNACKI, J. L.; JOHNSON, J. L. Enterobacteriaceae, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: DOWNES F. P; ITO, K. (Eds). **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods**. Washington: Apha, 2001. p. 69-80.
- LAURILA, E.; KERVINEN, R.; AHVENAINEN, R. The inhibition of enzymatic browning in minimally processed vegetables and fruits. **Postharvest News Information**, [s.l.], v.9, n. 4, p.53-66, 1998.
- LEE, K. S.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, [s.l.], v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.
- LEE, S.Y.; BAEK, S.Y. Effect of chemical sanitizer combined with modified atmosphere packaging on inhibiting *E. coli*. O157:H7 in commercial spinach. **Food Microbiology**, [s.l.], v.25, n. 4, p.582-587, 2008.
- LIMA, G.P.P.; BRASIL, O.G.; OLIVEIRA, A. M. Polyamines and peroxidase activity in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) grown under saline stress. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 1, p. 21-26, 1999.
- LUNDGREN, G. A. **Conservação de atemoia submetida a 1-Metilciclopropeno**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista ‘Júlio de Mesquita Filho’, Botucatu, 2017.
- MAMEDE, A. M. G. N.; FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; FILHO, I. A. P.; GODOY, R. L. O. (2015). Conservação pós-colheita do milho verde minimamente

processado sob atmosfera controlada e refrigeração. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 62, n. 2, p. 149-158, 2015.

MATOS, J. D. P. **Alterações na composição fitoquímica e microbiológica em formatos de cebola amarela IPA-11 minimamente processada**. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais)- Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal De Campina Grande, Pombal, 2015.

MATTIUZ, B. H.; MIGUEL, A. C. A.; NACHTIGAL, J. C.; DURIGAN, J. F.; CAMARGO, U. A. Processamento mínimo de uvas de mesa sem semente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p.226-224, 2004.

MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L.; CHITARRA, A. B.; PRADO, M. E. T. Qualidade de alface crespa minimamente processada armazenada sob refrigeração em dois sistemas de embalagem. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 504-508, 2007.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. 1999. **Sensory evaluation techniques**. 3. ed. New York: CRC. 281 p.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, 2006.

MENSOR, L.L.; MENEZES, F. S.; LEITÃO, G. G.; REIS, A. S.; DOS SANTOS, T. C.; COUBE, C. S.; LEITÃO, S. G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method. **Phytotherapy Research**, London, v.15, n.2, p.127–130,2001.

MINOLTA, K. **Comunicação precisa da cor: controle de qualidade da percepção à instrumentação**. Osaka: Konika Minolta Sensing, INC. 1998. 59 p.

MORETTI, C. L. **Manual de Processamento Mínimo de Frutas e Hortaliças / Celso Luiz Moretti — Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. 531 p.**

MORETTI, C. L. Panorama do processamento mínimo de hortaliças. In: Encontro nacional sobre processamento mínimo de frutas e hortaliças, 2004, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2004. p. 1-8.

MURADIAN, L. B. A.; FIORINI, F. Composição e valor pró-vitamínico A das vagens macarrão e manteiga, comercializadas em São Paulo, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 17, n. 1, p. 49-52, 1996.

NADAL, R.; GUIMARÃES, D. R.; BIASI, J.; PINHEIRO, S. L. J.; CARDOSO, V. T. M., **Olericultura em Santa Catarina: aspectos técnicos e econômicos**. Florianópolis: EMPASC, 1986. p. 130-136

NASCIMENTO, M. S. **Avaliação comparativa de tratamentos químicos na sanitização de frutas e verduras**. 2002. 74 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Araraquara, 2002.

NASCIMENTO, M. S.; SILVA, N.; CATANOZI, M. P. L. M.; SILVA, K. C. Avaliação comparativa de diferentes desinfetantes na sanitização de uva. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.6, n.1, p.63-68, 2003.

NEAL, J. A.; MARQUEZ-GONZALEZ, M.; CABRERA-DIAZ, E.; LUCIA, L. M.; O'BRYAN, C. A.; CRANDALL, P. G.; RICKE, S. C.; CASTILLO, A. Comparison of multiple chemical sanitizers for reducing *Salmonella* and *Escherichia coli* O157:H7 on spinach (*Spinacia oleracea*) leaves. **Food Research International**, [s.l.], v.45, p.1123-1128, 2012.

NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogy method for the determination of Glucose. **Journal Biological Chemistry**, Bethesda, v. 153, n. 1, p. 375-380, 1994.

- NEPA. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (Unicamp). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**. 4. ed. São Paulo, 2011.
- NGUYEN-THE, C.; CARLIN, F. The microbiology of minimally processed fresh fruits and vegetables. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v.34, n.4, p.371-401, 1994.
- NUNES, E. E. N.; VILAS BOAS, E. V. D. B.; XISTO, A. L. R. P.; LEME, S. C.; BOTELHO, M. C. Avaliação de diferentes sanificantes na qualidade microbiológica de mandioquinha-salsa minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 990-994, 2010.
- OLIVEIRA, A. P.; ANDRADE, A. C.; TAVARES SOBRINHO, J.; PEIXOTO, N. Avaliação de linhagens e cultivares de feijão-vagem, de crescimento indeterminado, no município de Areia-PB. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, p. 159-162, 2001.
- OLIVEIRA, D. L. PINHEIROS, E.; RAYMUNDI, G. L.; PALMA, C. S. C.; MOREIRA, P. C.; MAGALHÃES, R. T.; WASCHEC, R. C. Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle em Processamento de Abate de Bovinos. **Estudos**, Goiânia, v. 36, n. 3, p. 611-636, 2009.
- OLIVEIRA, E. C. M.; VALLE, R. H. P. D. Aspectos microbiológicos dos produtos hortícolas minimamente processados. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.14, n. 78 - 79, p. 50-54, 2000.
- OLIVEIRA, F. J; BASTOS, G. Q.; CARNEIRO, F. W. O. Teor de fibras em genótipos de feijão-vagem. **Revista Ecosystema**, Espírito Santo do Pinhal, v. 26, n.1, p. 65-67, 2001.
- OLIVEIRA, V. A. **A qualidade de hortaliças minimamente processadas: o efeito da sanitização entre e após o corte**. 2005. 49 f. Dissertação (Mestrado em nutrição), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005.
- PALHARINI, M. C. A.; SANTOS, C. A. J. P.; FILETI, M. S.; SIMIONATO, E. M. R. S.; SASAKI, F. F. C. Peróxido de hidrogênio no controle de patógenos e do escurecimento enzimático de vagem minimamente processada. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.8, n.1, p.69-79, 2017.
- PALHARINI, M. C. A.; SARANTÓPOULOS, C. I. L.; SIMIONATO, E. M. R. S.; FUMIS, T. F.; CECHIN, I. Conservação de vagem minimamente processada em embalagem com atmosfera modificada passiva. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 19, e.2015114, p. 1-9, 2016.
- PALHARINI, M. C., SANTOS, C. A. D. J. P., SIMIONATO, E. M. R. S., KODAWARA, R. K.; KLUGE, R. A. Efeito do dióxido de cloro sobre a microbiota e escurecimento enzimático de vagem minimamente processada. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.33, n. 2, p.181-188, 2015.
- PARISH, M. E.; BEUCHAT, L.R.; SUSLOW, T. U.; HARRIS, L. J.; GARRETI, E. H.; FARBER, J. N.; F. F. BUSTA. Methods reduce/ eliminate pathogens from fresh and fresh-cut produce. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v.2, n. 1, p.161-173, 2003.
- PAULA, N. D.; BOAS, E. V. B. V.; RODRIGUES, L. J.; CARVALHO, R. A.; PICCOLI, R. H. Qualidade de produtos minimamente processados e comercializados em gôndolas de supermercados nas cidades de Lavras-MG, Brasília-DF e São Paulo-SP. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n.1, p. 219-27, 2009.
- PEREIRA, J. L.; MIYA, N.; MAISTRO, L. C. Importância da enumeração rápida de bactérias patogênicas em vegetais folhosos minimamente processados: uma análise. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 89, p. 15 - 21, 2001.

PERES, J. E.; ARRUDA, M. C.; FILETI, M. S.; FISCHER, I. H.; SIMIONATO, E. M. R. S.; VOLTAN, D. S. Qualidade de feijão-vagem minimamente processado em função das operações de enxágue e sanitização. **Semina, Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 173-180, 2011.

PILON, L. **Estabelecimento da vida útil de hortaliças minimamente processadas sob atmosfera modificada e refrigeração**. 2003. 111 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz' Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PILON, L.; OETTERER, M.; SILVA, M. V.; STURION, G. L. Otimização do processamento mínimo de cenouras visando manutenção de nutrientes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 18. Porto Alegre, 2002. **Anais...** Porto Alegre: SBCTA, 2002.

PINHEIRO, A. B; SANTOS, D. M.; VIEIRA, J. A. Sanitização de frutas e hortaliças na indústria de alimentos. In: IX Seminário de Iniciação Científica, VI Jornada de Pesquisa e Pós-graduação e Semana Nacional de Ciência e Tecnologia. **Anais...** Goiás, 2011.

POLHILL, R. M.; RAVEN, P.H.; STIRTON, C.H. Evolution and systematics of the Leguminosae. In:\_\_\_\_. **Advances in legume systematics**. Part 1. Royal Botanic Gardens, Kew, 1981. p.1-26.

PORTE A; MAIA L. H. Alterações fisiológicas, bioquímicas e microbiológicas de alimentos minimamente processados. **Boletim do CEPPA**, Curitiba, v. 19, n.1, p. 105-118. 2001.

RABELLO, T. Processamento mínimo, lucro máximo. **Frutas e Legumes**, Rio de Janeiro, v.1, n.1, p.13-20, 1999.

REIS, L. C. R.; PECHINA, M. S.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. O. Influência do uso de atmosfera modificada nas características físico-químicas de brócolis minimamente processados. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 8, n. 3, p. 44-58, 2017.

REYES, V.G. Improved preservation systems for minimally processed vegetables. **Food Australia**, North Sydney, v. 48, n. 2, p. 87-90, 1996.

RICO, D.; MARTIN-DIANA, A. B.;BARAT, J. M.;BARRY- RYAN, C. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: A review. **Trends in Food Science & Technology**, [s.l.], v.18, n.7, p. 373-386, 2007.

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, B. C.; SARANTÓPOULOS, C. I. G L.; MORETTI, C. L. Storage of minimally processed cabbage in different packaging systems. In: INTERNATIONAL POSTHARVEST SYMPOSIUM, 6., 2009, Antalya. **Abstracts...** Antalya: CA&MA, 2009. p. 184

ROLLE, R. S.; CHISM, I. I. I.; GRADY, W. Physiological consequences of minimally processed fruits and vegetables. **Journal of Food Quality**, [s.l.], v. 10, n. 3, p. 157-177, 1987.

RUSSO, V. C.; DAIUTO, E. R.; SANTOS, B. L.; LOZANO, M. G.; VIEITES, R. L.; VIEIRA, M. R. S. Qualidade de abóbora minimamente processada armazenada em atmosfera modificada ativa. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 3, p.1071-1084, 2012b.

RUSSO, V. C.; DAIUTO, 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, 2012a.

- SANT'ANA, A.; AZEREDO, D. P.; COSTA, M.; MACEDO, V. Análise de Perigos no Processamento Mínimo de Vegetais. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.16, n.101, p. 80-84, 2002.
- SANTOS, A. F.; SILVA, S. M.; ALVES, R. E. Armazenamento de pitanga sob atmosfera modificada e refrigeração: I-transformações químicas em pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 36-41, 2006.
- SANTOS, D.; HAESBAERT, F. M.; LÚCIO, A. D.; STORCK, L.; CARGNELUTTI FILHO, A. Tamanho ótimo de parcela para cultura do feijão-vagem. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 1, p. 119-128, 2012.
- SANTOS, M. D.; BLATT, C. T. T. Teor de flavonóides e fenóis totais em folhas de *Pyrostegia venusta* Miers de mata e de cerrado. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 135-140, 1998.
- SANTOS, T. B. A.; JUNQUEIRA, N. S. C. V. A.; PEREIRA, J. L. Microrganismos indicadores em frutas e hortaliças minimamente processada. **Brazilian Journal of Food Technology**, [s.l.], v. 13, n. 2. p. 141-146, 2010.
- SAPERS, G. M.; SIMMONS, G. F. Hydrogen peroxide disinfection of minimally processed fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v.52, n.2, p.48-52, 1998.
- SASAKI, F. F. **Processamento mínimo de abóbora (*Cucurbita moschata* Duch): alterações fisiológicas, qualitativas e microbiológicas**. 2005. 145 p. Dissertação (Mestrado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
- SBCTA - Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos. **Manual de Higiene e Sanitização para as Empresas de Alimentos**, 2000. 39 p.
- SIGRIST J. M. M. **Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve flor e rúcula minimamente processadas**. 2002. 112 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- SILVA, C. A. B.; FERNANDES, A. R. **Projetos de empreendimentos agroindustriais: produtos de origem vegetal**. Viçosa: UFV, 2003. v. 2, 459 p.
- SILVA, I. C. P.; VIEIRA, S. L. V. Alimentos minimamente processados: praticas de produção e riscos de contaminação. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 1, p. 26 – 38, 2017.
- SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2007. 100 p.
- SILVA, V. C. **Efeitos da radiação gama e temperaturas de armazenamento em legumes minimamente processados e pré-cozidos e aceitabilidade de mercado de produtos irradiados**. 2014. 180 f. Tese (Doutorado em Ciências). Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- SIMÓN, A.; GONZÁLEZ-FANDOS, E.; RODRÍGUEZ, D. Effect of film and temperature on the sensory, microbiological and nutritional quality of minimally processed cauliflower. **International Journal of Food Science and Technology**, London, v. 43, n. 9, p. 1628-1636, 2008.
- SIMS D. A.; GAMON J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.81, n.2, p.337-354, 2002.
- SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteau reagent, **Methods of Enzymology**, New York, v. 299, n.1 , p. 152-178, 1999.

- SOMOGY, M. Determination of blooded sugar. **Journal Biologic Chemical**, Baltimore, n.160, p. 69-73, 1945.
- SPAGNOL, W. A. **Processamento mínimo de cenoura e feijão-vagem**. 2005. 179 f. Tese (Doutorado em Tecnologia Pós-Colheita) – Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade de Campinas, Campinas, 2005.
- SREBERNICH, S. M. Utilização do dióxido de cloro e do ácido peracético como substitutos do hipoclorito de sódio na sanitização do cheiro-verde minimamente processado. **Ciência e Tecnologia Alimentos**. Campinas, v. 27, n.4, p. 744-750, 2007.
- STEVENS, M. A. Varietal influence on Nutritional Value. In: WHITE, D.L; SELVEY, N.(Ed). **Nutritional Quality of Fresh fruits and Vegetables**. New York: Futura Publishing, 1994. p. 87-110.
- STEWART, C. M.; TOMPKIN, R. B.; COLE, M. B. L. R. Food safety: new concepts for the new millennium. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, [s.l.], v. 3, n.2, p. 105-112, 2002.
- TAKAYANAGUI, O. M.; FEBRÔNIO, L. H. P.; BERGAMINI, A. M.; OKINO, M. H. T.; SILVA, A. A. M. C.; CASTRO, E.; SANTIAGO, R.; CAPUANO, D. M.; OLIVEIRA, M. A.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Fiscalização de hortas produtoras de verduras do município de Ribeirão Preto, SP. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, Uberaba, v. 33, n. 2, p. 169-174, 2000.
- TIVERON, A. P. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidas no Brasil**. 2010. 102 f. Dissertação (mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- TRAIL, M.A.; WAHEM, I.A.; BIZRI, J.N. Snap bean quality minimally when stored in low density polyolefin film package. **Journal of Food Science**, [s.l.], v. 57, n. 4, p. 977-979, 1992.
- TRESSLER, J. F. M.; FIGUEIREDO, E. A. T.; FIGUEIREDO, R. W.; MACHADO, T. F.; DELFINO, C. M.; SOUSA, P. H. M. Avaliação da qualidade microbiológica de hortaliças minimamente processadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. spe, p. 1722-1727, 2009.
- TRESSLER, D. K.; JOSLYN, M. A. **Fruits and vegetables juice processing technology**. Westport: AVI, 1961. 1028 p.
- VANETTI, M. C. D. Segurança microbiológica em produtos minimamente processados. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PROCESSAMENTO MÍNIMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS, 2004, Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa: UFV, 2004. p. 30-32.
- VANETTI, M. C. D. **Aspectos microbiológicos de produtos minimamente processados**. Departamento de microbiologia. Universidade de Viçosa, 2005. Disponível em:<[https://www.researchgate.net/publication/240627080\\_Aspectos\\_microbiologicos\\_de\\_produtos\\_minimamente\\_processados](https://www.researchgate.net/publication/240627080_Aspectos_microbiologicos_de_produtos_minimamente_processados)>. Acesso: 17. Jul. 2018.
- VITTI, M. C.; KUGLE R. A.; YAMAMOTO, L. K.; JACOMINO, A. P. Efeito do momento da sanitização sobre atributos físico-químico e microbiológicos de beterrabas minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.4, p.718-721, 2004.
- WATADA, A. E.; KO, N. P.; MINOTT, D. A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-125, 1996.

WHO (WORLD HEALTH ORGANIZATION). 2005. **Drug-resistant *Salmonella*. Fact Sheet** N°139, Revised April 2005. Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs139/en/>>. Acesso: 16 maio. 2017.

WILEY, R. C. **Minimally processed refrigerated fruits and vegetables**. London: Chapman & Hall, 1994. 368 p.

**ANEXO 1 - AVALIAÇÃO VISUAL E PERFIL DE CONSUMIDORES DE  
MINIMAMENTE PROCESSADO DE FEIJÃO-VAGEM**

**MINIMAMENTE PROCESSADO: São legumes *in natura*, limpos, cortados e embalados em pratos de isopor cobertos por isofilmes e são mantidos em ambiente frio para maior conservação no espaço hortifrutis dos supermercados.**

1- Por favor, indique sua faixa etária, sexo e estado civil:

- 17 – 20       41 - 45  
 21 - 25       46 - 50  
 26 - 35       51 – 55  
 36 - 40       56 – 60

- feminino     masculino  
 solteiro (a)     casado (a)     separado (a)     viúvo (a)

2- Com que frequência você compra produto minimamente processado?

- não compra  
 compra uma vez ao mês  
 compra 2 vezes ou mais por mês  
 compra toda semana

3- Qual o motivo que faz com que você não compre ou então compre com menos frequência o produto minimamente processado:

- preço alto  
 higiene  
 prefere escolher  
 marca desconhecida  
 perda de nutriente



4- Porque você compra produto minimamente processado:

- ( ) praticidade  
 ( ) higiene  
 ( ) preço-qualidade  
 ( ) sabor

### Ensaio Ácido peracético

5- Avalie todos os atributos abaixo para cada amostra usando a escala de numeração abaixo:

1. Desgostei muitíssimo	4. Desgostei ligeiramente	7. Gostei regularmente
2. Desgostei muito	5. Indiferente	8. Gostei muito
3. Desgostei regularmente	6. Gostei ligeiramente	9. Gostei muitíssimo

A) Indique o quanto você gostou da APARÊNCIA (visual):

Amostra	Nota (de 1 a 9)
T1	_____
T2	_____
T3	_____
T4	_____
T5	_____

B) Indique o quanto você gostou do AROMA (odor):

Amostra	Nota (de 1 a 9)
T1	_____
T2	_____
T3	_____
T4	_____
T5	_____

6- Você compraria este feijão-vagem minimamente processado?

Amostra

- T1            ( ) compraria    ( ) talvez compraria    ( ) não compraria
- T2            ( ) compraria    ( ) talvez compraria    ( ) não compraria
- T3            ( ) compraria    ( ) talvez compraria    ( ) não compraria
- T4            ( ) compraria    ( ) talvez compraria    ( ) não compraria
- T5            ( ) compraria    ( ) talvez compraria    ( ) não compraria

### Ensaio Hipoclorito de sódio

7- Avalie todos os atributos abaixo para cada amostra usando a escala de numeração abaixo:

1. Desgostei muitíssimo	4. Desgostei ligeiramente	7. Gostei regularmente
2. Desgostei muito	5. Indiferente	8. Gostei muito
3. Desgostei regularmente	6. Gostei ligeiramente	9. Gostei muitíssimo

A) Indique o quanto você gostou da APARÊNCIA (visual):

Amostra	Nota (de 1 a 9)
T1	_____
T6	_____
T7	_____
T8	_____

B) Indique o quanto você gostou do AROMA (odor):

Amostra	Nota (de 1 a 9)
T1	_____
T6	_____
T7	_____
T8	_____

8- Você compraria este feijão-vagem minimamente processado?

Amostra

T1	<input type="checkbox"/> compraria	<input type="checkbox"/> talvez compraria	<input type="checkbox"/> não compraria
T6	<input type="checkbox"/> compraria	<input type="checkbox"/> talvez compraria	<input type="checkbox"/> não compraria
T7	<input type="checkbox"/> compraria	<input type="checkbox"/> talvez compraria	<input type="checkbox"/> não compraria
T8	<input type="checkbox"/> compraria	<input type="checkbox"/> talvez compraria	<input type="checkbox"/> não compraria