

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**DISSERTAÇÃO**

**Caracterização e estudo da vida útil de vinagreira cultivada em  
Seropédica-RJ**

**Ana Lígia Panain de Souza Rezende**

**2016**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DA VIDA ÚTIL DE VINAGREIRA  
CULTIVADA EM SEROPÉDICA-RJ**

**ANA LÍGIA PANAIN DE SOUZA REZENDE**

*Sob a Orientação da Professora*  
**Regina Celi Cavestré Coneglian**

*e Co-orientação do Pesquisador*  
**Marcos José de Oliveira Fonseca**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Produção Vegetal.

Seropédica, RJ  
Julho de 2016

635.098153

R467c

T

Rezende, Ana Lígia Panain de Souza, 1987-  
Caracterização e estudo da vida útil de  
vinagreira cultivada em Seropédica-RJ / Ana  
Lígia Panain de Souza Rezende. - 2016.  
57 f.: il.

Orientador: Regina Celi Cavestré  
Coneglian.

Dissertação (mestrado) - Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro, Curso de  
Pós-Graduação em Fitotecnia, 2016.

Bibliografia: f. 48-57.

1. Rosele - Cultivo - Seropédica (RJ) -  
Teses. 2. Rosele - Tecnologia pós-colheita  
- Seropédica (RJ) - Teses. 3. Rosele -  
Conservação - Seropédica (RJ) - Teses. 4.  
Rosele - Embalagens - Seropédica (RJ) -  
Teses. 5. Horticultura - Seropédica (RJ) -  
Teses. I. Coneglian, Regina Celi Cavestré,  
1964- II. Universidade Federal Rural do  
Rio de Janeiro. Curso de Pós-Graduação em  
Fitotecnia. III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**ANA LÍGIA PANAIN DE SOUZA REZENDE**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 26/07/2016

---

Regina Celi Cavestré Coneglian D. Sc. UFRRJ  
(Orientador)

---

Neide Botrel D. Sc. EMBRAPA HORTALIÇAS

---

Anelise Dias D. Sc. UFRRJ

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a minha mãe Myrian Lúcia e ao meu pai José Dimas, pelo incentivo, amor e total dedicação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me dar forças em todos os momentos de minha vida.

Aos meus pais que foram sempre os maiores incentivadores dos meus estudos. Por toda ajuda que me deram, por compreenderem minha ausência e por todo amor dedicado.

À minha irmã e amiga Ana Karla, que mesmo distante está sempre presente em minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia-UFRRJ por ter possibilitado que eu continuasse meus estudos na Instituição.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À minha orientadora Regina Celi Cavestré Coneglian e ao meu coorientador Marcos José de Oliveira Fonseca, por toda a ajuda, dedicação e conhecimentos transmitidos.

Aos professores do Programa pelas excelentes aulas ministradas.

À Embrapa Hortaliças por concessão do material propagativo.

Aos funcionários do Setor de Horticultura da UFRRJ, por toda a ajuda durante o cultivo da Vinagreira. Em especial ao funcionário Sr. Manoel José Felício Filho que em todos os momentos foi solícito em me ajudar.

À Embrapa Agroindústria de Alimentos por conceder materiais, laboratórios e equipamentos essenciais para conclusão deste trabalho.

Aos funcionários da Embrapa Agroindústria de Alimentos por todo ensinamento e apoio durante as análises.

Aos estagiários Janne, Bruna, Lucas e Luís pela ajuda durante o cultivo e a Élide pela ajuda com as análises na pós-colheita.

Às amigas Nubia, Laís, Carol Finoti, Carol Coelho, Rosi e Ana Paula pela amizade e apoio. Em especial a amiga Bruna S. Gomes Pereira que ajudou durante a execução do experimento.

Ao Willian V. Martins por toda a ajuda e compreensão durante o mestrado.

Aos membros da banca Dr. Neide Botrel, Dr Anelise Dias e aos suplentes Dr. Antônio Gomes Soares e Dr. Cibele Vilela Andrade Fiorini.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente ajudaram para a realização do trabalho.

## RESUMO

REZENDE, Ana Lígia Panain de Souza. **Caracterização e estudo da vida útil de vinagreira cultivada em Seropédica-RJ**. 2016. 60p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

As hortaliças são fonte de nutrientes essenciais à saúde humana e possuem baixo valor calórico. Dentre estas, as hortaliças não-convencionais apresentam ainda outras vantagens como a rusticidade e o menor preço, porém faltam informações sobre estas espécies o que impossibilita um aumento da sua produção e consumo. Desse modo, o objetivo do presente trabalho foi cultivar a espécie *Hibiscus sabdariffa*, mais conhecida como vinagreira, caracterizar alguns dos seus constituintes e estimar a sua vida útil potencial, quando acondicionada em embalagens de polipropileno com diferentes perfurações e armazenadas a  $5 \pm 1$  °C. A vinagreira permaneceu por aproximadamente 120 dias em condições de campo no Setor de Horticultura da UFRRJ. Os ramos foram colhidos e transportados para a Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde foram lavados, selecionados, arranjados em maços de aproximadamente 150 g e submetidos aos tratamentos, constituídos pelas embalagens cônicas de polipropileno, perfurada (P), não perfurada (NP), micro perfurada (MP) e o controle (C) em que foram armazenados sem o uso de embalagens. Foram realizadas análises físicas, físico-químicas e químicas a cada dois dias do armazenamento. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema de parcelas subdivididas, tendo os tratamentos nas parcelas e os dias de armazenamento na subparcela. Os resultados foram submetidos a análises estatísticas pelo programa SPSS. Verificou-se a homogeneidade e normalidade dos dados, com posterior análise de variância e de acordo com a significância procedeu-se o teste Tukey e/ou análise de regressão. Para o controle, as análises foram realizadas somente até o quarto dia do armazenamento, devido à redução da qualidade aparente, como murchamento e alterações de cor das folhas, enquanto para os maços acondicionados nas embalagens houve redução da qualidade aparente e sintomas de senescência ao oitavo dia do armazenamento. As folhas apresentaram elevado teor de acidez total titulável e de carotenoides, sendo o ácido predominante o málico e o carotenoide majoritário, o  $\beta$ -caroteno. Concluiu-se que a vinagreira se adapta bem as condições climáticas de Seropédica-RJ, mostrando-se fonte de compostos com atividade antioxidante. Em relação ao armazenamento refrigerado, a utilização de embalagens plásticas de polipropileno proporcionou maior vida útil potencial para a hortaliça, pois nestas condições os maços poderiam ser comercializados por até sete dias após a colheita, sem prejuízo da qualidade, enquanto os maços do controle a vida útil potencial foi inferior a quatro dias.

Palavras-chave: Embalagem de polipropileno, *Hibiscus sabdariffa*, vida útil.

## ABSTRACT

REZENDE, Ana Lígia Panain de Souza. **Characterization and study of the shelf life of vinagreira cultivated in Seropédica-RJ.** 2016. 60p. Dissertation (Master in Plant Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

Vegetables are a source of nutrients essential to human health and have low caloric value. Among these, non-conventional vegetables also have other advantages such as hardiness and the lowest price, but lacks information on these species which prevents an increase in its production and consumption. Thus, the objective of this study was to cultivate the species *Hibiscus sabdariffa*, better known as vinagreira, characterize some of its constituents and estimate its shelf life potential when stored in polypropylene packaging with different perforations and stored at  $5 \pm 1$  °C. The vinagreira remained for approximately 120 days in field conditions in the Horticultural Sector UFRRJ. The branches were collected and transported to the Embrapa Food, which were washed, selected, arranged in bunches of about 150g and subjected to treatment consisting of the conical packaging polypropylene, perforated (P), not perforated (NP), micro perforated (MP) and control (C) in which the packs were stored without use of packaging. They were carried physical, physicochemical and chemical every two days storage. The design was completely randomized in split plots, and treatments in the plots and the days of storage in the subplot. The results were analyzed using SPSS. It was the homogeneity and normality of the data, followed by analysis of variance and significance according to Tukey test and/or regression analysis. For control, the analyzes were performed only until the fourth day of storage due to reduction of apparent quality such as wilting and color changes of the leaves, while those packaged in decreased the apparent quality, with symptoms of senescence the eighth day of storage. The leaves have a high levels of titratable acidity and carotenoids, being the predominant malic acid and the major carotenoid, the  $\beta$ -carotene. It was concluded that vinagreira is well adapted Climate conditions Seropédica-RJ, showing the source of compounds with antioxidant activity. With regard to cold storage, the use of plastic polypropylene packaging provided greater potential life for vegetables, because in these conditions the bunches could be sold for up to seven days after harvest without loss of quality, while the control bunches potential shelf life was less four days.

Key words: Polypropylene packaging, *Hibiscus sabdariffa*, shelf life.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Valores médios de perda de massa fresca acumulada (%) para folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.....	28
<b>Tabela 2.</b> Médias dos parâmetros de cor instrumental: luminosidade (L*), coordenadas (a* e b*), chroma ou cromaticidade (C*) e ângulo hue (h°) das folhas de vinagreira acondicionadas em diferentes embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C.....	32
<b>Tabela 3.</b> Valores médios de ATT (g ácido málico 100 g <sup>-1</sup> de massa fresca) de folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.....	38
<b>Tabela 4.</b> Valores médios de SST (°Brix) de folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.....	40
<b>Tabela 5.</b> Valores médios do teor de fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g <sup>-1</sup> ) de folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.....	42

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Aspecto da planta de vinagreira durante a floração (Fonte: Gonçalves, 2014).....	7
<b>Figura 2.</b> Mudas de vinagreira após 20 dias da sementeira (DAS). Local: casa de vegetação da UFRRJ.....	14
<b>Figura 3.</b> Planta de vinagreira 17 dias após o transplantio, apresentando floração precoce. Local: Setor de Horticultura da UFRRJ, dia 17 de julho de 2015.....	15
<b>Figura 4.</b> Aspecto das plantas de vinagreira nos canteiros, dois dias antes da colheita. Local: Setor de Horticultura da UFRRJ.....	16
<b>Figura 5.</b> Colheita dos ramos da vinagreira aos 120 dias após o transplantio. Local: Setor de Horticultura da UFRRJ.....	16
<b>Figura 6.</b> A) Tanque de lavagem por turbilhonamento; B) Sala de processamento; C) Maço de vinagreira; D) Caixas vazadas contendo os tratamentos, armazenadas na câmara de refrigeração.....	18
<b>Figura 7.</b> Cromatograma dos ácidos orgânicos presentes em folhas de vinagreira, obtido por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.....	25
<b>Figura 8.</b> Cromatograma de carotenoides presentes nas folhas de vinagreira, obtido por Cromatografia Líquida de Alta eficiência.....	26
<b>Figura 9.</b> Perda de massa fresca acumulada (%) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada.....	28
<b>Figura 10.</b> Teor de clorofila a, b e total ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) das folhas de vinagreira acondicionadas em diferentes embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.....	30
<b>Figura 11.</b> Alteração de cor nas folhas de vinagreira condicionadas em embalagem de polipropileno perfurada. A) Segundo dia de armazenamento; B) Quarto dia de armazenamento; C) Sexto dia de armazenamento; D) Oitavo dia de armazenamento.....	31
<b>Figura 12.</b> Valor médio de $a^*$ das folhas da vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.....	32
<b>Figura 13.</b> Valor médio de $b^*$ das folhas vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.....	33
<b>Figura 14.</b> Valor médio de chroma ou cromaticidade ( $C^*$ ) das folhas vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.....	34
<b>Figura 15.</b> Variação do ângulo hue ( $h^\circ$ ) das folhas vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.....	35
<b>Figura 16.</b> Variação do pH das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.....	36
<b>Figura 17.</b> Teor de ATT ( $\text{g ácido málico } 100 \text{ g}^{-1}$ de massa fresca) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada....	37
<b>Figura 18.</b> Teor de SST ( $^\circ\text{Brix}$ ) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada.....	39
<b>Figura 19.</b> Relação SST/ATT das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5°C, ao longo do tempo de armazenamento.....	41
<b>Figura 20.</b> Compostos fenólicos totais ( $\text{mg de ácido gálico } 100 \text{ g}^{-1}$ ) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada....	43

**Figura 21.** Atividade antioxidante ( $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ ) das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil. a) Método ORAC e b) Método TEAC.....45

## LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

AAPH- Dicloridrato de 2,2, Azobis (2-metilpropionamida)  
ABTS- 2,2'- azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)  
ANOVA- Analysis of Variance  
ATT- Acidez Total Titulável  
BHT- Butylated Hydroxytoluene  
CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.  
CLAE- Cromatografia Líquida de Alta Eficiência  
CO<sub>2</sub>- Dióxido de Carbono  
DAS- Dias após a semeadura  
DIC- Delineamento Inteiramente Casualizado  
DPPH- 2,2 Difenil-1-Picril-hidrazil  
EPS- Poliestireno expandido  
ERO's- Espécies de oxigênio reativo  
FAO- Food and Agriculture Organization  
HPLC- High performance Liquid Chromatography  
IPGRI- International Plant Genetic Resources Institute  
NaOH- Hidróxido de sódio  
NPK- Nitrogênio, Fósforo e Potássio  
O<sub>2</sub>- Oxigênio  
ORAC- Oxygen Radical Antioxidant Capacity  
PEBD- Polietileno de Baixa Densidade  
PET- Tereftalato de Polietileno  
PP- Polipropileno  
PPGF- Programa de Pós-graduação em Fitotecnia  
PVC- Policloreto de Vinila  
R<sup>2</sup>- Coeficiente de determinação  
SPSS- Statistical Package for the Social Sciences  
SST- Sólidos Solúveis Totais  
TE- Trolox Equivalente  
TEAC - Trolox Equivalent Antioxidant Capacity  
UFRRJ- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
UR- Umidade Relativa

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
2.1 Aspectos gerais das hortaliças .....	3
2.2 Hortaliças não-convencionais .....	4
2.3 Vinagreira.....	6
2.3.1 Características botânicas .....	6
2.3.2 Aspectos agrônômicos.....	7
2.3.3 Usos e propriedades .....	9
2.3.4 Propriedades medicinais.....	10
2.4 Pós-colheita de hortaliças.....	11
2.4.1 Conservação da qualidade na pós-colheita.....	12
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1 Produção de mudas de vinagreira.....	14
3.1.1 Cultivo em campo .....	14
3.1.2 Colheita do material .....	16
3.2 Análises após a colheita .....	17
3.2.1 Recepção, embalagem e armazenamento.....	17
3.2.2 Avaliações das características físicas, físico-químicas e químicas .....	18
3.2.3 Delineamento experimental e análise estatística .....	23
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>47</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>48</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O consumo de hortaliças pelos brasileiros tem aumentado nos últimos anos, podendo ser associado à maior preocupação com a saúde, bem-estar e a boa forma física. Estudos têm indicado que o maior consumo de vegetais está associado também à redução no risco de algumas doenças como diabetes, hipertensão e câncer o que se deve principalmente aos compostos bioativos presentes.

Além disso, a procura por novidades na área alimentar tem contribuído para o mercado de hortaliças, em especial as espécies não convencionais, orgânicas, minimamente processadas e conservas (MELO & VILELA, 2007).

Hortaliças não-convencionais são espécies que ainda não são mundialmente conhecidas, comercializadas e consumidas, tendo sua distribuição limitada a determinadas regiões. Kinupp (2007) relata que algumas dessas espécies foram ou ainda são denominadas daninhas por crescerem entre plantas cultivadas e por não se ter conhecimento do seu potencial alimentício. Por outro lado, algumas espécies foram amplamente cultivadas em determinados períodos ou regiões, porém, com o passar dos anos, perderam espaço para hortaliças que receberam incentivos por parte da pesquisa e extensão (BRASIL, 2010; EPAMIG, 2012).

As espécies apresentam vantajosas características biológicas e agronômicas, devido à elevada variabilidade e rusticidade (KINUPP & LORENZI, 2014). Muitas dessas apresentam ainda maiores teores de minerais, fibras, proteínas e compostos com funções antioxidantes do que algumas plantas domesticadas (KINUPP & BARROS, 2008). Em relação à economia podem ainda trazer benefícios para o produtor devido ao menor gasto com a produção e para o consumidor, por apresentar maior relação custo-benefício quando comparada a hortaliças tradicionalmente consumidas (DIAS et al., 2005; MELO, 2007).

Desse modo, o reconhecimento das hortaliças não-convencionais representa ganhos econômico, social, nutricional e ainda cultural por valorizar o patrimônio sócio-cultural do povo brasileiro, sendo também fundamental para evitar o processo de extinção das espécies (BRASIL, 2010).

A espécie *Hibiscus sabdariffa* L. (vinagreira) apresenta grandes vantagens, que vão do cultivo ao consumo. Apresenta boa adaptação ao clima tropical, pode ser utilizada como ornamental e para a alimentação humana e animal, com a vantagem de todas as partes das plantas serem comestíveis (BRASIL, 2010; KINUPP & LORENZI, 2014).

É geralmente comercializada nas feiras como hortaliça folhosa, sendo os ramos da planta cortados a 40-50 cm de comprimento e atados, formando os maços de vinagreiras (BRASIL, 2010).

As hortaliças herbáceas possuem elevada perecibilidade devido à alta atividade metabólica após a colheita, causando perda de água por transpiração e rápida deterioração dos atributos de qualidade (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Desse modo, é necessário o consumo dessas hortaliças em poucos dias ou o uso de técnicas de conservação pós-colheita (FINGER et al., 1999; ÁLVARES et al., 2010).

Vários trabalhos têm demonstrado que o manejo da temperatura, da umidade relativa e circulação de ar durante o armazenamento de produtos vegetais, contribui para a manutenção da qualidade, além destas técnicas a utilização de embalagens plásticas que modifiquem de modo favorável a atmosfera para o produto, proporcionam aumento na vida útil de hortaliças folhosas.

Os principais atributos de qualidade de frutas e hortaliças consumidos *in natura* estão relacionados à aparência, sabor, aroma, valor nutritivo e segurança, sendo estes utilizados

para determinar o espaço de tempo no qual o vegetal mantém um nível de qualidade estabelecido, definido como vida útil. (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O objetivo do presente trabalho foi cultivar a hortaliça não-convencional vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.) nas condições locais de Seropédica-RJ, a fim de caracterizar alguns dos constituintes da planta e estimar a sua vida útil potencial quando acondicionada em embalagens cônicas de polipropileno com diferentes perfurações e armazenadas em câmara de refrigeração.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aspectos gerais das hortaliças

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) não é possível uma definição botânica ou sistemática de hortaliças, devido ao grande número de órgãos reprodutivos e as diferentes famílias botânicas utilizadas, que apresentam especificidade quanto ao clima. Sendo empregada a definição genérica de que hortaliças são partes de plantas que não pertencem ao grupo de frutas e cereais e que são consumidas frescas, cruas ou processadas.

Uma classificação morfológica, baseada na parte do vegetal que é popularmente consumido, é a mais utilizada. Desse modo, as hortaliças em que são consumidas as partes aéreas, como folhas, pecíolos, hastes e inflorescências, são as hortaliças herbáceas, como exemplo, a alface, espinafre, brócolis, entre outros. Hortaliças em que são consumidas as partes subterrâneas são conhecidas como hortaliças tuberosas, em que se consomem raízes, tubérculos, rizomas e bulbos, como a mandioca, batata, cebola, entre outros. As hortaliças fruto são então aquelas em que se consomem os frutos imaturos, maduros e sementes, como o pimentão, quiabo, tomate, abóboras, feijão-caupi, entre outros (FILGUEIRA, 2003; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Outras classificações também são empregadas, como em relação a exigências climáticas e práticas de cultivo. Para estudo do comportamento na pós-colheita classificam-se quanto à sensibilidade ao frio, vida útil, atividade metabólica e sensibilidade a gases no armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O cultivo de hortaliças em geral se caracteriza por ser uma atividade que proporciona elevada produção, com rendimentos consideráveis, dispondo de uma pequena área para exploração das culturas e fazendo uso de tecnologias modernas (INCAPER, 2007). Além disso, o segmento se caracteriza por gerar empregos, pois exige mão-de-obra da semeadura até a comercialização. De acordo com Associação Brasileira do Comércio de Semente e Mudas (ABCSEM) em 2012 a cadeia produtiva de hortaliças gerou 2 milhões de empregos diretos, o que equivale de 2 a 4 empregos/ha.

Porém, como descrito por Melo e Vilela (2007) é uma atividade econômica de alto risco para o produtor, devido à sensibilidade às condições climáticas adversas, a problemas fitossanitários e a maior vulnerabilidade à sazonalidade da oferta, gerando instabilidade de preços na comercialização. Uma pesquisa da CEAGESP de 2015 evidenciou essa situação, pois em 2014 houve redução da produtividade e qualidade de hortaliças folhosas devido à seca e ao calor, causando aumento nos custos de produção. Havia ainda expectativas de piora para os meses mais secos, o que deixou muitos produtores inseguros (SANTOS et al., 2015).

Segundo Santos et al. (2015), as capitais São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte possuem os denominados cinturões verdes, devido a maior produção de folhosas. Este fato se deve a maior densidade demográfica nas regiões e conseqüentemente maiores consumidores, o que facilita a comercialização destes produtos altamente perecíveis.

A particularidade mais marcante da exploração olerícola que a diferencia de outros setores do agronegócio, é o fato das hortaliças constituírem um grupo de plantas com mais de uma centena de espécies. A maior parte da produção, em torno de 60%, está concentrada em propriedades de exploração familiar com menos de 10 ha (INCAPER, 2007; MELO & VILELA, 2007).

De acordo com o Anuário Brasileiro de Hortaliças, a produção de hortaliças no ano de 2014 foi de 18 milhões de toneladas, sendo está mantida desde 2007, já a área cultivada diminuiu 0,9% entre 2008 e 2012, enquanto a produção aumentou 4,2% e a produtividade 6,6% (REETZ et al., 2014).

Os consumidores hoje estão mais preocupados com a saúde, o que tem proporcionado mudanças no comportamento alimentar e no estilo de vida, aumentando assim a procura por alimentos frescos e saudáveis, como as frutas e hortaliças (COSTA et al., 2011).

As folhosas estão entre as hortaliças mais procuradas e segundo Reetz et al. (2014) o setor estima aumento gradual do consumo, refletindo em aumento da produção, porém existe certa dificuldade em encontrar dados atualizados da produção nacional. No ano de 2013, a produção de folhosas, estimada em alface e repolho, foi de 2,61 milhões de toneladas, ocupando área de 123,68 mil ha, revelando então aumento em relação a 2011 em que a produção foi de 2,59 milhões de toneladas e a área cultivada de 123,58 mil ha.

De acordo com Santos et al. (2015), embora o consumo de hortaliças tem aumentado nos últimos anos, este é considerado baixo em relação a outros países. A orientação da Organização Mundial da saúde (OMS) é que se consuma 400 g de frutas e hortaliças por dia, sendo no Brasil consumido aproximadamente 132 g por dia e que apenas 37,3% dos brasileiros, maiores de 18 anos, consomem o recomendado de cinco porções diárias, conforme foi divulgado pelo IBGE em 2014.

As hortaliças são fontes de fibras, vitaminas, minerais e compostos antioxidantes, fornecem muitos nutrientes a uma pequena quantidade de calorias, sendo desse modo, uma excelente alternativa ao consumo excessivo de carne vermelha e alimentos calóricos (BRASIL, 2014).

Os principais compostos nos vegetais que possuem atividade antioxidante são as vitaminas C e E, os carotenoides e os fenólicos, tendo como função proteger o organismo contra os efeitos prejudiciais causados pelos radicais livres em excesso (SILVA et al., 2010).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), todos os organismos biológicos aeróbicos produzem radicais livres a partir do oxigênio triplete birradical ( $O_2$ ), que podem reagir com diferentes macromoléculas biológicas, formando outros radicais. Esses átomos ou moléculas possuem um elétron livre e não pareado na camada orbital externa, atribuindo-lhes instabilidade e reatividade.

Quando em excesso, os radicais livres geram desequilíbrio do sistema, dando início ao estresse oxidativo, processo metabólico que pode causar danos ao organismo, acelerar o envelhecimento e desencadear doenças crônico-degenerativas (SILVA et al., 2010; VIEITES et al., 2012).

Estudos têm comprovado que os compostos bioativos fornecidos pelas hortaliças auxiliam então na prevenção de doenças, como obesidade, diabetes, problemas cardiovasculares, hipertensão, osteoporose e câncer (CARVALHO et al., 2006; COELHO, 2007). De acordo com Carvalho et al. (2006), o Brasil assim como outros países tem buscado desenvolver cultivares mais ricas nestes compostos, através dos programas de melhoramento genético de hortaliças que visam por exemplo aumentar os teores e diversificar os tipos de carotenoides presentes.

## **2.2 Hortaliças não-convencionais**

Segundo Kinupp (2009) e Kinupp & Lorenzi (2014) os países tropicais e subtropicais possuem a maior biodiversidade do mundo, porém em relação à fitodiversidade com potencial de uso na alimentação humana e animal, muito pouco é conhecido, pesquisado e ao menos participa da matriz agrícola nacional e regional. Algumas dessas plantas caracterizadas hoje como alimentícias não-convencionais, ainda são conhecidas como daninhas, matos, invasoras ou até nocivas porque ocorrem entre as plantas cultivadas ou em locais onde não eram desejáveis.

O consumo de hortaliças no Brasil após a globalização se tornou reduzido e limitado a hortaliças que possuem maior apelo comercial, como exemplo, a alface e o tomate,

constituindo assim um problema de segurança alimentar e nutricional, principalmente a populações com menor recurso financeiro (BRASIL, 2010).

O objetivo então para sanar esse problema é encontrar fontes alternativas de nutrientes, como alimentos de boa qualidade e acessível a todos (MODESTI, 2006; SILVA et al., 2013), desse modo, Queiroz et al. (2015) destaca as hortaliças não-convencionais no Brasil por serem fontes nutricionais mais acessível, devido ao baixo custo e facilidade de acesso.

Além disso, Kinupp (2009) relata a preocupação de boa parte da sociedade em consumir produtos saudáveis, de origens conhecidas e que contribuam para conservação ambiental, o que também favorece a inserção dessas espécies.

O nome hortaliças não-convencionais foi publicado pela primeira vez no Brasil em 1997 por Cardoso, M.O. no livro “Hortaliças não-convencionais da Amazônia”.

Segundo Brasil (2010), hortaliças não-convencionais são as espécies que ainda não receberam a devida atenção por parte da comunidade técnico-científica e da sociedade como um todo, resultando em um consumo localizado, com dificuldade de expansão para todas as regiões do País. Inclui neste grupo hortaliças que foram bastante consumidas em algumas regiões, mas que devido às mudanças no hábito alimentar, passaram a ter importância econômica e social reduzida, perdendo mercado para outras. Cabe ressaltar que estas hortaliças não estão organizadas em cadeia produtiva propriamente dita, não despertando, então, o interesse de empresas de sementes, fertilizantes ou agroquímicos.

Em relação à denominação encontram-se divergências na literatura e no meio técnico, podendo ser encontrado outros termos como: “Hortaliças Negligenciadas”, “Hortaliças Subutilizadas”, ou ainda “Hortaliças Tradicionais” (MELO, 2007). A denominação Hortaliças Tradicionais, valoriza a questão cultural por estar associado ao cultivo por populações caracterizadas como tradicionais, devido aos seus costumes próprios ou tradições que as distingue de outros setores da comunidade nacional, por exemplo, os geraiseiros, veredeiros e os catingueiros. Porém, esta denominação pode causar confusão à população por associar às hortaliças mais consumidas, como exemplo, a batata e o tomate (BRASIL, 2010).

A definição de subutilizada de acordo com o International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI) é de que são espécies que foram amplamente utilizadas, mas que caíram em desuso devido a fatores agronômicos, genéticos, econômicos, sociais e culturais (MELO, 2007).

A denominação hortaliças negligenciadas refere-se aquelas cultivadas em seus centros de origem ou diversidade por agricultores familiares, onde ainda sustentam as comunidades locais, sendo que algumas dessas espécies podem ter distribuição global, mas tendem a ocupar nichos especiais (EYZAGUIRRE et al., 1999 e IPGRI, 2006 *apud* MELO, 2007 e BRASIL, 2010).

Segundo Kinupp e Lorenzi (2014) as plantas alimentícias não-convencionais são rústicas e pouco exigentes em cuidados agronômicos básicos, portanto são menos dependentes do homem para se manterem vivas, porque possuem uma alta variabilidade genética que as tornam adaptáveis às variações edafoclimáticas.

Devido à rusticidade das espécies, a necessidade de uso de agrotóxicos é mínima ou até dispensável, desempenhando importante papel na segurança alimentar e geração de renda para o agricultor familiar, beneficiando também toda a população de um modo geral, por fornecer dietas balanceadas, rentabilidade diversificada, melhor preservação dos agroecossistemas, maior uso de terras marginais e ainda pela preservação cultural (PADULOSI et al., 2002; IPGRI, 2006; MELO, 2007).

O valor nutricional das hortaliças não-convencionais, de um modo geral, está relacionado a teores significativos de sais minerais, vitaminas, fibras, carboidratos e proteínas, além do efeito funcional, estão associados à melhoria da função intestinal, ao combate de

doenças, à eliminação de toxinas e de radicais livres e à formação de estruturas ósseas (BRASIL, 2010; EPAMIG, 2012).

Os autores Kinupp e Barros (2008) exaltam ainda que muitos dos vegetais não-convencionais são mais ricos em minerais, fibras, compostos com funções antioxidantes e proteínas que os convencionais.

O cultivo dessas hortaliças no Brasil é feito predominantemente por agricultores familiares, sendo o conhecimento das práticas culturais de cultivo e o consumo, repassados de geração a geração. A maioria dos cultivos estão estabelecidos nos quintais para o consumo da própria família, sem nenhum apelo comercial, portanto existe uma grande fragilidade na perda desses materiais, devido a falta de estudos sobre o cultivo e o incentivo a utilização, sendo esta uma preocupação que deve ser observada pela pesquisa e extensão para a manutenção, propagação e consumo das espécies (BRASIL, 2010).

De acordo com Melo (2007), a pouca atenção dada a essas espécies pela pesquisa, deve-se a falta de demanda, a importância estritamente local, a urbanização, o grande número de espécies existentes e a falta de conhecimento sobre elas.

Existem inúmeras espécies não-convencionais que são utilizadas como hortaliças folhosas, entre elas pode-se citar a bertalha (*Basella alba*), taioba (*Xanthosoma saggitifolium*), almeirão (*Cichorium intybus*), serralha (*Sonchus oleraceus*), ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*), peixinho (*Stachys lanata*), vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*), entre outras.

## 2.3 Vinagreira

A espécie *Hibiscus sabdariffa* L. possui diversos nomes populares, sendo mais usados no inglês roselle, sorrel, red sorrel, florida cranberry, jamaica sorrel e em alguns países da África mais conhecida como karkadé (MORTON, 1987; MAHADEVAN et al., 2009). No Brasil é mais conhecida como vinagreira, mas pode ter outros nomes como hibisco, rosela, azedinha, groselha, caruru-azedo, quiabo-azedo, entre outros de acordo com a região (LUZ & SÁ SOBRINHO, 1997; KINUPP & LORENZI, 2014).

Em relação ao seu centro de origem existem controvérsias, alguns afirmam ser da África e outros da Índia a Malásia, atualmente está amplamente distribuída nas regiões tropicais e subtropicais (DUKE, 1983; MORTON, 1987; MAHADEVAN et al., 2009; ORWA et al., 2009; KINUPP & LORENZI, 2014). Foi introduzida no Brasil durante o século XVII provavelmente, pelos africanos durante o tráfico de escravos (MORTON, 1987; BRASIL, 2010).

### 2.3.1 Características botânicas

Pertence à classe das Dicotyledonae, família Malvaceae, gênero *Hibiscus*, espécie *Hibiscus sabdariffa* L., é um subarbusto, ereto, anual, ramificado, podendo atingir até 3,5 m de altura (MAHADEVAN et al., 2009; VIZOTO et al., 2009), mas de acordo com Brasil (2010) a planta é manejada para o uso, mantendo-a de 1 a 2 m.

Os ramos são lisos de cor verde ou avermelhada, crescem verticalmente e paralelo ao caule, tem raiz principal profunda, as folhas são alternadas, sem pelos e tricomas, de coloração verde e com margem serrilhada. As folhas apicais e mais basais, são de lâmina inteira, enquanto as folhas da maior parte do caule contêm de 3 a 7 lóbulos e todas possuem um longo pecíolo (DUKE, 1983; MAHADEVAN et al., 2009; KINUPP & LORENZI, 2014).

As flores são solitárias, nas axilas das folhas e com pedúnculo curto, contendo cinco pétalas, de cor amarelas ou cremes, com olho rosa ou marrom e murcham ao final do dia. Os cálices possuem cinco grandes sépalas de intensa cor vermelha e um epicálice (ou cálculo) na base do cálice, que contém de 8 a 12 brácteas finas e também vermelhas. O fruto é uma

capsula oval aveludada deiscente, que permanece envolvida pelo cálice, no interior das capsulas estão as sementes da vinagreira, que possuem formato de rim e coloração marrom, de 3-5 mm de comprimento e cobertas por tricomas (CASTRO et al., 2004; MAHADEVAN et al., 2009).

De acordo com Duke (1983), existem duas principais variedades botânicas *Hibiscus sabdariffa* L. var. Altíssima Webster cultivada para a obtenção de fibra e seus cálices não são normalmente comestíveis e *Hibiscus sabdariffa* L. var. Sabdariffa, utilizada para a produção de cálices comestíveis, sendo pobre em fibras.

No Brasil são mantidas as variedades locais, as de folhagem verde e as de folhagem avermelhada, as duas possuem folhas e cálices comestíveis, sendo predominante nos cultivos as de folhagem verde, popularmente conhecida como vinagreira comum do maranhão (Figura 1). Nos Estados Unidos, existem trabalhos de melhoramento da espécie para aumento do tamanho dos cálices, para a produção de vinhos e de rendimento em fibras para a indústria têxtil (LUZ & SÁ SOBRINHO, 1997; BRASIL, 2010).



**Figura 1.** Aspecto da planta de vinagreira durante a floração (**Fonte:** Gonçalves, 2014).

### 2.3.2 Aspectos agronômicos

A espécie *Hibiscus sabdariffa* se adapta bem ao clima tropical e subtropical, do nível do mar a 1200 m de altitude, com precipitação média anual de 1500-2000 mm. Em locais com menor precipitação deve-se adotar o manejo de irrigação da cultura (MORTON, 1987; CASTRO et al., 2004; ORWA et al., 2009). De acordo com Brasil (2010), pode ser cultivada em todas as regiões do país, obtendo melhor desenvolvimento em regiões quentes e úmidas, com temperatura entre 21 e 35 °C, sendo que abaixo de 17 °C o desenvolvimento é interrompido.

É mais comumente propagada por sementes, mas pode também ser cultivada por estaquia, o que resulta em plantas mais baixas e com menor rendimento de cálice (MORTON,

1987; MAHADEVAN et al., 2009). De acordo com Brasil (2010), a espécie é de fácil germinação e a emergência ocorre em 4 a 5 dias. Porém, Amaro et al. (2013) relata como característica da espécie sementes com tegumento duro e maciço, o que restringe a entrada de elementos essenciais ao processo germinativo, como a água e o oxigênio, podendo causar germinação lenta ou mesmo ausente.

A vinagreira é sensível ao fotoperíodo, florescendo em dias curtos e também dias muito longos (DUKE, 1983; LUZ & SÁ SOBRINHO, 1997; ORWA et al., 2009), sendo seu maior desenvolvimento vegetativo e rendimento de cálices em um período de maior horas de luz (CASTRO et al., 2004).

Para melhor desenvolvimento da planta, o solo deve ser bem drenado, a temperatura noturna de no mínimo 20 °C, a precipitação mensal de 130-250 mm nos primeiros meses e os dias com 13 horas de luz solar, para desse modo evitar a floração precoce (DA-COSTA-ROCHA et al., 2014).

Em relação ao solo se adapta aos mais variados tipos de solos, estes devem ser profundos, bem drenados e não compactados, preferindo ainda os solos arenosos, friáveis, com maior teor matéria orgânica e pH variando de 4,5-8,0 (DUKE 1983; ORWA et al., 2009; BRASIL, 2010).

Segundo Brasil (2010), para o cultivo da vinagreira pode-se adotar dois diferentes espaçamentos: de 1,0 x 0,5 m quando o objetivo é a colheita sucessível dos ramos para uso como hortaliça e de 1,0 x 1,0 m quando se deseja o desenvolvimento de planta até a frutificação, para a colheita dos cálices.

Em relação aos tratos culturais é importante manter a cultura livre de plantas invasoras especialmente nos primeiros meses, irrigando-se conforme a necessidade, evitando-se umidade excessiva no pé da planta, realizando-se adubações de cobertura aos 25-30 dias e após a retirada de folhas recomenda-se adubação nitrogenada (MORTON 1987; BRASIL, 2010).

A colheita inicia-se 60-90 dias após o plantio, sendo os ramos cortados com aproximadamente 40-50 cm de comprimento e atados em maços para a comercialização, podendo ser feitos novos cortes sempre que a planta atinge porte suficiente. Já a colheita dos cálices ou sépalas é feita após o desenvolvimento pleno da planta, com florescimento ideal a partir de 150 a 180 dias do plantio. Normalmente são realizadas colheitas sucessivas, 2 a 3 vezes por semana (LUZ & SÁ SOBRINHO, 1997; BRASIL, 2010).

De acordo com Orwa et al. (2009) a planta pode ser atacada por diversos fungos dos gêneros: *Aecidium*, *Alternaria*, *Cercospora*, *Corynespora*, *Cylindrocladium*, *Diplodia*, *Fusarium*, *Guignardia*, *Irenopsis*, *Leveillula*, *Phoma*, *Phymatotrichum*, *Phytophthora*, *Rhizoctonia*, *Sclerotinia* e *Sclerotium*. Alguns vírus como leaf curl e yellow vein mosaic, além da bactéria *Ralstonia solanacearum* e nematoides do gênero *Meloidogyne* são conhecidos por causar danos severos a espécie.

Para Silva et al. (2014) faltam informações em relação a problemas fitossanitários da cultura, mas existe no Brasil relatos de *Meloidogyne incognita*; *Phytophthora parasitica*; *Corynespora cassiicola*; *Cylindrocladium* sp. como causadores de doenças na vinagreira. Na execução do seu trabalho os autores identificaram as espécies *Cercospora malayensis*, *Corynespora cassiicola*, *Lasiodiplodia theobromae*, *Phytophthora nicotianae*, *Sclerotium rolfsii* e *Meloidogyne incognita* causando doenças a cultivos de vinagreira no estado do Maranhão. Os autores Oliveira et al. (2011) consideram a seca da haste causada por *Botrytis cinerea* o principal problema da cultura no Brasil.

A vinagreira é bastante tolerante a pragas, sendo a ela atribuída ação inseticida, porém existem registros de besourinhos e formigas-cortadeiras atacando a cultura (LUZ & SÁ SOBRINHO, 1997; BRASIL, 2010).

### 2.3.3 Usos e propriedades

A planta tem múltiplos usos, como ornamental especialmente pelas flores e frutos; suas folhas são consumidas como hortaliça, os cálices podem ser usados pela indústria alimentícia para o preparo de molhos, sucos, geleias, vinhos, corantes e as sementes usadas para fazer farinha. Apresenta também potencial para a indústria farmacêutica devido às propriedades medicinais atribuídas a todas as partes da planta (MORTON, 1987; ORWA et al., 2009; KINUPP & LORENZI, 2014). De acordo com Luz e Sá Sobrinho (1997), os resíduos da fabricação do xarope, geleia e vinho podem ser usados para fazer vinagre.

No Brasil, o seu principal uso é como hortaliça sendo muito tradicional no estado do Maranhão na utilização de pratos típicos da região, como o arroz de cuxá (LUZ & SÁ SOBRINHO, 1997; BRASIL, 2010).

As folhas e brotos da vinagreira além de cozidas podem ser consumidas cruas como saladas e temperos (ORWA et al., 2009), apresentam altos teores de proteínas, fibras, cálcio, ferro, carotenos e vitamina C (CASTRO, 2003; MAHADEVAN et al., 2009). Segundo Luz & Sá sobrinho (1997) as folhas são ricas em vitaminas A e B1, e minerais como cálcio, fósforo e ferro.

As folhas podem também ser usadas na forragem para os animais (PLOTTO, 2004 apud DA-COSTA-ROCHA et al., 2014).

Freitas et al. (2013) ao estudar as folhas e caule de vinagreira do estado do Maranhão, constataram que apresentam um elevado teor de ferro, superior a muitos vegetais tradicionalmente comercializados, apresentando também teor significativo de cálcio que é um mineral extremamente importante a saúde.

Para alguns autores o cálice é considerado a parte mais importante da planta, devido às diversas formas de usos, seja como cálice fresco ou seco, em geleia, molho, compota, gelatina, pudim, bolo, sorvete, *sorbet*, tortas, manteiga, xarope, chás, entre outras bebidas (DUKE, 1983; ORWA et al., 2009). De acordo com Da-Costa-Rocha et al. (2014), os cálices da vinagreira são usados no Egito para fazer um chá denominado “cacody chá” e bebidas fermentadas. No Sudão e Nigéria tem-se o costume de cozinhar os cálices com açúcar, produzindo uma bebida conhecida como “Karkade” ou “Zoborodo”. No México esta bebida é conhecida por conter ácido cítrico e sais, servindo como diurético e recebe o nome de “Jamaica”. Na Índia Ocidental os cálices são adicionados ao Rum para dar cor e sabor diferenciado (DUKE, 1983; ORWA et al., 2009).

Segundo Kinupp e Lorenzi (2014), a comercialização dos cálices minimamente processados já é realizada no Sul do Brasil e por trabalhos de divulgação e extensão tem se expandido na região Norte. No país também são utilizados em geleia, sucos, picolé, molhos agrídoces, pães, *chutneys*, pudins, *sorbet*, sorvete e chá, conhecido como Chá Silvestre.

De acordo com Morton (1987), o cálice contém 3,19% de pectina e esse elevado teor de pectinas proporciona uma consistência naturalmente firme à geleia (VIZZOTTO & PEREIRA, 2008).

O chá feito com os cálices apresenta elevados teores de polissacarídeos, glicose e frutose, cálcio, magnésio, niacina, riboflavina, ferro e vitaminas A e C, ácidos como o tartárico, succínico, málico, oxálico, cítrico e hibíscico e fibras alimentares (VIZZOTTO & PEREIRA, 2008).

A vinagreira apresenta um sabor característico que segundo Alshoosh (1997), deve-se ao seu elevado teor de ácidos. Os autores Wong et al. (2002) ao estudarem as características físico-química dos frutos da espécie concluíram ser rico em antocianinas, altamente ácidos, identificando os ácidos tartárico, málico, oxálico e succínico, sendo os dois últimos os predominantes, além disso, apresentam baixos teores de sacarose, glicose e frutose e podem ser considerados fontes de vitaminas C e A.

De acordo com Yang et al. (2012), trabalhos recentes têm mostrado que o cálice da vinagreira é rico em antocianinas e compostos fenólicos, portanto são fontes de antioxidantes naturais.

As sementes também podem ser consumidas, torradas e moídas, sendo utilizadas em sopas e pães (KINUPP & LORENZI, 2014). Também tem sido usada como um substituto ao café afrodisíaco (DUKE, 1983).

Segundo Da-Costa-Rocha et al. (2014) na China e África Ocidental as sementes são usadas pelo seu óleo e também para alimentar aves domésticas e ovelhas, podendo ainda ser aproveitado o resíduo da extração do óleo das sementes para alimentar gados e pintinhos.

De acordo com Mahadevan et al. (2009) as sementes apresentam elevados teores de proteína, fibra alimentar, gorduras, amido, celulose e minerais como fósforo, magnésio, cálcio, lisina e triptofano. O óleo da semente contém 70% de ácidos graxos, sendo 44% constituído de ácido linoleico.

### 2.3.4 Propriedades medicinais

De acordo com Castro (2003), a espécie está entre as cem de maior interesse pelas indústrias farmacêuticas, por apresentar ação eficiente como diurético, laxante, estomáquico, calmante e antiescorbútico.

A planta é conhecida como um remédio popular, usado em diversos países para o tratamento dos mais variados sintomas. Por exemplo, em países da África como a Guiné as folhas da vinagreira são bastante usadas como diurético, sedativo e para febre; além das folhas, os cálices maduros e sementes são considerados antiescorbútico, na Angola as folhas costumam ser usadas como hidratante e no combate a tosse. Na África Central as folhas são usadas popularmente para abscessos e o extrato da planta supostamente diminui a taxa de absorção de álcool. Em países do continente asiático como Myanmar as sementes são utilizadas para combater a fraqueza e as folhas usadas como hidratante, em Taiwan a semente é caracterizada como diurético, laxante e tônica e nas Filipinas a raiz conhecida por amargar, é usada como um aperitivo e tônico (ORWA et al., 2009).

Recentemente diversos trabalhos têm sido desenvolvidos em todo o mundo a fim de comprovar a eficiência do uso da vinagreira no tratamento dos diversos sintomas, já descritos anteriormente e ainda por auxiliar na diminuição dos níveis de lipídios totais, colesterol e triglicérides. Há ainda indicativo de que a planta pode agir como antioxidante, antimutagênico, antitumoral e antileucêmico (VIZZOTTO & PEREIRA, 2008). Maciel et al. (2012), relaciona o teor de antocianinas no cálice com a atividade antibacteriana.

A parte mais estudada tem sido o cálice, isso se deve principalmente à sua reconhecida capacidade antioxidante, que pode bloquear ou retardar a ação dos radicais livres, que são os precursores de algumas doenças cardiovasculares e do câncer (RAMOS et al., 2011 e VIZZOTO & PEREIRA, 2010).

Borrás-Linares et al. (2015) ao estudarem 25 variedades de *Hibiscus sabdariffa* no México relataram haver diferenças no conteúdo fitoquímico dos cálices secos, mas que boa parte dos extratos do cálice das plantas mostraram potencial antioxidante e antibacteriano, além de ser fonte natural de pigmentos.

Os autores Vizzoto et al. (2009) relataram que cálices de vinagreira da região Sul de Pelotas-RS, apresentam elevados teores de fenólicos totais quando comparados a algumas hortaliças convencionalmente comercializadas, considerando que compostos fenólicos ajudam a prevenir doenças crônicas não transmissíveis. Os cálices apresentam também elevados teores de antocianinas e atividade antioxidante.

No trabalho de avaliação fitoquímica e determinação de minerais de amostras de vinagreira obtidas no comércio de São José de Ribamar-MA, Freitas et al. (2013) relataram a

presença moderada para as folhas e os ramos de saponinas, que possuem ação antiinflamatória e analgésica e os flavonóides que possuem ação alopática e antioxidante, se apresentaram fortemente no caule e moderadamente nas folhas.

## 2.4 Pós-colheita de hortaliças

Estudos realizados pela FAO revelam que ainda hoje grande parte do alimento produzido é perdido, principalmente em países de baixa renda devido a falta de planejamento e de limitações técnicas. No caso de produtos altamente perecíveis, como as frutas e hortaliças, no ano de 2015 cerca de 40-50% da produção global foi perdida.

Chitarra e Chitarra (2005) citam como principais causas das perdas pós-colheita em países em desenvolvimento como o Brasil, a falta de mão-de-obra qualificada, as tecnologias aplicadas do plantio ao armazenamento de maneira inadequada, a falta de cuidados na manipulação dos vegetais, o ataque de pragas e doenças e a falta de infraestrutura para atender o setor agrícola.

As perdas pós-colheita ocorrem na pré-colheita e em todos os pontos de comercialização, como durante a embalagem, o transporte, o armazenamento e até o consumidor, por isso a fim de preservar a qualidade do produto é importante gerenciar toda a cadeia produtiva (CENCI, 2006; FONSECA, 2009).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a maioria das frutas e hortaliças são altamente perecíveis devido a elevada atividade metabólica após a colheita e o manejo dado nesse período pode acelerar ou reduzir esses processos. Para isso é necessário conhecimento da fisiologia, da estrutura e das transformações metabólicas para a manutenção da qualidade do vegetal nesse período.

Os principais fatores fisiológicos envolvidos na conservação pós-colheita de hortaliças são a respiração, a produção de etileno e a transpiração (LUENGO et al., 2007).

Segundo Finger e França (2011), a respiração é um dos fatores mais importante na deterioração dos vegetais colhidos e a intensidade da atividade respiratória reflete diretamente na velocidade de deterioração.

Após a colheita o processo respiratório não é mais suprido pela fotossíntese, sendo então a matéria orgânica de reserva, como carboidratos, lipídeos e proteínas acumulados anteriormente no vegetal, usados como fonte de carbono e produção de energia. A redução dessas reservas em frutas e hortaliças leva a deterioração, devido à aceleração da senescência, causando perdas do “flavor” por redução dos teores de açúcar e ácidos, aumento da transpiração causando murchamento, perda de textura e de massa e a redução no valor nutritivo (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

As hortaliças herbáceas possuem uma vida útil reduzida principalmente por não armazenar quantidade expressiva de carboidratos e a falta de reserva energética reduz diretamente o seu potencial de armazenamento (NUNES et al., 2013).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), o processo de respiração está associado ao da transpiração, principal fator responsável pela perda de massa nos vegetais, o que reduz o valor de comercialização e a vida útil do produto.

A dissipação do calor produzido pela respiração ocorre pela transpiração, uma vez que após a colheita o suprimento de água para o órgão vegetal é interrompido e a tendência será redução do teor relativo de água do vegetal, o que determina boa parte das perdas quantitativas e qualitativas das hortaliças. Os primeiros sintomas da excessiva perda de água são o murchamento e/ou enrugamento. Além disso, a deterioração pode ser acelerada pelo aumento da taxa de algumas reações de origem predominantemente catabólica, como a degradação de clorofila (FINGER E FRANÇA, 2011). Os autores Wills et al. (2004) relatam

ainda que a perda de água também pode resultar em redução da crocância, alterações na coloração, palatabilidade e qualidade nutricional de muitos produtos.

Segundo Finger e França (2011), a temperatura e a umidade do ar são os fatores do meio mais importantes na determinação da extensão da vida útil de produtos hortícolas.

Produtos expostos a temperaturas elevadas têm aumento da taxa respiratória e consequentemente redução da sua vida útil, porém se expostos a temperaturas baixas por período prolongado, podem sofrer danos por frio, como o “chilling”. A umidade relativa também influencia diretamente na vida útil, pois quando se encontra baixa causa o murchamento rápido de hortaliças. Porém, quando extremamente elevada pode favorecer o desenvolvimento de patógenos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Além do controle da temperatura, umidade, velocidade do ar e tempo de exposição, os fatores intrínsecos aos produtos, como relação superfície/volume, natureza da superfície protetora e integridade física, são extremamente importantes na redução da respiração e perda de água das hortaliças na pós-colheita (WILLIS et al., 2004; FINGER & FRANÇA, 2011).

Desse modo é de suma importância à utilização de técnicas de armazenamento para os produtos hortícolas que permita uma redução no metabolismo normal, sem alterar a sua fisiologia, favorecendo, desse modo, a conservação da qualidade e prolongamento da sua vida útil (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

#### **2.4.1 Conservação da qualidade na pós-colheita**

Para atender o mercado de frutas e hortaliças é necessário que a colheita seja feita no momento adequado, para que a qualidade do produto seja mantida durante os processos de embalagem, armazenamento e distribuição, porém ainda existe uma defasagem devido à falta de conhecimento da fisiologia dos produtos na pós-colheita e do uso das tecnologias de conservação (DURIGAN, 2013).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a qualidade é definida por um conjunto de atributos, que para os produtos hortícolas podem ser definidos pela integridade, frescor, “flavor”, combinadas com as características físicas, químicas ou estéticas e relacionadas aos atributos sensoriais, nutricionais e de segurança do produto.

A vida útil do produto é determinada pelo espaço de tempo no qual mantém um nível de qualidade estabelecido, sob condições específicas de armazenamento. A avaliação da qualidade pode ser feita por métodos objetivos e subjetivos, destacando entre os objetivos as análises físicas, químicas, físico-químicas e microbiológicas e entre os subjetivos a sensorial. O método e técnicas utilizados vão depender da necessidade e/ou disponibilidade de recursos e equipamentos (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O método mais antigo e mais utilizado para a conservação de hortaliças após a colheita é a refrigeração, como descrito por Nunes et al. (2013) e a maioria dos fatores que favorecem as perdas quantitativas e qualitativas são acelerados pelo aumento da temperatura. Desse modo, é extremamente importante manter o produto na temperatura adequada imediatamente após a colheita, durante o armazenamento, distribuição e comercialização, a fim de manter a qualidade e aumentar a vida útil do produto.

Chitarra e Chitarra (2005) destacam a importância do armazenamento com temperatura e umidade relativa controladas, para redução da atividade respiratória, diminuição da produção de etileno, redução da perda de massa e incidência de patógenos. Cada vegetal tem sua faixa de umidade relativa e temperatura ideal para o armazenamento, sendo mais usual para as hortaliças folhosas temperaturas de 0 a 5 °C e umidade relativa mais elevada entre 90 a 95%.

Hortaliças folhosas expostas a temperatura mais alta e baixa umidade relativa durante o transporte e armazenamento, tem a sua respiração e transpiração aumentadas, a

consequência imediata é o murchamento, decorrente da perda de turgidez e posteriormente redução acelerada de parâmetros de qualidade.

França (2011) destaca dentre as técnicas de conservação das hortaliças após a colheita, a refrigeração e o uso de atmosfera modificada ou atmosfera controlada.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a atmosfera modificada é alcançada com o uso de embalagens com filmes plásticos que proporcionam uma alteração das trocas gasosas do produto no interior destas, de modo não controlado, ao contrário da atmosfera controlada em que a concentração desses gases são controlados. Na atmosfera modificada passiva esses gases variam com o tempo, temperatura, tipo de filme e a taxa de respiração do produto. Ocorre uma redução das concentrações de O<sub>2</sub> e elevação das concentrações de CO<sub>2</sub> no interior da embalagem pelo processo respiratório do vegetal, proporcionando benefícios como redução da sua respiração, da transpiração, da biossíntese e ação do etileno e do crescimento de microrganismos, especialmente quando associado à refrigeração, prolongando então a vida útil do produto durante o armazenamento.

Os autores Reis et al. (2014) relatam que a qualidade aparente da alface orgânica foi mantida por mais tempo quando armazenada sob refrigeração e em embalagem plástica fechada, devido ao fato destas técnicas reduzirem a atividade respiratória, aumentando a umidade relativa, o que reduziu a perda de água da alface por transpiração.

Muitos filmes plásticos com diferentes permeabilidades a gases são utilizados no armazenamento de frutas e hortaliças, tais como o polietileno de baixa densidade (PEBD), o cloreto de polivinila (PVC), tereftalato de polietileno (PET) e o polipropileno (PP) (MATTOS et al., 2007; ÁLVARES et al., 2010; GIOPPO et al., 2012; REIS et al., 2014).

Segundo Finger e Vieira (1997) citado por Barbosa (2012) o uso de filmes plásticos perfurados evita a condensação excessiva de vapor d'água na superfície do produto, o que promoveria a proliferação de fungos e bactérias. Outra vantagem seria maior troca de gases entre o interior da embalagem e o ambiente sem alterar significativamente as concentrações de CO<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> no seu interior (WILLS et al., 2004).

De acordo com Gioppo et al. (2012) a embalagem de polipropileno perfurada não foi eficiente para reduzir a perda de massa do repolho-roxo, quando comparada as embalagens não perfuradas de polietileno de baixa densidade, tereftalato de polietileno e bandejas de poliestireno expandido, revestidas com filme flexível de policloreto de vinila, durante o armazenamento  $5 \pm 2$  °C.

Barbosa (2012) relatou menor perda de massa fresca e aumento na vida útil de *or-pro-nobis* ao utilizar embalagem perfurada de poliestireno em relação à testemunha (sem embalagem), quando armazenados a 5 °C e em temperatura ambiente (25 °C).

Para Álvares et al. (2010) o armazenamento da salsa sob temperatura de 5 °C e em embalagem PET perfurada e não perfurada retardou o amarelecimento das folhas, mas quando armazenadas em temperatura ambiente de 25 °C somente a embalagem não perfurada foi efetiva em retardar a degradação da clorofila, provavelmente devido a criação de uma atmosfera favorável, com aumento de CO<sub>2</sub> e redução do O<sub>2</sub>, o que consequentemente reduz a síntese e ação do etileno, bem como enzimas que degradam a clorofila.

Segundo Mattos (2005) o filme de polipropileno apresenta maior barreira aos gases e etileno quando comparado ao PEBD, constatando isso ao estudar o comportamento da alface *crepsa* minimamente processada e armazenada em ambas as embalagens e nas temperaturas de 5 e 10 °C, indicando ser este filme eficiente também em ambas as temperaturas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em condições de campo no setor de Horticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), localizada em Seropédica-RJ e na Planta Piloto de Pós-colheita da Embrapa Agroindústria de Alimentos, localizada em Guaratiba, cidade do Rio de Janeiro-RJ.

#### 3.1 Produção de mudas de vinagreira

As sementes de vinagreira (*Hibiscus sabdariffa*) foram cedidas pela Embrapa Hortaliças, situada em Brasília-DF e trazidas em embalagem de papel por via aérea e posteriormente por via terrestre ao Campo Experimental da Horticultura na UFRRJ. O local está situado nas coordenadas geográficas de 22°46' S Latitude e 43°41' W Longitude, altitude de 33 m, sendo o clima da região do tipo Aw, da classificação de Köppen (SOUZA et al., 2011).

As sementes foram semeadas no dia 15 de maio de 2015, em bandejas de isopor de 200 células, sendo colocadas duas sementes por célula com posterior desbaste de uma e mantidas em casa de vegetação semi-aberta.

O substrato utilizado foi o Substrato Orgânico Carolina Padrão a base de turfa de sphagno, vermiculita expandida, calcário dolomítico, gesso agrícola e traços de NPK. Durante o cultivo nas bandejas a irrigação foi realizada diariamente.

A emergência ocorreu a partir do 5º dia, de modo lento e bastante desuniforme, tal que 20 dias após a semeadura ainda haviam sementes germinando (Figura 2).



**Figura 2.** Mudanças de vinagreira após 20 dias da semeadura (DAS). Local: casa de vegetação da UFRRJ.

As mudas foram mantidas na casa de vegetação por aproximadamente 30 dias, sendo então transplantadas para os canteiros definitivos quando a maioria apresentava comprimento maior que 10 cm e 4 folhas definitivas.

##### 3.1.1 Cultivo em campo

Para o preparo da área de cultivo foi feita uma aração e duas gradagens e levantamento dos canteiros com rotoencanteirador, foram utilizados 3 canteiros, com 1,20 m de largura e 40 m de comprimento. As covas foram feitas utilizando uma enxada e o espaçamento adotado foi de 1,0 m entre linhas e de 0,5 m entre plantas, conforme indicado na literatura para o uso da vinagreira como hortaliça. A adubação foi feita diretamente nas covas e incorporada, utilizou-

se um composto curtido, constituído de restos alimentícios do restaurante universitário, esterco de ave e bovino. Foram transplantadas todas as mudas que se apresentavam saudáveis e com tamanho próximo ao ideal, totalizando uma população de 266 plantas.

A irrigação das plantas nos primeiros 20 dias foi realizada por mangueiras e depois por aspersão convencional, com os aspersores instalados em linha central no espaçamento de 10x10 m, foram realizadas duas irrigações diárias, nos períodos mais frescos do dia. O controle de plantas indesejadas foi feito semanalmente através de capina com enxada.

Com menos de 20 dias em campo as plantas de vinagreira começaram a florescer (Figura 3), sendo relatado na literatura que a fase reprodutiva da planta é entre 150 a 180 dias.



**Figura 3.** Planta de vinagreira 17 dias após o transplante, apresentando floração precoce. Local: Setor de Horticultura da UFRRJ, dia 17 de julho de 2015.

Como descrito no item 2.3.2 da revisão bibliográfica a floração precoce pode ocorrer devido a um conjunto de fatores indesejáveis durante o período inicial de desenvolvimento da espécie, como fotoperíodo mais curto, temperaturas baixas durante a noite e baixa precipitação mensal.

Como o objetivo principal do trabalho era a obtenção das folhas frescas da vinagreira e o florescimento precoce estava aparentemente limitando o desenvolvimento dessas, foram retirados flores e cálices com tesoura de poda e observado que desse modo a planta emitia mais ramos e folhas, além de maior crescimento. A prática de retirada de flores e frutos foi então realizada semanalmente e até a véspera da colheita (Figura 4).



**Figura 4.** Aspecto das plantas de vinagreira, dois dias antes da colheita. Local: Setor de Horticultura da UFRRJ.

Durante o cultivo foram realizadas duas adubações de cobertura ao redor de cada planta e a uma distância de  $\pm 20$  cm, com cama de aviário misturada ao esterco de boi curtido, aos 30 dias e aos 90 dias do transplantio.

### 3.1.2 Colheita do material

Aos 120 dias após o transplantio foi realizada a colheita de ramos da vinagreira (Figura 5), nas primeiras horas do dia (entre 6:00 e 7:30 horas), de modo aleatório nos três canteiros. Foram retirados com auxílio de uma tesoura de poda a  $\pm 40$  cm do ápice, de um a dois ramos saudáveis por planta.



**Figura 5.** Colheita dos ramos da vinagreira aos 120 dias após o transplantio. Local: Setor de Horticultura da UFRRJ.

Os ramos foram colocados em sacos plásticos e acomodados em caixas plásticas vazadas usadas para o transporte de hortifrútícolas, sendo então transportados em carro sob refrigeração de ar condicionado para a Embrapa Agroindústria de Alimentos.

## **3.2 Análises após a colheita**

O experimento de pós-colheita foi realizado nas dependências da Embrapa Agroindústria de Alimentos e consistiu de avaliações dos atributos de qualidade durante a vida útil da vinagreira armazenada em câmara de refrigeração e acondicionadas em embalagens de polipropileno.

### **3.2.1 Recepção, embalagem e armazenamento**

Após a recepção do material vegetal na Planta Piloto de Pós-colheita, procedeu-se a etapa de lavagem, em que os ramos contendo as folhas da vinagreira foram imersos em tanque de lavagem por turbilhonamento com água corrente por aproximadamente 3 minutos (Figura 6A) e levados para a sala de processamento refrigerada, permanecendo por aproximadamente uma hora para retirada do excesso de água (Figura 6B).

Os ramos que apresentavam folhas com boa aparência foram selecionados, cortados em tamanhos menores de modo que fosse possível a acomodação destes dentro das embalagens e amarrados com fitas coloridas de acordo com o tratamento a que seria submetido, esse arranjo dos ramos foi denominado de “maço de vinagreira” e o peso médio destes foi de 150 g (Figura 6C). Em seguida os maços foram distribuídos nos tratamentos, constituídos pelas embalagens.

Foram utilizadas embalagens cônicas transparentes de polipropileno da empresa Hortiplast, possui fundo soldado de forma segmentada, nas dimensões 41x11x29 cm e espessura de 0,038 micras.

O experimento foi constituído de quatro tratamentos, sendo eles:

- Controle (C): maços de vinagreira armazenados sem uso de embalagem plástica;
- Perfurada (P): maços de vinagreiras armazenados em embalagens plásticas contendo oito perfurações de aproximadamente 1 cm de diâmetro;
- Não perfurada (NP): maços de vinagreira armazenados em embalagens plásticas não perfuradas;
- Micro perfurada (MP): maços de vinagreira armazenados em embalagens plásticas contendo várias micro perfurações, com diâmetro de até 1 mm.

Foram colocados dentro de caixas plásticas vazadas e armazenados em câmara de refrigeração com temperatura de  $5 \pm 1$  °C e UR de 75% (Figura 6D).



**Figura 6.** A) Tanque de lavagem por turbilhonamento; B) Sala de processamento; C) Maço de vinagreira; D) Caixas vazadas contendo os tratamentos, armazenadas na câmara de refrigeração.

### 3.2.2 Avaliações das características físicas, físico-químicas e químicas

#### 1) Ácidos orgânicos

Para a extração foram pesados em tubos Falcon 2g de folhas da vinagreira armazenadas anteriormente em sacos plásticos em câmara de refrigeração a  $5 \pm 1$  °C, adicionado 40 mL de água ultrapurificada (Milli-Q) e homogeneizado em Polytron por aproximadamente 2 minutos, em seguida filtrado com papel de filtração rápida para balão âmbar de 50 mL e avolumado com a água ultrapurificada.

Para a identificação e quantificação dos ácidos seguiu-se a metodologia da Bio-Rad (2000), usando a técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Todo o sistema cromatográfico utilizado é da marca Waters®, cromatógrafo modelo 2487, a coluna utilizada foi Aminex® HPX-87H (300 mm x 7,8 mm), e o ácido sulfúrico 0,008 N como fase móvel a uma taxa de vazão de 0,60 ml/min. Foi injetado 20 µL de amostra e detecção foi a 210 nm, o tempo de corrida foi de 25 minutos. Os padrões utilizados na calibração foram os ácidos oxálico, cítrico e málico.

## 2) Carotenoides totais e perfil

A extração foi realizada segundo Rodriguez-Amaya (2001), pesou-se 0,5 g de folhas trituradas, denominado de extrato da vinagreira, transferindo-o para o graal, adicionou-se celite e acetona pura macerou-se e filtrou-se o líquido a vácuo em funil de placa sinterizada conectado ao kitassato. O processo foi repetido até que o resíduo estivesse incolor. O extrato cetônico foi transferido para um funil de separação contendo 10 mL de éter de petróleo e lavado por aproximadamente 6 vezes, para a remoção total da acetona. O extrato étero foi então filtrado para um erlenmeyer âmbar, através de um funil de vidro contendo algodão para a filtração e sulfato de sódio anidro para reter qualquer umidade restante, adicionou-se ao filtrado uma solução de KOH 10% em metanol em volume igual e BHT 0,1%, deixando-se a solução em repouso por aproximadamente 16 horas no erlenmeyer tampado (etapa de saponificação). No dia seguinte foram separadas as duas fases, sendo a fase metanólica colocada em funil de separação contendo 10 mL de uma solução de éter de petróleo e éter etílico (1:1) e lavado com água destilada até que o pH ficasse neutro. A fase étera foi lavada com água destilada em outro funil de separação até que o pH estivesse neutro. Depois disso, ambas as soluções foram filtradas novamente por funil de vidro, algodão e sulfato de sódio para balão volumétrico âmbar de 25 mL e avolumados com éter de petróleo. Em seguida foi realizada a leitura de carotenoides totais em espectrofotômetro UV-Visível (SPECORD 205) a 450 nm e quantificados utilizando o coeficiente de absorvidade molar do  $\beta$ -caroteno em éter de petróleo de 2592, o resultado foi expresso em  $\mu\text{g}$  de  $\beta$ -caroteno  $100\text{ g}^{-1}$ .

Os extratos da vinagreira foram então enviados para o laboratório de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência para determinação do perfil de carotenoides. Realizado segundo a metodologia de Pacheco et al. (2014), utilizando-se cromatógrafo da Waters® modelo 996, coluna C<sub>30</sub> (S-3 carotenóides, 4,6 mm × 250 mm, YCMTM), a uma taxa de fluxo de 0,8 mL/min. Injetou 15  $\mu\text{L}$  da amostra, modo de eluição por gradiente usando como fase móvel metanol: éter-*terc*-butil (80:20 v/v) e tempo de corrida de 28 min. A quantificação foi feita por padronização externa, por curvas analíticas obtidas por padrões analíticos extraídos de vegetais ricos em carotenoides segundo a metodologia de Pacheco et al. (2013) e os resultados expressos em  $\mu\text{g}$   $100\text{ g}^{-1}$ .

## 3) Determinação de Perda de Massa Fresca acumulada (PMF):

Calculada em relação à massa inicial, os maços de vinagreira contendo as identificações foram pesados no primeiro dia e a cada dois dias do armazenamento ao longo de sua vida útil, a perda de massa fresca acumulada foi determinada pela fórmula:

$$PMF = \frac{MFI - MFF}{MFI} \times 100$$

Em que:

*PMF* = Perda de massa fresca (%);

*MFI* = Massa fresca inicial (g);

*MFF* = Massa fresca final (g).

## 4) Clorofilas a, b e total:

O teor de clorofilas foi determinado segundo a metodologia de Lichtenthaler (1987). Partes de cinco folhas de cada repetição, foram pesados em balança analítica, totalizando 0,2 g e macerados em gral com uma pitada de carbonato de cálcio. Posteriormente adicionou-se acetona 80%, paulatinamente de modo a ir umedecendo o tecido e triturando até obter-se o extrato pela decomposição total do tecido, o extrato então é filtrado em papel de filtração

rápida para balão âmbar de 25 mL. O procedimento é repetido por aproximadamente 5 vezes e o resíduo do papel é lavado com solução de acetona 80% e o balão avolumado com a mesma solução. A leitura do filtrado foi realizada em espectrofotômetro UV-Visível (SPECORD 205), nos comprimentos de onda 646,8 nm e 663,2 nm, no máximo 20 minutos após a extração.

Após a leitura os teores de clorofila foram quantificados pelas equações e expressos em  $\mu\text{g g}^{-1}$  de massa fresca.

*Clorofila a* =  $((12,25 \times A_{663,2} - 2,79 \times A_{646,8}) \times \text{Diluição balão}) / \text{Massa}$

*Clorofila b* =  $((21,50 \times A_{646,8} - 5,10 \times A_{663,2}) \times \text{Diluição balão}) / \text{Massa}$

*Clorofila Total* =  $(7,15 \times A_{663,2} + 18,71 \times A_{646,8}) \times \text{Diluição balão}) / \text{Massa}$

## 5) Determinação instrumental de cor:

Realizada através da leitura direta na parte superior das folhas, utilizando-se 5 folhas por repetição, ou seja, 25 leituras por tratamento durante o tempo de armazenamento. As folhas usadas inicialmente foram marcadas para que fossem avaliadas sempre as mesmas durante os dias de avaliação, a fim de se observar a mudança de cor ao longo do armazenamento.

Foi utilizado colorímetro digital (Konica Minolta CR-400) no espaço de cores  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $C^*$ ,  $h^\circ$ . Em que  $L^*$  indica a luminosidade que varia entre o valor 0 (para uma amostra de cores próximas ao preto) e 100 (para uma amostra de cores próximas ao branco);  $a^*$  é uma coordenada cujo o eixo vai do vermelho (valores positivos) ao verde (valores negativos) e a coordenada  $b^*$  vai do eixo amarelo (valores positivos) ao azul (valores negativos). A cromaticidade ( $C^*$ ) representa a pureza ou saturação da cor, em que valores próximos a zero são de cores neutras e ao redor de 60 para cores vívidas, o ângulo Hue ou ângulo de cor ( $h^\circ$ ) representa a cor propriamente dita, começa no eixo  $+a^*$  (ângulo  $0^\circ$  e cor vermelho puro) e se movimenta em sentido anti-horário, sendo o ângulo de  $90^\circ$  para o eixo do amarelo, o de  $180^\circ$  o eixo do verde e  $270^\circ$  correspondente ao eixo do azul.

### ➤ Extratos da vinagreira

Para as análises físico-químicas e químicas descritas a baixo, foi realizado o processamento das folhas de cada tratamento e repetição, referente ao tempo de armazenamento (0, 2, 4, 6 e 8). As folhas foram destacadas do maço de vinagreira e trituradas com auxílio de um microprocessador de alimentos Eletrolux® e os extratos obtidos foram armazenados em câmara de congelamento a  $-18^\circ\text{C}$ , até a realização das análises.

## 6) pH e Acidez Total Titulável (ATT):

As determinações foram realizadas nos extratos da vinagreira pesando-se 1,0 g de cada amostra em um bécher de 100 mL, adicionado-se 60 mL de água destilada e homogeneizado por aproximadamente um minuto em Polytron homogeneizador.

A amostra foi mantida sob agitação magnética constante, para a leitura do pH por potenciometria, utilizando-se titulador automático 794 Basic Titrino-Metrom, segundo a ISO 1842 (1991).

A acidez total titulável foi determinada junto com o pH, por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N em titulador automático programado para pH 8,1 e os resultados expressos em g de ácido málico  $100\text{ g}^{-1}$  da amostra, pois de acordo com análise prévia o ácido málico se mostrou como o ácido predominante nas amostras de vinagreira.

#### **7) Teor de Sólidos Solúveis Totais (SST):**

Determinado a partir do extrato das amostras por refratometria, sendo necessário a filtragem em touca de TNT descartável para obtenção de uma amostra suficiente para cobrir o prisma do refratômetro digital (PAL-1 da Atago). Foram realizadas duas leituras por amostra e como resultado utilizou-se a média dessas leituras, expresso em °Brix (ISO 2173, 1978).

#### **8) Relação SST/ATT:**

Relação entre o teor de sólidos solúveis (SST) e os ácidos tituláveis (ATT), sendo uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

#### **9) Açúcares Totais:**

Determinado segundo a metodologia de Macrae (1998), com o objetivo de determinar a concentração de açúcares redutores (glicose e frutose) e de sacarose. Pesou-se 1 g dos extratos da vinagreira em bécher e adicionou-se 10 mL de água ultrapurificada (Milli-Q), todo o conteúdo foi transferido para balão de 25 mL e extraído em banho ultrassônico por 20 minutos, adicionou-se 5 mL de acetonitrila e avolumou-se com água ultrapurificada. Os extratos obtidos foram filtrados, colocados em eppendorfs e armazenados na câmara de congelamento para posteriormente serem analisados pela técnica de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência. Utilizou-se sistema cromatográfico Waters®, coluna Zorbax® Carbohydrate Agilent, 30 cm x 4,6 mm, fluxo de 1,0 mL/min, volume de injeção de 20 µL, modo de eluição isocrático com fase móvel acetonitrila:água (75:25 v/v) e tempo de corrida de 20 min.

#### **10) Fenólicos Totais:**

Realizada em ambiente escuro a partir da extração de 2,0g do extrato das amostras, diluído em acetona 70:30 e colocados para agitação magnética por 30 minutos, após filtrado em papel de filtração rápida. Diluiu-se 5mL do filtrado para balão volumétrico âmbar de 50 mL com água destilada e a quantificação foi determinada pelo método espectrofotométrico proposto por Singleton & Rossi (1965) modificado por Georgé et al. (2005).

Foram pipetados 0,5 mL dos extratos diluídos para tubos de ensaio e adicionado 2,5 mL de solução de Folin-Ciocalteu a 10%, após 2 minutos adicionou-se 2 ml de solução de carbonato de sódio 7,5% e agitou-se em vortex. Em seguida, os tubos foram levados ao banho-maria a 50 °C por 15 minutos e após diretamente ao banho de gelo, por 30 segundos. A absorbância foi então lida em espectrofotômetro UV-Visível (SPECORD 205), no comprimento de onda de 760 nm.

Foi elaborada uma curva padrão de ácido gálico (GAE) com acetona aquosa a 7%, cujas concentrações finais de ácido gálico foram: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 e 800 (mg L<sup>-1</sup>), todos os pontos da curva passaram pelas mesmas etapas descritas para os extratos. Os resultados foram expressos mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup> de amostra.

#### **11) Atividade antioxidante:**

De acordo com Melo et al. (2006) e Zulueta et al. (2009) não existe um método padronizado para a quantificação de antioxidantes em alimentos, é importante que tal avaliação seja feita por diferentes métodos, com mecanismos de ação diferente. Deste modo,

foram utilizados dois métodos o TEAC (Trolox equivalent antioxidant capacity) e o ORAC (Oxygen Radical Antioxidant capacity).

O método TEAC baseia-se na capacidade dos compostos antioxidantes de uma amostra em capturar o radical livre (ABTS<sup>+</sup>), com transferência de elétron, ocorrendo perda de cor e redução da absorvância, enquanto o método ORAC mede a capacidade dos compostos antioxidante da amostra em proteger a proteína (fluoresceína) da degradação oxidativa, pela transferência de átomos de hidrogênio (ZULUETA et al., 2009).

As análises foram realizadas nos extratos da vinagreira referente a cada tratamento e o dia do armazenamento (0, 2, 4, 6, 8), todos os procedimentos foram realizados ao abrigo da luz.

### TEAC

Toda a análise foi realizada de acordo com as metodologias de Re et al. (1999) e Rufino et al. (2007), para a extração da amostra foi pesado 1,0 g dos extratos de vinagreira em tubos falcon, adicionado 10 mL de metanol 50% homogeneizados em vórtex e colocados no ultrasson com gelo por 30 minutos e em seguida levados a centrifuga a 3.000 rpm durante 15 minutos e o sobrenadante foi transferido para balão volumétrico âmbar de 25 mL. Ao resíduo da extração adicionou-se 10 mL de acetona 70% e repetiu-se o processo, o sobrenadante obtido foi juntado ao anterior no balão volumétrico e avolumado com água destilada, sendo uma parte dos extratos colocada em eppendorf escuros e mantidos em câmara de congelamento para serem posteriormente utilizado para análise do ORAC.

Foram preparadas soluções estoques de ABTS 7 mM (2,2'-azinobis(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) diamônio) dissolvido em água destilada e de persulfato de potássio 140 mM também em água destilada. Em um frasco âmbar foram misturados 5 mL da solução de ABTS 7 mM e 88 µL da solução de persulfato de potássio 140 mM, a solução foi deixada em repouso e ao abrigo da luz por no mínimo 16 horas para a obtenção do radical ABTS<sup>+</sup>. O radical foi então diluído em etanol 95%, em quantidades suficientes para que a leitura da absorvância a 734 nm estivesse entre 0,68 e 0,72.

Em tubos de ensaio foram colocados 30 µL dos extratos obtidos e adicionado 3 mL da solução de ABTS<sup>+</sup> diluída em Etanol 95%, homogeneizados em vórtex e a leitura realizada em espectrofotômetro UV-Visível (SPECORD 205), no comprimento de onda de 734 nm, após 6 minutos da adição do radical.

Em paralelo foi elaborada uma curva padrão de Trolox (6-hydroxy-2,5,7-tetramethylchroman-2-carboxylic acid), a partir de uma solução Padrão de Trolox de 2000 µM em etanol 95%, cujas concentrações de trolox (µM) foram: 50, 100, 500, 1000 e 1500.

Os resultados foram expressos em µmol Trolox g<sup>-1</sup> de amostra.

### ORAC

Realizada segundo a metodologia de Zulueta et al. (2009) e os extratos utilizados foram aqueles obtidos na metodologia do TEAC. O extrato foi diluído 1:40 em Solução Tampão de Fosfato 75 mM pH 7,4, sendo esta determinada em análise prévia, pois o extrato deve atingir uma concentração de 20 a 100 µmol Trolox L<sup>-1</sup>.

Para a curva padrão foi utilizado uma solução estoque de Trolox 500 µM diluída em tampão fosfato de modo que as concentrações de Trolox (µM) fossem: 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100 e 120.

Diariamente eram feitas duas soluções de trabalho, a solução de Fluoresceína 78 nM a partir de uma solução estoque de fluoresceína sal de sódio dissolvida em tampão fosfato e a solução de AAPH (Dicloridrato de 2,2, Azobis (2-metilpropionamida)) dissolvido também em tampão. A solução de Fluoresceína foi vertida para o tubo maior do equipamento e conectado

a bomba A e a solução de AAPH vertida para o outro tubo do equipamento e conectada a bomba B.

As leituras foram realizadas em Fluorímetro de microplaca Infinite® 200 PRO da TECAM, sendo os parâmetros para a leitura da fluorescência a excitação a 485 nm e a emissão a 535 nm. Foi utilizada uma microplaca escura de 96 poços, sendo os três primeiros poços preenchidos com 80 µL de solução tampão, equivalentes ao branco da reação, nos poços seguintes colocou-se 80 µL de cada ponto da curva em triplicata e nos restantes 80 µL de cada extrato das amostras diluído, também em triplicata.

Inicialmente a microplaca foi incubada para estabilizar a temperatura da placa e soluções, após isso automaticamente foi dispensado 80 µL da solução de fluoresceína e 40 µL da solução de AAPH e então a fluorescência lida 80 vezes com intervalo de 120 segundos entre as leituras.

Os dados de fluorescência em relação ao tempo são tratados no programa Prism 5, a atividade antioxidante é então calculada e os resultados expressos em µmol Trolox g<sup>-1</sup> de amostra.

### **3.2.3 Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em esquema de parcelas sub-divididas, com os tratamentos (C, P, NP, MP) nas parcelas e o tempo de armazenamento (0, 2, 4, 6, 8) nas subparcelas, sendo cinco repetições por tratamento e os dados analisados estatisticamente pelo programa SPSS versão 20.0.

Inicialmente foi realizado teste de homogeneidade das variâncias pelo teste de Levene ( $p \geq 0,05$ ) e de normalidade dos resíduos pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk (ambos  $p \geq 0,05$ ).

A ANOVA foi realizada em parcelas subdivididas e caso a interação entre tratamentos e tempo de armazenamento fosse significativa era realizado um teste de média entre os tratamentos ao longo dos dias de armazenamento e curvas de regressão para cada tratamento também ao longo dos dias de armazenamento. Caso interação não fosse significativa, mas houvesse diferença significativa entre os tratamentos, independente dos dias de armazenamento era realizado somente um teste de média entre os tratamentos e caso houvesse significância somente nas datas de avaliação do armazenamento, independente de tratamento, era desenvolvida uma curva de regressão ao longo do tempo de armazenamento.

Para analisar as diferenças entre os tratamentos, caracterizado como variável qualitativa, foi utilizado o teste Tukey a 5% de probabilidade e para analisar o efeito dos tratamentos ao longo dos dias de armazenamento (variável quantitativa), foi realizada análise de regressão, em que foram aceitos os modelos matemáticos com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) acima de 0,70.

Para o teor de compostos fenólicos totais e atividade antioxidante em que os coeficientes de determinação ficaram abaixo de 0,70, optou-se pela estatística descritiva, devido à oscilação dos dados ao longo do tempo e a correspondência desse comportamento a de outros trabalhos apresentados na literatura científica.

Foi realizada uma caracterização de ácidos orgânicos e carotenoides presentes nas folhas da vinagreira, sendo esses identificados e quantificados, não sendo analisadas diferenças estatísticas.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Caracterização da vinagreira após a colheita

Observou-se que a espécie *Hibiscus sabdariffa* (vinagreira) se adaptou bem as condições de cultivo no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro. Após análises realizadas no dia da colheita verificou-se que as folhas apresentam elevada acidez total titulável, pois o valor médio encontrado foi de 2,474 g ácido málico 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca, sendo o ácido málico encontrado como o predominante, o pH inicial foi de 3,01, o que caracteriza a amostra como ácida. Este resultado concorda com alguns autores como Alshoosh (1997), Wong et al. (2002) e Mohamed (2007) e Jung et al. (2013), que também encontraram elevada acidez total titulável para a espécie.

O teor médio de sólidos solúveis totais foram de 6,4 °Brix, valor mais elevado quando comparado ao de 3,30 °Brix encontrado por Wong et al. (2002) e também ao de Jung et al. (2013) que foi de 1,80 °Brix para o extrato aquoso e de 1,71 °Brix para o extrato etanólico.

A relação SST/ATT foi de 2,57 e de acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o equilíbrio entre os sólidos solúveis totais e a acidez total titulável no alimento é indicativa do sabor, pois permite uma boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes. Como a espécie apresenta elevada acidez o valor se encontra baixo, indicando que as folhas da vinagreira possuem um sabor mais voltado para o ácido do que para o doce.

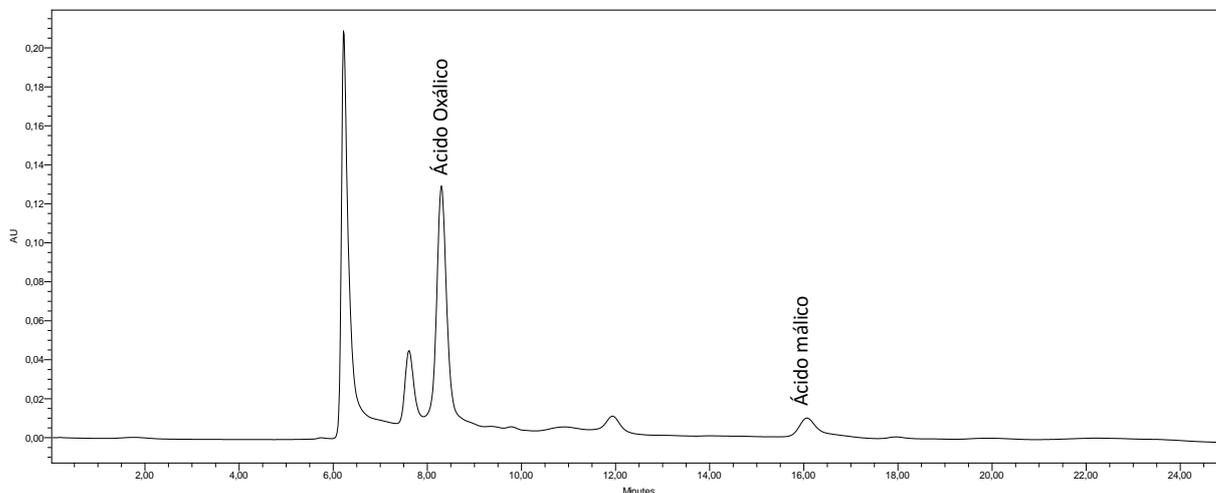
Em relação aos compostos bioativos, que trazem benefícios a saúde e podem prevenir algumas doenças, a vinagreira se mostrou boa fonte pelas características analisadas. A média do teor de carotenoides totais no dia da colheita foi de 6,78 mg 100 g<sup>-1</sup> de folha fresca, sendo superior ao encontrado por Nachtigall et al. (2007) para algumas espécies não-convencionais como a serralha, acelga, almeirão, azedinho, lobrobô, taioba, quando extraídos por acetona ou etanol, mas também as convencionais como repolho, brócolis e espinafre, também por acetona ou etanol e a couve e a rúcula extraídos em etanol. Pela técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) foi possível identificar quais foram os carotenoides presentes nas folhas da vinagreira, sendo encontradas médias de 2849 µg 100 g<sup>-1</sup> de β-caroteno, 2570 µg 100 g<sup>-1</sup> de luteína, 146 µg 100 g<sup>-1</sup> e 359 µg 100 g<sup>-1</sup> de 13-*cis* β-caroteno e 9-*cis* β-caroteno, respectivamente.

O teor de compostos fenólicos totais encontrado foi de 1,55 mg ácido gálico g<sup>-1</sup> folha fresca, estando próximo ao de 1,71 mg ácido gálico g<sup>-1</sup> encontrado por Mohd-Esa et al. (2010) para as folhas da vinagreira, os autores encontraram resultados superiores para as sementes e cálices da planta, o que indica que toda a planta pode possuir elevado teor de fenólicos totais.

Em relação a atividade antioxidante houve uma grande diferença entre os dois métodos analisados, pelo ORAC o teor inicial foi de 63,51 µmol Trolox g<sup>-1</sup> e pelo TEAC de 10,93 µmol Trolox g<sup>-1</sup>. Como a análise de atividade antioxidante pode ser realizada por diferentes métodos, que agem de modo diferente, é difícil comparar os valores encontrados no presente trabalho ao de outros na literatura. Mas a espécie *Hibiscus sabdariffa* é caracterizada por diferentes autores como fonte de compostos com atividade antioxidante, alguns autores como Mohd-Esa et al. (2010), Ramos et al. (2011) e Borrás-Linares et al. (2015) analisaram a atividade antioxidante na planta por diferentes métodos e todos concluíram que apresenta quantidades elevadas desses compostos, podendo desse modo trazer benefícios a saúde do consumidor.

### 4.2 Ácidos orgânicos

Pela técnica de cromatografia líquida de alta eficiência, foram identificados nas folhas da vinagreira picos equivalentes aos ácidos oxálico e málico, não sendo encontrado então pico equivalente ao ácido cítrico. O tempo de retenção para o ácido oxálico foi de 8,3 minutos e o málico de 16,1 minutos (Figura 7).



**Figura 7.** Cromatograma dos ácidos orgânicos presentes nas folhas de vinagreira, obtido por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência.

Observou-se a existência de outros picos, mas sem possibilidade de identificação com a metodologia e padrões (ácido oxálico, cítrico e málico) utilizados no presente trabalho. Verificou-se que o ácido predominante nas folhas de vinagreira pelo método utilizado foi o ácido málico, com média de  $7,32 \text{ mg g}^{-1}$ , enquanto o ácido oxálico apresentou média de  $1,75 \text{ mg g}^{-1}$ .

Nos vegetais, os ácidos orgânicos têm elevada importância no metabolismo respiratório, no fornecimento de carbono e na produção de energia nas fases do ciclo vital. Em alguns produtos além de contribuir para o sabor ácido contribuem para o aroma, pois alguns componentes são voláteis (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A vinagreira é caracterizada como rica em ácidos orgânicos, mas poucos autores estudaram sobre os ácidos presentes nas folhas e tão pouco os quantificaram. Da-Costa-Rocha et al. (2014) em sua revisão fitoquímica e farmacológica da espécie, destacam a elevada porcentagem de ácidos orgânicos em seu extrato, sendo os principais constituintes o ácido cítrico, hidroxicítrico, hibisco, málico, tartárico e em menores quantidades os ácidos oxálico e ascórbico.

Os autores Wong et al. (2002) analisaram os ácidos orgânicos da espécie *Hibiscus sabdariffa* por HPLC, utilizando os ácidos oxálico, cítrico, tartárico, málico e succínico como padrões e identificaram todos, exceto o ácido cítrico, como constituintes dos frutos da vinagreira. Apesar de ter sido feita análise somente nos frutos, sugere-se que há uma concordância com os resultados obtidos nas folhas da mesma espécie.

### 4.3 Carotenoides totais e perfil

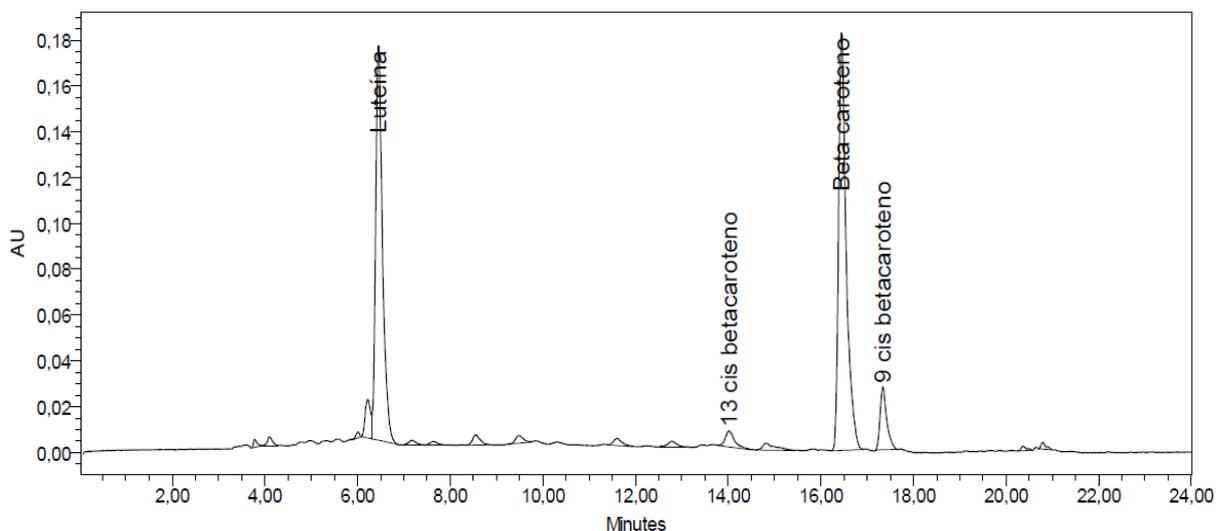
A média dos carotenoides totais das folhas de vinagreira determinada por leitura em espectrofotômetro e independente de tratamentos, foi de  $67,82 \text{ } \mu\text{g g}^{-1}$ . Rodriguez-Amaya et al. (2008), consideram os alimentos ricos em carotenoides aqueles que apresentam mais de  $20 \text{ } \mu\text{g}$

g<sup>-1</sup>. Desse modo, as folhas da vinagreira podem ser consideradas uma boa fonte de carotenoides.

Severo et al. (2010) usando a mesma metodologia para determinação do teor de carotenoides totais em *Physalis* encontrou valores de 81,93 a 115,3 (μg β-caroteno g<sup>-1</sup>), caracterizando a fruta como boa fonte de carotenoides, quando comparada à cenoura que é conhecida como fonte de carotenoides e apresentou 33 μg βcaroteno g<sup>-1</sup> (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008). Porém, os autores destacam que essa técnica pode superestimar os resultados quando comparada a técnicas analíticas como HPLC.

Os carotenoides desempenham diversas funções como pigmentos fotoprotetores na fotossíntese e como estabilizadores de membranas (SILVA et al., 2010). Segundo Batista et al. (2006), a sua atividade provitamínica A é uma das mais importantes funções, pois em humanos a vitamina A participa no processo da visão, crescimento de células, diferenciação de tecidos, função imunológica, reprodução e desenvolvimento embrionário. Mais recentemente tem sido atribuído aos carotenoides propriedades antioxidantes, que independe da atividade vitamínica A e proporciona benefícios à saúde como imunomodulação e redução do risco de contrair doenças crônicas degenerativas, como câncer, doenças cardiovasculares, catarata e degeneração macular relacionada à idade (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

No presente trabalho foram identificados e quantificados quatro carotenoides nas folhas da vinagreira: luteína (2570 μg 100 g<sup>-1</sup>); 13-*cis*-β-caroteno (146 μg 100 g<sup>-1</sup>); β-caroteno (2849 μg 100 g<sup>-1</sup>); e 9-*cis*-β-caroteno (359 μg 100 g<sup>-1</sup>), cujos tempos de retenção em minutos foram 6,452; 14,021; 16,451 e 17,341 respectivamente (Figura 8).



**Figura 8.** Cromatograma de carotenoides presentes nas folhas de vinagreira, obtido por Cromatografia Líquida de Alta eficiência.

O β-caroteno foi o carotenoide majoritário encontrado nas folhas da vinagreira, seguido da luteína. Segundo Rodriguez-Amaya et al. (2008) a luteína, o β-caroteno, a violaxantina e a neoxantina são os carotenoides principais em hortaliças verdes e possuem elevada atividade antioxidante, sendo que o β-caroteno é o carotenoide com maior potencial provitamínica A. Para que um carotenoide tenha atividade pró-vitamínica A é necessário que tenha em sua estrutura química um anel-β não substituído, com uma cadeia polienica de 11 carbonos, desse modo a luteína não possui esta atividade.

De acordo com Nachtigall et al. (2007), a luteína destaca-se por ser um forte antioxidante e prevenir doenças como a DMRI (Degeneração Macular Relacionada a Idade), aterosclerose, catarata, câncer do cólon, entre outras patologias.

Ao compararmos os valores do presente trabalho aos da espécie *Basella rubra* L., hortaliça não-convencional popularmente conhecida como bertalha e caracterizada pelos autores Batista et al. (2006) como boa fonte de provitamina A, por apresentarem 2.336,7  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno 100  $\text{g}^{-1}$  quando comercializadas no inverno e 3.235,8  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno 100  $\text{g}^{-1}$  quando comercializadas no verão, pode ser entendido que as folhas da vinagreira também são fonte provitamina A, pois apresentou média de 2.849  $\mu\text{g}$   $\beta$ -caroteno 100  $\text{g}^{-1}$  de matéria fresca.

Nachtigall et al. (2007) ao avaliar o teor de luteína em hortaliças usualmente consumidas no estado de Minas Gerais, destaca como boa fonte de luteína o agrião, acelga, almeirão, azedinho, brócolis, couve comum e roxa, espinafre, mostarda e as não convencionais lobrobô, serralha e taioba, pois todas apresentaram teor de luteína superior a 1  $\text{mg}$  100  $\text{g}^{-1}$  de produto. Desse modo as folhas de vinagreira também podem ser consideradas fonte de luteína, pois possuem teor médio de 2,57  $\text{mg}$  de luteína 100  $\text{g}^{-1}$  de amostra.

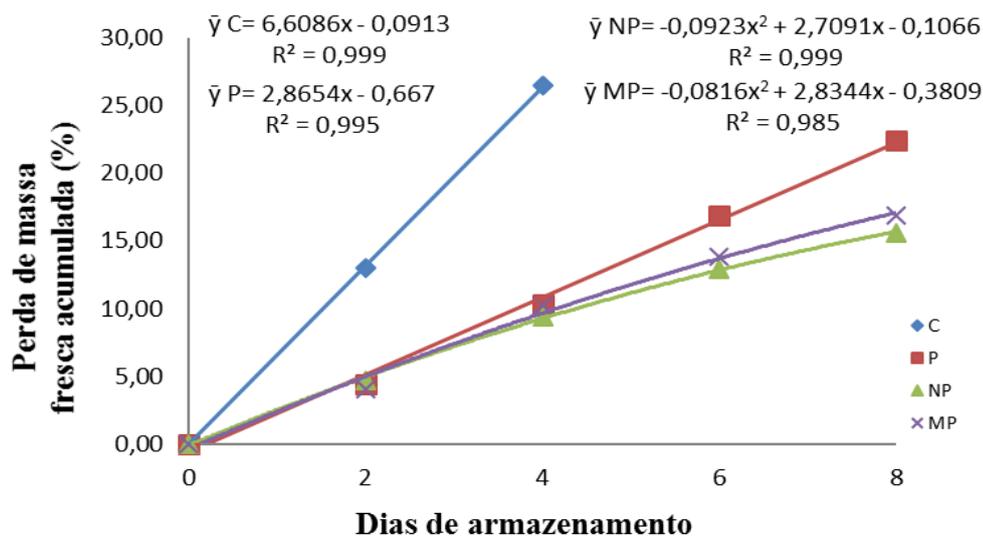
A vinagreira também já foi descrita como rica em carotenoides por Da-Costa-Rocha et al. (2014), porém o único trabalho de quantificação encontrada na literatura é referente ao teor de  $\beta$ -caroteno e licopeno nos cálices da planta, sendo de 1,88  $\text{mg}$  100  $\text{g}^{-1}$  e 164,34  $\mu\text{g}$  100  $\text{g}^{-1}$ , respectivamente (WONG et al., 2002). Como diz respeito a mesma espécie, é um indicativo de que as folhas também são ricas em carotenoides.

O teor de carotenoides pode variar de um trabalho para outro de acordo com a parte da planta analisada, o estágio de maturação, condições edafoclimáticas, manejo em campo e pós-colheita, espécie e variedade analisadas, além do método e solvente extrator utilizado para a quantificação dos carotenoides (NACHTIGALL et al., 2007).

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a ação antioxidante dos carotenoides está relacionada a diferenças na sua estrutura, como o número de duplas ligações conjugadas, os grupos terminais cíclicos ou acíclicos e os grupos funcionais ligados aos anéis. Atuam na supressão do oxigênio singlete, se ligam aos radicais peroxila livres ( $\text{ROO}\cdot$ ) e podem ainda agir contra a oxidação lipídica, sendo esta última acompanhada pela perda de coloração dos carotenos.

#### **4.4 Perda de massa fresca acumulada**

Houve interação significativa entre os tratamentos em função do tempo de armazenamento. A perda de massa aumentou progressivamente durante o armazenamento para todos os tratamentos, sendo significativamente maior para o controle, que foi armazenado sem o uso de embalagem plástica, seguido da embalagem plástica perfurada (Figura 9).



**Figura 9.** Perda de massa fresca acumulada (%) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a perda de água pelo vegetal após a colheita ocorre devido à transpiração, em consequência do déficit de pressão de vapor (DPV), sendo que a maioria dos vegetais apresentam elevado teor de água exigindo desse modo que a umidade relativa do meio esteja entre 85-95% e a temperatura deve ser controlada para reduzir as perdas de água e consequentemente de massa que levam a deterioração dos atributos de qualidade como textura, *flavor*, valor nutritivo e etc.

Com pode ser observado na tabela 1 as médias de perda de massa fresca encontradas no presente trabalho estão relativamente altas ao longo dos dias de avaliação quando comparado a outras hortaliças folhosas como a alface (REIS et al., 2014), o que pode estar relacionado a umidade relativa no interior da câmara de armazenamento (UR 75%) e ao fato de as embalagens plásticas serem abertas na extremidade superior.

**Tabela 1.** Valores médios de perda de massa fresca acumulada (%) para folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.

Tratamentos	Dias de avaliação			
	2	4	6	8
Controle	12,94 a	26,43 a		
Perfurada	4,36 b	10,34 b	16,87 a	22,40 a
Não perfurada	4,69 b	9,37 b	12,92 b	15,59 b
Micro perfurada	4,00 b	10,25 b	13,85 b	16,89 b

\*Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Observou-se que a perda de água para o controle foi significativamente maior durante o tempo de armazenamento, sendo que, ao quarto dia, os maços apresentavam-se bastante murchos, o que limitou a sua vida útil há no máximo quatro dias e finalizou as análises nesta data. Entre os tratamentos a perda de massa fresca foi significativamente maior para aqueles

acondicionados em embalagens perfuradas que diferiu significativamente, a partir do sexto dia do armazenamento, portanto os tratamentos com embalagem não perfurada e micro perfurada tiveram a menor perda de massa durante o tempo de armazenamento.

Os autores Reis et al. (2014) ao estudar o armazenamento de alface sob temperatura de 4 °C e 90-95% UR, em embalagem totalmente aberta, parcialmente fechada e totalmente fechada encontraram maiores perdas de água nas embalagens totalmente aberta e menores nas parcialmente fechadas e totalmente fechadas, sendo nesta quase que nula.

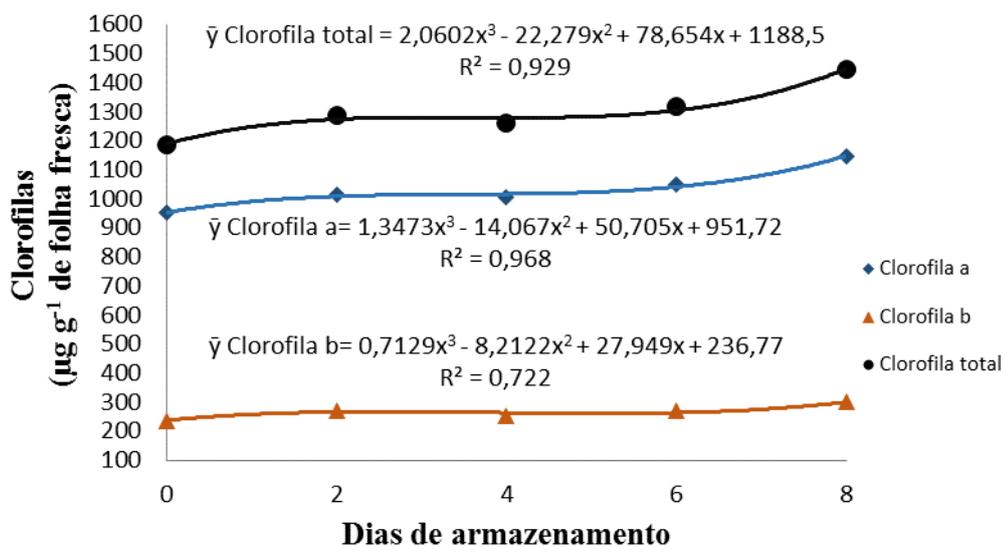
De acordo com Mota et al. (2006) a embalagem possibilita um menor gradiente de pressão de vapor entre a atmosfera interna e a superfície do vegetal, além de proporcionar uma modificação da atmosfera reduzindo a concentração de oxigênio, o que leva a uma redução da respiração e aumento da conservação após a colheita. Essa eficiência do uso da embalagem pode ser comprovada no presente trabalho, uma vez que ao segundo dia a perda de massa foi quase 3 vezes maior para o controle quando comparado aqueles em que foram utilizadas embalagens, independente da presença ou ausência de perfurações.

Perdas de umidade entre 5% e 10% reduzem a qualidade da maioria de frutas e hortaliças, caso a umidade relativa do ar que circunda o produto seja inferior a UR ótima requerida por ele, ocorre indução ao estresse hídrico e conseqüente aumento da atividade respiratória (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Os maços de vinagreira armazenados sem embalagem apresentaram perda de massa fresca acumulada maior que 10% já no segundo dia de armazenamento, mas ainda se apresentavam aptos ao consumo, o que já não foi observado ao quarto dia. Enquanto aqueles acondicionados em embalagens apresentaram valores próximos a 10% ao quarto dia, mas as folhas e ramos ainda apresentavam boa aparência, a perda de massa fresca afetou a qualidade aparente desses ao oitavo dia do armazenamento, o que interferiria negativamente na decisão de compra dos consumidores.

#### **4.5 Teor de clorofilas**

Houve diferença significativa para o teor de clorofilas a, b e total somente em relação ao tempo de armazenamento (Figura 10). Segundo Taiz e Zeiger (2004) o teor de clorofilas no vegetal é influenciado por fatores bióticos e abióticos e tem relação direta com a atividade fotossintética das plantas. O teor de clorofilas após a colheita é utilizado como indicativo do frescor das hortaliças verdes, bem como para determinar a sua vida útil (CHITARRA & CHITARRA, 2005).



**Figura 10.** Teor de clorofila a, b e total ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) das folhas frescas de vinagreira acondicionadas em diferentes embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , ao longo do tempo de armazenamento.

As clorofilas a e b são abundantes nas plantas verdes, a clorofila a é o principal pigmento utilizado na etapa fotoquímica da fotossíntese, os outros pigmentos, como a clorofila b e os carotenoides, são chamados de pigmentos acessórios e auxiliam na absorção de luz e na transferência da energia para os centros de reação (TAIZ & ZEIGER, 2004). As clorofilas a e b são normalmente encontradas na natureza numa proporção de 3:1, sendo que a clorofila b pode ser convertida em clorofila a (STREIT et al., 2005).

Observou-se que os valores de clorofilas a, b e total aumentaram ao sexto e oitavo dia do armazenamento. Outros autores também observaram aumento no teor de clorofilas durante o tempo de armazenamento, para Álvares et al. (2010) este aumento pode estar relacionado a desidratação das folhas de salsa, o que proporciona a concentração destes pigmentos. Enquanto Silva et al. (2007) acreditam que o aumento durante o armazenamento da cebolinha pode estar relacionado a desuniformidade das folhas no ponto de colheita.

Cabral-Malheiros e colaboradores (2010) observaram aumento no teor de clorofilas a e total para a erva-mate armazenada em embalagem de papel, segundo os autores esse aumento provavelmente ocorreu devido à formação de outros pigmentos que possuem absorção nos mesmos comprimentos de onda da clorofila.

Segundo Streit et al. (2005) erros na concentração de clorofila a podem ocorrer devido a degradação da mesma a feoforbídeo a e feofítina a, que absorvem luz e fluorescem na mesma região do espectro.

Apesar de não ter sido observado redução dos tores de clorofila a, b e total pelo método espectrofotométrico durante o armazenamento dos maços de vinagreira, acredita-se que houve redução destes pigmentos baseado nas alterações de cor visível das folhas da vinagreira, algumas folhas do maço passaram a apresentar coloração amarronzada, característica da degradação da clorofila e senescência do vegetal (Figura 11).



**Figura 11.** Alteração de cor nas folhas de vinagreira condicionadas em embalagem de polipropileno perfurada. A) Segundo dia de armazenamento; B) Quarto dia de armazenamento; C) Sexto dia de armazenamento; D) Oitavo dia de armazenamento.

De acordo com Lanfer-Marquez (2003), processos enzimáticos e não enzimáticos estão envolvidos na degradação da clorofila, podendo resultar em perda de cor verde do vegetal. Coloração amarronzada das folhas durante o armazenamento pode ser atribuída a remoção do  $Mg^{2+}$  pela enzima Mg-dequelatase, formando feofitinas e os feoforbídeos.

Um dos principais sintomas de senescência em hortaliças folhosas é a perda de cor verde devido à degradação da clorofila, sendo o armazenamento em temperaturas mais altas o principal fator crítico (PARK et al., 1999 *apud* REIS et al., 2014).

#### 4.6 Cor instrumental

Para os parâmetros relacionados a cor das folhas da vinagreira, analisados por colorímetro digital, não houve interação significativa entre os tratamentos e o tempo de armazenamento. Na Tabela 2 pode ser observado que existe diferença estatística entre os tratamentos para alguns dos fatores analisados.

**Tabela 2.** Médias dos parâmetros de cor instrumental: luminosidade (L\*), coordenadas (a\* e b\*), chroma ou cromaticidade (C\*) e ângulo hue (h°) das folhas de vinagreira acondicionadas em diferentes embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C.

Tratamentos	L*	a*	b*	C*	h°
Controle	34,70 b	- 6,91 a	7,69 a	10,43 a	132,65 b
Perfurada	35,39 ab	- 6,31 a	5,23 ab	8,33 a	143,54 ab
Não perfurada	36,56 a	- 5,70 a	4,25 b	7,28 a	145,79 a
Micro perfurada	36,51 a	- 6,18 a	5,40 ab	8,34 a	140,74 ab

\*Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p≤0,05).

Os tratamentos com embalagem não perfurada e micro perfurada apresentaram maiores luminosidade durante o tempo de armazenamento, diferindo significativamente do controle que apresentou a menor média, sendo que o parâmetro L\* indica a luminosidade e brilho do material, portanto em hortaliças pode ser associado ao frescor, o que indica que as hortaliças acondicionadas em embalagem não perfurada e micro perfurada apresentam maior frescor, em relação as que não foram acondicionadas em embalagem.

Pela análise de regressão observou-se que os valores de L\*, independente do tratamento, variaram ao longo dos oito dias de armazenamento, porém essa variação não definiu a tendência explicada pelos modelos matemáticos de regressão, pois, os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) ficaram abaixo de 0,70.

Para a coordenada a\* não houve diferença entre as médias dos tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, mas pela análise de regressão observou-se que para todos os tratamentos o valor aumentou significativamente ao longo do tempo de armazenamento (Figura 12).

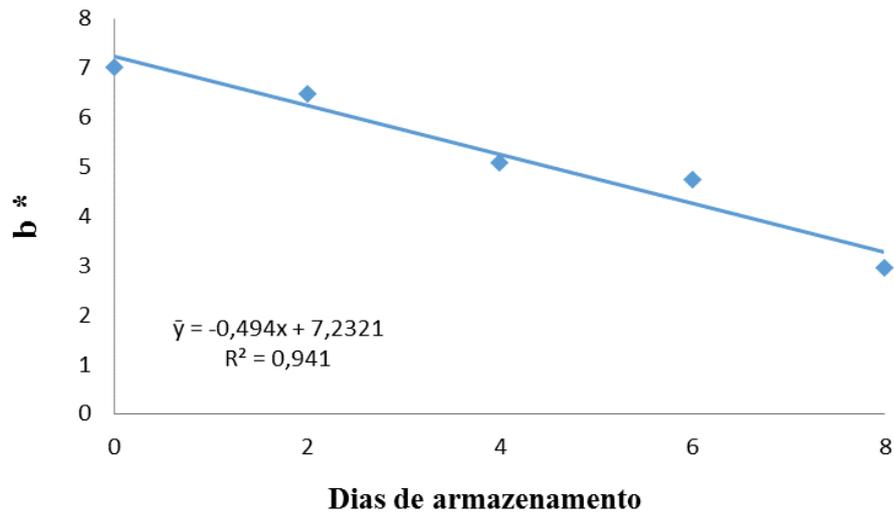


**Figura 12.** Valor médio de a\* das folhas da vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.

O eixo de a\* vai do vermelho (valores positivos) ao verde (valores negativos), os valores encontrados foram todos negativos demonstrando a coloração verde das folhas de vinagreira, sendo observado um aumento de a\* durante o armazenamento, ou seja, os valores tornaram-se menos negativos ao longo do tempo. Para Oliveira et al. (2012) o aumento de a\* indica uma tendência de afastamento das colorações verde mais escuro para uma verde mais claro, portanto as folhas da vinagreira adquiriram uma coloração verde menos intensa ao longo do tempo de armazenamento independente de embalagem.

Para a coordenada  $b^*$  cujos valores positivos representam o eixo do amarelo e os valores negativos o azul houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2), sendo que os valores encontrados são positivos, portanto equivalente ao eixo do amarelo. As folhas do controle apresentaram média significativamente superior aquelas acondicionadas em embalagens não perfuradas, o que pode indicar uma coloração um pouco mais amarelada das folhas do controle.

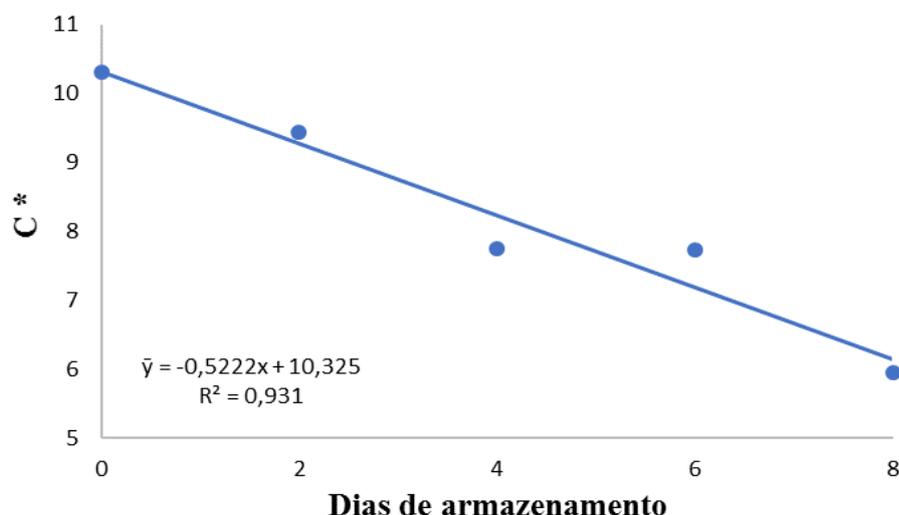
Pela análise de regressão observou-se que independente do tratamento os valores de  $b^*$  reduziram ao longo do tempo de armazenamento (Figura 13).



**Figura 13.** Valor médio de  $b^*$  das folhas vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.

Resultados semelhantes foram encontrados por Cabral-Malheiros (2007) e Oliveira et al. (2012), segundo os autores redução de  $b^*$  e aumento de  $a^*$  durante o armazenamento de hortaliças indica perda de coloração verde e amarela, com tendência do material à cor cinza.

A perda de cor também pode ser observada pelo parâmetro  $C^*$ , sendo que não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas pela análise de regressão constatou-se que houve redução ao longo do tempo de armazenamento (Figura 14).



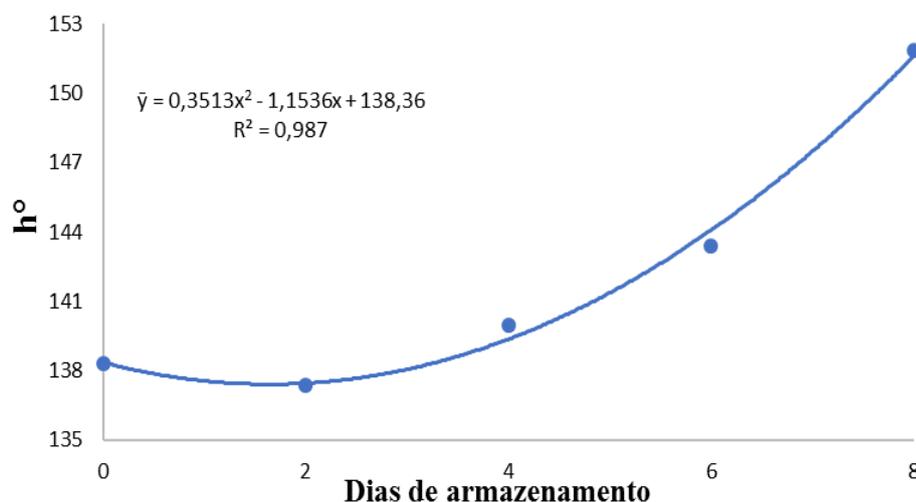
**Figura 14.** Valor médio de chroma ou cromaticidade ( $C^*$ ) das folhas vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5\text{ }^\circ\text{C}$ , ao longo do tempo de armazenamento.

A cromaticidade ( $C^*$ ) define a pureza ou intensidade da cor, os valores podem variar de 0 para cores neutras (opacas) a 60 para cores vívidas (MCGUIRE, 1992). As folhas de vinagreira no presente trabalho apresentaram chroma baixo, com redução durante o armazenamento, o que indica uma tendência a neutralidade e opacidade da hortaliça, valor semelhante foi encontrado por Oliveira et al. (2012) para as cebolinhas variedades comum e europeia.

De acordo com Miglio et al. (2008) *apud* Salata et al. (2014) redução dos valores de  $C^*$  durante o armazenamento indica perda de vivacidade da coloração, sendo que este é um dos parâmetros de qualidade para hortaliças, que interferem diretamente na decisão de compra pelo consumidor.

Em relação ao ângulo hue ( $h^\circ$ ) que define a tonalidade da cor, houve diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 2), em que a média do ângulo para as folhas acondicionadas na embalagem não perfurada foi significativamente superior ao controle. Os valores encontrados estão compreendidos entre  $90^\circ$  e  $180^\circ$ , sendo que o ângulo de  $90^\circ$  corresponde ao amarelo e o de  $180^\circ$  ao verde (MCGUIRE, 1992). Desse modo as folhas acondicionadas em embalagem não perfurada que apresentaram maior valor de  $h^\circ$ , ou seja, mais próximo a  $180^\circ$ , apresentam coloração verde mais intenso, em relação as do controle.

Pela análise de regressão observou-se que independente de tratamento houve aumento do ângulo  $h^\circ$  ao longo do tempo de armazenamento (Figura 15).



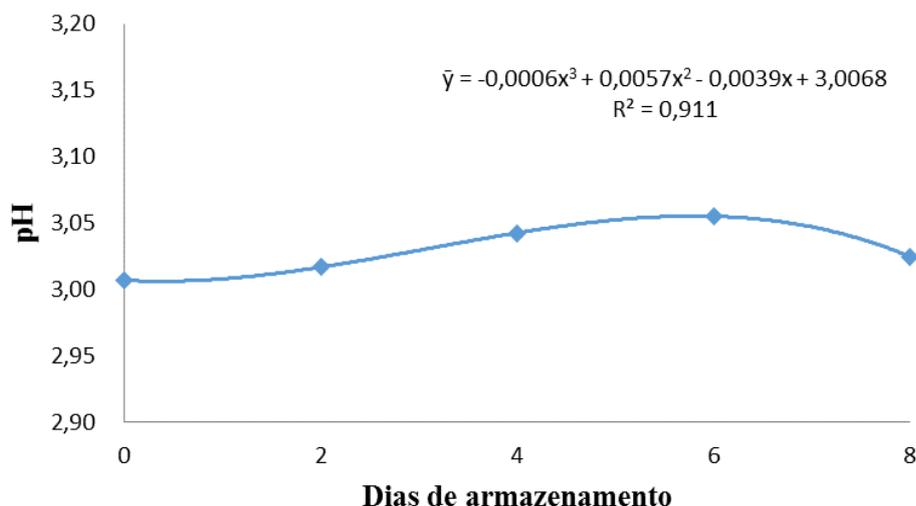
**Figura 15.** Variação do ângulo hue ( $h^\circ$ ) de folhas vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5^\circ\text{C}$ , ao longo do tempo de armazenamento.

Para os autores Amarante et al. (2008) o aumento de  $h^\circ$  e redução de  $C^*$  e  $L^*$  estão associados ao aumento no teor de clorofila *a*, *b* e total nas folhas de couve e batata. No presente trabalho também foi observado aumento no teor de clorofilas das folhas de vinagreira durante o armazenamento, que pode ter ocorrido devido a um ou mais dos fatores descritos anteriormente, como a desidratação das folhas, a formação de outros pigmentos que absorvem nos mesmos comprimentos de onda da clorofila *e/ou* a degradação da clorofila *a* em feoforbídeo *a* e feofítina *a*, que absorvem luz e fluorescem na mesma região do espectro, podendo desse modo, atribuir o aumento do ângulo hue ao da clorofila.

Diante dos resultados de coloração obtidos acredita-se que o acondicionamento em embalagens de polipropileno contribui para que o verde característico da vinagreira, bem como a vivacidade da cor fossem mantidos por mais tempo, em relação as plantas armazenadas sem embalagem. Sendo observado para as vinagreiras acondicionadas nas embalagens, maior degradação dos parâmetros de cor do sexto para o oitavo dia do armazenamento.

#### 4.7 pH

Não houve interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento, o pH manteve-se ácido ao longo do tempo de armazenamento e independente de tratamento, sendo observado um pequeno aumento até o sexto dia e redução na sequência (Figura 16).



**Figura 16.** Variação do pH das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo do tempo de armazenamento.

Resultado semelhante foi encontrado por Gioppo et al. (2012), ao armazenar repolho roxo minimamente processado sob temperatura de 5 °C e em diferentes embalagens, em que o pH aumentou até o sétimo dia do armazenamento, seguido de redução até o final da vida útil.

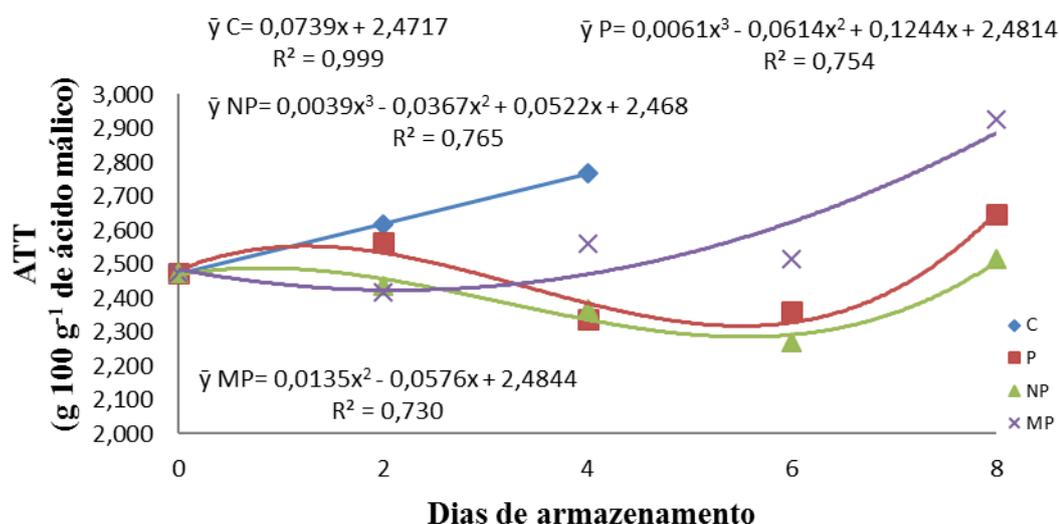
Alguns autores como Sanches et al. (2015) e Padula (2006) também relataram aumento do pH durante o armazenamento, devido a utilização dos ácidos orgânicos pelo processo respiratório do vegetal.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), nas células vegetais os ácidos orgânicos se encontram na forma livre ou esterificada (metila, propila, hexila, etc) e os ácidos fracos livres, na presença de seus sais de potássio, formam tampões e apresentam pequena variação no pH em função do equilíbrio estabelecido no sistema, porém ainda que pequena, a alteração pode ser percebida em testes organolépticos. O pH tende a aumentar durante o armazenamento, devido à redução da acidez com o amadurecimento, ou ao desdobramento do amido em açúcares redutores e sua conversão em ácido pirúvico provocada pela respiração.

Mohmed (2007) também encontrou valor de pH ácido para as folhas de vinagreira, sendo o pH inicial de 3,49, enquanto no presente trabalho o pH inicial foi de 3,01. Segundo Streit et al. (2005) o pH mais básico torna a clorofila mais estável ao calor e reduz a sua degradação, desse modo, o pH ácido da vinagreira não contribuiu para a estabilidade e redução da degradação da clorofila.

#### 4.8 Acidez total titulável (ATT)

Houve interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento. Observou-se que para o controle a ATT aumentou nas folhas de vinagreira ao longo do tempo de armazenamento, enquanto para as folhas acondicionadas em embalagem perfurada, não perfurada e micro perfurada houve redução, porém aumentaram significativamente do sexto para o oitavo dia do armazenamento (Figura 17).



**Figura 17.** Teor de ATT (g ácido málico 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada.

Oscilação nos valores de acidez também foi relatado por Nunes et al. (2013), atribuindo essa diferença às diferentes folhas de rúcula que compuseram o maço e ao consumo de ácidos pelo próprio vegetal.

Resultados semelhantes foram encontrados por Gioppo et al. (2012) ao armazenar repolho roxo a 5 °C e diferentes embalagens (polipropileno, PET, PEBD e EPS+PVC), com redução e aumento da acidez total titulável ao longo do tempo, sendo que a acidez foi mais elevada durante todo o armazenamento para o repolho acondicionado na embalagem de polipropileno perfurado, onde a perda de massa fresca também foi mais elevada quando comparada as outras embalagens analisadas.

Após a colheita o teor de ácidos orgânicos para a maioria dos vegetais tende a diminuir com a maturação ou devido a sua utilização como substrato no processo respiratório e sua conversão em açúcar, mas em alguns casos mais raros pode ocorrer pequeno aumento com a maturação (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Segundo Senter et al. (1991) apud Salata et al. (2014) o aumento da acidez durante um curto período de armazenamento pode ocorrer a partir da hidrólise dos constituintes da parede celular, especialmente as pectinas, gerando ácidos galacturônicos.

Observou-se que a variação do teor de ATT para as folhas acondicionadas em embalagem não perfurada e perfurada corresponde a observada para o pH, pois reduziu a partir do segundo dia do armazenamento e aumentou do sexto para o oitavo dia, enquanto os valores de pH aumentaram até o sexto dia, reduzindo-se posteriormente, como observado no item anterior.

Houve variação das médias entre os tratamentos pelo teste Tukey a 5% de probabilidade a partir do quarto dia do armazenamento. A acidez inicial foi de 2,474 g ácido málico 100 g<sup>-1</sup>, ocorreu variação ao segundo dia de armazenamento, mas não diferindo estatisticamente. Ao quarto dia a ATT foi significativamente superior para o controle em relação às folhas dos tratamentos com embalagem perfurada e não perfurada. Ao sexto dia de avaliação, a média para as folhas acondicionadas em embalagem micro perfurada foi significativamente superior as da embalagem não perfurada e ao oitavo dia foi superior também as da embalagem perfurada (Tabela 4).

**Tabela 3.** Valores médios de ATT (g ácido málico 100 g<sup>-1</sup> de massa fresca) de folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.

Tratamentos	Dias de avaliação			
	2	4	6	8
Controle	2,616 a	2,769 a		
Perfurada	2,565 a	2,338 b	2,359 ab	2,646 b
Não perfurada	2,434 a	2,369 b	2,269 b	2,513 b
Micro perfurada	2,415 a	2,559 ab	2,513 a	2,928 a

\*Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p≤0,05).

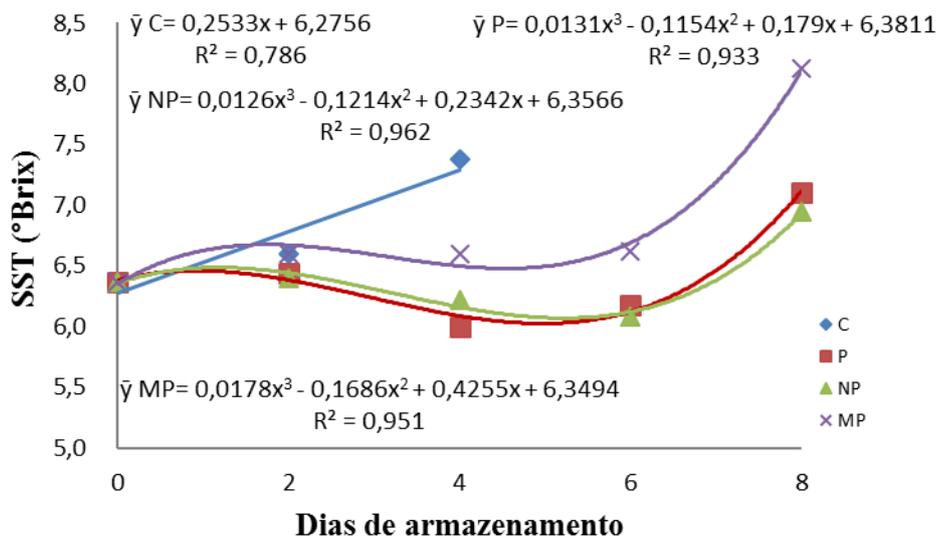
A acidez das folhas de vinagreira permaneceu-se mais elevada ao longo do tempo de armazenamento para o controle e para aquelas acondicionadas em embalagem de polipropileno micro perfurada, o que de acordo com Sanches et al. (2015) é uma vantagem, devido a maior conservação da qualidade de produtos mais ácidos. Porém, levando em consideração que a espécie *Hibiscus sabdariffa* apresenta-se naturalmente com elevada acidez, quando comparada, por exemplo, a acidez titulável da rúcula de Sanches e colaboradores (2015), que variou de 0,10 a 0,26 g de ácido málico durante o armazenamento, este fato pode vir a ser desvantajoso.

A acidez total titulável da vinagreira pode ser ainda maior, em ácido cítrico, Mohmed (2007) encontrou 7,67% para as folhas e 19,45% para os cálices de vinagreira. Enquanto Wong et al. (2002) relataram acidez titulável para os cálices de 2,42 g 100 g<sup>-1</sup> de ácido málico, apesar de ser partes diferentes da planta, os valores em ácido málico se aproximaram aos encontrados no presente trabalho.

Segundo Kays (1991) apud Gioppo et al. (2012) a concentração de ácidos orgânicos após a colheita pode variar com o tipo de ácido predominante, com o tecido vegetal, a variedade, o manejo em campo, as condições de armazenamento, além de diversos outros fatores.

#### 4.9 Sólidos Solúveis Totais (SST)

Assim como para o teor de ATT, também houve interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento. Observou-se aumento de SST ao longo do tempo para as folhas de vinagreira do controle, enquanto para aquelas acondicionadas nas embalagens de polipropileno houve redução ao quarto e sexto dia, com aumento na sequência (Figura 18).



**Figura 18.** Teor de SST (°Brix) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada.

Observou-se que a variação para o teor de SST ao longo dos dias de armazenamento foi semelhante ao encontrado para o teor de ATT. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a medição de sólidos solúveis totais representa todas as substâncias que estão dissolvidas na seiva vacuolar, como os açúcares, vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos e etc.

Alguns autores também observaram redução e aumento do teor de sólidos solúveis durante o armazenamento de hortaliças. Segundo Rinaldi et al. (2005) a redução pode ocorrer influenciada pelo aumento da taxa respiratória do vegetal, pois os sólidos solúveis são utilizados como substrato orgânico no processo.

Já em relação ao aumento de SST, Nunes et al. (2013) relataram que o aumento para a rúcula pode ter ocorrido devido as diferentes plantas que constituía o maço, associado ao seu amadurecimento e/ou ainda por conta da redução do teor de água que leva a concentração desses compostos.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) aumento de SST dias após o armazenamento, deve-se ao processo de senescência do vegetal, ocorrendo solubilização da parede celular originando assim substâncias miscíveis em água, como o ácido galacturônico, o que pode explicar o aumento no teor de SST do sexto para o oitavo dia de armazenamento para aqueles acondicionados nas embalagens de polipropileno, sendo observado também neste período redução visual da qualidade dos maços de vinagreira.

Os autores Rinaldi et al. (2005) também atribuíram o aumento de SST ao 12º dia de armazenamento do repolho devido a reações bioquímicas na parede celular ou perda de massa pela hortaliça.

Houve diferença significativa entre os tratamentos somente ao quarto e oitavo dia do armazenamento. Ao quarto dia as folhas do controle apresentaram teor de SST significativamente superior às armazenadas em embalagem de polipropileno e, ao oitavo dia, as folhas armazenadas em embalagem micro perfurada tiveram média significativamente superior aos outros tratamentos (Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios de SST (°Brix) de folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.

Tratamentos	Dias de avaliação			
	2	4	6	8
Controle	6,6 a	7,4 a		
Perfurada	6,4 a	6,0 b	6,2 a	7,1 b
Não perfurada	6,4 a	6,2 b	6,1 a	6,9 b
Micro perfurada	6,6 a	6,6 b	6,6 a	8,1 a

\*Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

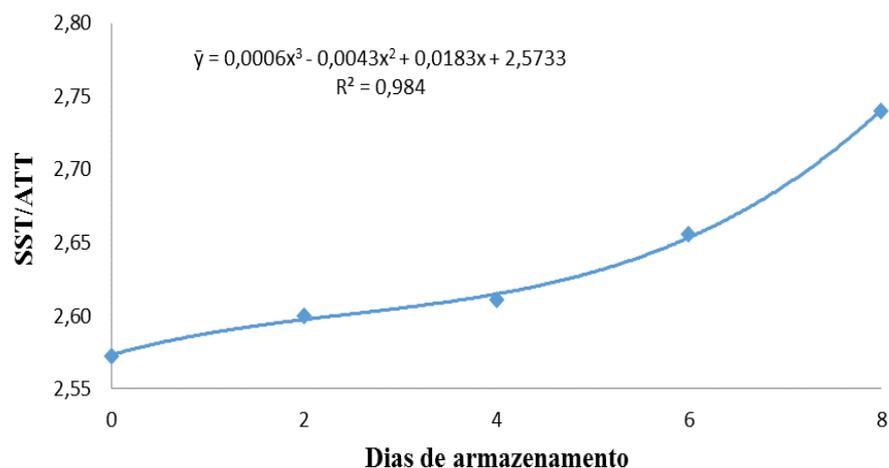
Não ocorreu redução significativa no teor de SST, pois a média inicial foi de 6,4 °Brix e a maior redução observada foi ao quarto e sexto dia de armazenamento para as embalagens perfurada e não perfurada, cujo os valores estiveram entre 6,0 e 6,2 °Brix. Enquanto Gioppo et al. (2012) observaram elevada redução no teor de SST para o repolho armazenado a 5 °C e em embalagem de polipropileno, chegando a 1,9 °Brix, concluindo então que a embalagem não foi suficiente para reduzir o consumo de substrato pelo vegetal.

Reis et al. (2014) ao armazenar alface em embalagem de PEBD totalmente aberta, parcialmente aberta e totalmente fechada, observaram que os teores de SST foram significativamente maiores nas embalagens totalmente abertas em comparação as totalmente fechadas e não significativo para as parcialmente fechadas, relacionando desse modo, a maior concentração de sólidos solúveis totais a maior perda de água pela hortaliça nas embalagens abertas.

Semelhante a estes autores no presente trabalho o teor de SST foi superior para o controle, em que se observou também maior perda de massa fresca acumulada, confirmando então a hipótese de que a redução de água nas folhas leva a concentração de compostos como os SST na planta.

#### **4.10 Relação SST/ATT**

Observou-se variação significativa durante o armazenamento, independente do tratamento, em que a relação SST/ATT aumentou ao longo do tempo de armazenamento (Figura 19).



**Figura 19.** Relação SST/ATT das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5°C, ao longo do tempo de armazenamento.

Conforme mostrado anteriormente houve aumento significativo no teor de SST e de ATT do sexto para o oitavo dia do armazenamento para as folhas acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo que este aumento foi mais elevado para o teor de SST do que para a ATT, o que pode indicar que houve maior utilização dos ácidos orgânicos pelo vegetal. Desse modo, o aumento significativo do sexto para o oitavo dia da relação SST/ATT para a vinagreira pode indicar redução da qualidade.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a relação SST/ATT, também conhecida como o ratio, é uma das formas mais utilizada para avaliar o sabor de um produto, pois dá uma boa ideia do equilíbrio entre os dois componentes.

Nunes (2011) estudando a qualidade e vida útil da rúcula encontrou resultado semelhante de aumento da relação SST/ATT, devido principalmente ao aumento dos SST, o que para o autor demonstrou que o sabor da rúcula ficou mais agradável ao longo dos 12 dias do armazenamento, pela maior presença de açúcares do que ácidos.

Se compararmos o resultado do presente trabalho, ao de outros com diferentes espécies de hortaliças folhosas, como a rúcula de Sanches et al. (2015), a relação pode ser considerada baixa, pois esta variou de 4,33 a 8,50 durante os oito dias de armazenamento. No entanto, pode ser considerada mediana se comparada a de folhas da capuchinha, que também é uma hortaliça não convencional, de sabor peculiar e elevada acidez, cuja relação variou de 1,2 a 1,4 (RIBEIRO et al. 2011).

#### 4.11 Açúcares totais

No presente trabalho, utilizando a metodologia de Macrae (1998) e injeção em HPLC não foi possível detectar e quantificar sacarose, glicose e frutose nos extratos das folhas da vinagreira, o que pode ocorrer devido ao limite de detecção do equipamento que é de 0,03 g 100 g<sup>-1</sup> ou a presença de outros compostos na amostra que podem interferir no resultado.

De acordo com Tavares et al. (2010), elevado teor de ácido ascórbico na amostra pode interferir nos resultados de açúcares, mascarando o resultado final. A análise de vitamina C não foi realizada no presente trabalho, mas na literatura a vinagreira é referenciada por alguns autores como rica em vitamina C, tanto nas folhas como nos cálices (CASTRO, 2003; ISMAIL et al., 2008; MAHADEVAN et al., 2009; GONÇALVES, 2014).

Os autores Wong et al. (2002) avaliaram o teor de açúcares em cálices da vinagreira, utilizando a metodologia de Hunt et al. (1977) com posterior injeção em HPLC, encontrando

1,29 ± 0,15 g 100 g<sup>-1</sup> de glicose, 1,12 ± 0,26 g 100 g<sup>-1</sup> de frutose e 0,87 ± 0,21 g 100 g<sup>-1</sup> de sacarose, os autores caracterizaram os frutos da vinagreira como altamente ácido e com baixos teores de açúcar.

#### 4.12 Fenólicos Totais

Houve interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento, sendo que as médias dos tratamentos se diferenciaram significativamente somente ao segundo e oitavo dia do armazenamento (Tabela 5). Ao segundo dia a média para as folhas acondicionadas nas embalagens perfuradas foi significativamente superior as das embalagens micro perfurada e não perfurada e ao oitavo dia essa diferença foi significativa somente entre a perfurada e a não perfurada.

**Tabela 5.** Valores médios do teor de fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) de folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C, ao longo de sua vida útil.

Tratamentos	Dias de avaliação			
	2	4	6	8
Controle	113,42 ab	157,03 a		
Perfurada	127,33 a	127,99 b	165,51 a	131,51 a
Não perfurada	95,86 c	139,66 ab	148,55 a	115,23 b
Micro perfurada	109,29 bc	152,71 a	165,56 a	123,11 ab

\*Médias acompanhadas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey (p≤0,05).

Segundo Campos et al. (2008), há uma limitação de trabalhos sobre a concentração de compostos fenólicos em hortaliças após a colheita e o armazenamento refrigerado parece preservar melhor estes compostos. Os fenólicos interferem na cor, “flavor”, ação antioxidante e também na vida útil das hortaliças (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Guimarães (2015) estudando a vida útil do manjericão variedade ‘Roxinho’ armazenado em diferentes condições (temperatura de 5 °C e temperatura ambiente, com utilização ou não de embalagem PET), concluiu que os armazenados a 5 °C apresentaram as menores concentrações de compostos fenólicos, principalmente sem utilização de embalagem, devido aos danos causados pelo frio que levaram a modificações fisiológicas.

Ramos et al. (2011) ao avaliarem folhas de vinagreira cultivada em diferentes espaçamentos, aplicando ou não cama de frango em cobertura do solo e dois tipos de extratos (etanólico e aquoso quente), encontraram teores de fenólicos pelo método Folin-Ciocalteu (MEDA et al., 2005) entre 400-600 mg ácido gálico g<sup>-1</sup>. Observaram aumento significativo somente em relação a aplicação de cama de frango em cobertura.

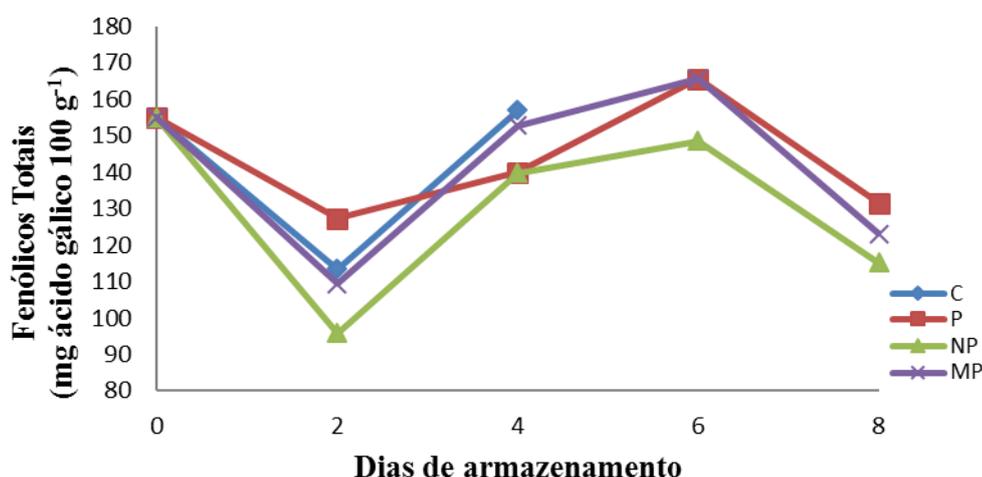
Mohd-Esa et al. (2010) também pelo método Folin-Ciocalteu, mas segundo a metodologia de Kahkonen et al. (1999) encontraram média de 1,71 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup> de folhas seca da vinagreira em extração com água destilada e de 2,20 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup> por extração em metanol 80%. Os autores analisaram ainda outras partes da planta e encontraram 2,97, 1,85 e 0,90 (mg de ácido gálico g<sup>-1</sup> de material seco) para sementes, cálices e ramos, respectivamente, quando extraídas em água destilada e de 4,87, 2,91 e 1,31 quando extraídos em metanol 80%, essa diferença entre as partes da planta de acordo com os autores se deve a maior necessidade da planta em proteger a flor do ataque de fitopatógenos.

O teor de compostos fenólicos encontrado no presente trabalho, utilizando acetona 70:30 como o extrator, esteve abaixo do encontrado pelos outros autores para a vinagreira.

Segundo Gobbo-Neto e Lopes (2007) o conteúdo de metabólitos secundários, como os compostos fenólicos, são influenciados por diversos fatores como disponibilidade hídrica, temperatura, sazonalidade, nutrientes, radiação solar, poluição atmosférica, ataque de patógenos, época e período da colheita, danos mecânicos, bem como as condições de armazenamento e transporte.

Os autores Borrás-Linares et al. (2015) avaliaram o teor de compostos fenólicos dos cálices de 25 variedades de *Hibiscus sabdariffa* e encontraram valores que variaram de acordo com a variedade, de 24 a 100 mg de ácido gálico g<sup>-1</sup> de cálice seco, pelo método Folin-Ciocalteu (Singleton e Rossi, 1956) e extração com etanol acidificado. Estes autores relataram dificuldades em comparar seus resultados com outros, pois de acordo com os autores o conteúdo de fenólicos varia com o procedimento de extração e a variedade.

Observou-se que houve variação no teor de compostos fenólicos durante o armazenamento, com redução até o segundo dia para todos os tratamentos e aumento na sequência, até o sexto dia para aqueles acondicionados nas embalagens e até ao quarto dia para o controle, voltando a reduzir-se do sexto para o oitavo e último dia de avaliação (Figura 20).



**Figura 20.** Compostos fenólicos totais (mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) das folhas de vinagreira armazenadas a 5 °C e acondicionadas em embalagens de polipropileno, sendo: C- controle; P- embalagem perfurada; NP- embalagem não perfurada e MP- embalagem micro perfurada.

De acordo com Taiz e Zeiger (2004), o aumento no teor de compostos fenólicos em vegetais após a colheita pode estar relacionado a estresses bióticos e abióticos, que induzem o metabolismo secundário e conseqüentemente ao aumento desses compostos.

Alguns autores como Antunes et al. (2006) associam o aumento da concentração de compostos fenólicos à perda de massa pelo vegetal, pois leva à concentração dessas substâncias. Observou-se menor aumento no teor de fenólicos totais durante o armazenamento, para as folhas acondicionadas em embalagens não perfurada, o que pode estar relacionado a menor perda de água por este tratamento, observada pela análise de perda de massa fresca.

Aumento na concentração de compostos fenólicos também foi observado por Guimarães (2015) em manjeriço armazenado em temperatura ambiente e a 5 °C, com ou sem embalagem PET, sendo que após o terceiro dia houve redução em consequência da senescência. De acordo com os autores condições de estresse no tecido vegetal leva ao aumento na atividade da enzima fenilalanina amônia liase (PAL), sendo esta a primeira enzima envolvida na síntese dos compostos fenólicos solúveis. Posteriormente esses

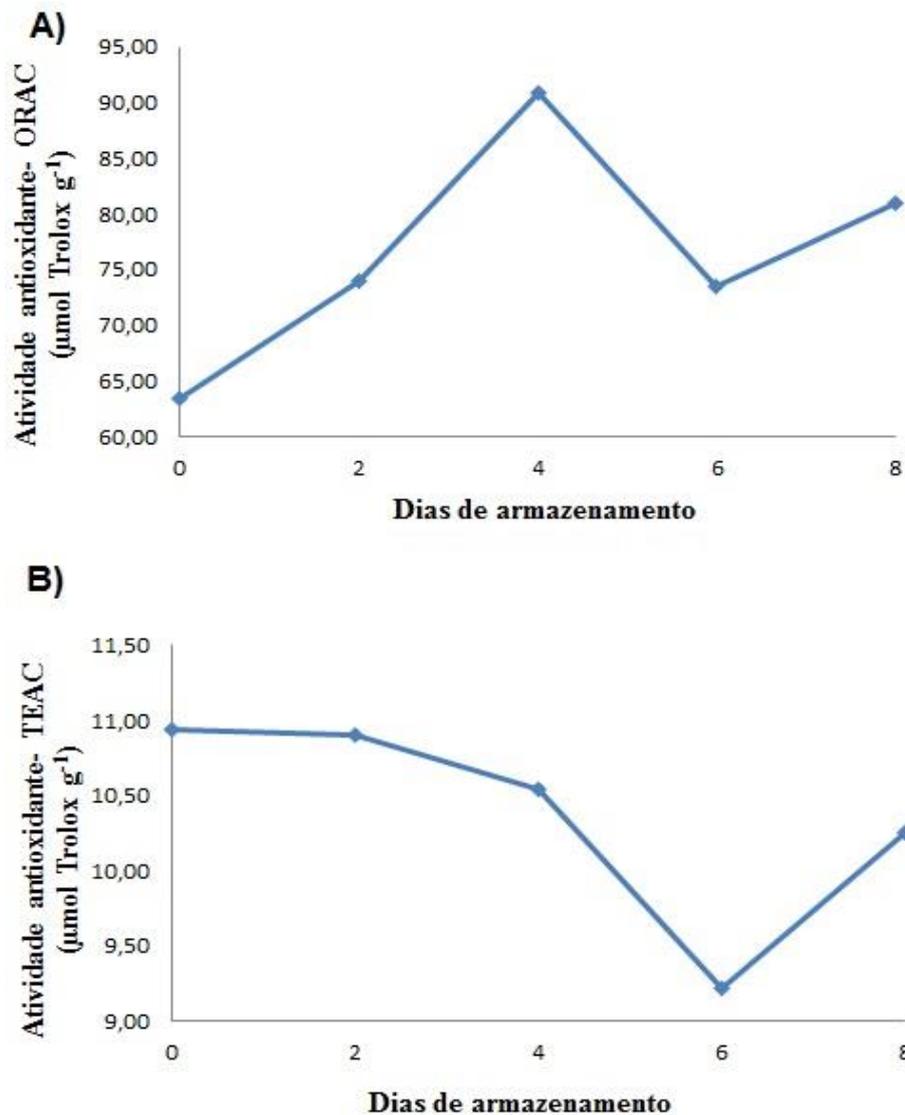
compostos são oxidados pelas enzimas polifenol oxidase (PPO) e peroxidase (POD) produzindo quinonas, que se polimerizam e formam os pigmentos escuros. Essas justificativas também foram usadas por Mendes et al. (2011) para o aumento de fenóis em folhas de taioba após a ocorrência de danos físicos.

Comportamento diferente foi observado por Guassi (2012) em que os compostos fenólicos tenderam a constância durante o armazenamento de alface das cultivares 'Piraroxa' e 'Vanda' em temperatura ambiente (23-26 °C e 64-69% UR) e também sob refrigeração (0 °C e 95-97% UR).

De acordo com Campos et al. (2008), devido às características antioxidantes dos compostos fenólicos estes são facilmente degradados por oxidação, catalisada pela presença de oxigênio, luz, calor e íons metálicos. A atividade antioxidante dos compostos fenólicos se deve a sua propriedade redox, que permite a doação de elétrons ou hidrogênio e ainda que atuem como quelantes de metais (LANDI et al., 2013).

#### **4.13 Atividade antioxidante**

A atividade antioxidante analisada pelos dois métodos propostos, não apresentou interação significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento, não houve também diferença significativa entre as médias dos tratamentos pelo teste Tukey a 5% de significância. Porém, houve variação significativa durante o tempo de armazenamento, mas a variação dos dados não definiu a tendência explicada pelos modelos matemáticos na análise de regressão (Figura 21).



**Figura 21.** Atividade antioxidante ( $\mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ ) das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a  $5^\circ\text{C}$ , ao longo de sua vida útil. a) Método ORAC e b) Método TEAC.

Observou-se que a variação da atividade antioxidante ao longo do tempo de armazenamento, bem como os valores encontrados, se diferenciou com o método utilizado. Pelo ORAC o valor foi inicialmente de  $63,51 \mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ , aumentando significativamente ao quarto dia para  $90,83 \mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ , sendo esse o maior teor de atividade antioxidante, reduzindo-se posteriormente até o sexto dia e voltando a aumentar ao oitavo e último dia do armazenamento. Foram encontrados valores bastante inferiores pelo método TEAC, sendo inicialmente de  $10,93 \mu\text{mol Trolox g}^{-1}$  (valor 6 vezes menor ao do ORAC), reduzindo significativamente ao sexto dia da avaliação ( $9,22 \mu\text{mol Trolox g}^{-1}$ ) e aumentando ao último dia do armazenamento.

Seong et al. (2016) também encontraram maior teor de atividade antioxidante para as folhas de repolho pelo método ORAC. Por esse método as folhas externas apresentaram  $1349,25 \mu\text{M TE}$ , enquanto pelo TEAC as mesmas folhas apresentaram  $393,83 \mu\text{M TE}$ . Segundo Zulueta et al. (2009) o método TEAC pode subestimar a capacidade antioxidante das amostras devido ao curto tempo de reação, evidenciado por trabalhos que aumentaram o tempo para 30 minutos e obtiveram aumento no teor de antioxidantes. Para Silva et al. (2007)

o método ORAC se mostra superior ao TEAC, pois mede a atividade antioxidante de compostos fenólicos e flavonoides.

Observou-se que a atividade antioxidante para ambos os métodos se reduziu significativamente ao sexto dia do armazenamento, voltando a aumentar na sequência. Guimarães (2015) observou redução na atividade antioxidante da salsa armazenada a 5 °C, ao segundo dia para aquelas armazenadas sem embalagem plástica e ao terceiro dia para aquelas com embalagem, relacionando esta redução ao dano por frio, que leva a modificações fisiológicas e conseqüentemente a senescência.

Enquanto Rocha (2010) observou que a temperatura de 10 °C foi mais eficiente na manutenção da qualidade antioxidante do manjeriço durante os 18 dias de armazenamento, quando comparado aos armazenados a 25 °C, pois segundo o autor a temperatura mais baixa contribuiu para a manutenção da integridade dos tecidos.

De acordo com Vieites et al. (2012), o aumento na atividade antioxidante durante o armazenamento pode estar relacionado à perda de massa fresca pelo vegetal. Os autores observaram a mesma tendência dos compostos fenólicos e atividade antioxidante quando armazenados em temperatura ambiente ( $24 \pm 1$  °C), no presente trabalho essa relação não foi observada, uma vez que os compostos fenólicos apresentaram valor mais alto ao sexto dia de armazenamento com redução posterior e a atividade antioxidante por ambos os métodos tiveram menor valor ao sexto dia de armazenamento, com aumento posterior.

A espécie *Hibiscus sabdariffa* é relatada por muitos autores como rica em compostos antioxidantes, capaz de eliminar radicais livres e espécies reativas de oxigênio (ERO's), bem como proteger da oxidação lipídica (DA-COSTA-ROCHA et al., 2014).

Mohd-Esa et al. (2010) avaliaram a atividade antioxidante pelo método DPPH (2,2 Difenil-1-Picril-hidrazil) e  $\beta$ -caroteno/ácido linoléico de diferentes partes da espécie *Hibiscus sabdariffa*, comparando também a extração com água destilada e a com metanol 80%. Encontraram maior atividade antioxidante para a extração com metanol 80% e pelo método DPPH, sendo que os maiores teores encontrados foram para as sementes, seguido das folhas que não diferiram significativamente dos cálices e o menor para os ramos.

Ramos et al. (2011) ao avaliarem a atividade antioxidante em folhas de vinagreira cultivadas em diferentes espaçamentos, aplicando ou não cama de frango em cobertura do solo e extração a quente e com etanol 95%, observaram que os espaçamentos bem como a adubação não influenciaram significativamente na atividade antioxidante pelo método de sequestro do DPPH, mas houve diferença significativa entre os extratos, em que o extrato etanólico possibilitou extração de maior quantidade de compostos bioativos.

Segundo Borrás-Linares et al. (2015) a atividade antioxidante dos cálices da vinagreira varia com a variedade, a partir do método DPPH encontraram diferentes valores para as 25 variedades estudadas, sendo o mínimo de 27,4 e o máximo de 112,0  $\mu\text{Mol Trolox g}^{-1}$  de cálices secos.

O teor de compostos com atividade antioxidante em vegetais vai depender da variedade, das condições de cultivo, do grau de maturação, manejo após a colheita, bem como do solvente utilizado na extração e do método empregado (MELO et al., 2006; CAMPOS et al., 2008).

No presente trabalho o tempo de armazenamento foi o maior influenciador nas alterações observadas. Acredita-se que as alterações iniciais podem estar associadas ao estresse das folhas após a colheita e sequencialmente pela perda de água por transpiração, uma vez que houve aumento da perda de massa fresca durante o armazenamento e também aumento de alguns dos parâmetros analisados, como a atividade antioxidante, fenólicos totais, clorofilas, ATT, SST e a relação SST/ATT. O aumento destes compostos pode então estar relacionado a concentração destes pela redução do teor de água no vegetal, já o aumento ao final do armazenamento ocorre como consequência natural da senescência.

## 5 CONCLUSÕES

- A espécie *Hibiscus sabdariffa* se adaptou bem as condições locais, comprovando que é possível cultivar a planta no município de Seropédica-RJ. O plantio não deve ser realizado entre os meses de maio a julho, pois neste período a temperatura local se encontra mais baixa e os dias com menor horas de luz, o que provavelmente levou ao florescimento precoce e prolongamento do ciclo da planta.
- Durante o armazenamento da hortaliça observou-se que o uso das embalagens plásticas de polipropileno independente de perfurações, proporcionou aumento da vida útil da vinagreira. Uma vez que os maços armazenados a 5 °C, mas sem a utilização da embalagem apresentaram sintomas de senescência ao quarto dia e aqueles acondicionados nas embalagens ao oitavo dia do armazenamento.
- A perda de massa fresca acumulada foi bastante elevada durante o tempo de armazenamento, mas as embalagens, não perfurada e micro perfurada funcionaram como barreiras mais eficientes a perda de água, em relação as embalagens perfuradas.
- As características mais marcantes das folhas da vinagreira são a elevada acidez e carotenoides, podendo ser caracterizada como fonte de carotenoides, especialmente de  $\beta$ -caroteno e luteína. A espécie apresenta-se como forte antioxidante, sendo que este se mostrou mais eficiente até o quarto dia do armazenamento.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM. Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudanças. **Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**, 2012. Disponível em: <[http://www.abcsem.com.br/imagens\\_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf](http://www.abcsem.com.br/imagens_noticias/Apresenta%C3%A7%C3%A3o%20completa%20dos%20dados%20da%20cadeia%20produtiva%20de%20hortali%C3%A7as%20-%2029MAIO2014.pdf)>. Acesso em: 8 de março de 2016.

ALSHOOSH, W.G.A. **Chemical Composition of Some Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) Genotypes**. 1997, 106p. Tese (Master of Science in Agriculture), Universidade de Cartum, 1997.

ÁLVARES, V.S.; RAMOS, P.A.S.; MAPELI, A.M.; FINGER, F.L. Nota Científica: Pré-resfriamento e embalagem na conservação de folhas de salsa. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.13, n.2, p.107-111, 2010.

AMARANTE CVT; BISOGNIN DA; STEFFENS CA; ZANARDI OZ; ALVES EO. Quantificação não destrutiva de clorofilas em folhas através de método colorimétrico. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.471-475, 2008.

AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; NETA, I.C.S.; ALVES, D.D.; SILVA, F.G. Avaliação fisiológica de sementes e crescimento de plântulas de vinagreira. **Comunicata Scientiae**, v.4, n.1, p.96-102, 2013.

ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; TREVISAN, R. Alterações de compostos fenólicos e pectina em pós-colheita de frutos de amora-preta. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.12, n.1, p.57-61, 2006.

BARBOSA, C.K.R. **Manejo e conservação pós-colheita de *Pereskia aculeata* Mill.** 2012, 46p. Dissertação (Pós-Graduação em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

BATISTA, M.A.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M.; CHAVES, J.B.P.; MORAES, F.A. Carotenos e provitamina A em bortalha e ervas aromáticas comercializadas em Viçosa, Estado de Minas Gerais, durante as quatro estações do ano. **Acta Scientiarum. Health Sciences**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 93-100, 2006.

Bio-Rad Laboratories, 2000. Alfred Nobel Drive, Hercules, CA 94547.

BORRMANN, D. **Efeito do déficit em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores**. 2009, 107 p. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

BORRÁS-LINARES, I.; FERNÁNDEZ-ARROYO, S.; ARRÁEZ-ROMAN, D.; PALMEROS-SUÁREZ, P.A.; VAL-DÍAZ, R.D.; ANDRADE-GONZÁLES, I.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A.; GÓMEZ-LEYVA, J.F.; SEGURA-CARRETERO, A. Characterization of phenolic compounds, anthocyanidin, antioxidant and antimicrobial activity of 25 varieties of Mexican Roselle (*Hibiscus sabdariffa*). **Industrial Crops and Products** 69, p.385–394, 2015.

BRAGA, A.C.C.; SILVA, A.E.; PELAIS, A.C.A.; BICHARRA, C.M.G.; POMPEU, D.R. Atividade antioxidante e quantificação de compostos bioativos dos frutos de abricó (*Mammea americana*). **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.21, n.1, p.31-36, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. **Manual de hortaliças não-convencionais**. Brasília: Mapa/ACS, 92p, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, **Regras para análise de sementes**. 399p. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2ª ed. 156p. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

CABRAL-MALHEIROS, G. **Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante armazenamento de erva-mate tipo chimarrão**. 2007, 103p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

CABRAL-MALHEIROS, G.; HECKTHEUER, L.H.R.; CANTO, M.W.; BALSAMO, G.M. O tempo e tipo de embalagem sobre erva-mate tipo chimarrão durante armazenagem em condições ambientais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.3, p.654-660, 2010.

CAMPOS, F.M.; MARTINO, H.S.D.; SABARENSE, C.M., PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v.19, n.4, p. 481-490, 2008.

CAMPOSTRINI, E. **Fluorescência da clorofila a: considerações teóricas e aplicações práticas**, UENF (2001). Disponível em: <[http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/CENTRO\\_CCTA\\_1629\\_1112121492.pdf](http://www.uenf.br/Uenf/Downloads/CENTRO_CCTA_1629_1112121492.pdf)>. Acesso em: 4 de abril de 2016.

CARDOSO, M.O.; **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. 150p. Brasília: Manaus: Embrapa CPAA, 1997.

CASTRO, N.E.A. **Época de plantio e método de colheita para maximização da produção de cálices de *Hibiscus sabdariffa* L.** Dissertação (Mestrado em Agronomia). 2003, 62p. Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

CASTRO, N.E.A.; PINTO, J.E.B.P.; CARDOSO, M.G.; MORAIS, A.R.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SILVA, F.G.; FILHO, N.D. Planting time for maximization of yield of vinegar plant calyx (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.3, p.542-551, 2004.

CARVALHO, P.G.B.; MARCHADO, C.M.M.; MORETTI, C.L.; FONSECA, M.E.N. Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.4, p.397-404, 2006.

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

COELHO, K.S.; **Perfil do consumidor de hortaliças frescas e processadas no município de Campos dos Goytacazes-RJ**. 2007. 73p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2007.

COSTA, F.B.; FERREIRA, F.C.P; SILVA, K.C.M.; OLIVEIRA, M.N.; COSTA, R.T.R.V. Qualidade de abóbora minimamente processada. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v.1, n.1, p.19-22, 2011.

DA-COSTA-ROCHA, I.; BONNLAENDER, B.; SIEVERS, H.; PISCHEL, I.; HEINRICH, M. *Hibiscus sabdariffa* L. – A phytochemical and pharmacological review. **Food Chemistry**, v.165, p.424-443, 2014.

DUKE, J.A. Handbook of Energy Crops, 1983. *Hibiscus sabdariffa* L. Disponível em: <[https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke\\_energy/Hibiscus\\_sabdariffa.html](https://www.hort.purdue.edu/newcrop/duke_energy/Hibiscus_sabdariffa.html)>. Acesso em: 16 de nov. 2015.

DURIGAN, J.F. Pós-colheita de frutas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.2, Jaboticabal, 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452013000200001>>. Acesso em: 22 de jan. 2016.

EPAMIG, **Hortaliças não convencionais: alternativa de diversificação de alimentos e de renda para agricultores familiares de Minas Gerais**. 2012. Disponível em: <[file:///C:/Users/Ana%20L%C3%ADgia/Downloads/cartilha\\_hortali%C3%A7as\\_nao\\_convencionais\\_saberes\\_e\\_sabores%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Ana%20L%C3%ADgia/Downloads/cartilha_hortali%C3%A7as_nao_convencionais_saberes_e_sabores%20(1).pdf)>. Acesso em: 5 de dez. 2014.

EVANGELISTA, R.M.; VIEITES, R.L.; CASTRO, P.S.; RALL, V.L.M. Qualidade de couve-chinesa minimamente processada e tratada com diferentes produtos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.2, p.324-332, 2009.

EYZAGUIRRE, PB; PADULOSI, S; HODGKIN, T. 1999. IPGRI's strategy for neglected and underutilized species and the human dimension of agrobiodiversity. En Prioritysetting for underutilized and neglected plant species of the Mediterranean region, ed.S. Padulosi. Roma: International Plant Genetic Resources Institute.

FAO, 2015. Global initiative on food loss and waste reduction. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>>. Acesso em: 20 de abril 2016.

FILGUEIRA, F.A.R.; **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 412p, 2ª Edição, UFV, Viçosa, 2003.

FINGER, F.L.; ENDRES, L.; MOSQUIM, P.R.; PUIATTI, M. Physiological changes during postharvest senescence of broccoli. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1565-1569, 1999.

FINGER, F.L.; FRANÇA, C.F.M. **Fisiologia e tratamentos pós-colheita em produtos hortícolas**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. Anais. Viçosa: ABH, 2011.

FINGER, F.L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. Viçosa: UFV, 29p. (Caderno didático, 19), 1997.

FONSECA, M.J.O. **Seleção, classificação e embalagem para frutas e hortaliças.** Documentos 102. Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 2009.

FRANÇA, C.F.M. **Conservação e qualidade pós-colheita em duas variedades de alface submetidas ao hidrosfriamento.** 2011, 44p. (Dissertação Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2011.

FREITAS, N.M.; SANTOS, A.M.C.M.; MOREIRA, L.R.M.O. Avaliação fitoquímica e determinação de minerais em amostras de *Hibiscus sabdariffa* L (vinagreira). **Cadernos de Pesquisa**, São Luis, v.20, n.3, p.65-72, 2013.

GEORGÉ, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamina C in plant-derived product. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.53, p.1370-1373, 2005.

GIOPPO, M.; SOUZA, A.M.; GONÇALVES, J.; AYUB, R.A. Vida útil pós-colheita do repolho roxo minimamente processado, armazenado em diferentes embalagens. **Revista Ceres**, Viçosa, v.59, n.4, p.560-564, 2012.

GOBBO-NETO, L. e LOPES, N.P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GONÇALVES, W.V. **Resposta agrônômica de plantas de *Hibiscus sabdariffa* L. cultivadas em duas épocas pulverizadas com produtos alternativos.** 2014, 42 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2014.

GUASSI, S.A.D. **Pós-colheita e potencial antioxidante de alfaces ‘Piraroxa’ e ‘Vanda’.** 2012, 82p. Dissertação (Mestrado em Ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

GUIMARÃES, S.F. **Respostas fisiológicas na pós-colheita de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.).** 2015, 102p. Dissertação (Mestrados em Ciências), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil). **Pesquisa Nacional de Saúde 2013.** Percepção do estado de saúde, estilos de vida e doenças crônicas. Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro, 2014.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil). **POF: Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009.** Aquisição Alimentar Domiciliar *Per Capita*. Rio de Janeiro, 2010.

INCAPER (2007) **Histórico da Olericultura;** Disponível em: <<http://www.incaper.es.gov.br>>. Acesso em: 1 de set. 2014.

INTERNATIONAL STANDAR ISO 1842:1991 (E) segunda edição. **Fruit and vegetable products.** Determination of pH, 1991.

INTERNATIONAL STANDARD ISO 2173:1978 (E) primeira edição. **Fruit and vegetable products.** Determination of soluble solids content – Refractometric method, 1978.

IPGRI. **Strategic framework for underutilized plant species research and development.** 40p. Sri Lanka: Global Facilitation Unit for Underutilized Species, IPGRI, 2006.

ISMAIL, A.; IKRAM, E.H.K.; NAZRI, H.S.M. Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Seeds- Nutritional Composition, Protein Quality and Health Benefits. **Food- Global Science Books** v.2, n.1, p.1-16, 2008.

JUNG, E-K; KIM, KIM, Y-J; JOO, N.; Physicochemical properties and antimicrobial activity of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.93, p.3769-3776, 2013.

Kays S.J. **Postharvest physiology of perishable plant products.** New York: Van Nostrand Reinhold. 530 p, 1991.

KINUPP, V.F. & BARROS, I.B.I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.4, p.846-857, 2008.

KINUPP, V.F. & LORENZI, H. **Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas;** São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 768p, 2014.

KINUPP, V.F. **Plantas Alimentícias Não-Convencionais (PANCs): Uma Riqueza Negligenciada.** Anais da 61ª Reunião Anual da SBPC – Manaus, AM. 2009. Disponível em: <[http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/mesas\\_redondas/MR\\_ValdelyKinupp.pdf](http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/mesas_redondas/MR_ValdelyKinupp.pdf)>. Acesso em 8 de set. 2014.

KINUPP, V.F. **Plantas alimentícias não-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS.** Doutorado em Fitotecnia (Tese). 562p. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Pelotas, RS, 2007.

LANDI, M.; PARDOSSI, A.; REMORINI, D.; GUID, L. Antioxidant and photosynthetic response of a purple-leaved and a green-leaved cultivar of sweet basil (*Ocimum basilicum*) to boron excess. **Environmental and Experimental Botany**, v.85, p.64–75, 2013.

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

LUENGO, R.F.A.; HENZ, G.P.; MORETTI, C.L.; CALBO, A.G.. **Pós-colheita de hortaliças** (Coleção Saber, 6). Embrapa Informação Tecnológica. Brasília, DF. 100 p, 2007.

LUZ, F.J.F. & SÁ SOBRINHO, A.F. **Vinagreira (*Hibiscus sabdariffa* L.).** 1997. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1014763/1/p.63692.pdf>>. Acesso em: 7 de jul. 2015.

MACIEL, M.J; PAIM, M.P.; CARVALHO, H.H.C.; WIEST, J.M. Avaliação do extrato alcoólico de hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.) como fator de proteção antibacteriana e antioxidante; **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.71, n.3, p.462-470, 2012.

MACRAE, R. **Food Science and technology- A series of monographs: HPLC in food analysis.** Editora Academic Press, 2ª ed., 77p, 1998.

MAHADEVAN, N.; SHIVALI and KAMBOJ, P. *Hibiscus sabdariffa* Linn.- An overview. **Natural Product Radiance**, v.8, n.1, p.77-83, 2009.

MATTOS, L.M. **Alface crespa minimamente processada: embalagem sob diferentes sistemas de atmosfera modificada e armazenamento refrigerado**. 2005, 151p. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

MATTOS LM; MORETTI CL; CHITARRA AB; PRADO MET. Qualidade de alface crespa minimamente processada armazenada sob refrigeração em dois sistemas de embalagens. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.4, p.504-508, 2007.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v.27, p.1254-1255, 1992.

MELO, A.M.T.; **Hortalças subutilizadas e sua importância no contexto da agricultura familiar**. IAC, Campinas 2007. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev\\_1/PAL02.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/eventosx/trabalhos/ev_1/PAL02.pdf)>. Acesso em: 2 de set. 2014.

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 hortalças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.639-644, 2006.

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J.; **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortalças**. 2007. Disponível em: <[http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia\\_produtiva.pdf](http://www.abhorticultura.com.br/downloads/cadeia_produtiva.pdf)>. Acesso em: 1 de set. 2014.

MENDES, T.D.C.; SANTOS, J.S.; VIEIRA, L.M.; CARDOSO, D.S.C.P.; FINGER, F.L. Influência do dano físico na fisiologia pós-colheita de folhas de taioba. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.682-687, 2011.

MIGLIO C; CHIAVARO E; VISCONTI A; FOGLIANO V; PELLEGRINI N. Effects of different cooking methods on nutritional and physicochemical characteristics of selected vegetables. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p.139-47, 2008.

MOHD-ESA, N.; HERN, F.S.; ISMAIL, A.; YEE, C.L. Antioxidant activity in different parts of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) extracts and potential exploitation of the seeds. **Food Chemistry**, v.122, p.1055-1060, 2010.

MOHMED, T.M.E. **Chemical Composition and Antinutritional Factors of Fermented Karkade (*Hibiscus sabdariffa* L.) Calyces and Leaves**. 2007, 76p. Tese (Master of Science in Food Science and Technology), Universidade de Cartum, 2007.

MORTON, J. 1987. Roselle. p. 281-286. In: Fruits of warm climates. Miami, FL. Disponível em: <<https://hort.purdue.edu/newcrop/morton/roselle.html/html>>. Acesso em: 2 de fev. 2015.

MOTA, W.F.; FINGER, F.L.; CECON, P.R.; SILVA, D.J.H.; CORRÊA, P.C.; FIRME, L.P.; NEVES, L.L.M. Armazenamento de frutos de quiabo embalados com filme de PVC em condição ambiente. **Horticultura Brasileira**, v.24, n.2, p.255-258, 2006.

NACHTIGALL, A.M.; STRINGHETA, P.C.; FIDELIS, P.C.; NACHTIGALL, F.M. Determinação do teor de luteína em hortaliças. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.25, n.2, p.181-192, 2007.

NUNES, C.J.S. **Qualidade e vida útil da rúcula orgânica armazenada sob refrigeração**. 2011, 56 p. Dissertação (Mestrado em agronomia), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2011.

NUNES, C.J.S.; SOUZA, M.L., FERREIRA, R.L.F. Qualidade e pós-colheita de rúcula orgânica armazenada sob refrigeração. **Enciclopédia Biosfera**, v.9, n.17, p.22-31, 2013.

OLIVEIRA, C.A.; SOUZA, P.E.; POZZA, E. A.; PINTO, J.E.B.P.; BARRETTI, P.B. Efeito de variáveis ambientais, épocas e métodos de plantio na intensidade da seca da haste (*Botrytis cinerea*) em *Hibiscus sabdariffa*. **Summa Phytopathologica**, v.37, n.2, p.101-106, 2011.

OLIVEIRA, D.C.S.; WOBETO, C.; ZANUZO, M.R.; SEVERGNINI, C. Composição mineral e teor de ácido ascórbico nas folhas de quatro espécies olerícolas não-convencionais. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.3, p.472-475, 2013.

OLIVEIRA, T.A.; AROUCHA, E.M.M.; SOUZA, M.S.M.; LEITE, R.H.L.; SANTOS, F.K.G. Efeito do biofilme de gelatina e cloreto de cálcio na coloração de quiabo armazenado sob refrigeração. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.2, p.07-11, 2012.

ORWA, C.; MUTUA, A.; KINDT, R.; JAMNADASS, R.; ANTHONY, S. 2009 Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0. Disponível em: [http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Hibiscus\\_sabdariffa.PDF](http://www.worldagroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Hibiscus_sabdariffa.PDF). Acesso em: 2 de jun. 2015.

PACHECO, S.; GODOY, R.L.O.; PEIXOTO, F.M.; GOUVÊA, A.C.M.S.; SANTIAGO, M.C.P.A.; FELBERG, I.; BORGUINI, R.G. Preparation of high purity analytical standards using high performance liquid chromatography in analytical scale. **Analytical Chemistry**, v.12, p.194-197, 2013.

PACHECO, S.; PEIXOTO, F.M.; BORGUINI, R.G.; NASCIMENTO, L.S.M.; BOBEDA, R.R.; SANTIAGO, M.C.P.A.; GODOY, R.L.O. Microscale extraction method for HPLC carotenoid analysis in vegetable matrices. **Scientia Agricola**, v.71, n.5, p.345-355, 2014.

PADULA, M.L. **Influência de diferentes tipos de embalagens em brócolis (*Brassica oleracea* L. var. *Itálica*) orgânicos minimamente processados**. 2006, 64 p. Dissertação (Mestrado em Alimentos), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

PADULOSI, S; HOESCHLE-ZELEDON, I. 2002. **Underutilized plant species: what are they?** Disponível em: <<http://www.mtnforum.org/sites/default/files/publication/files/3800pdf>>. Acesso em: 13 de out. 2014.

Plotto, A. **Hibiscus: post-production management for improved Market access**. In: Food and Agriculture Organization of the UN (FAO), 2004.

QUEIROZ, C.R.A.A.; FERREIRA, L.; GOMES, L.B.P.; MELO, C.M.T.; ANDRADE, R.R. Ora-pro-nóbis em uso alimentar humano: percepção sensorial. **Revista Verde**, Pombal-PB, v.10, n.3, p.01-05, 2015.

RAMOS, D.D.; VIEIRA, M.C.; FORMAGIO, A.S.N.; CARDOSO, C.A.L.; RAMOS, D.D.; CARNEVALI, T.O. Atividade antioxidante de *Hibiscus sabdarifa* L. em função do espaçamento entre plantas e da adubação orgânica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.41, n.8, p.1331-1336, 2011.

REETZ, E.R. ... [et al.] **Anuário brasileiro de hortaliças 2014**. 88p. Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, RS, 2014.

REIS, H.F.; MELO, C.M.; MELO, E.P.; SILVA, R.A.; SCALON, S.P.Q. Conservação pós-colheita de alface crespa, de cultivo orgânico e convencional, sob atmosfera modificada. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.3, p.303-309, 2014.

RE, R., PELLEGRINI, N., PROTEGGEBTE, A., PANNALA, A., YANG, M., RICE-EVANS, C. **Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolourisation assay**. *Free Radical and Biology Medicine*, v.26, p.1231–1237, 1999.

RIBEIRO, W.S.; BARBOSA, J.A.; COSTA, L.C.; BRUNO, R.L.A.; ALMEIDA, E.I.B.; SILVA, K.R.G.; BRAGA JÚNIOR, J.M.; BEZERRA, A.K.D. Conservação e fisiologia pós-colheita de folhas de Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.13, especial, p.598-605, 2011.

RINALDI, M.M.; BENEDETTI, B.C.; CALORE, L. Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n.3, p. 480-486, 2005.

RINALDI, M.M.; BENEDETTI, B.C.; MORETTI, C.L. Atividade respiratória, produção de etileno e vida útil de repolho (*Brassica oleracea*, var. *Capitata*) minimamente processada em atmosfera controlada. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.28, n.3, p.579-589, 2008.

ROCHA, S.A. **Antioxidantes em vegetais pós-colheita de origem orgânica**. 2010, 103p. Tese (Doutorado Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A Guide to Carotenoid analysis in Foods**. 64p, Washington, 2001.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B.; KIMURA, M.; AMAYA-FARFAN, J. **Fontes brasileiras de carotenoides: tabela brasileira de composição de carotenoides em alimentos**. 100 p. Brasília: MMA/SBF, 2008.

RUFINO, M.S.M; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; MORAIS, S.M.; SAMPAIO, C.G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.D. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS<sup>•+</sup>**. Comunicado Técnico 128, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, 2007.

SALATA AC; CARDOSO AII; EVANGELISTA RM; MAGRO FO. Uso de ácido ascórbico e cloreto de cálcio na qualidade de repolho minimamente processado. **Horticultura Brasileira**, v.32, n.4, p.391-397, 2014.

SANCHES, A.G.; SILVA, M.B.; MOREIRA, E.G.S.; CORDEIRO, C.A.M. Comportamento fisiológico pós-colheita de cultivares de rúcula minimamente processadas. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.4, n.3, p. 91-105, 2015.

SANTOS, C.E. ...[et al.] **Anuário brasileiro de hortaliças 2015**. 68 p. Editora Gazeta Santa Cruz. Santa Cruz do Sul, RS, 2015.

SENDER SD; CHAPMAN GW; FORBUS WR; PAYNE JA. Sugar and non-volatile acid composition of persimmons during maturation. **Journal of Food Science**, v.56, p.989-991, 1991.

SEONG G.; HWANG, I.; CHUNG, S. Antioxidant capacities and polyphenolics of Chinese cabbage (*Brassica rapa* L. ssp. *Pekinensis*) leaves. **Food Chemistry**, v.199, p.612–618, 2016.

SEVERO, J.; LIMA, C.S.M.; COELHO, M.T.; RUFATTO, A.D.R.; ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A. Atividade antioxidante e fitoquímicos em frutos de physalis (*Physalis peruviana*, L.) durante o amadurecimento e o armazenamento. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.16, n.1-4, p.77-82, 2010.

SILVA, A.V.C.; OLIVEIRA, D.S.N.; YAGUIU, P.; CARNELOSSI, M.A.G.; MUNIZ, E.N.; NARAIN, N. Temperatura e embalagem para abóbora minimamente processada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.29, n.2, p.391-394, 2009.

SILVA, C.L. **Consumo de frutas e hortaliças e conceito de alimentação saudável em adultos de Brasília**; Dissertação (Pós-Graduação em Ciências da Saúde), Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

SILVA, G. S.; RÊGO, A. S.; LEITE, R.R. Doenças da vinagreira no Estado do Maranhão. **Summa Phytopathologica**, v.40, n.4, p.378-380, 2014.

SILVA, J.M.; ONGARELLI, M.G.; AGUILA, J.S.D.; SASAKI, F.F.; KLUGE, R.A. Métodos de determinação de clorofila em alface e cebolinha minimamente processadas. **Revista Iberoamericana de Tecnologia Postcosecha**, México, v.8, n.2, p.53-59, 2007.

SILVA, M.L.C.; COSTA, R.S.; SANTANA, A.S.; KOBLITZ, M.G.B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v.31, n.3, p.669-682, 2010.

SILVA, M.R.; ROCHA, C.R.; SILVA, T.M.; SILVA, M.C.; PAES, M.C.D.; PINTO, N.A.V.D. Caracterização química e antinutricional de farinhas de hortaliças não-convencionais. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.3, p.51-57, 2013.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. J. Colorimetry of total phenolic with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.16, n.3, p.144-158, 1965.

SOUZA, A.P.; CARVALHO, D.F.; SILVA, L.B.D.; ALMEIDA, F.T.; ROCHA, H.S. Estimativas da evapotranspiração de referência em diferentes condições de nebulosidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.3, p.219-228, 2011.

STREIT, N.M.; CANTERLE, L.P.; CANTO, M.W.; HECKTHEUER, L.H.H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, p.748-755, 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ª ed., 722 p, Porto Alegre: Artmed, 2004.

TAVARES, J.T.Q.; CARDOSO, R.L.C.; COSTA, J.A.; FADIGAS, F.S.; FONSECA, A.A. Interferência do ácido ascórbico na determinação de açúcares redutores pelo método de lane e eynon. **Química Nova**, v.33, n.4, p.805-809, 2010.

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

VIZZOTTO, M.; CASTILHO, P.M.; PEREIRA, M.C. **Compostos Bioativos e Atividade Antioxidante em Cálice de Hibisco (*Hibiscus sabdariffa* L.)**. Comunicado Técnico 213, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, 2009.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M.C. **Hibisco: do uso ornamental ao medicinal**. 2008. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/hibisco/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/hibisco/index.htm)>. Acesso em: 14 de jan. 2015.

WILLS, R.; McGLASSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest: an introduction to the physiology & handling of fruit, vegetables & ornamentals**. 262p. 4ª ed. Wallingford: New South Wales University Press, 2004.

WONG, PENG-KONG; YUSOF, S.; GHAZALI, H.M.; CHE MAN, Y.B. Physico-chemical characteristics of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). **Nutrition & Food Science**, v.32, n.2, p.68-73, 2002.

YAMAMOTO, N.T.; RAMOS, D.D.; GOUVÊA, A.B. e SCALON, P.Q. Desenvolvimento de (*Hibiscus sabdariffa* L.) Cultivadas em Diferentes Substratos. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.771-773, 2007.

YANG, L.; GOU, Y.; ZHAO, T.; ZHAO, J.; FANG LI; ZHANG, B.; XIANYANG WU. Antioxidant capacity of extracts from calyx fruits of roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.). **African Journal of Biotechnology**, v.11, n.17, p.4063-4068, 2012.

ZULUETA, A.; ESTEVE, M.J.; FRÍGOLA, A. ORAC and TEAC assays comparasion to measure the antioxidante capacity of food products. **Food Chemistry**, v.114, p.310-316, 2009.

## **ANEXOS**

Anexo A- Quadro resumo da análise de variância para perda de massa fresca acumulada (PMF) das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>PMF</b>
TRAT	3	421,9 *
ERRO A	16	18,3
DATA	3	655,7 *
TRATxDATA	7	29,0 *
ERRO B	40	2,5
<b>TOTAL</b>	<b>70</b>	

\*F significativo a 5% de probabilidade.

Anexo B- Quadro resumo da análise de variância para teor de clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b) e clorofila total (Cl total), das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrados Médios</b>		
		<b>Cl a</b>	<b>Cl b</b>	<b>Cl total</b>
TRAT	3	2698,8 <sup>NS</sup>	1338,4 <sup>NS</sup>	5588,0 <sup>NS</sup>
ERRO A	16	23724,2	1386,7	35460,0
DATA	4	75128,7 *	7960,9 *	128992,9 *
TRATxDATA	10	14429,6 <sup>NS</sup>	1303,4 <sup>NS</sup>	22019,5 <sup>NS</sup>
ERRO B	47	14286,9	1559,2	24790,2
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>			

\*F significativo a 5% de probabilidade.

Anexo C- Quadro resumo da análise de variância para a cor instrumental luminosidade (L\*), coordenadas (a\* e b\*), chroma ou cromaticidade (C\*) e ângulo hue (h°) das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C.

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Quadrados Médios</b>				
		<b>L*</b>	<b>a*</b>	<b>b*</b>	<b>C*</b>	<b>h°</b>
TRAT	3	13,4 *	2,3 <sup>NS</sup>	21,2 *	16,9 <sup>NS</sup>	338,6 *
ERRO A	16	1,5	2,0	5,3	6,4	73,4
DATA	4	8,2 *	19,5 *	31,3 *	39,3 *	379,9 *
TRATxDATA	10	0,5 <sup>NS</sup>	0,4 <sup>NS</sup>	1,6 <sup>NS</sup>	1,5 <sup>NS</sup>	41,3 <sup>NS</sup>
ERRO B	56	0,4	0,4	0,5	0,705	11,753
<b>TOTAL</b>	<b>90</b>					

\*F significativo a 5% de probabilidade.

Anexo D- Quadro resumo da análise de variância para pH, teor de ATT, teor de SST, relação SST/ATT, das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C.

FV	GL	Quadrados Médios			
		pH	ATT	SST	SST/ATT
TRAT	3	0,004 *	0,148 *	1,319 *	0,022 <sup>NS</sup>
ERRO A	16	0,001	0,025	0,221	0,013
DATA	4	0,005 *	0,211 *	3,117 *	0,056 *
TRATxDATA	10	0,001 <sup>NS</sup>	0,030 *	0,496 *	0,015 <sup>NS</sup>
ERRO B	48	0,001	0,007	0,182	0,035
TOTAL	82				

Anexo E- Quadro resumo da análise de variância para fenólicos totais (FT) e atividade antioxidante pelos métodos ORAC e TEAC das folhas de vinagreira acondicionadas em embalagens de polipropileno e armazenadas a 5 °C.

FV	GL	Quadrados Médios		
		FT	ORAC	TEAC
TRAT	3	593,4 *	18,5 <sup>NS</sup>	3,0 <sup>NS</sup>
ERRO A	16	117,1	211,2	1,2
DATA	4	6964,7 *	1723,5 *	7,1 *
TRATxDATA	10	422,4 *	144,0 <sup>NS</sup>	1,7 <sup>NS</sup>
ERRO B	48	125,0	127,7	2,0
TOTAL	82			

\*F significativo a 5% de probabilidade.