

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

**DISSERTAÇÃO**

**“Conservação pós-colheita de folhas de *Pereskia aculeata*  
(*Ora-pro-nóbis*) em diferentes tipos de embalagens”**

**Bruna da Silva Gomes Pereira**

**2017**



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

**“CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FOLHAS DE *PERESKIA ACULEATA* (*ORA-PRO-NÓBIS*) EM DIFERENTES TIPOS DE EMBALAGENS”**

**BRUNA DA SILVA GOMES PEREIRA**

*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  
Fevereiro de 2017

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P436 Pereira, Bruna da Silva Gomes , 1988-  
"Conservação pós-colheita de folhas de Pereskia  
aculeata (Ora-pro-nóbis) em diferentes tipos de  
embalagens" / Bruna da Silva Gomes Pereira. - 2017.  
54 f.: il.

Orientador: Regina Celi Cavestré Coneglian.  
Coorientador: Marcos José de Oliveira Fonseca.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal  
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Fitotecnia, 2017.

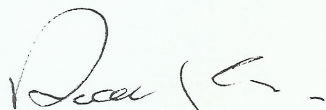
1. Atributos de Qualidade. 2. Armazenamento . 3.  
Hortaliças não-convencionais. 4. Ora-pro-nóbis. I.  
Coneglian, Regina Celi Cavestré, 1964-, orient. II.  
Fonseca, Marcos José de Oliveira , 1967-, coorient.  
III Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia. IV. Título.

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

BRUNA DA SILVA GOMES PEREIRA

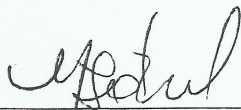
Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Produção Vegetal.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 23/02/2017.



---

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



---

Neide Botrel D. Sc. EMBRAPA HORTALIÇAS



---

Mariluci Sudo Martelleto D. Sc. PESAGRO/RIO

**DEDICATÓRIA**

Dedico a minha mãe Anésia Pereira (*In memoriam*) e meu pai João Pereira, pelo incentivo, amor e total dedicação.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à Deus, pelo dom da vida e por ter me sustentado até aqui.

Ao meu pai João Pereira, por ter aberto mão de seus próprios sonhos para que eu pudesse realizar os meus, que sempre me apoiou, me dando direcionamento com sabedoria, paciência e amor.

À minha irmã Bianca, por estar sempre do lado, por ser minha amiga e não medir esforços para me ajudar.

À toda minha família e amigos que sempre torceram por mim, sempre foram compreensivos e aceitaram minha ausência durante meus anos de estudo, em especial Thais, Thamires, Vanessa e Rosana.

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, que me conduziram na elaboração desse trabalho, sempre pacientes e dispostos a me ajudar.

Aos membros da banca Dr. Neide Botrel, Dr. Mariluci Sudo Martelleto e aos suplentes Dr. Antônio Gomes Soares e Dr. Anelise Dias.

À Embrapa Hortaliças por concessão do material propagativo.

Aos funcionários do Setor de Horticultura da UFRRJ, por toda a ajuda durante o cultivo da Ora-pro-nóbis. Em especial ao funcionário Sr. Manoel José Felício Filho, sempre disposto a 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 Luana da Guia e Diego Dias pela ajuda na realização das análises de laboratório.

Às minhas companheiras de alojamento que desde a graduação sempre me apoiaram.

Ao meu namorado e amigo Diego Almeida pelo apoio e compreensão que me foi dado durante o trabalho.

Agradeço à todos que contribuíram para realização desse trabalho.

## RESUMO

PEREIRA, Bruna da Silva Gomes. “**Conservação pós-colheita de folhas de *Pereskia aculeata* (ora-pro-nóbis) em diferentes tipos de embalagens**” 2017. 68p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

As hortaliças não-convencionais são plantas alimentícias que apresentam elevado valor nutricional, embora ainda pouco estudadas e desconhecidas por grande parte da população. O incentivo ao consumo de hortaliças não-convencionais resulta em dietas mais saudáveis, prevenção de doenças e melhor qualidade de vida, atendendo inclusive as classes mais carentes da sociedade devido ao seu baixo custo de aquisição. Considerando a deficiência do mercado brasileiro em manter a qualidade dos produtos hortícolas atribuído aos altos índices de perdas pós-colheita, principalmente as hortaliças folhosas, busca-se encontrar melhores alternativas de armazenamento e conservação de alimentos na pós-colheita. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de vida útil e qualidade pós-colheita da hortaliça não-convencional, *Pereskia aculeata*, conhecida como ora-pro-nóbis, acondicionando-se as folhas em sacos de polipropileno (PP), bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme plástico (EPS + Filme) e bandejas de politereftalato de etileno (PET) à temperatura de 5°C e UR de 90% durante 9 dias de armazenamento. Foram realizadas análises físicas e químicas, onde as embalagens do tipo bandejas EPS + filme apresentaram menor perda de massa das folhas e as bandejas PET mantiveram os teores de clorofilas totais das folhas. Para os atributos de cor L\*, C\* e °H as folhas acondicionadas nos três tipos de embalagem não apresentaram diferença significativa ao longo do tempo de armazenamento, além das análises de clorofila a e b, perfil de carotenóides, pH, ATT, SST, compostos fenólicos e atividade antioxidante. Conclui-se que nas três embalagens testadas houve manutenção dos atributos de qualidade das folhas de ora-pro-nóbis até o 9º dia de armazenamento onde as folhas se mostraram fonte de pigmentos carotenóides.

**Palavras-chave:** Hortaliças não-convencionais, armazenamento, atributos de qualidade.

## ABSTRACT

PEREIRA, Bruna da Silva Gomes. “ Post-harvest conservation of pereskia aculeata leaves (*ora-pro-nóbis*) in different types of packages” 2017. 68p. Dissertation (Master in Plant Science). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2016.

The non-conventional vegetables are food plants which have high nutritional value, although little studied and still unknown to much of the population. The encouragement of the consumption of non-conventional vegetables results in healthier diets, disease prevention and better quality of life, given even the poorest classes of society due to their low cost. Whereas deficiency of the Brazilian market to maintain the quality of the vegetables attributed to high rates of post-harvest losses, especially leafy vegetables, there is a search for better alternatives for storage and conservation of post-harvest food. In this context, the objective of this work was to evaluate the life and postharvest quality of non-conventional vegetable, *Pereskia Aculeata*, known as *ora-pro-nóbis*, conditioning the leaves in bags of polypropylene (PP), polystyrene trays expanded lined with plastic wrap (EPS + movie) and polyethylene terephthalate trays (PET) at a temperature of 5° C and RH of 90% for 9 days of storage. Physical and chemical analyses had been conducted, where the PP were more efficient at maintaining the color, for the parameter  $b^*$ . The EPS trays + movie showed reduced leaf mass loss and the PET trays kept efficiently the total chlorophylls of leaves. For the attributes of color  $L^*$ ,  $a^*$  and  $H$  the leaves packed in three packaging types showed no significant difference over the storage time, in addition to the analysis of chlorophyll a and b, carotenoids, pH profile, ATT, SST, phenolic compounds and antioxidant activity. It was concluded that in the three packages tested the quality attributes of the leaves of the *ora-pro-nóbis* were maintained until the 9th day of storage where the leaves were shown to be the source of carotenoid pigments.

**Keywords:** Non-conventional Vegetables, storage, quality attributes



## LISTA DE TABELAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Tabela 1:</b> Características iniciais das folhas de ora-pro-nóbis no dia da colheita .....  | 16 |
| <b>Tabela 2:</b> Perda de massa fresca (%) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.....  | 18 |
| <b>Tabela 3:</b> Valores de crhoma (C*) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.....   | 23 |
| <b>Tabela 4:</b> Teores de clorofila total ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 24 |
| <b>Tabela 5:</b> Teores de clorofila b ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 26 |
| <b>Tabela 6:</b> Perfil de carotenóides ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes tipos embalagens Sacos PP (A), Bandejas EPS + Filme (B) e Bandejas PET e armazenadas por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR..... | 30 |
| <b>Tabela 7:</b> Valores de pH nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR.....  | 33 |
| <b>Tabela 8:</b> Valores de ATT ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido málico) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR. ....  | 34 |
| <b>Tabela 9:</b> Valores médios da atividade antioxidante ORAC ( $\mu\text{mol Trolox/g}$ da amostra) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....                                      | 39 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em sacos de PP.....   | 12 |
| <b>Figura 2:</b> Folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em bandejas de EPS + Filme .....  | 12 |
| <b>Figura 3:</b> Folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em embalagem PET .....  | 13 |
| <b>Figura 4:</b> Perda de massa fresca (%) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 17 |
| <b>Figura 5:</b> Cor Instrumental (L*) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 20 |
| <b>Figura 6:</b> Cor Instrumental (°H) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 21 |
| <b>Figura 7:</b> Valores de C* de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagem e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....  | 22 |
| <b>Figura 8:</b> Teores de clorofila total ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....  | 24 |
| <b>Figura 9:</b> Teores médios de clorofila a ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 25 |
| <b>Figura 10:</b> Teores de clorofila b ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 25 |
| <b>Figura 11:</b> Conteúdo de carotenóides ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes tipos embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR. ....   | 27 |
| <b>Figura 12:</b> Perfil de carotenóides ( $\mu\text{g.100g}^{-1}$ ) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes tipos embalagens Sacos PP (A), Bandejas EPS + Filme (B) e Bandejas PET e armazenadas por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR. .... | 30 |
| <b>Figura 13:</b> Valores médios de SST (°Brix) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....  | 36 |
| <b>Figura 14:</b> Valores médios de Compostos fenólicos totais nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....   | 37 |
| <b>Figura 15:</b> Valores de atividade antioxidante ORAC ( $\mu\text{mol Trolox/g}$ da amostra) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....                                  | 40 |
| <b>Figura 16:</b> Valores médios da atividade antioxidante TEAC nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR. ....  | 40 |
| <b>Figura 17:</b> Folhas de ora-pro-nóbis no último dia de armazenamento nas embalagens de Sacos PP (A), bandejas EPS + revestidas com filme plástico (EPS + Filme) (B) e Bandejas PET (C) .....  | 42 |

## LISTA DE ABREVIÇÕES 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  
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  
O<sub>2</sub>- Oxigênio  
ORAC- Oxygen Radical Antioxidant Capacity  
ONU- Organização das Nações Unidas  
PEAD- Polietileno de Alta densidade  
PEBD- Polietileno de Baixa Densidade  
PET- Politereftalato de Etileno  
PP- Polipropileno  
PPGF- Programa de Pós-graduação em Fitotecnia  
Ppm- Parte por milhão  
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>2</b>  |
| 2.1- Aspectos gerais das hortaliças.....             | 3         |
| 2.2 Hortaliças não- convencionais.....               | 4         |
| 2.3- <i>Pereskia aculeata</i> – Ora-pro-nóbis .....  | 4         |
| 2.3.1- Características Botânicas e Agronômicas ..... | 5         |
| 2.3.2- Propriedades e usos .....                     | 5         |
| 2.4- Perdas pós-colheita .....                       | 6         |
| 2.5- Conservação pós-colheita de hortaliças .....    | 6         |
| <b>3- MATERIAL E MÉTODOS.....</b>                    | <b>10</b> |
| 3.1- Matéria-prima – Cultivo em campo .....          | 10        |
| 3.1.2- Colheita .....                                | 11        |
| 3.2- Avaliações de qualidade.....                    | 11        |
| 3.2.1. Seleção, lavagem e armazenamento .....        | 11        |
| 3.3 Avaliação visual de aparência .....              | 13        |
| 3.4- Avaliações Físico-Químicas e Químicas .....     | 13        |
| 3.5- Análise estatística.....                        | 15        |
| <b>4- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>               | <b>16</b> |
| 4.1 Características iniciais após a colheita .....   | 16        |
| 4.2- Avaliações Químicas e Físico-Químicas .....     | 17        |
| 4.2.1- Perda de massa fresca .....                   | 17        |
| 4.3- Determinação Instrumental de cor .....          | 19        |
| 4.3.1- Luminosidade (L*).....                        | 19        |
| 4.3.2- Ângulo Hue (°H).....                          | 21        |
| 4.3.3- Cromaticidade (C*).....                       | 22        |
| 4.4- Clorofilas total, a e b .....                   | 23        |
| 4.5- Carotenóides totais .....                       | 27        |
| 4.5.1- Perfil de carotenóides.....                   | 28        |
| 4.6- pH.....   | 32        |
| 4.7- Acidez total titulável (ATT).....               | 34        |
| 4.8- Sólidos solúveis totais (SST) .....             | 35        |
| 4.9- Compostos fenólicos totais .....                | 36        |
| 4.10- Atividade antioxidante- ORAC e TEAC.....       | 38        |
| 4.11- Avaliação visual de aparência.....             | 41        |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5- CONCLUSÃO .....</b>                  | <b>43</b> |
| <b>6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b> | <b>44</b> |

## 1-INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças no Brasil foi de aproximadamente 18 mil toneladas no ano de 2014 (ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS, 2014). Essa produção tem aumentado nos últimos anos devido ao maior consumo destes vegetais pela população, gerado, possivelmente, por uma maior conscientização da população, a fim de incluírem em suas dietas alimentos mais saudáveis, somado ao fato de estarem se interessando em novidades na área alimentar (LUENGO et al., 2003; LUENGO et al., 2007).

O cultivo de hortaliças se diferencia dos outros setores do agronegócio por ser uma atividade onde diversos grupos de plantas são explorados, compreendendo mais de uma centena de espécies cultivadas de forma temporária. Além disso, seu cultivo se caracteriza por ser praticado em propriedades de exploração familiar, com menos de 10 hectares utilizados, tratando-se de uma atividade que exige pequena extensão de terra, em relação às outras culturas, e baixo nível de investimento para ser iniciada (MELLO e VIVELA, 2007; FAULIN e AZEVEDO, 2003).

As hortaliças são excelentes fontes de vitaminas, minerais, fibras e outras substâncias indispensáveis para o bom funcionamento do organismo (COELHO, 2007).

Com o aumento da demanda de alimentos pela população, faz-se necessário a inclusão de novos alimentos na dieta e resgate de alguns que já fizeram parte dela, mas que em algum momento perderam espaço no mercado para outros alimentos, como é caso das PANC (Plantas alimentícias não convencionais) com destaque para as hortaliças não convencionais.

Estas são plantas que não estão inseridas em uma cadeia de produção de fato e que possuem consumo restrito a algumas regiões do país, caracterizando-se por serem cultivadas comumente por agricultores familiares. Pouco se sabe a respeito de muitas dessas plantas, devido a falta de interesse da comunidade científica, são na maioria das vezes tratadas como plantas daninha, sendo então retiradas do campo de cultivo e permanecendo assim desconhecidas (KINUPP e LORENZI, 2014; MAPA, 2010).

As hortaliças não convencionais apresentam vantagem agronômicas em relação as hortaliças convencionais, devido sua alta rusticidade demandam poucos tratamentos culturais durante o seu cultivo. Apresentam também vantagem econômica para o produtor, devido ao baixo custo de investimento inicial e rápido retorno econômico, já que são plantas de ciclo curto. Além disso, as hortaliças não convencionais apresentam maior custo-benefício quando comparadas as hortaliças convencionais, atendendo inclusive as classes mais carentes da sociedade devido ao seu baixo custo de aquisição (KINUPP e LORENZI, 2014; FAULLIN e AZEVEDO, 2003). Entre elas destaca-se a ora-pro-nóbis, uma Cactaceae perene, muito adaptada as condições brasileiras de clima e solo, que apresenta alto valor nutricional, onde suas folhas são utilizadas na alimentação como fonte de proteína bruta, são ricas em fibras, minerais e compostos bioativos baixa caloria. Somado a isso, a ora-pro-nóbis apresenta interesse ornamental, farmacêutico e para fins de produção de mel (QUEIROZ, 2012; ALMEIDA, 2014).

Por outro lado, as hortaliças apresentam alta perecibilidade, somada a uma distribuição irregular e com dificuldade de homogeneidade em termos de região de produção, gerando assim vários problemas à sua comercialização, o que é considerado um dos maiores desafios no segmento (JUNQUEIRA e LUENGO, 2000; VILELA e MACEDO, 2000). Por apresentarem alta perecibilidade, devido seu elevado teor de água, e continuarem exercendo suas funções metabólicas mesmo após a colheita, a vida útil desses produtos é reduzida, sendo de extrema importância a utilização de tecnologias de armazenamento que promovam o aumento da durabilidade entre a colheita e o consumo, sendo realizadas através do uso de controle da temperatura, da circulação de ar e umidade relativa. Esse maior tempo de armazenamento pode ser alcançado também através da utilização de embalagens de atmosfera modificada e controlada, métodos de refrigeração, uso de ceras aplicadas na superfície dos produtos, além de

filmes e revestimentos comestíveis (LUENGO et al., 2007; FRANÇA, 2011; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

A ora-pro-nóbis por ser uma planta pouco estudada no meio científico necessita de informações quanto a sua vida útil pós-colheita.

O objetivo do presente trabalho foi cultivar a hortaliça não-convencional ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) nas condições locais de Seropédica-RJ, caracterizar e estimar a vida útil das folhas armazenadas sob atmosfera modificada, em embalagens que estão disponíveis no mercado para comercialização, e refrigeração considerando a importância nutricional dessa planta.

## 2- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1- Aspectos gerais das hortaliças

A classificação das hortaliças se baseia em suas características comuns, tendo como critério para agrupamento, as partes comestíveis utilizadas na alimentação humana. Isto ocorre devido à grande quantidade de espécies envolvidas e diferentes características das hortaliças em geral, tornando-se necessário uma metodologia capaz de evidenciar suas semelhanças e diferenças botânicas (BEVILACQUA, 2008; CHITARRA & CHITARRA, 2005). A atual metodologia utilizada para definir a classificação das hortaliças é na verdade antiga, porém com algumas adaptações realizadas pelo Sistema Nacional de Centrais de abastecimento.

São consideradas como hortaliças tuberosas aquelas cujas partes utilizáveis desenvolvem-se dentro do solo, os tubérculos, rizomas e raízes tuberosas. Hortaliças herbáceas são as que apresentam as partes comestíveis acima do solo, sendo tenras e suculentas. São elas as folhosas, talos e hastes, flores e inflorescências e por último existem as hortaliças fruto, denominadas assim por serem consumidos seus frutos, verdes ou maduros, total ou parcialmente (BELIVACQUA, 2008).

De uma maneira geral, a produção de hortaliças folhosas dentro da área de produção de alimentos, apresenta dinâmica de mercado próprio, pois são produzidas para o abastecimento regional, não permitindo grandes deslocamentos. Isto devido à alta perecibilidade desses produtos, além de apresentar maior vulnerabilidade em relação aos preços e competitividade do mercado.

No Brasil, a produção de hortaliças folhosas concentra-se principalmente nas cidades de médio e grande porte, associada principalmente ao trabalho de agricultura familiar (FILHO e CAMARGO, 2008; FAULLIN & AZEVEDO, 2003 LINS, 2014). Isto ocorre devido a vantagem de se tratar de culturas que exigem menor extensão de terra, em relação a outras culturas, além de exigir um baixo custo inicial para implantação da atividade e elevada mão de obra (FAULLIN e AZEVEDO, 2003).

O cultivo de hortaliças possibilita aos agricultores um retorno econômico rápido, visto que são culturas de ciclo curto, em que as partes comestíveis são utilizadas diretamente *in natura* ou com pouco processamento. Além disso, servem como suporte para outras atividades com retorno de médio e longo prazo (AMARO et al., 2007).

A comercialização das hortaliças pode ser feita através de alguns canais de distribuição. Sendo o mais simples a venda direta entre o produtor e o consumidor, em bancas na beira de estrada ou na própria propriedade. Existe também a comercialização realizada entre o produtor e o atacado, geralmente os CEASAS, onde as hortaliças são oferecidas ao consumidor em feiras ou supermercados.

Nas principais regiões metropolitanas, há a possibilidade de comercialização através de distribuidoras, onde estas recebem as hortaliças dos produtores e CEASAS, e distribuem para o varejo, como por exemplo, grandes redes de supermercado (LUENGO et al., 2007).

Nutricionalmente as hortaliças folhosas apresentam grande importância para a população, visto que são alimentos ricos em vitaminas, sais minerais, fibras, proteína e carboidratos, além de serem alimentos leves, de baixa caloria e auxiliarem no funcionamento do organismo humano (MAPA, 2010)

O mercado das hortaliças folhosas deve se tornar mais eficiente e sustentável, criando padrões desde o cultivo até o armazenamento e embalagens adequadas a fim de oferecer ao consumidor produtos de qualidade e em ótimas condições de consumo (LINS, 2014).



## 2.2 Hortaliças não-convencionais

Hortaliças não-convencionais são aquelas caracterizadas por apresentar distribuição limitada, restrita a determinadas regiões do país, exercendo influência na alimentação e cultura das populações tradicionais, sendo espécies que não estão organizadas em cadeia produtiva como as hortaliças convencionais e não despertaram interesse comercial nas empresas de fertilizantes, agroquímicos e sementes. Além disso, são espécies que também não recebem atenção da comunidade técnico-científica e da população como um todo (MAPA, 2010).

De acordo com Kinupp e Lorenzi (2014), muitas dessas plantas são tratadas como plantas daninhas, por aparecerem de forma espontânea no meio de outras culturas quando não são desejadas. Sendo assim eliminadas do campo de produção, permanecendo desconhecidas pela população que negligencia sua importância alimentícia e nutricional.

No Brasil, a maioria das plantas alimentícias não-convencionais não são cultivadas, nascem espontaneamente em áreas de cultivo de outras culturas e áreas naturais. São geralmente plantas rústicas, que dispensam muitos cuidados de mão de obra para se manterem vivas. Quando cultivadas, isto é feito na maioria dos casos por agricultores familiares, sem apelo comercial (KINUPP & LORENZI, 2014; MAPA, 2010).

Algumas hortaliças não-convencionais, se inserem nas PANC e em algum momento tiveram uma ampla escala de consumo em determinada região, mas devido a mudanças nos hábitos alimentares da população acabaram perdendo espaço e mercado para as outras hortaliças mais tradicionais. Elas fazem parte da vida cultural de determinadas populações, como a ora-pro-nóbis, por exemplo, planta que deu nome e é o motivo de um festival que acontece em Sabará, cidade do interior de Minas Gerais (MAPA, 2010).

Diversas espécies ainda subutilizadas do Brasil, podem ser alternativas para contribuir como fonte de renda, fonte alimentar, e opção de diversificação cultural e atividade agrícola. Isso, por apresentarem alto valor nutricional, baixo custo para o cultivo e fácil manejo de plantio (ROCHA, et al., 2008; ALMEIDA, 2014).

Ainda são bem escassos os dados sobre alimentos não convencionais. O estudo destes auxiliaria na sua inclusão nas dietas das populações mais carentes tendo em vista que apresentam baixo custo, facilitando o acesso a eles (PINTO, 1999).

As hortaliças são alimentos importantes para a composição de uma dieta saudável, pois apresentam baixo teor de gordura, são ricos em micronutrientes, fibras, vitaminas e outros elementos fundamentais ao organismo (MELO e VILELA, 2007; RIBEIRO, 2014).

## 2.3- *Pereskia aculeata* – Ora-pro-nóbis

A espécie *Pereskia aculeata* é popularmente conhecida como ora-pro-nóbis, que significa “rogai por nós”, nome que foi criado por pessoas que colhiam a planta no quintal de um padre enquanto ele fazia a reza. A espécie recebe outros nomes também como, carne-de-pobre, carne-de-negro, rogai-por-nós, rosa-madeira, jumbeba, azedinha, surucucu, lobrobô e espinho-de-santo-antônio, de acordo com a região (ALMEIDA, 2012; ROCHA, 2008).

Autores relatam que a planta é nativa da América Central e da Índia, por outro lado, há autores que destacam o Sul da África como centro de origem da espécie, onde ocorreu infestação da mata pela ora-pro-nóbis, sugerindo então, sua distribuição a partir desta região (ALMEIDA FILHO e CAMBRAIA, 1974; PATERSON, DOWNIE E HILL 2009).

A ora-pro-nóbis está presente desde o Sul dos Estados Unidos da América até o Brasil onde ocorre da Bahia ao Rio Grande do Sul, principalmente nas regiões mineradoras de Minas Gerais (DUART E HAYSASHI, 2005)

### 2.3.1- Características Botânicas e Agronômicas

Pertencente à família das Cactáceas, a ora-pro-nóbis é a única do gênero que apresenta folhas verdadeiras como as outras plantas e não tem cladódios. Os cladódios são características das Cactáceas, sendo modificações caulinares com presença de clorofila e grande quantidade de água (ROCHA et al., 2008; MAPA, 2010; MARTINEVSKI et al., 2013).

É uma trepadeira arbustiva, podendo chegar até 10 metros de altura, apresentando caule fino e ramos longos com acúleos inseridos. As folhas são largas, suculentas com presença de mucilagem e no final dos ramos podem surgir flores terminais solitárias ou em cimeiras curtas hermafroditas. (ALMEIDA et al., 2014; DUARTE e HAYASHI, 2005). Após a floração, produz frutos em pequenas bagas amarelas e redondas, o que facilita na identificação espécie, pois nem todas são comestíveis (VIEIRA, 2011).

A propagação da ora-pro-nóbis é feita por estaquia caular e é de fácil enraizamento. Devido a sua rusticidade é adaptável em diferentes tipos de solo não sendo exigente em fertilidade. Desenvolve-se bem tanto nem pleno sol quanto na sombra, onde a temperatura ótima de crescimento está entre 25° e 30°C. Caracteriza-se por um desenvolvimento vegetativo durante todo o ano. É uma planta tolerante a seca, mas para o seu estabelecimento é importante que seu plantio seja feito no início do período chuvoso para que apresente um maior crescimento (MAPA, 2010; VIEIRA, 2013; QUEIROZ, 2012). A colheita das folhas é realizada de 60 a 120 dias após o plantio e deve ser feita com o auxílio de luvas devido o grande número de acúleos, retirando-as com o pecíolo ou o ramo por inteiro para facilitar a retida posterior das folhas (SANTOS et al., 2012).

### 2.3.2- Propriedades e usos

A ora-pro-nóbis é uma planta que apresenta interesse alimentício, onde suas folhas são usadas na alimentação humana e animal, pela ausência de princípios tóxicos e alto teor de proteína, além do interesse medicinal, atuando na diminuição de processos inflamatórios e na recuperação da pele em situações de queimadura (VIEIRA, 2011; ROSA e SOUZA, 2003). É utilizada também como planta ornamental, para fins de produção de mel já que apresenta floração rica em pólen e néctar atraindo assim muitos insetos, e seus frutos são popularmente utilizados como expectorante e antissifilítico (BRASIL, 2010; SARTOR et al., 2010).

Esta é uma hortaliça de alto valor nutricional, comumente utilizada na culinária em algumas localidades de Minas Gerais, fazendo parte dos hábitos alimentares da população regional. A forma mais comum de utilização na culinária é dada a partir do consumo das folhas de ora-pro-nóbis, sendo utilizada no preparo de saladas, refogadas ou cozidas com frangos e angu por exemplo. Podem ser consumidas também na forma de farinhas, muito utilizada no preparo de massas de pães e bolos. Seus botões florais são consumidos refogados ou crus (RIBEIRO, 2014; MAPA, 2010; SANTOS, 2012).

Suas folhas apresentam altos teores de proteína bruta, o que justifica um dos seus nomes populares “carne de pobre”, de acordo com a literatura o conteúdo proteico das folhas frescas de ora-pró-nóbis varia de 17% à 29% (ALMEIDA et al., 2014; ROCHA et al., 2008; TAKEITI et al., 2009).

Teores que se mostram superiores quando comparados às outras hortaliças, como alface americana e taioba, e superiores também ao feijão, quando comparado em matéria seca, que são fontes de proteína de origem vegetal. Somado a isso, sabe-se que a proteína contida nas folhas de ora-pro-nóbis é de ótima qualidade, sendo em média de 20 % e apresentando 85% de digestibilidade com elevados teores de aminoácidos e essenciais (MAZIA, 2012).

Além disso, as folhas apresentam elevados teores de fibras, minerais e compostos bioativos e baixa caloria (QUEIROZ, 2012; ALMEIDA, 2014; TACO, 2011; RODRIGUES et al., 2015).

## **2.4- Perdas pós-colheita**

De acordo com os dados da FAO (2015), as perdas pós-colheita dos produtos altamente perecíveis, como frutas e hortaliças, neste mesmo ano foi de 40 à 50 % da produção global. Essas perdas ocorrem principalmente nos países de baixa renda, ou menos desenvolvidos, devido a falta de planejamento e conhecimento técnico, que acabam impactando toda a cadeia produtiva de alimentos.

As perdas ocorrem em toda a cadeia alimentar, desde a produção agrícola até a fase final de consumo. Nos países em desenvolvimento as perdas são ocasionadas devido a deficiência financeira, limitações técnicas de colheita, condições insuficientes de refrigeração, infraestrutura, embalagem e comercialização, ocorrência que pode ser justificada pelo fato da maioria dos agricultores dos países em desenvolvimento ainda não estarem inseridos em sistemas eficientes de produção (PEIXOTO e PINTO, 2016).

Segundo dados do IBGE de 2016, o desperdício de alimentos no Brasil chega à 41 mil toneladas por dia, quantidade está que daria para alimentar 25 milhões de pessoas, sendo a maior parte dos alimentos perdidos durante a colheita, transporte e comercialização.

Consideram-se perdas pós-colheita, aquelas ocasionadas desde a colheita até o consumo, que são geradas por falta de comercialização dos produtos dentro do tempo de vida útil ou pela falta de consumo destes pelo receptor final. Essas perdas são danos, injúrias, mecânicas, patológicas ou fisiológicas que ocorrem a partir do campo de produção, no transporte, armazenamento e nos locais de comercialização desses produtos (CHITARRA & CHITARRA, 2005; CENCI et al., 1997; PARISI, et al., 2012).

Mesmo após a colheita os produtos agrícolas continuam vivos, mantendo seus processos biológicos ativos, como respiração e transpiração e somado a isto, o fato de apresentarem grande teor de água em sua composição, os tornam altamente perecíveis, e conseqüentemente suscetíveis a deteriorações (RINALDI, 2011; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

De acordo com Álvares et al. (2007), as hortaliças são altamente suscetíveis à perda de água, principalmente as folhosas, e o manejo inadequado da temperatura e da umidade do ar nos locais de armazenamento e comercialização, podem intensificar essa propriedade, ocasionando assim um menor tempo de vida útil destes produtos.

Para controlar as perdas pós-colheita e promover uma melhor qualidade dos produtos, seus aspectos fisiológicos e sabor, podem ser empregadas várias tecnologias, iniciando-se no campo e se estendendo até o consumidor final. Elas são de extrema importância tendo em vista que durante a comercialização, o consumidor avalia a qualidade do produto principalmente pela sua aparência, aroma, frescor e ausência de defeitos (PARISI, 2012; CHITARRA & CHITARRA, 2005; FRANÇA, 2011).

## **2.5- Conservação pós-colheita de hortaliças**

As tecnologias de conservação pós-colheita são utilizadas a fim de oferecer condições ambientais favoráveis para a conservação, sendo realizadas através do controle da temperatura, da circulação de ar e umidade relativa (PARISI, 2012; CHITARRA & CHITARRA 2005; FRANÇA, 2011).

Dentre as técnicas de conservação dos produtos destaca-se a utilização do resfriamento, atmosfera modificada e controlada, pois reduzem a atividade metabólica dos produtos, aumentando a vida útil de prateleira (FRANÇA, 2011).

O armazenamento de produtos agrícolas sob condições de temperatura reduzida, tem como objetivo a diminuição das atividades biológicas, da transpiração causada pela diminuição das diferenças entre a temperatura do ar e a do produto, além da redução do crescimento de microrganismos. Mostrando-se um dos métodos mais vantajosos para alcançar um armazenamento mais prolongado (CHITARRA & CHITARRA, 2005; CENCI et al., 1997).

A temperatura do armazenamento é determinante na taxa de respiração do vegetal, principal processo biológico dos produtos agrícolas, que continua ocorrendo após a colheita. A taxa de respiração é aumentada a medida que eleva-se a temperatura, resultando em maiores deteriorações aos produtos (COUTINHO e CANTILLANO, 2007).

O armazenamento de produtos agrícolas sob atmosfera modificada consiste em uma tecnologia onde são utilizadas embalagens, cujo objetivo é modificar a atmosfera dos gases ao redor do produto, reduzindo a concentração de O<sub>2</sub> e aumentando a concentração de CO<sub>2</sub>. O efeito de alteração da atmosfera resulta na redução da respiração e transpiração do vegetal, além da diminuição da biossíntese e ação do etileno, do crescimento microbiano, prolongando, assim o tempo de prateleira do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Para este tipo de armazenamento, são mais utilizados os materiais plásticos como, polietileno, polipropileno e o polibutileno, além de seus copolímeros. A principal diferença deles é com relação a permeabilidade de cada um (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

As embalagens de sacos de polipropileno apresentam boa barreira à umidade, porém fraca barreira a gases e gordura, com resistência mecânica variável. É o mais leve de todos os plásticos ( $d = 0,9 \text{ g.cm}^{-3}$ ), apresentando assim a vantagem de alto rendimento ou maior área/unidade de peso, quando comparado às embalagens de polietileno, apresentando também maior resistência (OLIVEIRA e QUEIROZ, 2008; JORGE, 2013). As aberturas nas embalagens tendem a facilitar o resfriamento inicial e este fato deve ser levado em consideração no momento da escolha da embalagem, visto que influencia na área efetiva da ventilação e como consequência, a efetiva troca de calor entre o produto e o meio refrigerante (TERUEL, 2008). Além disso, embalagens com abertura ou perfuradas permitem maior troca gasosa com o ambiente durante o armazenamento, evitando condensação de água no interior da embalagem, sendo este um fator importante para evitar desenvolvimento de microrganismos (BARBOSA, 2012; TERUEL, 2008).

O poliestireno expandido é uma aplicação do poliestireno em forma de pérolas gaseificas, não sendo apresentado como plástico, mas como bandejas e caixas. Estas apresentam desvantagem, pois possuem alta permeabilidade à gases e vapor d'água, facilitando a desidratação dos produtos acondicionados. Entretanto, por ser um dos materiais plásticos mais baratos vem sendo utilizado em maior escala além de apresentarem baixa densidade,  $d=0,02 \text{ g.cm}^{-3}$  (VILAS BOAS et al., 2012; JORGE, 2013).

Os filmes plásticos mais utilizados em pós-colheita de hortaliças são o cloreto de polivinil (PVC), polietileno de baixa densidade (PEBD) e polietileno de alta densidade (PEAD). Estes apresentam alta permeabilidade aos gases atmosféricos, vapor de água e etileno. O PVC apresenta maior permeabilidade, seguido do PEBD e por último o PEAD (CHITARRA & CHITARRA, 2005; FINGER e VIEIRA, 1997).

Santos et al. (2011) compararam a eficiência do filme PVC ao polietileno, ao armazenar bulbos de cebola sob condições normais de temperatura e atmosfera durante 45 dias. Os autores obtiveram menor perda de massa na atmosfera modificada proporcionada pelo filme PVC, onde os bulbos apresentaram perda de massa de aproximadamente 10% ao final do período de armazenamento, enquanto os bulbos recobertos em filme de polietileno, ao 5º dia apresentaram

perda de massa de 5% e foram descartados. Além disso, a proteção oferecida pelo filme PVC, garantiu aos bulbos menores danos por fungos e menores perdas da qualidade do produto.

Endo et al. (2006), obtiveram sucesso ao armazenar batatas fatiadas minimamente processadas e armazenadas à 8° C por 9 dias. Os autores concluíram que este tipo de embalagem recobertas com plástico filme PVC podem auxiliar na manutenção da cor da batata fatiada minimamente processada.

As embalagens de politereftalato de etileno apresentam grande resistência ao impacto, e baixa permeabilidade a umidade e gases, principalmente ao O<sub>2</sub>. Sua grande utilização deve-se a suas propriedades físico-mecânicas, como rigidez, o que garante certa resistência ao amassamento, estabilidade térmica, resistência a absorção e perfuração. Porém, apresenta alta permeabilidade ao vapor de água (OLIVEIRA E QUEIROZ, 2008; JORGE, 2008).

Álvares et al. (2010), obtiveram sucesso ao avaliar maços de salsinha armazenados em embalagens PET e mantidos sob temperatura de 5°C. Segundo o autor a embalagem foi responsável por manter a manutenção da turgidez das folhas.

Rinaldi et al. (2005) compararam folhas de repolho minimamente processado, armazenado em embalagens de isopor cobertos com plástico filme à embalagens PET. Os autores concluíram que as folhas contidas nas embalagens de polipropileno expandido apresentaram melhores condições de conservação do repolho.

Ao avaliar a funcionalidade das embalagens PET fechadas, Lazan (1987) obteve resultados satisfatórios em relação a manutenção da perda de massa e teor relativo de água. A barreira física proporcionada pela embalagem permitiu um alto índice de umidade interna, gerando redução do gradiente de pressão de vapor de água entre o produto e a atmosfera interna da embalagem, permitindo assim a redução da perda de água das folhas. O autor concluiu que à temperatura de 5°C o uso de embalagem PET para conservação de folhas de salsa é uma alternativa efetiva.

Botrel e Madeira (2015) observaram que hastes de bortalha, quando armazenadas em bandejas com filme plástico em temperatura ambiente, permaneceram com boa aparência por mais tempo quando comparadas às hastes armazenadas sem embalagens ou com embalagem aberta sob a mesma condição de temperatura. Os autores observaram ainda que em temperatura de 5°C, as hastes de bortalha armazenadas em sacos abertos e sem embalagens, apresentaram sintomas de *chilling*, enquanto as embalagens que promoveram modificação da atmosfera, mantiveram as hastes túrgidas.

Reis et al. (2014) concluíram que embalagens plásticas totalmente fechadas demonstraram ser mais eficazes em reduzir a perda de massa e conservar a qualidade aparente de folhas de alface por mais tempo, quando comparadas à embalagens parcialmente fechadas e abertas.

A utilização de embalagens plásticas auxilia no controle de gases dentro da embalagem, gerando redução de oxigênio e aumento de níveis de gás carbônico, diminuindo assim o processo respiratório. (CHITARRA & CHITARRA, 2005; FINGER e VIEIRA, 1997).

A respiração aeróbia gera produtos como o CO<sub>2</sub> e vapor de água, por outro lado são oriundos da respiração anaeróbica produtos da fermentação, como acetaldeído e ácidos orgânicos. Em condições muito baixas de concentração de O<sub>2</sub> no interior da embalagem, ou seja, se o produto for armazenado em filme impermeável, poderá ocorrer a respiração anaeróbia, com acúmulo dos produtos resultantes desse metabolismo. Esses produtos, estão relacionados a odores e sabor desagradável. Entretanto se o filme possui alta permeabilidade, a modificação da atmosfera no interior da embalagem não será alcançada, com isso ocorrerá perda da qualidade do produto, como murchamento e perda de frescor (WILEY, 1994).

Durante o período de armazenamento ocorrem mudanças nas características físico-químicas das hortaliças, sendo a temperatura, concentração de gases e umidade relativa, os principais fatores na determinação de vida útil do produto.

A perda da qualidade das folhosas é minimizada pelo decréscimo da temperatura ocasionando redução da taxa respiratória, como consequência as perdas sensoriais podem ser reduzidas, como as oriundas das reações oxidativas dos pigmentos, também há redução das oxidações bioquímicas que ocorrem no período de senescência (WILEY, 1994).

Durante o período de armazenamento, naturalmente, ocorre redução dos teores de açúcares e ácidos orgânicos que são utilizados na respiração. Este comportamento é observado devido ao aumento do consumo desses metabólitos pelo próprio vegetal, para produção de energia, já que as folhas precisam se manter vivas a partir de suas reservas energéticas (MUÑOZ 2002; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

As hortaliças folhosas, no geral, apresentam baixa acidez durante o armazenamento e os valores de pH tendem a se mostrar mais elevados, isso devido ao consumo dos ácidos orgânicos, usados como substrato para respiração (PECH, 2002; BERLI et al., 2004)

É notado também o início da síntese de etileno, que estimula as transformações endógenas e aumento da atividade respiratória dos vegetais, levando-os à senescência com perda da qualidade comestível e, conseqüentemente, com perdas na comercialização (LIMA, 2016; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Além disso, durante o armazenamento ocorre a perda de água das folhas, desencadeando a perda do turgor. Neste processo, as células superficiais menos ativas tornam-se fonte de alimento para os patógenos, aumentando a chance de contaminação por microrganismos e conseqüente redução do tempo de vida útil (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

O processo de perda de água, transpiração, interfere também na perda de massa do vegetal, uma vez que após a colheita não ocorre a reposição de água perdida pelas folhas, tornando as células menos turgidas (SPOTO e GUTIERREZ, 2006).

Alterações como perda da coloração verde, devido à degradação da clorofila, dos lipídios, proteínas e RNA, são características observadas em produtos sob condições de armazenamento, devido ao processo natural de senescência (REPKE et al., 2009).

Durante o período de armazenamento podem ser observadas também alterações em relação aos compostos fenólicos. Condições de estresse, como armazenamento em temperatura de chilling, danos mecânicos e ataque de microrganismos, alteram seu metabolismo por meio de oxidações de compostos pré-existentes ou aumento da síntese de monômeros e polímeros. A concentração de compostos fenólicos influencia na qualidade dos vegetais como sabor e aparência (CHITARRA & CHITARRA, 2005; GUIMARÃES, 2015; SIBOZA et al., 2014).

O metabolismo de compostos fenólicos influencia diretamente na capacidade antioxidante, produzindo alterações como redução, melhora ou nenhuma mudança na atividade antioxidante naturais presentes nos vegetais (CAMPOS et al., 2008).

Os antioxidantes são compostos capazes de retardar ou inibir a oxidação de lipídios ou outras moléculas, evitando o início ou propagação de reações em cadeia de oxidação. Nos alimentos a atividade antioxidante pode ser originada de nutrientes, como vitaminas ou de não nutrientes como carotenóides, compostos fenólicos, ácido úrico e flavonoides (TIVERON, 2010).

A atividade antioxidante de alimentos, auxiliam na defesa do corpo humano para combater espécies reativas que são comumente produzidas por fatores endógenos (GIADA E FILHO, 2006).

As hortaliças são grandes fontes de antioxidantes naturais. Sendo estes importantes para saúde humana, estando associados à baixos riscos de doenças, como diabetes, câncer e doenças renais (CAMPOS et al, 2008; BERGER, 2005)

### 3- MATERIAL E MÉTODOS

O plantio de ora-pro-nóbis foi realizado no Campo experimental da Horticultura no Departamento de Fitotecnia do Instituto de Agronomia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). O experimento foi desenvolvido no Laboratório da Planta de Pós-colheita da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos.

#### 3.1- Matéria-prima – Cultivo em campo

Plantas da espécie ora-pro-nóbis (*Pereskia Aculeata*) foram cultivadas em canteiros no Campo Experimental da Horticultura da UFRRJ, no município de Seropédica-RJ, com o objetivo de verificar a viabilidade do cultivo na região. O município está localizado nas coordenadas geográficas de 22°46' S Latitude e 43°41' W Longitude, numa altitude de 33 m, sendo o clima da região do tipo Aw, da classificação de Köppen.

Quanto aos dados climáticos, a precipitação pluviométrica média anual atinge 1.224,9 mm, com os maiores valores ocorrendo no período de novembro à abril (meses mais quentes). A temperatura média é de 26,4 °C, sendo o período de temperaturas mais amenas de maio à setembro (INMET, 2016).

As estacas de ora-pro-nóbis utilizadas no plantio, foram fornecidas pela Embrapa Hortaliças, situada em Brasília-DF, onde se encontra o banco de germoplasma dessas hortaliças. Possuíam 10 centímetros de comprimento aproximadamente, e foram trazidas acondicionadas em isopores termoisolantes com o objetivo de manter boas condições para a ocasião do plantio.

O preparo do campo para o plantio foi feito inicialmente com uma aração e duas gradagens e levantamento do canteiro com rotoencanteirador. O canteiro possuía 1,20 de largura e 40 metros de comprimento, o espaçamento adotado foi de 1 metro entre plantas, de acordo com o indicado pela literatura para o uso de ora-pro-nóbis como hortaliça. Realizou-se anteriormente ao plantio, uma adubação seguida de incorporação, de composto curtido constituído de restos de alimentos, esterco de ave e de bovinos.

O plantio das estacas de ora-pro-nóbis foi realizado no dia 9 de março de 2016, na parte da manhã, em campo definitivo em fileira única, totalizando 30 plantas. Após o plantio foi realizada a cobertura do solo do canteiro com palhada, com objetivo de minimizar o desenvolvimento de plantas espontâneas e auxiliar na manutenção da temperatura e da umidade do solo. A irrigação nos primeiros 5 dias foi realizada por mangueiras e posteriormente por aspersão convencional, sendo os aspersores instalados em linha central com espaçamento de 10 x 10 metros. Foram realizadas 3 irrigações diárias com duração de 20 minutos cada uma nos períodos mais frescos do dia, desde o plantio até a colheita das folhas. Além da irrigação, realizou-se capinas manuais com enxada a cada 2 dias entre as plantas, para controle de plantas espontâneas, e uma adubação de cobertura com composto curtido de restos de alimentos e esterco de aves e bovinos, que ocorreu aos 60 dias após o plantio, sendo aplicada ao redor de cada planta num raio de 20 cm aproximadamente.

O crescimento das plantas foi acompanhado desde o plantio até o dia da colheita, por 117 dias, para observação de possíveis pragas ou doenças, que neste caso não tiveram ocorrências, resultando então em um plantio sem utilização de defensivos.

Verificou-se a partir deste experimento que o cultivo de ora-pro-nóbis é possível de ser realizado nas condições climáticas e de solo da cidade de Seropédica, considerando a rusticidade da planta, desde que seja praticada os tratamentos culturais como capina e irrigação.

### **3.1.2- Colheita**

A colheita foi realizada no dia 6 de julho de 2016, 117 dias após o plantio, e iniciou-se por volta de 5:30 da manhã, hora mais fresca do dia, de forma manual, com o auxílio de uma tesoura de poda.

Foram colhidos os ramos baixeiros inteiros, cujas folhas apresentavam de 7 a 9 centímetros de comprimento e acondicionados em embalagens plásticas de colheita. Em seguida foram transportados em sacos plásticos, acomodados em caixas plásticas, sob temperatura de aproximadamente 17°C, até a Embrapa Agroindústria de Alimentos, onde desenvolveu-se o experimento.

### **3.2- Avaliações de qualidade**

As avaliações de qualidade das folhas foram conduzidas no Laboratório da Planta de Pós-colheita da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, localizada no município de Guaratiba-RJ. Esta consistiu na avaliação da qualidade e vida útil das folhas colhidas e submetidas ao acondicionamento em diferentes embalagens, desde o recebimento do material no laboratório até o 9º dia de armazenamento.

#### **3.2.1. Seleção, lavagem e armazenamento**

Após recepção do material na planta piloto de pós colheita, os ramos colhidos tiveram as folhas destacadas do caule e realizou-se a seleção manual das folhas. Foram descartadas as folhas rasgadas, amassadas ou que apresentassem qualquer dano físico.

Após a seleção, as folhas foram colocadas em tambor de lavagem com agitação, para a retirada das impurezas e em seguida submersas em solução de hipoclorito de sódio com concentração de 550 ppm, para desinfecção das mesmas. O material lavado foi depositado em bandejas para eliminação do excesso de água em local refrigerado. Posteriormente, as folhas foram separadas em quantidades homogêneas e pesadas compondo-se as parcelas.

Os tratamentos consistiram na utilização de três tipos de embalagens: sacos de polipropileno (PP) com abertura na extremidade superior, bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme plástico (EPS + Filme) e bandejas de politereftalato de etileno (PET) não perfuradas, onde as folhas foram acondicionadas (Figuras 1, 2 e 3 respectivamente) e logo após armazenadas em câmara fria com temperatura de  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  e umidade relativa de 90-95% por 9 dias.





**Figura 1.** Folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em sacos de PP.



**Figura 2.** Folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em bandejas de EPS + Filme



### **Figura 3.** Folhas de ora-pro nóbis acondicionadas em embalagem PET

Para cada tratamento foram armazenadas 12 unidades (embalagens) de 100 gramas cada, somando 36 embalagens no total do experimento. As avaliações foram realizadas a cada 2 dias (0,2,5,7 e 9) durante o período experimental utilizando-se 3 repetições.

Inicialmente, a cada tempo de armazenamento, as folhas retiradas da câmara fria eram trituradas em mini processadores e a partir desse material formado, realizavam-se as seguintes avaliações.

### **3.3 Avaliação visual de aparência**

A análise de aparência foi realizada baseando-se nos atributos de cor, presença de lesões, ou qualquer dano que pudesse comprometer a qualidade do produto.

Foram consideradas como folhas úteis ao consumo, aquelas que não apresentavam amarelecimento ou escurecimento, murchamento e presença de microrganismos ao término dos 9 dias de armazenamento.

### **3.4- Avaliações Físico-Químicas e Químicas**

**3.4.1.** Determinação instrumental de cor: Realizada através de colorímetro digital Konica Minolta (CR-400) no espaço de cor L\*, a\*, b\*, C, h° onde 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) representa a cor propriamente dita, começa no eixo +a\* (ângulo 0° e cor vermelho puro) e se movimenta em sentido anti-horário, sendo o ângulo de 90° para o eixo do amarelo, o de 180° o eixo do verde e 270° correspondente ao eixo do azul.

**3.4.2.** Determinação de Perda de Massa fresca: Obtida através da pesagem diária do material em balança analítica, de acordo com cada tratamento os resultados foram expressos em porcentagem. O cálculo foi obtido pela fórmula:

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

Em que:

PM = perda de massa (%);

Pi = massa inicial das folhas (g);

Pp = massa no período (g);

**3.4.3.** Carotenóides totais: Foram determinados a partir da extração das amostras com solvente orgânico e posterior leitura em Espectrofotômetro de UV- visível (SPECORD 205) na faixa de 450nm. Com resultados expressos em µg. 100g<sup>-1</sup> de amostra.

**3.4.4.** Perfil de carotenóides: A determinação do perfil de carotenóides foi realizada pelo método de extração segundo Rodrigues-Amaya, (2001), e método por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência Pacheco, Sidney (2009).

**3.4.5.** Clorofilas a, b e total: Determinadas segundo a metodologia de Lichtenthaler (1987), a partir de amostras vegetais filtradas e posterior leitura das mesmas em espectrofotômetro UV-Visível (SPECORD 205) nos comprimentos de onda 646,8 nm e 663,2nm. Os resultados obtidos foram expressos em unidade de massa  $\mu\text{g. g}^{-1}$  de amostra.

**3.4.6.** Sólidos Solúveis Totais: determinado por leitura das amostras em refratômetro digital (amplitude de 0,0 a 45,0% ou 0,0 a 60%), sendo os resultados obtidos a partir das médias das leituras diretas das amostras, expressos em °Brix (ISSO 2171, 1978).

**3.4.7.** Acidez Total Titulável: Realizada por titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1 N em titulador automático programado para pH 8,1. Os resultados calculados foram expressos em g de ácido málico.  $100\text{g}^{-1}$  da amostra, assumindo ser o ácido presente em maior quantidade nas folhas.

**3.4.8.** pH: Os valores de pH foram obtidos por potenciometria, em titulador automático 794 Basic Titrino – Metrhom segundo a ISSO 1842 (1991).

**3.4.9.** Fenólicos totais: Os compostos fenólicos foram determinados através de uma extração inicial em acetona 70% seguida da homogeneização das amostras em vortex. Passado uma hora da homogeneização, as amostras foram deixadas por 20 minutos em ultrassom e em seguida em centrífuga a 4.000rpm por 20 minutos. A mistura foi filtrada em papel de filtro de rápida filtração e o processo se repetiu desde a adição de acetona. Seguiu-se para a quantificação realizada de acordo com o método espectrofotométrico proposto por Singleton & Rossi (1965) modificado por Georgé et al. (2005). Adicionou-se 2,5 ml de solução de Folin-Ciocalteu a 10%, em 0,5 ml do extrato filtrado, e, após 2 minutos, adicionou-se 2 ml de solução de carbonato de sódio 7,5%. Após agitação em vortex, as amostras foram levadas ao banho-maria a 50°C, por 20 minutos, e, a seguir, a mistura foi imersa em banho de gelo, por 30 segundos. A absorbância foi determinada utilizando-se espectrofotômetro regulado a um comprimento de onda de 760 nm. Em paralelo, uma curva padrão de ácido gálico (GAE) foi elaborada com as seguintes concentrações: 10 mg L<sup>-1</sup>, 20 mg L<sup>-1</sup>, 30 mg L<sup>-1</sup>, 40 mg L<sup>-1</sup>, 50 mg L<sup>-1</sup>, 60 mg L<sup>-1</sup>, 70 mg L<sup>-1</sup> e 80 mg L<sup>-1</sup> sendo que todos os pontos da curva passaram pelas mesmas etapas descritas para os extratos. Os resultados foram expressos mg de ácido gálico.  $100\text{ g}^{-1}$  de amostra.

**3.4.10** Capacidade antioxidante (TEAC): A capacidade antioxidante foi determinada a partir da pesagem de 0,5 g de amostra em tubo de centrífuga, sendo adicionado 10 ml de metanol 50% e agitado em vortex, após isso os tubos foram deixados no aparelho de ultrassom por 30 minutos. Em seguida os tubos contendo as amostras foram levados para a centrífuga à 2000 rpm e mantidos por 20 minutos. Retirou-se os tubos da centrífuga para filtragem do sobrenadante em balão volumétrico âmbar de 25 ml. Foi adicionado aos tubos 10 ml de acetona 70 % e o procedimento foi repetido a partir da agitação em vortex por 1 minuto.

Após a segunda filtragem do sobrenadante nos balões volumétricos, estes foram avolumados com água destilada. Para a leitura das amostras foi coletado em tubo de ensaio 30  $\mu\text{l}$  dos extratos obtidos em tubo de ensaio, adicionados 3 mL de ABTS<sup>1</sup> diluído e homogeneizando em vortex. Passados 6 minutos da adição do radical, as amostras foram lidas em espectrofotômetro ao comprimento de onda de 734 nm. Paralelamente, foi construída uma curva padrão de Trolox com as seguintes concentrações: 0  $\mu\text{M}$ , 100  $\mu\text{M}$ , 200  $\mu\text{M}$ , 320  $\mu\text{M}$ , 400  $\mu\text{M}$ , 600  $\mu\text{M}$ , 800  $\mu\text{M}$ , 1000  $\mu\text{M}$ , 1200  $\mu\text{M}$  e 1400  $\mu\text{M}$ . Os resultados foram expressos  $\mu\text{M}$  de trolox/g de amostra.

**3.4.11.** Capacidade antioxidante (ORAC): O preparo de extração das amostras foi realizado seguindo a metodologia de Ruffino et al. (2007) já utilizada para a análise de atividade antioxidante por ABTS em TEAC, descrita acima. A leitura das amostras foi realizada em fluorímetro digital.

### **3.5- Análise estatística**

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado com 3 repetições em esquemas de parcelas subdivididas, onde as parcelas foram os tratamentos (Sacos PP, Bandejas EPS +filme e bandejas PET) e as subparcelas os dias de armazenamento (0,2,5,7 ,9).

Primeiramente foi realizado o teste de homogeneidade das variâncias e normalidade dos resíduos, onde  $p \geq 0,05$ . Em seguida desenvolveu-se a ANOVA em esquema de parcela subdividida, utilizando-se o programa estatístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS 16.0).

Para determinação de diferenças entre tratamentos, foram utilizados o teste Tukey à de 5% de probabilidade. A análise de regressão foi realizada para estudar o efeito dos tratamentos sobre as variáveis ao longo do tempo. Modelos matemáticos de regressão foram aceitos sempre com os coeficientes de regressão ( $R^2$ ) indicassem, no mínimo 0,50, desde que possibilitassem explicar os fenômenos biológicos estudados. Este critério foi adotado, pois nos estudos de fisiologia pós-colheita, utilizam-se repetições compostas por diferentes folhas com atributos não uniformes.

Para as análises de regressão em que os coeficientes de determinação ficaram abaixo de 0,50, devido à oscilação dos dados ao longo do tempo, optou-se por pelo modelo constante.

Foi realizada uma caracterização de perfil de carotenóides presentes nas folhas de ora-pró-nóbis, sendo esses identificados e quantificados e aplicada a estatística descritiva.

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características iniciais após a colheita

**Tabela 1.** Características iniciais das folhas de ora-pro-nóbis no dia da colheita

| Caracterização inicial   | Dia 0   |
|--|---------|
| Clorofilas Totais ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de folha fresca)                     | 419,41  |
| Carotenóides Totais ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ de folha fresca)                   | 141,4   |
| Luteína ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de folha fresca)                           | 959,333 |
| Zeaxantina ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de folha fresca)                        | 44,6667 |
| $\alpha$ caroteno ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de folha fresca)                 | 44,6667 |
| $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de folha fresca)                 | 1158,33 |
| 13-cis $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de folha fresca)          | 49      |
| 9-cis $\beta$ -caroteno ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de folha fresca)           | 145,333 |
| pH   | 5,36    |
| ATT ( $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido málico)                                  | 0,3     |
| SST ( $^{\circ}$ Brix)   | 5,4     |
| Compostos Fenólicos Totais ( $\text{mg}$ de ácido gálico. $100\text{g}^{-1}$ de amostra) | 36,1    |
| Atividade antioxidante ORAC ( $\mu\text{mol}$ Trolox. $\text{g}^{-1}$ de amostra)        | 0,4     |
| Atividade antioxidante TEAC ( $\mu\text{mol}$ Trolox. $\text{g}^{-1}$ de amostra)        | 0,32    |

De acordo com os resultados das análises realizadas em laboratório no dia da colheita, as folhas de ora-pro-nóbis apresentaram elevado teor de compostos carotenóides, 141,4  $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ , mostrando-se como boas fontes de compostos bioativos. Através da técnica de Cromatografia líquida, foram identificados os principais tipos de carotenóides presentes na folhas de ora-pro-nóbis sendo estes a Luteína, Zeaxantina,  $\alpha$  caroteno,  $\beta$ -caroteno, 9-cis  $\beta$ -caroteno e 13-cis  $\beta$ -caroteno, onde a Luteína e o  $\beta$ -caroteno encontrados em maior quantidade. Vale ressaltar que o  $\beta$ -caroteno é o principal precursor da vitamina A para organismo humano. Os valores de pH encontrados nas folhas de ora-pro-nóbis, como característica das hortaliças folhosas, apresentaram baixa acidez considerando a como uma hortaliça pouco ácida.

Para o atributo acidez total titulável foi observado o valor de 0,3  $\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$  de ácido málico, sendo este último encontrado em maior quantidade, enquanto os teores de sólidos solúveis totais encontrados foi de 5,4  $^{\circ}$ Brix. Os resultados presentes neste trabalho corroboram com os encontrados com Guimarães (2018) e Viana (2013). Tais autores ao analisaram folhas de ora-pro-nóbis obtiveram para o atributo pH valores de 5,2 e 5 respectivamente. Ainda de acordo com Guimarães (2018) os valores obtidos para as folhas de ora-pro-nóbis no presente trabalho são similares para os atributos acidez total titulável e sólidos solúveis totais, o autor obteve valores de 0,23 e 8,67  $^{\circ}$ Brix respectivamente.

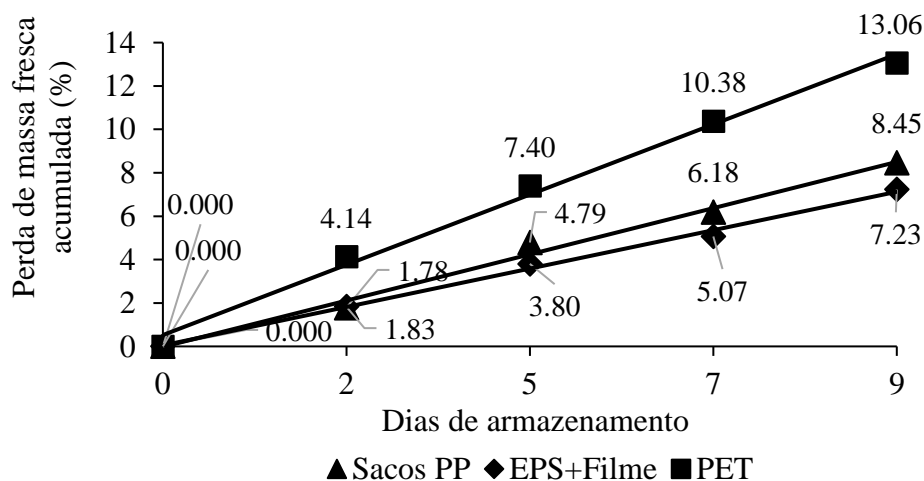
O teor de compostos fenólicos encontrados nas folhas de ora-pro-nóbis foi de 36,1 mg de ácido gálico.100g<sup>-1</sup> de amostra, resultado superior ao encontrado por Almeida (2014). O autor encontrou em seu trabalho o valor de 19,34 e mg de ácido gálico.100g<sup>-1</sup> de amostra. Os compostos fenólicos são benéficos para a saúde, pois eles atuam no retardamento dos efeitos negativos da degeneração da célula, retardando ou diminuindo as doenças como diabetes, aterosclerose e doenças autoimunes (SOUZA et al., 2007).

As folhas de ora-pro-nóbis mostraram resultados semelhantes nos dois métodos testados para a determinação de atividade antioxidante, ORAC e TEAC, 0,4 e 0,32 μmol Trolox.g<sup>-1</sup> de amostra respectivamente. Devido a variedades de métodos de determinação de atividade antioxidante somada a baixa disponibilidade de estudos acerca da planta ora-pro-nóbis, torna-se difícil comparar os resultados com o presente trabalho, entretanto Souza et al., (2014) e Trennepohl (2016) analisaram a atividade antioxidante de folhas de ora-pro-nóbis e concluíram que a planta é rica fonte desses bioativos.

## 4.2- Avaliações Químicas e Físico-Químicas

### 4.2.1- Perda de massa fresca

As folhas de ora-pro-nóbis, referentes aos três tratamentos, apresentaram um aumento linear e crescente nos valores de perda de massa fresca durante os nove dias de armazenamento. Houve interação significativa entre os tratamentos em função dos dias de armazenamento, sendo significativamente maior para o tratamento embalagens PET (Figura 4).



**Figura 4.** Perda de massa fresca (%) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

Houve menor perda de massa fresca nas folhas acondicionadas em embalagens de PP e bandejas EPS cobertas com filme plástico, logo, folhas armazenadas em embalagens PET apresentaram médias mais altas de perda de massa fresca até o último dia de armazenamento.

A atmosfera no interior da embalagem exerce grande influência na conservação dos vegetais. A modificação dessa atmosfera objetiva a criação de uma composição gasosa na

embalagem, que pode ser alcançada de forma passiva ou ativa. (MANTILLA et al., 2010). Neste trabalho, a modificação da atmosfera passiva modificou a taxa respiratória do produto, pela diminuição de oxigênio e o aumento do gás carbônico, formando uma atmosfera diferente do ar presente.

Embalagens com baixa permeabilidade levam à respiração anaeróbica e a perda de qualidade aumentando a velocidade de deterioração.

De acordo com os dados da tabela 2, as folhas armazenadas nas embalagens de polipropileno, e bandejas cobertas por plástico filme apresentaram uma perda de 8,45% e 7,23%, respectivamente, ao final dos nove dias de armazenamento. Por outro lado, as folhas armazenadas em embalagens PET, apresentaram taxa de perda de massa fresca igual à 13,06% ao final do experimento.

**Tabela 2.** Perda de massa fresca (%) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos        | Dias de armazenamento |        |         |         |
|--------------------|-----------------------|--------|---------|---------|
|                    | 2                     | 5      | 7       | 9       |
| Sacos PP           | 1,78 b                | 4,78 b | 6,18 b  | 8,45 b  |
| Bandejas EPS+Filme | 1,83 b                | 3,80 b | 5,06 b  | 7,23 b  |
| Bandejas PET       | 4,14 a                | 7,40 a | 10,38 a | 13,06 a |

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

No segundo dia de armazenamento, os tratamentos que utilizaram embalagens tipo saco PP e bandejas de EPS + Filme não apresentaram diferença significativa entre si, entretanto, apresentaram resultados inferiores aos do tratamento onde foram utilizadas embalagens PET, até o último dia de armazenamento.

Os menores valores médios de perda de massa fresca nas folhas armazenadas em embalagens de saco PP e EPS+filme, quando comparadas as folhas acondicionadas nas embalagens PET, provavelmente se deve à maior retenção de umidade perdida pelas folhas, que ocasionou aumento da umidade relativa no interior dessas embalagens, levando a diminuição do déficit de pressão do vapor de água destas folhas em relação ao ambiente.

Nas embalagens saco PP, devido a abertura na extremidade superior, o acúmulo de vapor de água na parte inferior da embalagem, ou seja, no fundo do saco, pode ter sido responsável pela diferença de perda de massa observada no presente trabalho. Nesta embalagem o acúmulo de vapor do fundo do saco, pode ter realizado a compensação da água perdida pela abertura superior.

O mesmo efeito ocorreu no interior das embalagens PET, entretanto em menores proporções, visto que estas embalagens apresentavam uma pequena aresta na junção entre as abas de fechamento em toda a embalagem, gerando um menor acúmulo de vapor de água, conseqüentemente, maior valor de perda de massa fresca. Somado a isto, as embalagens PET apresentam baixa permeabilidade aos gases O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub>, o que garantiu maior perda de massa, visto que o gradiente entre a concentração de gases no ar e aqueles presentes no espaço livre da embalagem, depende da taxa de respiração do produto e as propriedades de permeabilidade da embalagem.

Botrel e Madeira (2015) avaliaram a vida útil de hastes de bertalha armazenadas em bandejas envoltas em plástico filme e em plástico aberto em formato cônico com micro perfurações sob três diferentes temperaturas. De acordo com os autores, as hastes armazenadas

a temperatura de 10°C permaneceram turgidas por 15 dias após o início do armazenamento, quando embaladas sob atmosfera modificada (embalagens cobertas por plástico filme). Comportamento que não foi observado no grupo de hastes que foram acondicionadas em plástico aberto, onde ocorreu maior perda de massa fresca.

Barbosa et al. (2015) compararam a qualidade de vida útil de folhas de ora-pra-nóbis armazenadas em embalagens plásticas perfuradas com e sem hidrosfriamento à folhas de ora-pra-nóbis armazenadas sem embalagens com e sem hidrosfriamento. Os autores observaram ao final do 5º dia de armazenamento menores médias de perda de massa fresca em folhas que foram embaladas e hidrosfriadas (para esse tratamento os valores encontrados foram de 11,40 %). Já para as folhas armazenadas sem embalagens com hidrosfriamento, encontrou-se o valor de 22,82% de perda de massa, que são superiores aos encontrados no atual trabalho.

A utilização de embalagens para fins de armazenamento proporciona redução da pressão de vapor entre as folhas e o ambiente de armazenamento, e principalmente a criação de uma atmosfera modificada no interior da embalagem. Essas características garantem consequentemente a redução da taxa de perda de massa fresca, onde ocorre a perda de água das folhas para o ambiente de armazenamento (WILSS et al., 2004; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Contrariamente ao esperado, as folhas armazenadas em sacos PP não apresentaram os maiores valores de perdas de massa fresca. Estimava-se esse comportamento visto que essas embalagens possuíam uma abertura na extremidade superior, deixando uma pequena parte das folhas expostas ao ambiente de armazenamento, o que resultaria em maior perda de água das folhas para o meio externo.

Os menores valores de perda de massa observados para as folhas dos sacos PP em relação às embalagens EPS+Filme e PET, pode ser justificado, possivelmente pelo pequeno número de folhas que ficaram expostas, não sendo quantidade suficiente para causar diferença significativa no resultado final. Além disso, as folhas armazenadas estavam bem próximas umas das outras dificultando a circulação de ar no meio, evitando a evaporação da água e permitindo um aumento da umidade relativa no interior da embalagem.

Somado ao fato da embalagem permitir uma pequena condensação da água em suas paredes, na parte inferior interna, aumentando assim a umidade no interior desta, compensando a perda de água das folhas que estavam mais expostas ao ambiente.

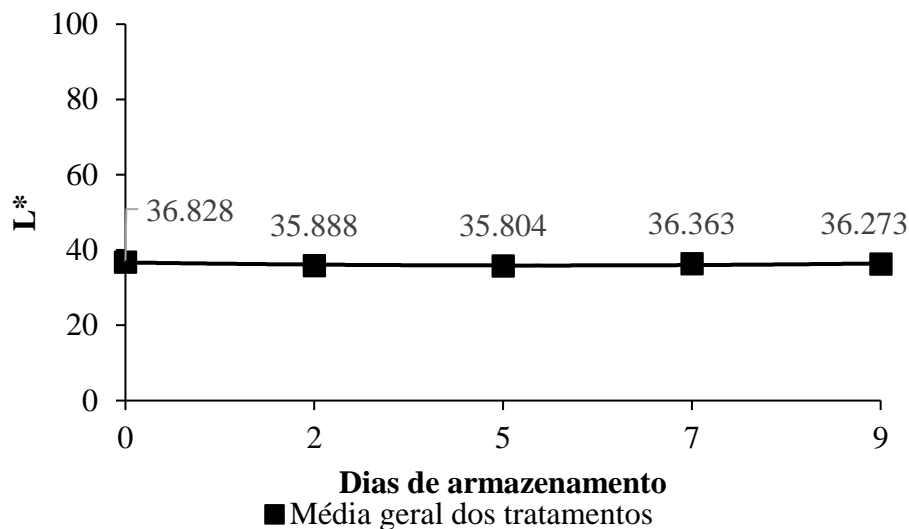
Por outro lado, as folhas acondicionadas nas embalagens PET, apresentaram maiores valores de perda de massa fresca, isso porque essas embalagens apresentavam pequena aresta nas conexões de fechamento, permitindo maior troca gasosa entre o meio interno e externo, consequentemente facilitando a perda de água do interior da embalagem.

### **4.3- Determinação Instrumental de cor**

#### **4.3.1- Luminosidade (L\*)**

Para o parâmetro luminosidade, não houve diferença significativa entre os tratamentos e os dias de armazenamento, sendo observado ao final dos dias de experimento um pequeno decréscimo nos valores de de L\* (Figura 5).





**Figura 5.** Cor Instrumental ( $L^*$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

O valor de  $L^*$  indica a luminosidade que vai de 0 (escuro) à 100 (claro), sendo indicador útil de escurecimento durante o armazenamento, que pode ser causado tanto por reações oxidativas quanto pelo aumento da concentração de pigmentos nos vegetais (VICENZI, 2014; OLIVEIRA, 2009).

Durante os 9 dias de armazenamento, os valores de  $L^*$  para as folhas de ora-pro-nóbis armazenadas nas três embalagens apresentaram oscilações, porém ao final do período de armazenamento os valores observados foram menores do que os obtidos no primeiro dia.

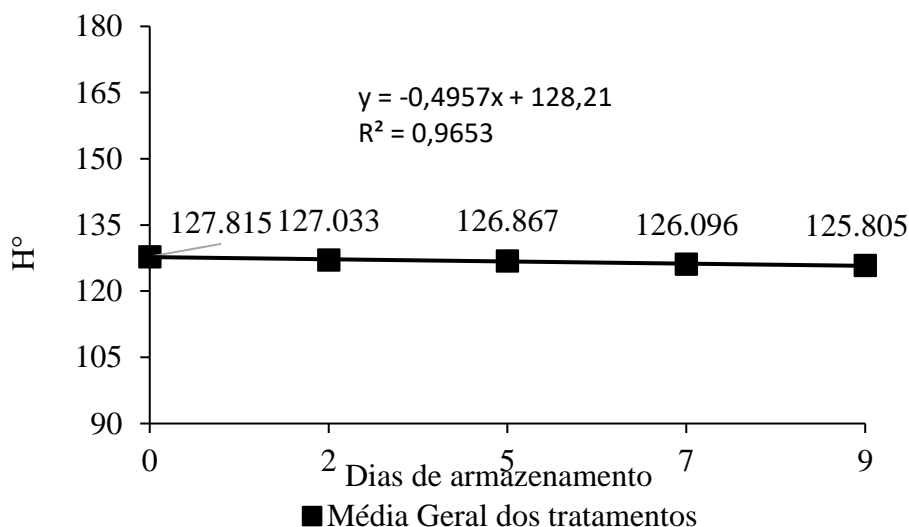
A redução do valor  $L^*$  indica perda da coloração característica do produto, aparência mais escura e está relacionada com diversos aspectos como oxidação de pigmentos termossensíveis e escurecimento não enzimático, como oxidação da vitamina C (SILVA, 2015). Embora as folhas de ora-pro-nóbis, acondicionadas nas três diferentes embalagens, tenham apresentado valores menores de  $L^*$  ao final do armazenamento, visualmente não foi observado escurecimento das mesmas, fato que pode ser explicado pela redução não significativa desses valores, indicando que as embalagens testadas foram eficientes na manutenção do turgor das folhas de ora-pro-nóbis.

Nascimento (2015), avaliou as respostas fisiológicas de folhas de couve armazenadas por 10 dias submetidas a aplicação em diferentes concentrações de nanopartículas de prata, e observou um decréscimo nos valores de parâmetro  $L^*$  para todos os tratamentos testados. O valor médio de  $L^*$  inicialmente encontrado foi de 45,51 no dia 0, enquanto no último dia de armazenamento o valor médio entre os tratamentos obtido foi de 39,36.

Carvalho et al., (2009) ao avaliar folhas de ora-pro-nóbis armazenadas por nove dias sob diferentes doses de hipoclorito de sódio, observou decréscimo dos valores de  $L^*$  em todos os tratamentos testados, o autor atribuiu tal resultado as reações enzimáticas ocorridas durante o processo de armazenamento. Ambos autores observaram em seus trabalhos comportamento similar ao encontrado no atual trabalho.

### 4.3.2- Ângulo Hue (°H)

Os valores médios de °H para as folhas de ora-pro-nóbis variaram entre 123 e 128. Não houve diferença significativa entre os tratamentos testados até o final do período de armazenamento, entretanto para o fator dias de armazenamento a diferença foi significativa (Figura 6).



**Figura 6.** Cor Instrumental (°H) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

O ângulo Hue indica o valor em graus correspondente ao diagrama tridimensional de cores, sendo, 0° - vermelho, 90° - amarelo, 180° - verde e 270° - azul (SILVA et al., 2011; CHITARRA & CHITARRA, 2005). Portanto, pode-se observar que as folhas de ora-pro-nóbis armazenadas nas três embalagens testadas apresentaram valores de ângulos H° entre 90° e 180°, ou seja, valores no quadrante verde.

Para as três embalagens testadas o comportamento dos valores de °H nas folhas ocorreu de maneira similar, com redução dos valores ao final do período de experimento, apresentando diferença significativa apenas para o fator dias de armazenamento.

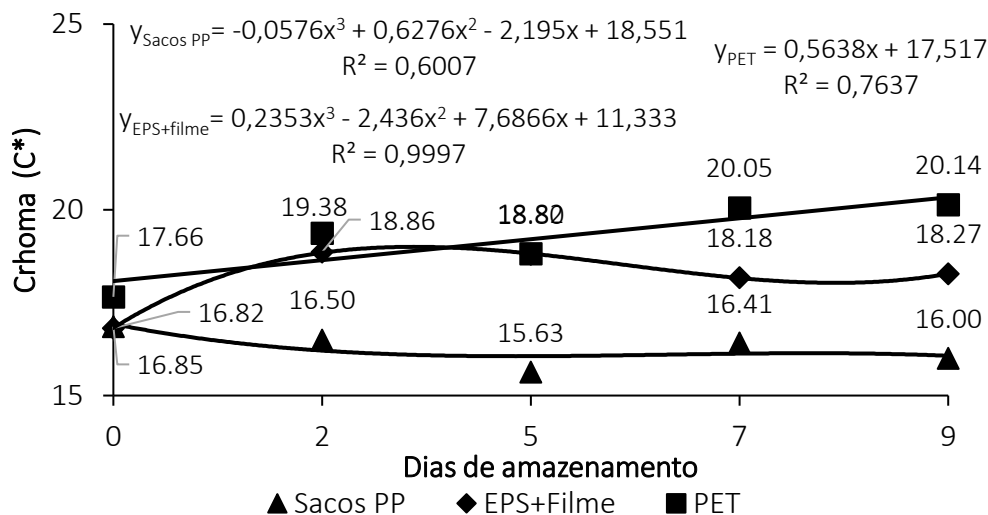
Sanches et al., (2008) encontraram comportamento semelhante para os valores de ângulo de cor. Os autores avaliaram a qualidade pós colheita de folhas de rúcula “Baby leaf” armazenadas em duas temperaturas distintas. De acordo com os autores, as folhas armazenadas sob temperatura de 25° C, tiveram tempo de vida útil de 2 dias e os valores de °H decresceram de 111 para 105, e as folhas que foram armazenadas sob temperatura de 10° C, apresentaram variação de 111,73 para 108,71 no quarto dia de armazenamento.

Resultados semelhantes também foram encontrados por Silva et al. (2007) ao avaliarem a conservação de folhas de alface e cebolinha minimamente processadas mantidas sob refrigeração. Os autores observaram decréscimo no valor de °H para as duas hortaliças avaliadas durante o período de 7 dias de armazenamento.

Imahori et al. (2004) ao analisarem as respostas fisiológicas e de qualidade em folhas de cebolinha chinesa sob atmosfera modificada e refrigeração, obteve decréscimo nos valores de ângulo °H.

### 4.3.3- Cromaticidade (C\*)

Para a avaliação de cromaticidade das folhas de ora-pro-nóbis, houve diferença significativa entre os tratamentos testados e o fator dias de armazenamento. Onde as folhas armazenadas nas bandejas EPS cobertas com plástico filme e nas embalagens PET apresentaram ao final do período de armazenamento valores mais elevados de croma diferindo significativamente do tratamento saco PP (Figura 7).



**Figura 7.** Valores de C\* de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagem e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

A cromaticidade define a pureza ou intensidade da cor, a partir de valores que variam de 0, para cores neutras, a 60 para cores vivas, onde, altos valores estão associados a maior intensidade da cor e os baixos, à neutralidade (MCGUIRE, 1992).

De acordo com os resultados encontrados no presente trabalho, para as folhas dos tratamentos bandejas EPS + Filme e PET, obteve-se ao final do período de experimento, valores de C\* próximos de cores mais vividas, ou seja, houve aumento na intensidade da cor. Contrariamente à isto, para o tratamento sacos PP, o valor de croma reduziu ao final dos dias de armazenamento (Tabela 3).

**Tabela 3.** Valores de croma (C\*) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos        | Dias de armazenamento |          |          |          |          |
|--------------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|                    | 0                     | 2        | 5        | 7        | 9        |
| Sacos PP           | 16,854 a              | 16,496 a | 15,631 a | 16,414 a | 15,999 a |
| Bandejas EPS+Filme | 16,815 a              | 18,859 a | 18,800 a | 18,177 a | 18,274 b |
| Bandejas PET       | 17,657 a              | 19,375 a | 18,819 a | 20,054 a | 20,136 b |

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

Essa tendência pode ser explicada, possivelmente, pelo tipo de embalagens plástica utilizada, considerando que as folhas das embalagens saco PP apresentaram redução no valor do croma, enquanto as embalagens bandejas EPS+filme e PET, garantiram a manutenção da cor das folhas de ora-pro-nóbis, sendo este um dos parâmetros de qualidade para hortaliças, que interferem diretamente na decisão de compra pelo consumidor. Ao estudar a pós-colheita de folhas de manjeriço armazenadas sob refrigeração à 5 °C, com e sem embalagens, Messias (2004) evidenciou que as folhas armazenadas em embalagens, apresentaram menor perda de coloração, 17,5%, quando comparadas às folhas sem embalagens 19,2%. Garantindo assim o efeito da embalagem na manutenção da coloração das folhas.

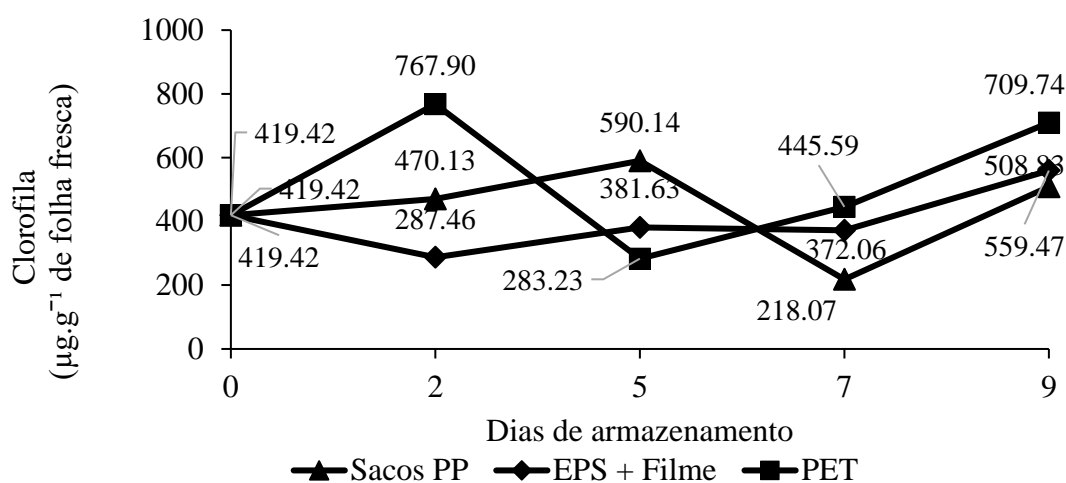
Sanches et al. (2014) ao analisarem a qualidade pós-colheita de rúcula baby recobertas com plástico filme, obtiveram resultado semelhante ao encontrado neste trabalho. Os autores concluíram ao final de 2 dias de armazenamento sob temperatura ambiente, que as folhas de rúcula apresentam um acréscimo em seus valores de croma, onde o valor no primeiro dia de armazenamento foi de 24,73, aumentando para 27,82 no último dia.

Figueiredo (2016) avaliou a qualidade pós-colheita de coentro armazenado em bandejas plásticas envoltas por plástico filme sob três diferentes temperaturas, o autor obteve ligeiro aumento nos valores de C\* em todas as temperaturas avaliadas

Diante dos resultados de coloração obtidos acredita-se que o acondicionamento nas embalagens bandejas EPS+filme e bandejas PET contribui para que o verde característico da ora-pro-nóbis, bem como a vivacidade da cor fossem mantidos por mais tempo. Com destaque para as características de croma, que manteve a intensidade da cor das folhas, e de luminosidade, responsável por manter o turgor até o final do período de experimento.

#### 4.4- Clorofilas total, a e b

Os teores de clorofila total das folhas de ora-pro-nóbis apresentaram interação significativa entre os tratamentos em função dos dias de armazenamento sendo significativamente maior para o tratamento bandejas PET. Durante os 9 dias de armazenamento os teores de clorofila total nas folhas, relacionadas aos três tratamentos, apresentaram oscilações em seus valores médios, entretanto ao final dos dias de armazenamento os valores encontrados foram maiores comparados aos do início do armazenamento (Figura 8).



**Figura 8.** Teores de clorofila total ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

No segundo dia de armazenamento, o tratamento onde foram utilizadas embalagens de EPS recobertas com plástico filme, apresentou menores teores de clorofila total quando comparado aos tratamentos onde utilizou-se sacos de PP e bandejas PET. Esta tendência não se manteve ao quinto e sétimo dias de armazenamento, no último dia de armazenamento houve diferença significativa, onde as folhas acondicionadas nas embalagens PET apresentaram valores mais elevados quando comparado aos outros dois tratamentos (Tabela 4).

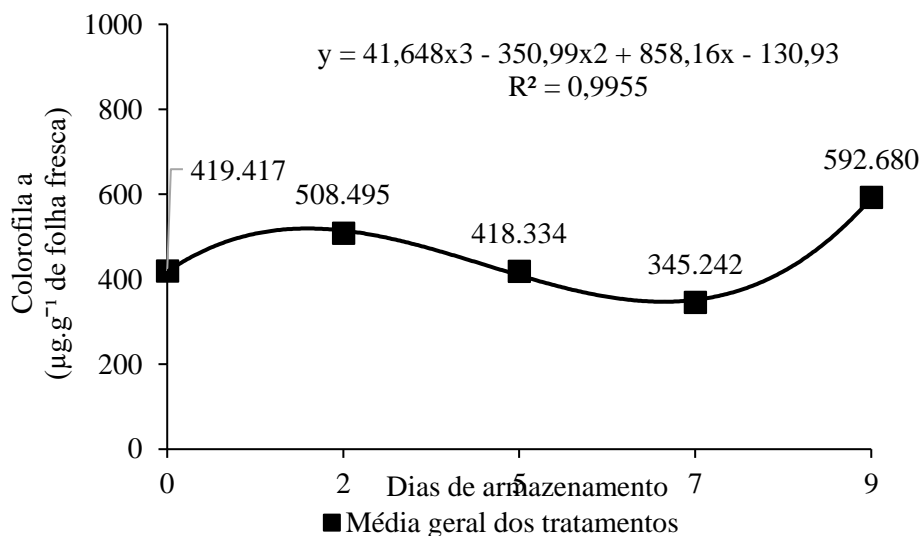
**Tabela 4.** Teores de clorofila total ( $\mu\text{g.g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |          |          |           |          |
|-------------|-----------------------|----------|----------|-----------|----------|
|             | 0                     | 2        | 5        | 7         | 9        |
| Sacos PP    | 419,42 a              | 470,13 a | 590,13 a | 218,071 a | 508,82 b |
| EPS + Filme | 419,42 a              | 287,45 b | 381,63 a | 372,06 a  | 559,47 b |
| PET         | 419,42 a              | 767,90 a | 283,23 a | 445,59 a  | 709,74 a |

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

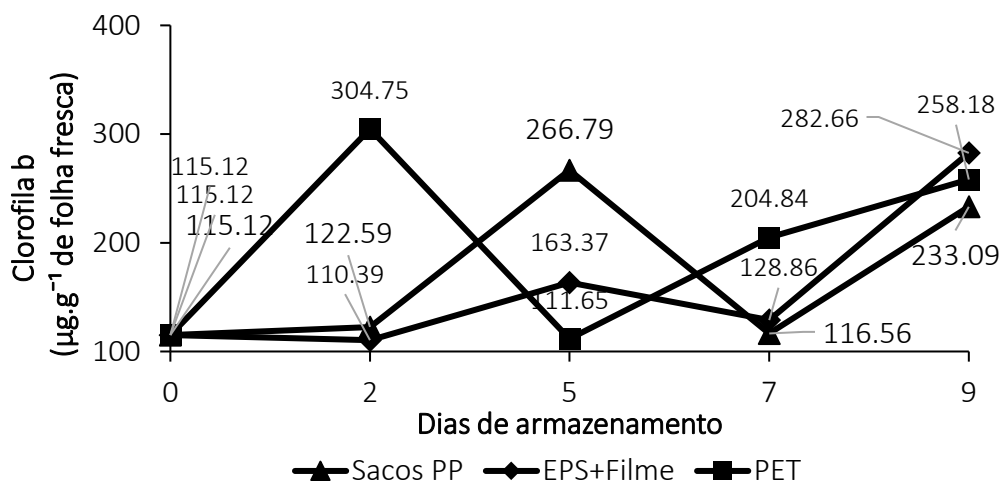
De acordo com os dados apresentados, observou-se aumento significativo ao final do período de experimento para o teor de clorofilas totais nas folhas de ora-pro-nóbis. Este comportamento pode ser justificado pela baixa temperatura utilizada para o armazenamento, considerada como principal fator para reduzir a degradação da clorofila, associado à perda de massa fresca das folhas.

Os resultados de clorofila a apresentaram diferença significativa somente para o fator dias de armazenamento, durante o período do experimento (Figura 9).



**Figura 9.** Teores médios de clorofila a ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

Para os teores de clorofila b nas folhas de ora-pro-nóbis, houve interação significativa entre os tratamentos em função dos dias de armazenamento, onde os teores médios oscilaram durante os nove dias de avaliação, e mostraram-se significativamente mais altos ao final do experimento (Figura 10).



**Figura 10.** Teores de clorofila b ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

Foi observado aumento significativo dos teores de clorofila b durante os dias de armazenamento, embora os teores tenham oscilado durante o período, ao final do experimento,

os valores de colorofila b para as folhas de ora-pro-nóbis apresentaram-se significativamente mais altos quando comparados ao período inicial (Tabela 5).

**Tabela 5.** Teores de clorofila b ( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ ) de folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes tipos de embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |          |          |          |          |
|-------------|-----------------------|----------|----------|----------|----------|
|             | 0                     | 2        | 5        | 7        | 9        |
| Sacos PP    | 115,12 a              | 122,51 b | 266,78 a | 116,55 a | 233,08 a |
| EPS+Filme   | 115,12 a              | 110,39 b | 163,36 a | 128,85 a | 282,66 a |
| PET         | 115,12 a              | 304,75 a | 111,64 a | 204,83 a | 258,17 a |

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

No segundo dia de armazenamento as folhas que foram acondicionadas nas embalagens PET, apresentaram valores significativamente mais altos de teor de clorofila b quando comparadas aos outros dois tratamentos. Contudo, a partir do quinto dia de armazenamento, esse comportamento não se manteve já que as médias dos três tratamentos se apresentaram semelhantes e essa tendência foi mantida até o fim do experimento, não apresentando, portanto, influência na cor final das folhas.

Os resultados obtidos no presente trabalho, referentes aos valores médios de teores de clorofila nas folhas de ora-pro-nóbis, podem ser explicados, possivelmente, pelo fato das folhas estarem mais desidratadas no último dia de armazenamento, associado ao possível decréscimo na degradação desses pigmentos devido à baixa temperatura de armazenamento, assim como foi relatado por Álvarez et al. (2010), ao avaliarem o efeito do pré- resfriamento e embalagens PET na conservação pós-colheita das folhas de salsa. No referido trabalho, as folhas de salsa armazenadas à temperatura de 5°C, apresentaram um aumento de 33,1 para 36,5 SPAD (unidade de clorofila) nas que não passaram pelo processo de hidroresfriamento. Nas folhas que foram hidroresfriadas os teores de clorofila passaram de 34,6 para 39. Os autores afirmaram que não houve degradação significativa da clorofila nas folhas de salsa devido à baixa temperatura do armazenamento.

Imahori et al. (2004), também obtiveram resultados semelhantes ao analisar as respostas fisiológicas e de qualidade das folhas de cebolinha chinesa sob atmosfera com baixa concentração de oxigênio. Os autores observaram um aumento do teor de clorofila nas folhas de cebolinha ao final dos 7 dias de armazenamento, atribuindo tal comportamento à baixa concentração de O<sub>2</sub> existente no ambiente de armazenamento.

Alterações da atmosfera dos gases do ambiente de armazenamento, como aumento de concentração de CO<sub>2</sub> e redução de O<sub>2</sub>, inibem a produção e ação do etileno, bem como de enzimas responsáveis pela degradação da clorofila, prolongando assim a cor verde em hortaliças (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

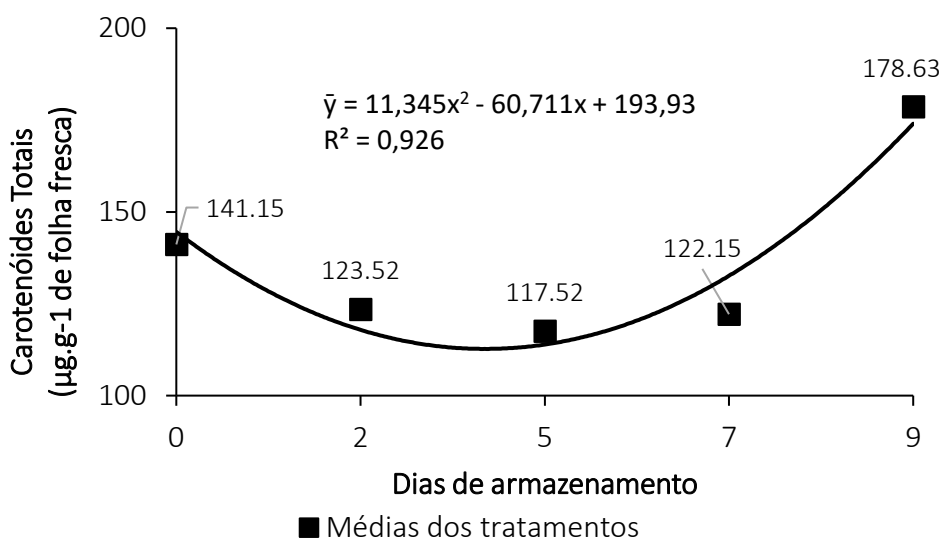
Além disso, o armazenamento sob baixas temperaturas influencia na taxa de respiração do produto, retardando este processo e também a transpiração, resultando em retardo da senescência do produto (que é caracterizado pela perda da coloração verde das folhas, devido a degradação da clorofila) (ENDRES et al., 1999).

Guimarães (2015) avaliou as respostas fisiológicas relacionadas à pós-colheita em condições de *chilling*, em manjeriço, durante o armazenamento à temperatura ambiente e à 5 °C, com e sem utilização de embalagens plásticas. O autor observou diferenças visuais com maior manutenção na qualidade das folhas armazenadas com embalagens plásticas. Em todas

as condições de armazenamento testadas, com e sem embalagens, houve decréscimo na concentração das clorofilas totais ao longo dos cinco dias de armazenamento pós-colheita, exceto para 5 °C com utilização de embalagens, confirmando que, mesmo com os efeitos da injúria causada pelas baixas temperaturas, há manutenção do pigmento na refrigeração. Este fato corrobora com os resultados do presente trabalho, onde houve a manutenção da clorofila devido a redução da temperatura de armazenamento, além da utilização de embalagens, proporcionando diferença na atmosfera dos gases no meio.

#### 4.5- Carotenóides totais

Durante o período de armazenamento os tratamentos não apresentaram diferença significativa em relação aos carotenóides totais, somente foi observado diferença significativa para o fator dias de armazenamento. Mesmo com algumas oscilações durante o período de armazenamento, ao final do processo, o conteúdo de pigmentos apresentou um aumento em seus teores quando comparados ao primeiro dia de armazenamento (Figura 11)



**Figura 11.** Conteúdo de carotenóides (µg.g<sup>-1</sup>) de folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes tipos embalagens e armazenadas por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR.

Do início do período de armazenamento, até o 5º dia para os três tratamentos testados, houve um decréscimo nos teores de carotenóides, sendo que os valores passaram de 141,4 µg.g<sup>-1</sup> no dia 0, para 117,5 µg.g<sup>-1</sup> no 5º dia. A partir de então, o comportamento dos teores foi alterado caracterizando um aumento significativo até o 9º dia, chegando aos 178,6 µg.g<sup>-1</sup> ao final deste período. Essa tendência pode ser justificada considerando que, possivelmente, houve síntese de carotenóides com concomitante degradação de clorofila nas folhas durante o período de armazenamento.

Como afirma Chitarra & Chitarra (1990), os pigmentos carotenóides podem já estar presentes nos vegetais, tornando-se visíveis com a degradação da clorofila ou podem ser sintetizados, simultaneamente, com a degradação desta.



Resultados similares foram encontrados por Padula (2006) ao avaliar o comportamento de brócolis minimamente processados em diferentes embalagens, e este autor afirma que houve síntese de carotenóides nas folhas dos brócolis, rejeitando a hipótese de que os carotenóides já estavam presentes nas folhas e só se tornaram visíveis com a degradação das clorofilas.

Viana (2014) encontrou um teor médio de carotenóides nas folhas de ora-pro-nóbis de  $190,87 \mu\text{g.g}^{-1}$  de massa fresca, valor próximo ao encontrado neste trabalho. Já Nachtigall et al (2007) encontraram em folhas de ora-pro-nóbis um teor de carotenóides totais de  $6,07 \text{ mg.}100 \text{ g}^{-1}$ , o que corresponde a  $67 \mu\text{g.g}^{-1}$ . Valor inferior aos encontrados no atual trabalho. De acordo com os mesmos autores, os teores de carotenóides presentes nas folhas de ora-pro-nóbis foram superiores aos encontrados nas folhas de couve, espinafre e almeirão, por exemplo. Valores que correspondem à  $34,8$ ,  $35,3$  e  $35,6 \mu\text{g.g}^{-1}$  respectivamente.

Os carotenóides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos naturais devido sua larga distribuição, diversidade estrutural e diferentes funções. São os elementos responsáveis por garantir cor aos alimentos (RIBEIRO & SERAVALI, 2004; MORAES, 2006). Sua composição nos alimentos é afetada por diversos fatores, como cultivares e variedades, parte da planta consumida, clima e área geográfica de produção, colheita e manejo pós-colheita além do processamento e armazenamento (AMAYA- FARFAN, 1999; RODRIGUEZ-AMAYA, 1999).

Devido à insaturação dos carotenóides, estes são altamente suscetíveis a oxidação, resultando na perda da cor e alteração da atividade biológica, além de alterações no sabor do produto (KOBORI, 2010; FARKAS, 2000; FERNADES 2011).

As diferenças visíveis da cor do vegetal são definidas a partir da presença e distribuição variável dos pigmentos carotenóides que acompanham as clorofilas. Em folhas de alface mais escuras, por exemplo, tem sido evidenciada maiores concentrações de  $\beta$ -caroteno estando estes, possivelmente, associados aos maiores teores de clorofila nas folhas (ELBE, 2000; CASSETARI, 2012).

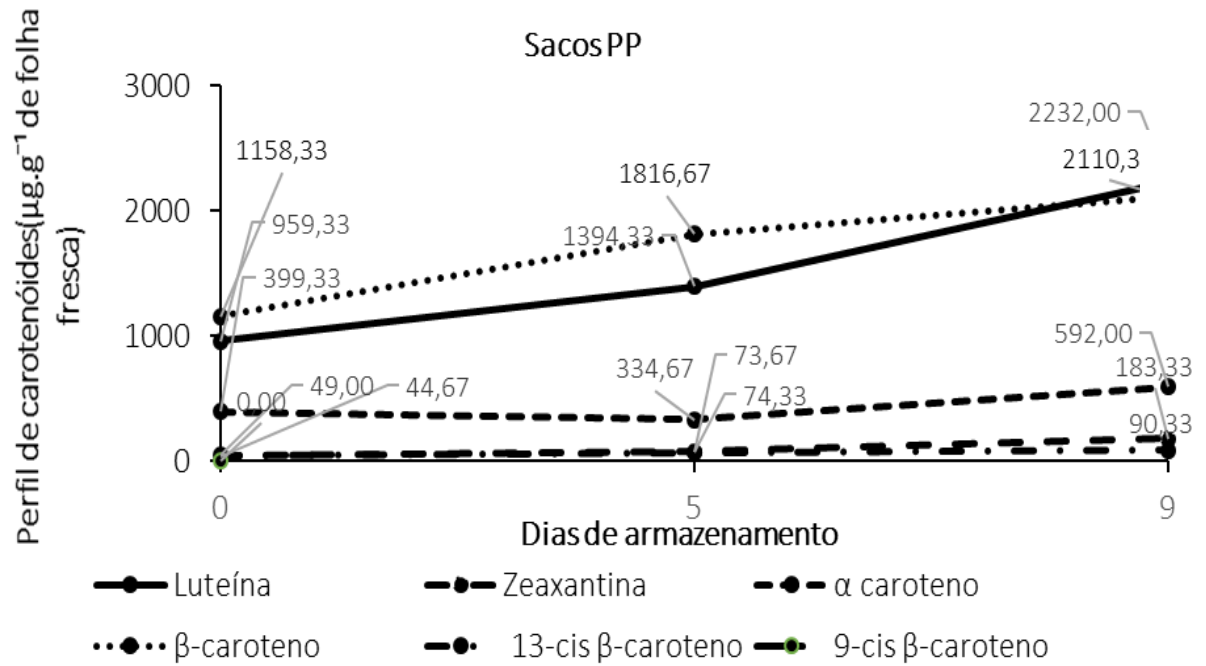
Os carotenóides desempenham importantes funções no organismo humano, atuando na regulação hormonal, metabólica, inflamatória e possuem um importante papel antioxidante (COCATE et al., 2010). Esses pigmentos são em parte convertidos em vitamina A, que é a vitamina responsável por atuar na defesa do organismo, na prevenção de doenças (COUTINHO, et al., 2016; KRINSKY, 1994).

O consumo de alimentos ricos em carotenoides está associado à diminuição de riscos de doenças crônicas, prevenção de formação de catarata e redução da degeneração macular relacionada ao envelhecimento (KRINSKI, 1994). Esses pigmentos desempenham também função antioxidante, devido sua interação com radicais livres, atuando na prevenção de doenças cancerígenas e cardiovasculares (GRUNE et al., 2010).

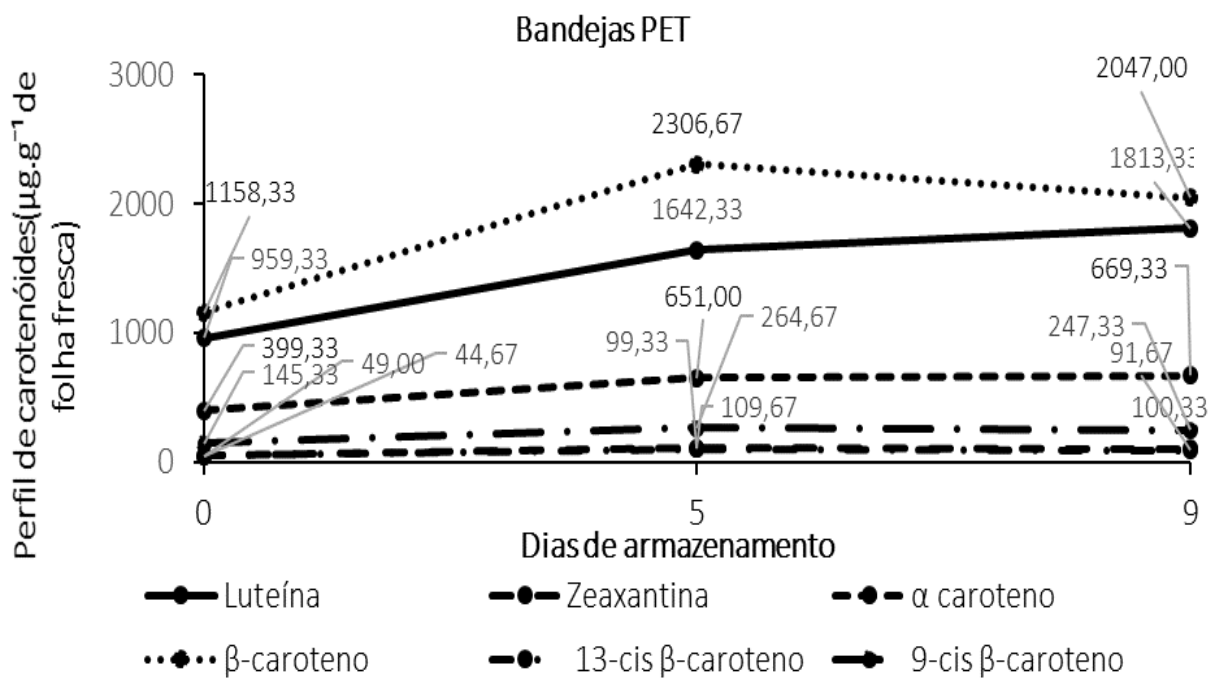
Durante o processamento e armazenamento, a aparência das folhas será diretamente influenciada pela degradação da clorofila e síntese de pigmentos carotenoides (KOBORI, 2000). A perda destes compostos tem como consequência o amarelecimento das folhas, comportamento que não foi observado neste trabalho, possivelmente pela baixa temperatura de armazenamento, resultando em redução da respiração e conseqüentemente redução dos processos fisiológicos, associada à ausência de luz no ambiente de armazenamento, tendo em vista que os carotenóides são afetados pela incidência de luz e calor.

#### **4.5.1- Perfil de carotenóides**

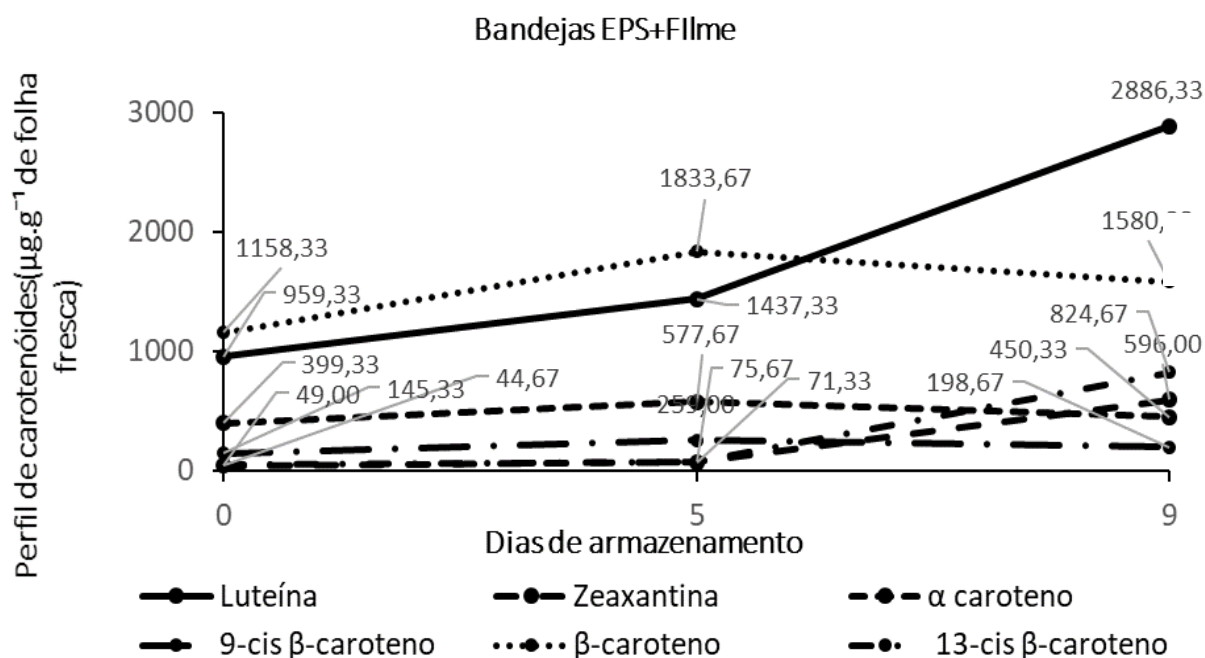
Para as três embalagens testadas houve aumento nos pigmentos componentes de carotenóides nas folhas de ora-pro-nóbis durante o período de armazenamento (Figuras 12 A, B e C e Tabela 6)



A



B



C

**Figura 12.** Perfil de carotenóides ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes tipos embalagens Sacos PP (A), Bandejas EPS + Filme (B) e Bandejas PET e armazenadas por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR.

**Tabela 6.** Perfil de carotenóides ( $\mu\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes tipos embalagens Sacos PP (A), Bandejas EPS + Filme (B) e Bandejas PET e armazenadas por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos              | Perfil de Carotenóides |         |         |            |         |         |             |         |         |
|--------------------------|------------------------|---------|---------|------------|---------|---------|-------------|---------|---------|
|                          | Sacos PP               |         |         | EPS+ Filme |         |         | Bandeja PET |         |         |
|                          | 0                      | 5       | 9       | 0          | 5       | 9       | 0           | 5       | 9       |
| <b>Luteína</b>           | 959,333                | 1394,33 | 2232    | 959,333    | 1437,33 | 2886,33 | 959,333     | 1642,33 | 1813,33 |
| <b>Zeanxantina</b>       | 44,6667                | 74,3333 | 183,333 | 44,6667    | 71,3333 | 596     | 44,6667     | 109,667 | 100,333 |
| <b>α caroteno</b>        | 44,6667                | 74,3333 | 183,333 | 399,333    | 577,667 | 450,333 | 399,333     | 651     | 669,333 |
| <b>β-caroteno</b>        | 1158,33                | 1816,67 | 2110,33 | 1158,33    | 1833,67 | 1580,33 | 1158,33     | 2306,67 | 2047    |
| <b>13-cis β-caroteno</b> | 49                     | 73,6667 | 90,3333 | 49         | 75,6667 | 824,667 | 49          | 99,3333 | 91,6667 |
| <b>9-cis β-caroteno</b>  | 145,333                | 276,333 | 250     | 145,333    | 259     | 198,667 | 145,333     | 264,667 | 247,333 |

Os carotenóides constituem um grupo de pigmentos que confere cores aos alimentos e vão do amarelo ao vermelho. Em vegetais folhosos os principais carotenóides são luteína,  $\beta$ -caroteno, violaxantina, neoxantina,  $\alpha$ -caroteno, esses teores podem variar de acordo com a maturidade fisiológica das folhas, com as diferenças de cultivar, sazão e solo (MERCADANTE e RODRIGUES-AMAYA, 2001; MORAES, 2006)

Nos três tipos de embalagens testadas os teores de luteína e  $\beta$ -caroteno apresentaram-se de maneira similar durante o período de armazenamento. Do dia 0 ao dia 5 de armazenamento apresentaram um acréscimo em seus teores, seguido de um pequeno decréscimo até o 9º dia, entretanto ao final do período de armazenamento os teores encontrados foram maiores dos que os observados no início.

Nachtigall et al. (2007) avaliaram os teores de luteína em diversos vegetais frescos. O autor encontrou em folhas de ora-pro-nóbis uma média de  $3,10 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , após 24 horas de colhido, valor superior ao encontrado no atual trabalho que corresponde a  $1,58 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , referente a média dos três tratamentos testados durante todo o armazenamento. Além disso, os autores avaliaram os teores de luteína em outras folhas de hortaliças não convencionais como almeirão, taioba e serralha, todas apresentaram teores médios de luteína superiores aos encontrados no presente estudo.

A inferioridade dos teores de luteína encontrados no presente trabalho, pode ser justificada pelas diferenças de vários fatores como idade da planta, condições de cultivo, pelo solvente extrator utilizado no processo da análise e até mesmo pela variação dentro da própria espécie.

Rodriguez-Amaya (1999) ao avaliar teores de luteína em almeirão, encontrou teores de  $0,70$ -  $1,0 \text{ mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , valores inferiores aos encontrados no atual trabalho nas folhas de ora-pro-nóbis.

Vardavas et al (2006) obtiveram teores de luteína e  $\beta$ -caroteno em folhas de alface frescas em torno de  $1379 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $801 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  respectivamente que são inferiores aos teores encontrados no presente trabalho com ora-pró-nobis (correspondentes à  $1587 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  e  $1685 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$  respectivamente). Os autores avaliaram também os teores de  $\beta$ - caroteno em folhas de espinafre e obtiveram um teor de  $1678 \text{ } \mu\text{g} \cdot 100\text{g}^{-1}$ , valor inferior ao encontrado nas folhas de ora-pro-nóbis.

Niizu et al (2005) verificaram ao analisar folhas de alface, teores de  $\beta$ -caroteno de  $14,9 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ , teores portanto, também menores aos encontrados no presente trabalho ( $16,86 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$ ).

Do ponto de vista nutricional, os carotenóides podem ser classificados como pró vitaminas, pois possuem a capacidade de serem transformados biologicamente em vitamina A, ou ser classificados também como carotenóides inativos, sendo aqueles que apresentam apenas atividade antioxidante ou corante (OLSON, 1999).

O pigmento considerado como maior precursor de vitamina A é o  $\beta$ - caroteno seguido do  $\alpha$ -caroteno, onde o  $\beta$ - caroteno foi o segundo pigmento encontrado em maior quantidade nas folhas de ora-pro-nóbis de acordo com este trabalho. Estes pigmentos caracterizam-se por apresentarem coloração vermelha acobreada nos alimentos, visto que as cores são definidas pelo número de ligações duplas conjugadas (OLSON, 1999; MORAES, 2006).

Por outro lado a luteína, apresenta pouca ou nenhuma atividade pró-vitamina. Este pigmento é caracterizado por garantir sabor amargo as vegetais folhosos, como almeirão, azedinho e rúcula. Folhas de ora-pro-nóbis, taioba e serralha, destacam-se como fontes de luteína, apresentando teores superiores ao do espinafre (NACHTIGALL et. al.,2007).

Para os teores de zeoxantina e 13-cis  $\beta$ - caroteno, os tratamentos com embalagens de sacos de PP e bandejas EPS recobertas com plástico filme, apresentaram comportamento semelhante. Os valores médios nos três tempos avaliados apresentaram aumento linear até o final do 9º dia de armazenamento ( Figuras 21 A e B). Já para o tratamento onde foi utilizada

embalagem PET os teores de zeoxantina e 13-cis  $\beta$ -caroteno, apresentaram aumento até 5º dia de armazenamento com posterior decréscimo ao final do experimento.

Nas três embalagens utilizadas os teores médios de 9-cis  $\beta$ -caroteno apresentaram comportamento linear e crescente no decorrer do período de armazenamento. Ao final dos 9 dias, os valores observados foram maiores dos que os encontrados no 1º dia de armazenamento.

Os isômeros cis são menos estáveis termodinamicamente que os pigmentos na forma trans. Na natureza a maior parte dos carotenóides ocorrem na forma trans, sendo os isômeros cis resultantes das modificações em suas estruturas iniciais, que são desencadeadas por agentes como calor, ácido, luz, atividades enzimáticas e composição da atmosfera de gases. Além das alterações de cor, queda da atividade pró-vitáminica e quebra da cadeia com formações de carotenóides de cadeias menores (MORAES, 2006).

Os pigmentos carotenóides são altamente oxidáveis devido a sua estrutura, tendo em vista que apresentam grande número de ligações conjugadas. A oxidação ocorre na presença de luz, calor e compostos pró-oxidantes e resultam em perda da coloração por quebra dos pigmentos (RIBEIRO e SARAVALLI, 2004).

O amadurecimento e senescência das folhas geralmente é acompanhada por um aumento dos teores de pigmentos carotenóides, isso devido a degradação natural da clorofila, promovendo a maior evidência desses pigmentos. Além disso, em folhas senescentes, podem ocorrer danos às membranas, como o rompimento celular, disponibilizando assim os carotenóides (SÁ & RODRIGUEZ-AMAYA 2003; ROCHA, 2010).

Os teores de  $\alpha$ -caroteno nas folhas de ora-pro-nóbis, mostraram-se distintos nos três tratamentos testados. Nas embalagens de saco de PP e nas embalagens EPS + filme, houve um decréscimo do dia 0 ao quinto dia de armazenamento e a partir de então, foi observado um aumento até o final do período de armazenamento.

Nas embalagens PET, as folhas armazenadas apresentaram aumento linear nos teores de  $\alpha$ -caroteno, e esse comportamento se manteve até o final do período de armazenamento.

O  $\alpha$ -caroteno, isômero do caroteno, é considerado entre os pigmentos carotenóides, o segundo maior precursor da vitamina A nos organismos, sendo encontrado nas folhas de ora-pro-nóbis, nos três tratamentos testados.

Os carotenóides predominantes durante os nove dias de armazenamento para os três tratamentos, foram Lúteína e  $\beta$ -caroteno. Ambos os pigmentos apresentaram teores próximos para as folhas da embalagem de saco PP e bandejas PET. Já para as folhas do tratamento bandeja EPS recobertas com plástico filme, os teores desses pigmentos ao final do armazenamento foram diferentes, observando-se maior teor de luteína.

Embora este comportamento tenha sido observado, ao final do período de armazenamento, não houve diferença visual de coloração das folhas para nenhum dos tratamentos.

#### **4.6- pH**

Os valores de pH das folhas de ora-pro-nóbis correspondentes aos três tratamentos apresentaram interação significativas entre os fatores tratamentos e dias de armazenamento, onde foi observado aumento dos valores de pH dos três tratamentos testados, ao longo do período de experimento. No segundo dia de experimento, o tratamento sacos PP, apresentou diferença significativa em relação aos outros dois tratamentos, onde foi observado valor inferior de pH (Tabela 7).

**Tabela 7.** Valores de pH nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |        |        |        |        |
|-------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
|             | 0                     | 2      | 5      | 7      | 9      |
| Sacos PP    | 5,36 a                | 5,31 b | 5,44 a | 5,63 a | 5,46 a |
| EPS+Filme   | 5,36 a                | 5,49 a | 5,42 a | 5,70 a | 5,39 a |
| PET         | 5,36 a                | 5,57 a | 5,33 a | 5,65 a | 5,47 a |

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

No segundo dia de armazenamento as folhas acondicionadas nas embalagens saco PP, exibiram valor médio de pH inferiores aos das folhas armazenadas em embalagens EPS revestidas com filme plástico e bandejas PET, as quais se mostraram semelhantes.

Após o segundo dia de armazenamento, as folhas dos três tratamentos testados não apresentaram resultados com diferença significativa e esse comportamento se manteve até o final do experimento.

Durante o período de armazenamento os valores médios de pH das folhas armazenadas nos três tratamentos exibiram oscilações. Entretanto, ao final dos 9 dias foram observados valores mais altos de pH para todos os tratamentos testados, quando comparados aos valores iniciais.

A partir do segundo dia de armazenamento os valores médios de pH elevaram-se, seguido de um decréscimo ocorrido no dia 5. Posterior a isto, foi observado novamente um aumento do valor médio de pH no 7º dia de armazenamento. Por último, um declínio significativo ao 9º dia de experimento foi apresentado, contudo, os valores médios finais exibiram-se mais elevados quando comparados com os do início do armazenamento.

Ao final do experimento as folhas que foram acondicionadas nas embalagens de PP apresentaram uma variação de 5,36 no primeiro dia para 5,46 no 9º dia, nas embalagens de EPS revestidas com filme plástico o valor médio do pH passou de 5,36 no primeiro dia para 5,39 no último e as folhas que foram acondicionadas em embalagens PET, no 9º dia apresentaram um pH de 5,47, que no início do armazenamento era de 5,46.

A elevação do pH observada no presente trabalho, comparando-se o 1º ao último dia de armazenamento, pode ser justificada pelo consumo das moléculas ácidas, principalmente os ácidos orgânicos, como substrato respiratório para o próprio do vegetal.

Durante o armazenamento a concentração total de ácidos orgânicos tende a diminuir, sendo que as mudanças pós-colheita variam com a espécie e ácidos em questão, tipo de tecido, manejo e condições de armazenamento. Além disso, a cultivar, época de produção e diversos outros parâmetros podem interferir neste componente, como afirma Kays (1997).

Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2000), onde o autor não encontrou diferença significativa ao final do período de armazenamento, ao comparar folhas de repolho armazenadas em embalagens PET e embalagens de polietileno de baixa e alta densidade armazenados por 15 dias em temperatura de 5°C, embora, tenha encontrado valores médios finais de pH mais elevados no final do período de armazenamento em relação aos teores obtidos no início.

Fernandes (2011) também observou aumento nos teores de pH, ao final de 15 dias de armazenamento, nas folhas de rúcula acondicionadas em embalagens de isopor recobertas com PVC e em sacos herméticos. Os valores aumentaram de 6,17 para 6,98, nas folhas das embalagens de PVC e para as folhas contidas nos sacos herméticos a variação foi de 6,17 para 6,63.

As hortaliças folhosas possuem baixa acidez causando uma suscetibilidade ao ataque de bactérias e fungos, diminuindo assim a vida pós-colheita desses vegetais (AROUCHA et al., 2010). Isto ocorre devido ao fato de os ácidos orgânicos serem utilizados como conservadores dos alimentos, inibindo ou reduzindo o desenvolvimento de microrganismos (BELITZ, 1992).

A elevação do pH durante o armazenamento se deve, provavelmente, ao aumento da atividade metabólica das folhas, que leva a um maior consumo dos ácidos orgânicos e radicais ácidos para manutenção da respiração do vegetal. Estes ácidos são metabolizados e convertidos em moléculas não ácidas (PECH, 2002).

#### 4.7- Acidez total titulável (ATT)

Houve relação entre a acidez total titulável e pH para os três tratamentos testados, pois a acidez titulável variou de acordo com a variação do pH. Os valores médios finais de acidez titulável encontrados apresentaram-se menores ao final do período de armazenamento, quando comparados ao 1º dia de experimento

No presente trabalho foi observado efeito significativo dos tratamentos sobre este componente nas folhas de ora-pró-nobis (Tabela 8).

**Tabela 8.** Valores de ATT (g.100g<sup>-1</sup> de ácido málico) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara a 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |        |        |        |        |
|-------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|
|             | 0                     | 2      | 5      | 7      | 9      |
| Sacos PP    | 0,30 a                | 0,34 a | 0,31 a | 0,27 a | 0,23 a |
| EPS+ Filme  | 0,30 a                | 0,26 b | 0,30 a | 0,23 b | 0,29 a |
| PET         | 0,30 a                | 0,27 b | 0,34 a | 0,29 a | 0,29 a |

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

Houve diferença significativa entre os tratamentos apenas no segundo e sétimo dias de armazenamento entre os valores médios de ATT para os tratamentos testados.

No segundo dia de armazenamento as folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em sacos de PP, apresentaram maior teor de acidez titulável quando comparadas as folhas armazenadas em bandejas EPS recobertas com plástico filme e embalagens PET. Neste dia, os valores de ATT foram inversamente proporcionais aos valores de pH, comportamento padrão em alguns casos.

No 5º dia de armazenamento os tratamentos mantiveram-se estatisticamente iguais, embora os valores médios tenham apresentado variações. Posteriormente, no 7º dia de armazenamento, as folhas armazenadas nas bandejas EPS + Filme apresentaram diferenças significativa em relação as folhas dos outros dois tratamentos, exibindo valor de ATT menos elevado.

Ao final do período de armazenamento as folhas acondicionadas nas três embalagens apresentaram resultados semelhantes. Havendo diferença significativa para o fator dias de armazenamento, os três tratamentos testados exibiram valores médios de ATT menores do que os valores encontrados no 1º dia de armazenamento.

A acidez em hortaliças é atribuída principalmente aos ácidos orgânicos localizados nos vacúolos das células, de forma dissolvida. Valores mais elevados de acidez significam maior

conservação do produto, considerando que os ácidos estão sendo menos utilizados na respiração (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Durante a senescência, a concentração dos ácidos orgânicos tende a diminuir, isso devido a possível drenagem do líquido celular e volatilização desses ácidos (FENNEMA, 1995; BERLI, VILAS BOAS e PICOLI, 2004). Este efeito, porém, não foi observado no presente trabalho.

Carvalho et al. (2009), encontraram comportamento semelhante ao observar folhas de ora-pro-nóbis minimamente processadas por um período de 9 dias, acondicionadas em embalagem plástica rígida de polipropileno com tampa e armazenadas em câmara-fria à temperatura de  $4 \pm 1^\circ\text{C}$  e UR de 95%. De acordo com os autores durante o período de armazenamento os valores médios de ATT também oscilaram coerentemente em relação os valores de pH e apresentaram ao final do experimento, teores médios menores dos que os encontrados no início do período de armazenamento

#### **4.8- Sólidos solúveis totais (SST)**

Os valores médios de SST não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos, entretanto foi observada diferença significativa para o fator dias de armazenamento.

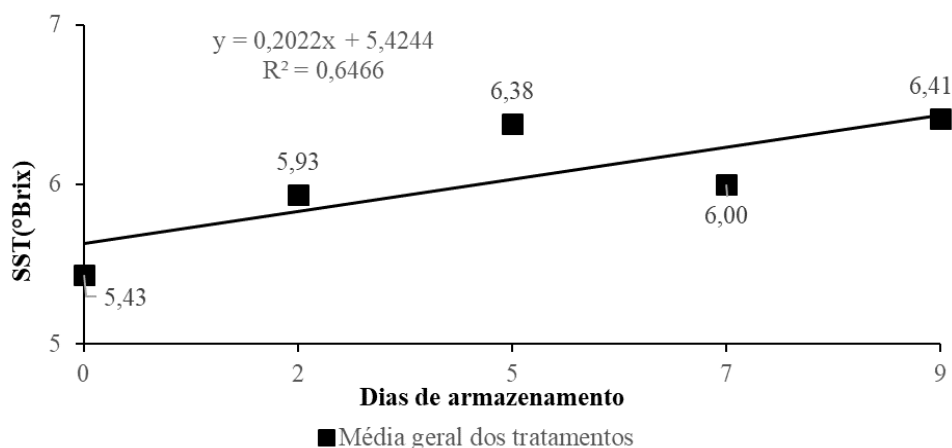
Embora os tratamentos não tenham apresentado diferença entre si, para as folhas de ora-pro-nóbis armazenadas nas bandejas PET, o teor de sólidos solúveis apresentou tendência de valores numericamente mais elevados quando comparados às duas outras embalagens, apresentando diferença significativa para o fator dias de armazenamento.

Reis (2014) ao avaliar folhas de alface sob o efeito de atmosfera modificada utilizando embalagens de polietileno com três diferentes aberturas, concluiu que a diferença de teores de sólidos solúveis totais dos vegetais embalados em cada tipo de embalagem, está relacionada ao aumento destes em decorrência da perda de água das folhas. De acordo com isso, observou-se, no presente trabalho, uma coerência entre a perda de água das folhas e os teores de sólidos solúveis nos três tratamentos testados.

As folhas armazenadas em embalagens PET apresentaram maior teor de SST ao final do período de armazenamento, como decorrência da maior perda de massa fresca. Em seguida, as folhas acondicionadas em sacos de PP aparecem com valores intermediários e por último as embalagens de EPS + filme que se mostraram mais eficientes em relação à prevenção da perda de água apresentando, portanto, menores teores de SST ao final do experimento.

Além disso, para as três embalagens testadas, o comportamento dos SST foi similar no decorrer dos 9 dias de armazenamento (Figura 13). Os valores de SST ao final do período de armazenamento foram mais elevados, do que os valores observados no primeiro dia, porém não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, somente para o fator dias de armazenamento.





**Figura 13.** Valores médios de SST (°Brix) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

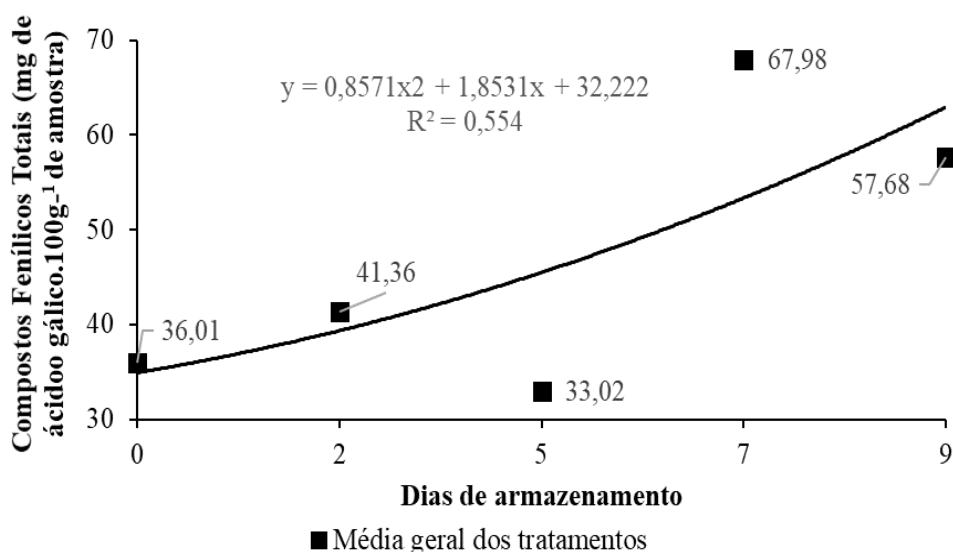
Resultados semelhantes foram obtidos por Carnellosi et al. (2002) ao avaliarem as alterações fisiológicas de folhas de couve armazenadas em embalagens PET. Os autores observaram aumento nos teores de SST nas folhas ao decorrer dos 15 dias de armazenamento. Inicialmente as folhas apresentavam valor de 7 °Brix, no final do período de armazenamento, os teores chegaram à 12 °Brix. De acordo com o que foi preconizado pelos autores acima, houve grande perda de água das folhas, concentrando assim os sólidos solúveis.

Fernandes (2011) ao avaliar folhas de rúculas armazenadas em diferentes embalagens, observou comportamento semelhante nos valores de SST durante o armazenamento. Para os tratamentos testados o autor encontrou teores médios de SST maiores com o decorrer do período de armazenamento. Além disso, o autor não observou diferença significativa entre as embalagens utilizadas, como também foi observado no presente trabalho.

#### 4.9- Compostos fenólicos totais

Os resultados obtidos no presente trabalho referente aos compostos fenólicos totais não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos testados, somente diferiram significativamente o fator dias de armazenamento.

Durante os 9 dias de armazenamento as folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas nas três embalagens apresentaram acréscimo nos teores de fenólicos. Embora os valores médios apresentem certa oscilação durante os dias avaliados, nos dois últimos dias experimento, foram observados teores médios significativamente mais elevados de fenólicos nas folhas estudadas (Figura 14).



**Figura 14.** Valores médios de Compostos fenólicos totais nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

Resultado semelhante foi encontrado por Mendes et al. (2012) ao avaliarem a pós-colheita de folhas de taioba. Os autores observaram no decorrer de 6 horas do início do armazenamento, aumento nos teores médios de compostos fenólicos totais nas folhas. Esse comportamento foi mantido por todo o período de armazenamento.

Reys et al. (2007) ao avaliarem a capacidade antioxidante de alface, aipo, cenoura e batata doce obtiveram médias mais altas de teores de fenólicos totais ao final de 2 dias de armazenamento.

Segundo Chitarra & Chitarra (2005) a concentração de compostos fenólicos totais está correlacionada com a capacidade antioxidante e sua determinação pode ser utilizada para o acompanhamento de perda de qualidade do produto na fase pós-colheita.

Os compostos fenólicos são produtos oriundos do metabolismo secundário que desempenham papel nas características de qualidade dos vegetais como sabor e aparência. São compostos importantes devido sua capacidade de neutralizar espécies reativas de oxigênio nas células (GUIMARÃES, 2015; SIBOZA et al., 2014).

O aumento nos teores de fenólicos totais é observado quando a via biossintética de compostos fenólicos é ativada. A ativação desta via é desencadeada pela enzima fenilalanina amônia-liase (PAL) (REYES, 2007).

O metabolismo do fenilpropanóides pode ser desencadeado através de um sinal de natureza desconhecida ou através de injúrias ou estresses sofridos nos tecidos vegetais. Os valores reais medidos resultam de um balanço entre a taxa de síntese fenólica (Ks) e sua diminuição ou taxa de utilização (Kd) (SALTVEIT, 1997).

Embora no presente trabalho, não tenha se observado injúrias nas folhas armazenadas, possivelmente, os teores médios de compostos fenólicos apresentaram aumento ao final dos nove dias de armazenamento, devido à baixa temperatura nas câmaras de armazenamento e a desidratação das folhas.

Resultado semelhante foi encontrado por Simões et al. (2015) ao avaliarem os efeitos da temperatura de armazenamento sobre a qualidade e metabolismo de folhas de couve inteiras e minimamente processadas. Os autores observaram que à temperatura de 5°C, as folhas minimamente processadas apresentaram atividade da PAL 5,5 vezes maior do que a de folhas inteiras a uma temperatura idêntica. Entretanto, quando a temperatura de armazenamento foi de

10 ° C este valor foi de apenas 1,5 vezes maior. Os autores atribuíram esta diferença ao resultado da estimulação da PAL pelo estresse em temperaturas muito frias, como alguns autores relatam que os danos pelo frio podem alterar o metabolismo de fenilpropanóides.

#### **4.10- Atividade antioxidante- ORAC e TEAC**

Existem inúmeras metodologias para determinar a capacidade antioxidante dos produtos, porém estas podem estar sujeitas à interferências, além de se basearem em diferentes fundamentos, influenciando em sua aplicabilidade. Devido a este inconveniente, preconiza-se atualmente, a utilização de duas ou mais técnicas para a determinação da atividade antioxidante, já que nenhum método isolado seria capaz de identificar a atividade total de uma amostra (PRIOR, 1999). Diante disto, no presente trabalho foram utilizados dois métodos para avaliação da atividade antioxidante das folhas de ora-pro-nóbis: O método ORAC e o TEAC.

O método ORAC, que significa capacidade de absorção do radical oxigênio e baseia-se na propriedade fluorescente de proteínas, que são utilizadas como indicadores fluorescentes para determinação da atividade antioxidante de determinado produto. Este método de determinação avalia a atividade antioxidante através da inibição da oxidação, induzida por um radical, por transferência de átomos de hidrogênio. Esta é determinada pela medida do decaimento da fluorescência com a adição da substância antioxidante no decorrer do tempo (ALVES et al., 2010).

O método ORAC, apresenta vantagem em relação aos outros métodos que se utilizam de absorbância para obter os resultados de atividade antioxidante; isso devido ao uso da fluorescência como medida do dano oxidativo, o que resulta em menor interferência dos compostos coloridos presentes, sendo este um fator importante a ser observado quando se analisa fritas e hortaliças.

O método TEAC, capacidade antioxidante equivalente ao trolox, é um dos mais utilizados na avaliação da atividade antioxidante de alimentos, devido a sua simplicidade, por ser prático, rápido e sensível. Esse ensaio baseia-se em medir a habilidade antioxidante através da captura do radical 2,2- azinobis (3-etilbenzoatiazolina-6-ácido sulfônico) pela inibição do cátion ABTS na presença de antioxidantes na reação. Nesta reação, a absorbância da reação diminui à medida que os radicais vão sendo consumidos (MARCUSI, 20015).

Os resultados obtidos no presente trabalho, para o teste ORAC, mostram que houve interação significativa entre os tratamentos em função dos dias de armazenamento. Os valores de atividade antioxidante das folhas armazenadas nas três diferentes embalagens, apresentaram variação ao decorrer dos nove dias de armazenamento, onde no segundo dia foi observada diferença significativa entre os tratamentos, em que o tratamento bandeja PET apresentou maior valor para este parâmetro (Tabela 9).

**Tabela 9.** Valores médios da atividade antioxidante ORAC ( $\mu\text{mol Trolox/g}$  da amostra) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

| Tratamentos | Dias de armazenamento |          |        |        |        |
|-------------|-----------------------|----------|--------|--------|--------|
|             | 0                     | 2        | 5      | 7      | 9      |
| Sacos PP    | 0,40 a                | 0,63 a b | 0,49 a | 0,64 a | 0,59 a |
| EPS+Filme   | 0,40 a                | 0,49 b   | 0,46 a | 0,62 a | 0,67 a |
| PET         | 0,40 a                | 0,92 a   | 0,51 a | 0,75 a | 0,57 a |

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

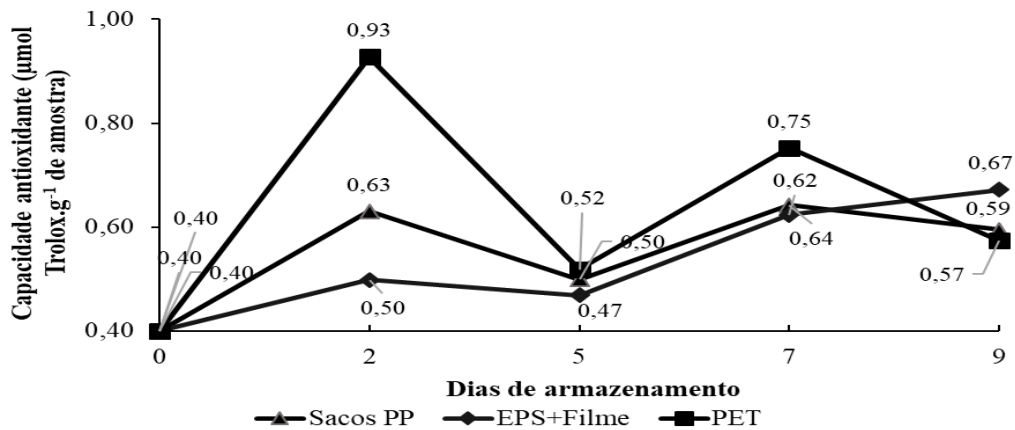
Durante o período de armazenamento as folhas de ora-pro-nóbis apresentaram diferença significativa entre os tratamentos apenas no segundo dia de armazenamento. As folhas contidas nas bandejas PET apresentaram valor superior de atividade antioxidante quando comparadas às folhas do tratamento bandeja EPS + Filme, porém, não diferiram das folhas armazenadas em sacos de PP. Essa tendência pode ser explicada pelo estresse inicial após a colheita, já que 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.

Esse comportamento não foi mantido no decorrer dos dias de armazenamento, não apresentando, portanto, diferença significativa entre as embalagens testadas.

Antioxidantes são substâncias que em baixas concentrações podem inibir ou retardar a oxidação de um substrato oxidável, de maneira eficaz, atuando contra os radicais livres que agem de forma destrutiva nos alimentos. Esses radicais podem gerar a peroxidação que é a principal responsável pelas modificações do odor e sabor dos alimentos, bem como a perda de qualidade nutricional (ALVES et al., 2010; TIVERON, 2010).

As hortaliças, portanto, são grandes fontes de antioxidante. No entanto, durante o armazenamento podem ocorrer alterações na atividade antioxidante, como perda dessas substâncias, melhora destas que estão naturalmente presentes, formação de novos compostos com essa mesma função ou, ainda, nenhuma mudança na concentração de antioxidantes naturalmente presentes (CAMPOS et al., 2008).

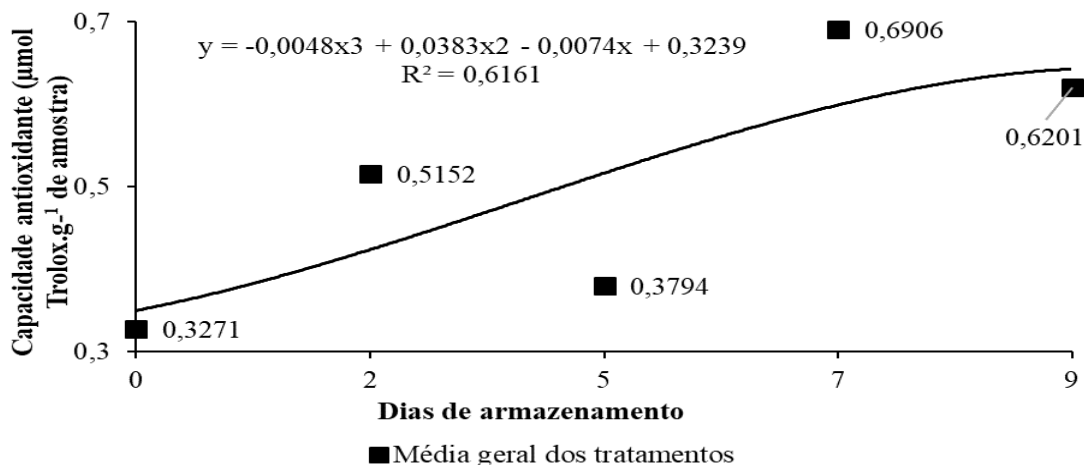
Embora os valores médios tenham apresentados oscilações durante o período de armazenamento, os três tratamentos testados apresentaram valores finais significativamente maiores dos que os encontrados no início do experimento (Figura 15).



**Figura 15.** Valores de atividade antioxidante ORAC ( $\mu\text{mol Trolox/g}$  da amostra) nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à  $5^\circ\text{C}$  e 90% U

Para o teste TEAC, os resultados obtidos para a análise de atividade antioxidante em folhas de ora-pro-nóbis, somente foi observado diferença significativa entre os dias de armazenamento.

Assim como foi observado no teste ORAC, durante os nove dias de armazenamento, os teores de atividade antioxidante obtidos pelo teste TEAC, apresentaram oscilações, entretanto ao final do experimento os valores foram significativamente superiores aos encontrados no início (Figura 16).



**Figura 16.** Valores médios da atividade antioxidante TEAC nas folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à  $5^\circ\text{C}$  e 90% UR

Comparando os resultados obtidos nos dois métodos utilizados, observa-se valores bem próximos de atividade antioxidante para as folhas de ora-pro-nóbis, dentro dos três tratamentos.

Os dois ensaios apresentaram pequeno aumento nos teores de atividade antioxidante durante o período de armazenamento.

No método ORAC, as folhas armazenadas na embalagem sacos de PP, apresentaram acréscimo de 0,401 para 0,595 no último dia de armazenamento, enquanto no método TEAC, os valores foram de 0,5073 para 0,6147, em  $\mu\text{mol Trolox/g}$  da amostra.

Para o tratamento onde foram bandejas EPS + Filme, no ensaio ORAC os valores aumentam de 0,401 para 0,672, e no ensaio TEAC, os teores foram de 0,5073 para 0,672, em  $\mu\text{mol Trolox/g}$  da amostra, igualando-se, portanto, os teores dos dois métodos ao final do experimento.

No tratamento, bandejas PET, os teores de atividade antioxidante encontrados pelo método ORAC foram de 0,401 para 0,573, enquanto pelo método TEAC, obteve-se acréscimo de 0,5073 para 0,5735, em  $\mu\text{mol Trolox/g}$  da amostra, obtendo valores iguais, ao final do armazenamento.

O aumento da atividade antioxidante para as folhas de ora-pro-nóbis, pode ser justificado pelo acréscimo da concentração de compostos fenólicos e pigmentos carotenoides durante o armazenamento, também observados no presente trabalho. Os compostos fenólicos e pigmentos carotenoides são os principais antioxidantes naturais e encontrados com frequência, sendo considerados como os antioxidantes mais ativos nos vegetais (BIANCHI e ANTUNES, 1999).

De acordo com os resultados obtidos no presente trabalho, não foi observado diferença entre os dois métodos de determinação da atividade antioxidante das folhas de ora-pro-nóbis. Sendo o método ORAC o mais indicado para determinação da atividade antioxidante das hortaliças, devido a sua maior eficiência na leitura dos resultados, utilizando-se da fluorescência como medida do dano oxidativo, resultando em menor interferência de outros pigmentos coloridos.

#### **4.11- Avaliação visual de aparência**

A aparência visual é o atributo que mais causa impacto com relação as folhosas no critério de qualidade, e a cor é a característica mais relevante pois caracteriza sobremaneira o produto e estão relacionadas com a qualidade e deterioração. Somado a isto, estão os atributos como turgidez e contaminação por patógenos. (DELLA-MODESTA, 1994).

Na análise de aparência das folhas de ora-pró nóbis armazenadas nas três diferentes embalagens, ao final dos nove dias de armazenamento, apresentaram-se visualmente aceitáveis. Com relação a coloração das folhas, nos três tratamentos testados, foi observado um leve amarelecimento nas folhas, sendo este menos evidente nas folhas armazenadas nas embalagens de saco PP. Devido, possivelmente, à atmosfera modificada dos gases, criada dentro da embalagem de saco de PP, o que resultou em menor taxa respiratória das folhas, e consequentemente menor degradação e alteração visual do produto.

Para os atributos turgidez as folhas dos três tratamentos testados se mantiveram visualmente turgidas, confirmando a baixa perda de água como já discutido anteriormente. Não foi observado escurecimento, murcha ou aparecimento de doenças em nenhuma das folhas referentes aos três tratamentos (Figuras 17 A, B e C).



A



B



C

**Figura 17:** Folhas de ora-pro-nóbis no último dia de armazenamento nas embalagens de Sacos PP (A), bandejas EPS + revestidas com filme plástico (EPS + Filme) (B) e Bandejas PET (C).

## 5- CONCLUSÃO

A espécie *Pereskia aculeata* se adaptou bem as condições locais de plantio, na cidade de Seropédica/RJ, confirmando a viabilidade do cultivo na região.

Nas três embalagens testadas houve manutenção dos atributos de qualidade das folhas de ora-pro-nóbis até o 9º dia de armazenamento.

As embalagens de saco de PP se apresentaram mais eficientes na manutenção da cor, as bandejas EPS + filme apresentaram menor perda de massa das folhas e as bandejas PET mantiveram eficientemente os teores de clorofilas totais das folhas.

As folhas de ora-pro-nóbis mostraram-se como hortaliça fonte de pró-vitamina A e de compostos antioxidantes, contribuindo para a manutenção do organismo.



## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. E. F., JUNQUEIRA, A. M. B., SIMÃO, A. A., CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como ora-pronobis. **Bioscience Journal**, 30(3 SUPPL. 1), 431–439, 2014.

ÁLVARES, V.S; FINGER F.L; SANTOS, R.C.A; SILVA JR; CASALI,V.W.D. Effect of pre-cooling on the postharvest of parsley leaves. **Journal of Food, Agriculture & Environment**. V. 5: p. 31-34, 2007.

ÁLVARES, V.S; FINGER F.L; SANTOS, R.C.A; SILVA JR; CASALI VWD. *Pre-cooling and packing in the conservation of parsley leaves* **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 107-111, abr./jun. 2010.

ALVES, C.Q; DAVID, J.M; DAVID, J.P; BAHIA, M. V; AGUIAR, R. M. Methods for determination of in vitro antioxidant activity for extracts and organic compounds. **Química Nova**. 2010, 33: 2202-2210.

ALMEIDA FILHO, J.; CAMBRAIA, J. Estudo do valor nutritivo do ora-pronóbis (Pereskia aculeata Mill.). **Revista Ceres, Viçosa, MG**, v. 21, n. 114, p. 105-111, 1974.

ALMEIDA, M.E.F.; JUNQUEIRA, A.M.B.; SIMÃO, A.A.; CORRÊA, A.D. Chemical characterization of the non-conventional vegetable Known as ora-pro-nobis. **Biosci. J.**, Uberlandia, v. 30, supplement 1, p. 431-439, June. 2014.

AMAYA-FARFAN, J. Panorama de la investigación sobre carotenoides en el Brasil. Perspectiva y necesidades. **Archivos Latinoamericanos de Nutrition**, 49: 92- 4, 1999.

AMARO, G.B.; SILVA, D.M.; MARINHO, A.G.; NASCIMENTO, W.M. **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. Circular técnica 47. Embrapa Hortaliças Brasília, DF. 2007.

ANUÁRIO BRASILEIRO DE HORTALIÇAS. **Brazilian Vegetable Yearbook**. Santa Cruz do Sul: Gazeta, 14p, 2014.

AROUCHA, E.M.M.; GOIS VA, L. R.H.L.; SANTOS, M.C.A.; SOUZA, M.S. Acidez em frutas e hortaliças. **Rev Verde**. 2010;5(2):1-4.

BARBOSA, C. K. R.; FINGER, F.L.; CASALI, V. W. Dias. Handling and postharvest shelf life of ora-pro-nobis leaves. **Acta Sci., Agron**. [online]. 2015, vol.37, n.3, pp.307-311.

BELITZ, H.D. Química de los alimentos. 2ª edição. Zaragoza: Acribia. 1992.

BERGER, M. M. Can oxidative damage be treated nutritionally? **Clin Nutr**, v. 24, p. 172-183, 2005.

BERLI, K. M. C.; VILAS BOAS, E. V. B.; PICOLI, R.H. Influência de sanificantes nas características, microbiológicas, físicas e físico-químicas de cebola (*Allium cepa* L.) minimamente processada. **Ciência Agrotec.**, Lavras, v.28, n.1, p. 107-112. 2004

BEVILACQUA, H. E. C. R. Classificação das Hortaliças. 2008

BIANCHI, M.L.P, ANTUNES L, M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev Nutr** 1999;12(2):123-30

BOTREL, N.; MADEIRA, N. Estudo da vida útil da bortalha em diferentes condições de armazenamento. **Cadernos de Agroecologia**. V. 10, n. 3, 20. 2016.

CAMPOS, F.M.; MARTINO, H.S.D.; SABARENS, C. M.; PINHEIRO-SANTA'ANA, H.M. Estabilidade de compostos antioxidantes em hortaliças processadas: uma revisão. **Aliment nutr**. 19(4):481-90. 2008.

CARNELOSSI, M.A.G.; SILVA, E.O.; CAMPOS, R.S.; PUSCHMANN, R. Respostas fisiológicas de folhas de couve minimamente processadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, p.215-220, abr-jun 2002.

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.

CARVALHO, A. G. D. S., GIANNONI, J. A., BOAS, E.V.D.B.V. Avaliação de diferentes doses de hipoclorito de sódio na conservação do ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata*) minimamente processado. **XXIII Congresso De Pós-Graduação Da UFLA**. Out/2009. Universidade Federal de Lavras.

CASSETARI, L.S. **Teores de clorofila e  $\beta$  Caroteno em cultivares e linhagens de alface**. 2012. 67f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, MG. 2012.

CENCI, S.A.; SOARES, A.G.; JUNIOR, M.F. **Manual de Perdas pós-colheita de Frutos e Hortaliças**. EMBRAPA/CTAA, Rio de Janeiro 1997.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**, 1a edição. Lavras: UFLA, 1990.

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

COCATE P.G.; NATALI, A.J.; OLIVEIRA, A.D, LONGO, G.Z.; ALFENAS R.C; PELUZIO, M.C. Fruit and vegetable intake and related nutrients are associated with oxidative stress markers in middle-aged men. **Nutrition**, 2014; 30(6): 660-65. Disponível em: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24631385>.

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, M.L.; CIVELLO, M.P. ; ALICIA R. CHAVES, A.R.; GUSTAVO A. MARTÍNEZ, G.A. Effect of ethephon and 6-benzylaminopurine on chlorophyll degrading enzymes and a peroxidase-linked chlorophyll bleaching during post-harvest senescence of broccoli (*Brassica oleracea* L.) at 20 °C. *Postharvest Biology and Technology* 35 (2005) 191–199.2005.

COUTINHO, E.F; CANTILLANO, R.F.F. **Sistema de produção de Mirtilo**. Embrapa Clima Temperado. Sistemas de Produção, 8- Versão Eletrônica Novembro/2007.

COUTINHO, H., ANDRADE, J.C.; TINTINO, S.R.; FREITAS, T.S. Produção Sintética De Nutracêuticos X Extração Natural: Aspectos Positivos Da Produção Sintética De Vitaminas Lipossolúveis Sobre A Extração Orgânica Em Vegetais Para Conservação Da Diversidade Biológica. **Journal of Biology & Pharmacy and agricultural Maneagement**. v,12. n°, 03. 2016.

DELLA-MODESTA, R.C. **Manual de análise sensorial de alimentos e bebidas**. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA. 67 p. 1994.

DUARTE, M.R.; HAYASHI, S.S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). **Rev. Bras. Farmacogn.**, v. 15, n. 2, p. 103-109, 2005.

ELBE, J. H. von; SCHWARTZ, S. J. Colorantes. In: FENNEMA, O. R. (Dir.) *Química de los alimentos* Zaragoza: Acríbia, 2000. p. 587-588.

EMBRAPA. Pesquisas da Embrapa buscam formas de evitar o desperdício de alimentos. **Portal do planalto**. Publicado em 15 de ago.2014. Disponível em <<http://brasil.gov.br/>>.

ENDO, E. et al. Alterações físicas e físico-químicas de batatas (*Solanum tuberosum* L.) minimamente processadas intercaladas com diferentes filmes ativos. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 17, n. 3, p. 239-249, 2006.

ENDRES, L.; FINGER, F.L.; MOSQUIM, P.R. Fitormônios e senescência pós-colheita do brócolis. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 1, p. 29-33, março 1999.

FAO, 2015. Global initiative on food loss and waste reduction. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i4068e.pdf>>. Acesso em: 28 de março 2017.

FARKAS, D.; HOOVER, D. High pressure processing. Kinetics of microbial inactivation for alternative food processing technologies. **Journal of Food Science Supplement**, p. 47-64, 2000.

FAULIN, E.J.; AZEVEDO, P.F. Distribuição de hortaliças na Agricultura familiar: Uma análise das transações. **Informações Econômicas**, v.33, n. 11, 2003.

FERNANDES, A.A.; **Influência de embalagens na fisiologia pós-colheita de rúcula (*Eruca sativa* Miller var. *folha larga*) hidropônica**. 2011. 75f. Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis -SC. 2011.

FIGUEIREDO, P. M.; **Pós-colheita de coentro: efeito da temperatura na qualidade e duração da vida útil**. 2016. Tese de Doutorado. ISA-UL.

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

FILHO, W.P.C.; CAMARGO, F.P. Planejamento da produção sustentável de hortaliças folhosas: Organização das informações decisórias ao cultivo. **Informações Econômicas**, SP, v.38, n.3, mar. 2008

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

GIADA, M. L.R.; FILHO, J.M. The Importance Of Dietary Phenolic Compounds In The Promotion Of Human Health. Publ. UEPG **Ci. Biol. Saúde**, Ponta Grossa, **12** (4): 7-15, dez. 2006.

GUIMARÃES, S. F.; **Respostas fisiológicas na pós-colheita de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.)**. 2015. 102f. Dissertação. (Mestrado em Fisiologia Vegetal). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2015.

GUIMARÃES, J.R.A., Caracterização físico-química e composição mineral de *Pereskia aculeata* Mill., *Pereskia grandifolia* Haw e *Pereskia bleo* (Kunth). 2018. 72f. Tese (Doutorado) Universidade Paulista. Botucatu.

GRUNE, T., LIETZ, G., PALOU, A., ROSS, A. C., STAHL, W., TANG, G., THURNHAM, D., YIN, S. A. & BIESALSKI, H. K. (2010).  $\beta$ -carotene is an important vitamin A source for humans. **Journal of Nutrition**, 140, 2268S-2285S.

INMET- Instituto Nacional de Meteorologia- Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. Disponível em: [http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede\\_estacoes\\_auto\\_graf](http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf). Acesso em: 16 de abril 2016.

IMAHORI, Y.; SUZUKI, Y.; UEMURA, K.; KISHIOKA, I.; FIJIWARA, H.; UEDA, Y.; CHACHIN, K. Physiological and quality responses of Chinese chive leaves to low oxygen atmosphere. **Postharvest Biology and Technology**, Oxford, v. 31, n. 3, p. 295-303, 2004.

JORGE, N. Embalagens para Alimentos. São Paulo: Cultura Acadêmica, UNESP, 2013

JUNQUEIRA, A.H.; LUENGO, R.F.A. Mercados diferenciados de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 95-99, julho 2000.

JUNQUEIRA-GONÇALVES, M.P.; ZUN-IGA, G. E.; ZÁRATE, H.; ARCOS, K. GANGA, A.; MILTZ, J. **International Journal of Food Science and Technology** 2012 47, 2436–2443

KAYS S.J. Postharvest physiology of perishable plant products. Athens: Georgia Exon Press; 1997.

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.

KOBORI, C. N. Composição e estabilidade de carotenóides em alimentos. 2010 Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos-Campinas, SP: [s.n.], 2010.

KRINSKY, N. I. The biological properties of carotenoids. Pure & Applied chemistry (IUPAC), Great Britain, vol. 66, n° 5, p. 1003-1010, 1994. Disponível em [www.iupac.org](http://www.iupac.org).

LAZAN, H.; MOHD, Z.; MOHD, AI'ANI; NAHAR, F. Walter stress and quality decline during storage of tropical leafy vegetables. **Journal of food Science**. V.52, n.5, 1286-1288, 1987.

LIMA, J.A.D. Métodos para conservação de frutas e hortaliças. Universidade de Brasília. Brasília. 2016.

LINS, A.C.S.; SILVA, E.L.S.; SILVA, R. A; BARROS, E. S. B.; NETO, A. F.; ESTEVES, J.A. Hortaliças no vale: produção, vivência, conscientização e consumo. Universidade Federal do Vale do São Francisco. 2014.

LUENGO, R.F.A.; CALBO, A.G.; JACOMINO, A.P.; PESSOA, J.D.C. Avaliação da compressão em hortaliças e frutas e seu emprego na determinação do limite físico da altura da embalagem de comercialização. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 704-707, outubro/dezembro 2003.

LUENGO, R. F. A.; HENZ, G. P.; MORETTI, C. L.; CALBO, A.G. **Pós-colheita de Hortaliças**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. v. 1. 100 p.

MANTILLA, S.; MANO, S.; VITAL, H.; FRANCO, R. 2010. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Rev. Acad., Ciênc. Agrár. Ambient.**, Curitiba, v. 8, n.4, p. 437-448, out/ Dez 2010.

MARCUSSI, F. **Capacidade antioxidante e compostos bioativos em hortaliças analisadas em dois períodos de cultivo**. Dissertação (Mestrado em Alimentos e Nutrição). 74f. Universidade Estadual Paulista. Araraquara, SP. 2015

MARTINEVSKI, C.S.; OLIVEIRA, V.R.; RIOS, FLORES, S.H.; VENZKE, J.G. Utilização de bertalha (*anredera cordifolia* (Tem.) Steenis) e ora-pro-nobis (*pereskia aculeata* mill.) na elaboração de pães **Alim. Nutr.Braz. J. Food Nutr.**, Araraquara, v. 24, n. 3, p. xx-xx, jul./set. 2013.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de hortaliças não-conencionais**. Brasília: Mapa/ACS, 92p, 2010.

MAZIA, R. S. Influência do tipo de solo usado para o cultivo de *Pereskia aculeata* sobre propriedade proteica. **Saúde e Pesquisa**, Maringá, v. 5, n. 1, p. 59-65, 2012.

MCGUIRE, R. D. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, Alexandria, v. 27, n. 12, p. 1254-1255, 1992.

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.

MORAES, F.L. Carotenoides: Características biológicas e químicas. Monografia (Curso de especialização). Universidade de Brasília. 2006.

MERCADANTE, A. Z.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. Confirmação da identidade da  $\alpha$ -criptoxantina e incidência de carotenóides minoritários provitamínicos A em verduras folhosas verdes. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.21, n.2, p.216-222, 2001.

MESSIAS, U. 2004. **Resposta pós-colheita à injúria por frio de três cultivares de manjeriço *Ocimum Basilicum* L.** 36 f. Universidade Federal de Viçosa, MG (Dissertação)

MELO, P.C.T.; VILELA, N.J.; **Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças.** 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 jun. de 2015.

MUÑOZ, V.R.S. Destanização do caqui (*Diospyros kaki* L.) ‘Rama Forte’. 2002. 164f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NAKAYAMA, V.L. Classificação das Hortaliças. 2008.

NASCIMENTO, K.F; 2015. **Nanopartículas de prata para conservação de couve minimamente processada.** Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão.

NACHTIGALL, A.M.; STRINGHETA, P.C.; FIDELIS, F.M. **Determinação do teor de Luteína em hortaliças.** Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos, 25 (2) (2007), p. 181–192. 2007.

NERES CRL; VIEIRA G; DINIZ ER; MOTA WF; PUIATTI M. 2004. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. *Bragantia* 63: 431-438.

NIIZU, P. Y.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. New data on the carotenoid composition of raw salad vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.18, p. 739-749, 2005.

OLIVEIRA, L. M.; QUEIROZ, G. C. (Org.). Embalagens plásticas rígidas: principais polímeros e avaliação da qualidade. Campinas: CETEA/ITAL, 2008. 372 p.

OLSON, J.A. Bioavailability of carotenóides. **Archivos Latinoamericanos de Nutrió**, vol.49, n°1, supl. 1, p: 21-25, set, 1999.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). FAO discute produção mundial de alimentos. FAO notícias 2012. Disponível em: <<https://www.fao.org.br>

PADULA, M. L. **Influência de diferentes tipos de embalagens em brócolis minimamente processados.** 2006. 59 p. Dissertacao (Mestrado em Engenharia de Alimentos) –Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 2006.

PARISI, M.C.M.; HENRIQUE, C.M.; PRATI, P. Perdas pós-colheita: um gargalo na produção de alimentos. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 9, n. 2, Jul-Dez 2012.

PECH J.C. 2002. Unravelling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: Natoadvanced Research Workshop on Biology and Biotechnology of the Plant Hormone Ethylene. Murcia. **Anais**.

PEIXOTO, M.; PINTO, H. S. **Desperdício de Alimentos: questões socioambientais, econômicas e regulatórias**. Brasília: Núcleo de Estudos e Pesquisas/CONLEG/ Senado, fevereiro/2016 (Boletim Legislativo nº 41, de 2016). Disponível em: [www.senado.leg.br/estudos](http://www.senado.leg.br/estudos). Acesso em 30 de março de 2017.

PATERSON, I. D.; DOWNIE, D. A.; HILL, M. P. Using molecular methods to determine the origin of weed populations of *Pereskia aculeata* in South Africa and its relevance to biological control. *Biological Control*, Orlando, v. 48, n. 1, p. 84-91, Feb. 2009.

PINTO, N.A.V.D.; BOAS, B.M.V.; VÂNIA DÉA DE CARVALHO, V.D.C. Caracterização Mineral Das Folhas De Taioba (*Xanthosoma Sagittifolium* Schott) **Ciênc. e Agrotec.**, Lavras, v.23, n.1, p.57-61, jan/mar., 1999.

PRIOR R.L, CAO, G. *In vivo* total antioxidant capacity: comparison of different analytical methods. *Free Radic Biol Med* 1999;27(11/12):1173-81.

QUEIROZ, C. R. A. A. **Cultivo e composição química de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) sob déficit hídrico intermitente no solo**. 2012 .144 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Jaboticabal - SP, 2012.

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** 32: 303-309. 2014.

REPKE, R. A.; VELOZO, M. R.; DOMINGUES, M. C.S.; RODRIGUES, J. D. Efeitos da aplicação de reguladores vegetais na Cultura da alface (*lactuca sativa*) crespa var. Verônica e Americana var. Lucy brow. **Nucleus**, v.6, n.2, out. 2009.

REYES L.F.; LILLARREAL, J.E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. **The increase in antioxidant capacity after wounding depends on the type of fruit or vegetable tissue** *Food Chemistry*, 101 (2007), pp. 1254–1262.

RIBEIRO, E. P.; SARAVALLI, E. A. G. Química de Alimentos. Instituto Mauá de tecnologia. Editora Edgard Blucher LTDA, 1º edição, São Paulo, p. 155-157, 2004.

RIBEIRO, P.A.; REIS, W.G.; ANDRADE, R.R.; QUEIROZ, C.R.A. Ora-Pro-Nóbis: Cultivo e uso como alimento humano. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 13, n. 1, p.70-81, jan. / jun. 2014

RINALDI, M. M.; BENEDETTI, C.B. Influência da embalagem de polietileno de baixa densidade e da temperatura na conservação do repolho minimamente processado. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.412-420, maio/ago. 2005

RINALDI, M. M. **Perdas pós-colheita devem ser consideradas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2011. Disponível em: <http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/306/>>. Acesso em: 01 de jul, 2015.

ROCHA, S. A. da. Antioxidantes em vegetais pós-colheita de origem. Tese (doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, 2010

ROCHA, D.R.C.; PEREIRA JUNIOR, G.A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, I.; SANTOS, A.S.; PINTO, N.A.V.D. Macarrão Adicionado De Ora-Pro-Nóbis (*Pereskia Aculeata* Miller) desidratado. **Alim. Nutr.**, v.19, n.4, p. 459-465, out. /dez. 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Nature and distribution of carotenoids in foods. In: CHARALAMBOUS, F. **Shelf life studies of foods and beverages- chemical, biological, physical and nutritional aspects**. Amsterdam: Elsevier Science, 1993. p. 547-589.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in carotenoids during processing and storage of foods. **Arch Latinoam Nutr**, 49, (1-S), 1999.

RODRIGUES, S.; MARINELLI, P.S.; OTOBONI, A.M.M.B.; TANAKA, A.Y.; OLIVEIRA, A.S. Chemical and nutritional characterization of the ora-pro-nobis flour (*Pereskia aculeata* Mill.). **Revista Faef**, 2015.

ROSA, S.M.; SOUZA, S.M L.A. Morfo-anatomia do fruto (hipanto, pericarpo e semente) em desenvolvimento de *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae) **Acta Scientiarum. Biological Sciences** Maringá, v. 25, no. 2, p. 415-428, 2003.

SÁ, M.C. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. (2003). Carotenoid composition of cooked green vegetables from restaurants. **Food Chemistry**, 83, 595-600

SALTVEIT, M.E. **Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables** in: F.A. Tomás-Barberán, R.J. Robins (Eds.), *Phytochemistry of fruit and vegetables*, Proceedings of the phytochemical society of Europe, Vol. 41, , Oxford University, New York, NY (1997), pp. 205–220.

SANCHES J; CIA P; PURQUEIRO LFV; CARNEIRO OLG; TIVELLI SW. 2008. Qualidade pós-colheita de rúcula baby leaf cultivada em bandejas com diferentes volumes de células. **Horticultura Brasileira** v. 26, n. 2. jul-ago. 2008.

SANGANFREDO, R.; FINGER, F. L.; BARROS, R. S.; MOSQUIM, P. R. Influência do momento da colheita sobre a deterioração pós-colheita em folhas de taioba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 316-319, 2001.

SANTOS, M.R.; SANTOS, A. E. O.; SANTOS. J. S.; BATISTA, P. F.; PIRES, M.M. L.; ARAGÃO, C. B. **Utilização de atmosfera modificada na conservação pós colheita de cebola (*Allium Cepa*)**. Universidade Estadual da Bahia. Juazeiro, BA .2011.

SANTOS, I.C.; PEDROSA, M.W.; OTIERES C. C.; GUIMARÃES, C.D.C.; SILVA, L.S. **Ora-pro-nóbis: da cerca à mesa**. Circular técnica, N. 177, Minas Gerais, 2012.

SARTOR, C. F. P.; AMARAL, V.; GUIMARÃES, H. E. T.; BARROS, K. N.; FELIPE, D.F.; CORTEZ, L. E. R.; VELTRINI, V. C. Estudo da ação cicatrizante das folhas de *Pereskia aculeata*. **Revista Saúde e Pesquisa**, Maringá, PR, v. 3, n. 2, p. 149-154, 2010.

SIBOZA, X. I.; BERTLING. I.; ODINDO, A. O. Salicylic acid and methyl jasmonate improve chilling tolerance in cold-stored lemon fruit (*Citrus limon*). **Journal of Plant Physiology**, v. 171, p.1722-1731. 2014



SILVA, E.O.; Fisiologia pós-colheita de repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*) minimamente processado. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 79 p. 2000.

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

SILVA, A.E.; Jambu (*Spilanthes oleracea* Linn.) minimamente processado: compostos bioativos e caracterização físico-química, microbiológica e sensorial. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 91 p 2005.

SILVA, C. P. C.D.; MARQUE, V.; CORREIA, M.; DRUMMOND, T.; FINGER, F. L., dos S.; JOICE, S. **Influência do dano físico na fisiologia pós-colheita de folhas de taioba** *Bragantia* [en línea] 2011, 70 (Sin mes) : [Fecha de consulta: 5 de enero de 2017] Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90821051016>

SIMÕES, A. N.; MOREIRA, S. I.; MOSQUIM, P. R.; SOARES, N. F.; PUSCHMANN, R. Effect of conservation temperature on quality and phenolic metabolism of intact and minimally processed kale leafs. **Acta Scientiarum**. Maringá, v. 37, p. 101-107, 2015

SOUSA, R. M. F., LIRA, C. S., RODRIGUES, A. O., MORAIS, S. A. L., QUEIROZ, C. R. A. A., CHANG, R., OLIVEIRA, A. (2014). Antioxidant activity of ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Mill.) leaves extracts using spectrophotometric and voltammetric assays. **Bioscience Journal**, 30(3 SUPPL. 1), 448–457

SPOTO, M.H.F., GUTIERREZ, A.S.D., 2006. Qualidade pós-colheita de frutas e hortaliças. In: Oetterer, M., Regitano-d'Arce, M.A.B., Spoto, M.H.F. (Eds.), *Fundamentos de Ciência e Tecnologia de Alimentos*. Manole, Barueri, pp. 403–452.

TACO - Tabela Brasileira de composição de alimentos/ NEPA-UNICAMP (2011). Versão II. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011. 105 p.

TAKEITI, C. Y. et al. Nutritive evaluation of non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). **International Journal of Food Sciences and Nutrition, Hants**, v. 60, n. 1, p. 148-160, 2009.

TRENNEPOHL, B.I. Caracterização Físico-Química, Atividade Antioxidante E Atividades Biológicas Da Espécie *Pereskia aculeata* Mill. 2016. 97f. (Dissertação) Universidade Federal do Paraná. Curitiba 2016.

TERUEL, J.M.B Cooling Technologies Of Fruits And Vegetables. **R. Bras. Agrociência, Pelotas**, v.14, n.2, p.199-220, abr-jun, 2008.

TIVERON, A. P.; Antioxidant activity and phenolic composition of vegetables consumed in Brazil. Dissertação (Mestrado). 102 f. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2010.

WILEY, R.C. (Ed.). *Minimally processed refrigerated fruits and vegetables*. New York: Chapman & Hall, 1994. 368p.

VARDAVAS, C. I.; MAJCHRZAK, D.; WAGNER, K. H.; ELMADFA, I.; KAFATOS, A. The antioxidant and phyloquinone content of wildly grown greens in Crete. **Food Chemistry**, v. 99, n. 4, p. 813-821, 2006.

VIEITES, R. L.; ÉRICA REGINA DAIUTO, E. R.; FUMES, J. G.F. Capacidade antioxidante e qualidade pós-colheita de abacate 'fuerte'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 2, p. 336-348, Junho, 2012.

VIANA, M.M.S. **Potencial Nutricional, Antioxidante E Atividade Biológica De Hortaliças Não Convencionais**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Universidade federal de São João Del- Rei.

VIEIRA, J. F. Ora-pro-nobis. A carne de pobres. Rio de Janeiro: Edição do Autor, 2011.

VILAS, B.B.M.; SIQUEIRA,H.H.; LEME, S.C.; LIMA, L.C. O.; ALVES, T.C. Conservação de pimentão verde minimamente processado acondicionado em diferentes embalagens plásticas. **Pesq. Agropec. Trop.**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 34-39, jan./mar. 2012 .

VILELA, N.J.; MACEDO, M.M.C. Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 18, n. 2, p. 88-94, julho 2000.

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

## **ANEXOS**

Anexo A- Quadro resumo da análise de variância para perda de massa fresca acumulada (PMF), Luminosidade (L\*), Hue (H°), Cromo (C\*), Clorofila Total (Cl Total), Clorofila a (Cl a) e Clorofila b (Cl b) das folhas de ora-pro-nóbis folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

| FV        | GL | Quadrados Médios |                     |                      |                      |                        |                        |                        |
|-----------|----|------------------|---------------------|----------------------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|           |    | PMF              | L*                  | H°                   | C*                   | Cl Total               | Cl a                   | Cl b                   |
| TRAT      | 2  | 49,169*          | 4,622 <sup>NS</sup> | 24,72 <sup>NS</sup>  | 28,569 <sup>NS</sup> | 57765,88 <sup>NS</sup> | 26492,67 <sup>NS</sup> | 6028,835 <sup>NS</sup> |
| ERRO A    | 6  | 2,778            | 4,756               | 14,927               | 11,208               | 40400,69               | 25197,9                | 3785,119               |
| DATA      | 4  | 127,786*         | 1,67*               | 5,914*               | 1,903*               | 82030,82 *             | 33734,14 *             | 25037,09 *             |
| TRATxDATA | 8  | 4,65*            | 3,835 <sup>NS</sup> | 10,925 <sup>NS</sup> | 1,759*               | 66385,04 *             | 26068,64 <sup>NS</sup> | 14236,23 *             |
| ERRO B    | 24 | 0,739            | 0,305               | 0,292                | 0,655                | 20460,506              | 8488,533               | 5080,815               |
| TOTAL     | 45 |                  |                     |                      |                      |                        |                        |                        |

\*F significativo a 5% de probabilidade

Anexo B- Quadro resumo da análise de variância para Carotenóides Total (Carotenóides), pH, acidez total titulável (ATT), Sólidos solúveis totais (SST), Fenólicos Total e Atividade antioxidante (ORAC e TEAC) (Cl Total) das folhas de ora-pro-nóbis folhas de ora-pro-nóbis, submetidas a diferentes embalagens e armazenados por 9 dias em câmara à 5 °C e 90% UR.

| FV        | GL | Quadrados médios       |         |                     |                     |                      |         |                       |
|-----------|----|------------------------|---------|---------------------|---------------------|----------------------|---------|-----------------------|
|           |    | Carotenóides           | pH      | ATT                 | SST                 | Fenólicos            | ORAC    | TEAC                  |
| TRAT      | 2  | 4448,322 <sup>NS</sup> | 0,007 * | 0,003 *             | 1,095 <sup>NS</sup> | 4,169 <sup>NS</sup>  | 0,062 * | 19,48 <sup>NS</sup>   |
| ERRO A    | 6  | 4660,138               | 0,001   | 0,001               | 0,225               | 65,733               | 0,016   | 37,95                 |
| DATA      | 4  | 5818,313 *             | 0,124 * | 0,004 *             | 1,404 *             | 773,472 *            | 0,152 * | 926,529 *             |
| TRATxDATA | 8  | 3389,386 <sup>NS</sup> | 0,117 * | 0,002 <sup>NS</sup> | 0,457 <sup>NS</sup> | 46,834 <sup>NS</sup> | 0,045 * | 103,034 <sup>NS</sup> |
| ERRO B    | 24 | 1490,81                | 0,006   | 0,001               | 0,228               | 101,022              | 0,015   | 114,384               |
| TOTAL     | 45 |                        |         |                     |                     |                      |         |                       |

\*F significativo a 5% de probabilidade