



GABRIELA CONCEIÇÃO OLIVEIRA E SILVA

**INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE EMBALAGEM E DO
ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE
QUALIDADE DE HORTALIÇAS NÃO CONVENCIONAIS**

SETE LAGOAS, MG

2019

GABRIELA CONCEIÇÃO OLIVEIRA E SILVA

**INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE EMBALAGEM E DO
ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE
QUALIDADE DE HORTALIÇAS NÃO CONVENCIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA) pela Universidade Federal São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Lanamar de Almeida Carlos
Co-orientadores: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva
Prof. Dr. Washington Azevedo da Silva

SETE LAGOAS - MG

2019

Ficha catalográfica elaborada pela Divisão de Biblioteca (DIBIB)
e Núcleo de Tecnologia da Informação (NTINF) da UFSJ,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S586i Silva, Gabriela Conceição Oliveira e .
Influência dos sistemas de embalagens e
armazenamento na conservação dos atributos de
qualidade de hortaliças não convencionais / Gabriela
Conceição Oliveira e Silva ; orientadora Lanamar de
Almeida Carlos; coorientador Washington Azevedo da
Silva. -- Sete Lagoas, 2019.
109 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação em
Ciências Agrárias) -- Universidade Federal de São
João del-Rei, 2019.

1. Hortaliças não convencionais - Armazenamento.
2. Pereskia aculeata - Capacidade Antioxidante. 3.
Peixinho - Compostos bioativos. 4. Stachis lanata -
Embalagens. 5. Ora-pro-nóbis - Folha. I. Carlos,
Lanamar de Almeida, orient. II. Silva, Washington
Azevedo da, co-orient. III. Título.

GABRIELA CONCEIÇÃO OLIVEIRA E SILVA

**INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE EMBALAGEM E DO
ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE
QUALIDADE DE HORTALIÇAS NÃO CONVENCIONAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (PPGCA) pela Universidade Federal São João Del-Rei, Campus Sete Lagoas, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias, na área de concentração em Produção Vegetal.

Orientadora: Profa. Dra. Lanamar de Almeida Carlos
Co-orientadores: Prof. Dr. Ernani Clarete da Silva
Prof. Dr. Washington Azevedo da Silva

Sete Lagoas, 26 de fevereiro de 2019.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Caroline Liboreiro Paiva - UFMG

Profa. Dra. Ana Paula Coelho Madeira - UFSJ

Profa. Dra. Lanamar de Almeida Carlos
Orientadora

Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à
impossibilidade. Todas as grandes conquistas humanas vieram
daquilo que parecia impossível (Charles Chaplin).

DEDICATÓRIA

A Deus.

A minha mãe Maria da Conceição.

A meu esposo Leandro Dias.

A minha filha linda Clarisse.

À toda minha família.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua misericórdia e companhia nos momentos mais difíceis, pelas bênçãos e maravilhas que realiza em minha vida.

À minha mãe, Maria da Conceição Oliveira e Silva, que sempre acreditou em mim, abriu mão dos seus sonhos para viver o meu.

À minha filha Clarisse Oliveira Dias, que mesmo tão pequena sonhou os meus sonhos junto comigo, me ouvindo e ajudando em todas as situações.

Ao meu querido esposo Leandro Dias, que sempre esteve ao meu lado nas tribulações, sempre me motivando a seguir.

À minha vizinha Maria de Oliveira, que sempre me amparou em meio os momentos mais difíceis.

Aos meus irmãos, tios e primos pelo amor e apoio nos momentos em que mais precisei deles.

À minha orientadora, Prof^a. Dra. Lanamar de Almeida Carlos, e aos co-orientadores, Prof. Dr. Ermani Clarete da Silva e Washington de Azevedo Silva, pela excelente orientação, pela confiança em mim depositada, pelos ensinamentos e por todo auxílio e confiança para a realização deste trabalho.

À Universidade Federal de São João Del-Rei, pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias pela oportunidade e ao corpo docente por todos os ensinamentos.

À todos os meus amigos do Laboratório de Conservação de Alimentos Antônio, Andrea, André, Barbara Shurts, Barbara Moreira, Joelma, pela ajuda no desenvolvimento do trabalho

A todos os meus familiares e amigos, pelo apoio e momentos de descontração. Especialmente a Pricila, Dardânia, Ana Carolina, por todo incentivo e confiança que sempre tiveram por mim.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	iii
i. INTRODUÇÃO GERAL	1
ii. REFERENCIAL TEORICO	3
iii. REFERÊNCIAS	17
iiii. ARTIGOS	
ARTIGO 1 - INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DAS FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS DURANTE O ARMAZENAMENTO	25
Resumo.....	25
Abstract.....	27
Introdução.....	29
Materiais e métodos.....	31
Resultados e discussão.....	35
Conclusões.....	59
Referencias.....	60
ARTIGO 2 - INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DAS FOLHAS DE PEIXINHO DURANTE O ARMAZENAMENTO	66
Resumo.....	66
Abstract.....	67
Introdução.....	68
Materiais e métodos.....	69
Resultados e discussão.....	73
Conclusões.....	93
Referencias.....	94
iv. CONSIDERAÇÕES FINAIS	98
v. ANEXO	99

INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS DE EMBALAGEM E DO ARMAZENAMENTO NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DE HORTALIÇAS NÃO CONVENCIONAIS

RESUMO: A busca por uma alimentação de qualidade tem se tornado objeto de muitos estudos nas mais diversas áreas do conhecimento. O consumo de frutas e hortaliças é fundamental para a melhoria da saúde da população, ajudando na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. As hortaliças não convencionais são nutritivas, de fácil acesso para a população e bem apreciadas, porém, aos poucos, foram esquecidas ou desvalorizadas, como o peixinho (*Stachys lanata* L) e o ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller). Este estudo objetivou avaliar a influência da embalagem e dos períodos de armazenamento de folhas de ora-pro-nóbis e de peixinho, em experimentos distintos. Foram utilizadas folhas colhidas em Prudente de Morais-MG (19°45'41.35" S 44°15'73.7" O), lavadas em água corrente e higienizadas com solução aquosa de hipoclorito de sódio (150 a 200 ppm de cloro ativo). As amostras foram acondicionadas em quatro diferentes embalagens: embalagem **A**, composta por polietileno rígido (PET), **B**, embalagem tipo PET em conjunto com sachês contendo absorvedor de etileno, **C**, embalagem tipo PET envolta com filme plástico de alta barreira e **D**, composta pela embalagem tipo PET em conjunto com sachê e envolta com filme plástico de alta barreira. Após fechamento das embalagens, estas foram armazenadas em estufas tipo B.O.D. na temperatura de $7^{\circ}\text{C} \pm 2$. Foram avaliadas as características físico-químicas, conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante antes do armazenamento (T0), aos 5 (T1), 10 (T2) e 15 (T3) dias de armazenamento. Um delineamento estatístico inteiramente casualizado foi adotado em esquema de parcela subdividida 4 x 4, cujos fatores estudados foram as embalagens e o tempo de armazenamento (0, 5, 10 e 15 dias), com três repetições. Os resultados demonstraram que as folhas de ora-pro-nóbis e peixinho apresentaram altos teores de compostos bioativos durante o armazenamento, independente da embalagem utilizada, teores estes que explicitam seu potencial para complementar a dieta humana como boa fonte de antioxidantes naturais, além de contribuir para o resgate cultural dessa hortaliça. A embalagem que possui filme plástico de alta barreira (C) conseguiu manter as boas características das folhas tanto físicas quanto nutricionais. As folhas contidas nas embalagens (C) apresentaram menor perda de massa. Para os atributos de cor L*, C* e °H as folhas acondicionadas nos quatro tipos de embalagem apresentaram diferença significativa ao longo do tempo de armazenamento, onde as folhas oriundas da embalagem D conservaram mais as suas características de coloração. As folhas armazenadas nas quatro embalagens apresentaram alta capacidade antioxidante até o 15º dia de armazenamento. Conclui-se que nas quatro embalagens testadas ocorreu manutenção dos atributos de qualidade das folhas de ora-pro-nóbis e peixinho durante o armazenamento onde as folhas se mantiveram conservadas, com aspecto de folha fresca.

Palavras-chave: Metabólicos secundários. Hortaliças não convencionais. Compostos Bioativos

INFLUENCE OF PACKING AND STORAGE SYSTEMS FOR THE CONSERVATION OF QUALITY ATTRIBUTES OF NON-CONVENTIONAL VEGETABLES

ABSTRACT: The search for quality food has become the object of many studies in the most diverse areas of knowledge. The consumption of fruits and vegetables is fundamental for improving the health of the population, helping to prevent chronic non-communicable diseases. Unconventional vegetables are nutritious, easy access to the population and have been greatly appreciated, however, gradually been forgotten or devalued, as the minnow (*Ianata Stachys*) and ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*). This study aimed to evaluate the influence of packing and storage periods of ora-pro-nóbis and goldfish in different experiments. Harvested leaves were used in Prudent de Morais-MG (19 ° 45'41.35 "S 44 ° 15'73.7" O), washed in water and cleaned with aqueous sodium hypochlorite (150 to 200 ppm of chlorine active) samples were placed in four different packaging: packaging The composed of rigid polyethylene (PET), B type packaging PET together with sachets containing ethylene absorber, C, packing type PET wrapped with plastic film of high barrier and D After the packaging was closed, they were stored in BOD-type greenhouses at a temperature of 7°C ± 2. The physico-chemical characteristics, bioactive compounds content and antioxidant activity before storage (T0), at 5 (T1), 10 (T2) and 15 (T3) days of storage. A completely randomized design was 4 x 4 subdivide, whose factors were packaging and storage times (0, 5, 10 and 15 days), with three replications. The results showed that leaves of ora-pro-nóbis and little fish in high contents of bioactive compounds during the storage regardless of the packaging used, which explains their potential to complement the human diet as a good source of antioxidant. vegetables. The packaging that has high barrier plastic film - C has managed to maintain the good characteristics of the leaves both physical and nutritional. The leaves contained in the packages (C) had lower mass loss. For the color attributes L *, C * and ° H, the leaves packaged in the four types of packages presented significant difference over the storage time, where the leaves from the packaging D preserved their coloring characteristics. The leaves stored in the four packages presented high antioxidant capacity up to the 15th day of storage. It was concluded that in the four packages tested, maintenance of the quality attributes of the ora-pro-nóbis leaves and goldfish during the storage where the leaves were preserved, with the appearance of fresh leaves, were observed.

Keywords: Secondary metabolic. Unconventional vegetables. Bioactive compounds

i. INTRODUÇÃO GERAL

Dietas baseadas em frutas e hortaliças possuem importante papel na alimentação humana, por serem ricas em vitaminas, minerais, compostos bioativos, e fontes reconhecidas de nutrientes. Apresentam também uma importante atuação na prevenção de algumas doenças degenerativas, pois em sua composição são encontrados diferentes grupos de substâncias químicas, contudo, nos dias atuais, o consumo de hortaliças não-convencionais é reduzido principalmente pelo fato de serem pouco difundidas (CANO et al., 2005; ALVES et al., 2010).

As hortaliças são boas fontes de compostos antioxidantes, os quais atuam no sequestro de radicais livres, previnem e apresentam alto potencial terapêutico contra várias doenças, como câncer, ateroscleroses, isquemia cerebral e envelhecimento, uma vez que o efeito cumulativo dos radicais livres no organismo implica nessas doenças (ANTAS E SILVA et al., 2006).

Os compostos bioativos encontrados em diversas plantas possuem atividades biológicas importantes, as quais agregam valor comercial às mesmas. As plantas apresentam a capacidade de biossintetizar essas substâncias, que desempenham diversas funções, como por exemplo: proteção contra predadores, atratores voláteis, fornecimento de cor às plantas - facilitando a polinização, dentre outras. Apresentam grande importância para a adaptação e a propagação das espécies vegetais. Ao contrário dos metabólitos primários, como os carboidratos e os ácidos graxos, os metabólitos secundários (terpenos e compostos fenólicos) não são necessariamente produzidos sob todas as condições (DEWICK, 2002).

Dentre as várias hortaliças existentes, podemos dar ênfase para as hortaliças não convencionais, também conhecidas por plantas alimentícias não convencionais (PANC), que são hortaliças que apresentam a capacidade de se desenvolver em ambientes naturais sem a necessidade da aplicação de insumos e principalmente da derrubada de novas áreas (BRESSAN et al., 2011). Estão presentes em determinadas comunidades ou regiões, onde ainda exercem influência na alimentação de populações tradicionais, porém passaram a ter expressão econômica e social reduzidas, perdendo espaço para outros produtos (BRASIL, 2010a).

Segundo Luizza et al. (2013), muitas dessas plantas ainda são desconhecidas e subutilizadas por uma parte da população, embora disponíveis a baixo custo. Se o consumo dessas hortaliças for realizado de maneira sustentável, pode ser considerada uma forma de

utilização com baixo impacto na agricultura, associada à conservação ambiental (KINUPP BARROS, 2007).

A elevada busca por produtos prontos para consumo, com frescor característico e contendo apenas ingredientes naturais é considerada uma tendência atual (ALARCÓN-FLORES et al., 2014). Neste contexto, observa-se uma crescente demanda por vegetais minimamente processados, em razão das vantagens que estes apresentam: facilidade de preparo e/ou consumo, menor espaço para armazenamento; disponibilidade de venda em porções menores e conseqüente redução do desperdício e características do vegetal *in natura* (PEREIRA et al., 2008). Para manter a qualidade desses alimentos as embalagens apresentam importante papel, pela proteção que oferecem durante o transporte e manuseio e também pela forma de preservá-los (MARTINS et al, 2016).

Atualmente o uso de embalagens é essencial para a economia, apresentando papel fundamental nas indústrias, principalmente a de alimentos por possuir diversas funções, pois além de conter, conserva e protege o alimento de influências externas como luz, calor, odores, mantendo sua qualidade e segurança. Além disso, podem atuar como uma barreira a contaminações químicas, físicas e microbiológicas, as quais colocam a saúde do consumidor em risco, podendo acelerar a deterioração dos produtos (MARSH, K. BUGUSU, B. 2007; JORGE 2013).

Atualmente são encontradas embalagens em diversas formas, as quais estão disponíveis no mercado para uso em produtos tanto minimamente processados quanto *in natura*. Podem ser bandejas de plástico ou poliestireno (isopor), com tampa ou envoltas em filmes de plástico, e sacos de plástico de diferentes composições (SOARES & GERALDINE 2007).

Este estudo objetivou avaliar a influência da embalagem e dos períodos de armazenamento em folhas de ora-pro-nóbis e de peixinho, em experimentos distintos.

ii. REFERENCIAL TEORICO

a. Hortaliças não convencionais

Existe um grande interesse do consumidor por novidades na alimentação, isso faz com que uma grande quantidade de espécies ou novas cultivares seja implantada comercialmente (Junqueira et al., 2000). As hortaliças fazem parte de um grupo de plantas que apresentam consistência tenra e não lenhosa, ciclo biológico curto, tratos culturais intensivos, cultivos em áreas menores se comparado a grandes culturas, são utilizadas na alimentação humana, em geral in natura ou então sem exigir preparo industrial (FILGUEIRA, 2007).

Apresentam importância de destaque na agricultura familiar. Estima-se que a área cultivada seja de 808 mil hectares, com uma produção de 23 a 25 milhões de toneladas, gerando cerca de 2,4 milhões de empregos diretos (EMBRAPA, 2011). A sua produção para os agricultores familiares é a atividade que mais se identifica como opção de comercialização, em virtude de demandar mão de obra familiar e por utilizar diferentes canais de mercado, pois as hortaliças são normalmente comercializadas em mercados, feiras livres, quitandas, etc (FONTES, 2005).

Dentre as diversas classes de hortaliças, destacam-se as hortaliças não-convencionais. Estes também desempenham importante papel na agricultura familiar de populações de baixa renda urbana e rural, além de apresentarem alta diversificação cultural na atividade agrícola (ROCHA, 2008).

Diversas espécies de hortaliças ainda sub-exploradas da flora brasileira, também chamadas de hortaliças não convencionais, podem constituir uma fonte de renda alternativa e uma opção de diversificação cultural. As diferenças encontradas nessas hortaliças muitas vezes não estão associadas à introdução de uma espécie completamente desconhecida, mas apenas a variações quanto aos padrões tradicionais (JUNQUEIRA et al.,2000)

Consideram-se hortaliças não convencionais aquelas que, com distribuição limitada à determinada região, não fazem parte de uma cadeia produtiva à semelhança das convencionais. Essas hortaliças não recebem o devido interesse da comunidade técnico-científica e, conseqüentemente, também não despertaram o interesse de empresas das áreas de fertilizantes, sementes ou agroquímicos (BRASIL, 2010). Como exemplo de hortaliças não convencionais tem-se a araruta (*Maranta arundicea*), azedinha (*Rumex acetosa*), beldroega (*Portulaca*

oleracea), capuchinha (*Tropaeolum majus*), ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*), peixinho (*Stachys lanata* L), taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), dentre outras (BRASIL, 2010).

Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller)

O gênero *Pereskia* ocorre no Brasil e em outros países do norte da América do Sul, apresenta sempre folhas laminares e persistentes. Um dos principais exemplos desse gênero é a ora- pro-nóbis (RIBEIRO et al., 2012).

A ora-pro-nóbis é uma planta nativa, originária dos trópicos, perene, com caules finos, geralmente se apresenta na forma de trepadeira, pode atingir dez metros de altura, com ramos longos, espinhos e suas folhas são carnudas com presença de mucilagem (DUARTE; HAYASHI, 2005).

É uma cactácea classificada como nativa não endêmica por Zappi et al. (2012). No Brasil, é conhecida por ora-pro-nóbis, embora possam ser sinônimas as designações lobrobó, lobrodo, guaiapá, groselha-da-américa, cereja-de-barbados, cipó-santo, mata-velha, trepadeira-limão, espinho-preto, jumbeba, espinho-de-santo-antônio e rosa-madeira (SILVA JÚNIOR et al., 2010).

É considerada uma hortaliça não convencional por apresentar potencial diversificação na produção agrícola e por ser rica em nutrientes recomendados para a alimentação diária, como sais minerais, vitaminas e proteínas (BRASIL, 2010) (Tabela1). Além disso, produz frutos comestíveis (RIBEIRO et al., 2012). Mercê et al. (2011) afirmam que uma importante característica nutricional das folhas de ora-pro-nóbis é o seu conteúdo proteico, com cerca de 15 a 28 %, que pode ser considerado elevado quando comparado com outros vegetais usualmente consumidos no Brasil, como a couve e a alface, sendo uma das hortaliças não convencionais mais consumidas pelas populações rurais e urbanas.

Tabela 1: Composição nutricional de folhas de *Pereskia aculeata* Miller (g.100g-1 massa seca)

Composição	Folhas
Proteínas (g)	29,0
Lipídeos (g)	5,1
Carboidratos (g)	29,5
Fibra alimentar (g)	21,6
Cinzas (%)	14,8
Cálcio (g)	1,3
Fósforo (mg)	320
Ácido ascórbico (mg)	43
Magnésio	586

Fonte: Adaptado de Almeida et al. (2014) e Queiroz et al. (2012).

O uso alimentar da ora-pro-nóbis direciona-se para contribuir com a oferta estável e permanente da hortaliça, que tem boa produtividade mesmo em épocas e/ou condições edafoclimáticas desfavoráveis, além de ter seu cultivo sustentável do ponto de vista social, econômico e agroecológico. Ademais, a produção e o consumo pressupõem modificações na relação homem *versus* alimento, que passa a incluir o alimento mais saudável na dieta e a prepará-lo de forma mais adequada à preservação do valor nutricional (RIBEIRO et al., 2012)

Além da alimentação, também é utilizado como planta ornamental, devido a sua bela floração, que ocorre em regiões mais quentes e úmidas, resultando em pequenas flores perfumadas, ricas em pólen e néctar. O ora-pro-nóbis constitui-se também, como uma excelente alternativa para formação de cercas vivas (BRASIL, 2010).

A produção de metabólitos secundários tem diversas finalidades, como proteção contra herbívoros, fungos e bactérias e como sinais de plantas. São substâncias químicas naturais, não usadas em vias metabólicas primárias, produzidas por plantas, fungos e outros organismos. São caracterizados como compostos orgânicos de baixo peso molecular com grande diversidade estrutural. (WINK, 2015; STEVENSON et al., 2017).

Peixinho (*Stachys lanata* L)

Stachys lanata L é uma planta pertencente à família Lamiaceae, conhecida popularmente por labrobo, orelha de lebre, peixe-de-pobre, é uma herbácea perene, que pode atingir cerca de 20 cm de altura, formando touceiras com dezenas de propágulos. Raramente floresce nas condições climáticas brasileiras tendo sua reprodução realizada por propagação vegetativa de suas touceiras. As folhas, que são as partes comestíveis, são colhidas a partir de 60 a 70 dias após o plantio, quando elas atingem tamanho adequado – superior a 8 cm, podendo atingir até 15cm. A touceira desta planta pode produzir durante 4 a 6 meses, até a necessidade de se renovar os canteiros (BRASIL, 2010).

Na literatura, existem relatos do potencial nutricional de *Stachys lanata* L, principalmente por apresentar em sua constituição, elevados teores de vitamina C, vitamina K, carboidratos, minerais (Tabela 2) e potencial antioxidante (ASNAASHARI et al., 2010). Recentemente, tem crescido o interesse científico por esta espécie, pois, em estudo, Kapewongolon (2013), demonstrou que o peixinho apresentou ação antiviral contra HIV, e Duarte et al. (2013) demonstraram ação antibiótica de óleos essenciais desta espécie contra cândida (*Candida spp.*).

Tabela 2: Composição mineral de folhas de *Stachys lanata* L (mg/g de extrato)

Composição	Folhas
N	22,8
P	7,1
K	22,7
Ca	10,7
Mg	2,5
S	1,4
Fe	135,0
Mn	46,8
Cu	6,9
Zn	22,4
B	39,6

Fonte: Modificado de Viana et al., 2015

O Peixinho apresenta elevados teores de vitamina C, vitamina K, carboidratos e potencial antioxidante, além de uma grande gama de compostos bioativos. Também é utilizado na indústria farmacológica (ASNAASHARI et al., 2010). Em estudo feito por Viana et al., 2015 com folhas de peixinho foram detectados altos teores de compostos fenólicos (0,77 mg de EAG/g de extrato), carotenoides totais (1,98 µg/g de massa fresca) e β-Caroteno (0,13 µg/g de massa fresca), além de alta capacidade antioxidante.

b. Compostos bioativos

Compostos bioativos é uma denominação dada para nutrientes e não nutrientes ativos em alvos fisiológicos específicos, que interferem nos processos patológicos de doenças crônicas não transmissíveis (BASTOS et al., 2009). Segundo Ferreira et al. (2009), dentre os fitoquímicos, destacam-se os não nutrientes ativos, que recebem esse nome por serem encontrados em certos alimentos, que não são essenciais às funções do organismo, mas apresentam papel ativo e/ ou protetor e juntamente com nutrientes se apresentam essenciais na dieta humana. Estudo feito por Melo et al., (2006) demonstram que o efeito protetor desses alimentos se deve à presença de componentes bioativos como a vitamina C, vitamina E e fitoquímicos com ação antioxidante, dentre os quais se destacam os compostos fenólicos, β-caroteno e vários outros carotenoides.

As plantas produzem esses componentes para sua proteção contra herbívoros, ataque de patógenos, bem como para beneficiá-la na competição com outros vegetais. Outra função atribuída aos compostos bioativos é a de proteger o vegetal de influências externas, como temperatura, umidade, proteção contra raios ultravioleta e deficiência de nutrientes minerais (SIMÕES et al., 2010).

Compostos Fenólicos Totais

Os compostos fenólicos constituem um grupo bastante heterogêneo do ponto de vista metabólico e compreendem desde moléculas simples, como por exemplo os ácidos fenólicos, até outras com alto grau de polimerização. Nesta classe estão incluídos os taninos, flavonoides e antocianinas, dentre outros. São biossintetizados nas plantas por meio de diferentes rotas metabólicas, sendo a rota do ácido malônico e a do ácido chiquímico as duas principais, conforme esquematizado na Figura 1 (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Além de agirem como antioxidantes por sua habilidade em doar hidrogênio ou elétrons, os compostos fenólicos agem também em virtude de seus radicais intermediários estáveis, os quais impedem a oxidação de vários ingredientes do alimento, particularmente de lipídios. Levando-se em conta o aspecto da saúde humana, essa ação dificulta a formação de radicais livres no organismo e protege as moléculas de DNA, podendo inibir algumas fases dos processos carcinogênicos (SILVA et al., 2010; SILVA et al., 2015)

Os compostos fenólicos encontrados em plantas apresentam importante papel para o seu crescimento e reprodução, atuando como agentes antipatogênicos, contribuindo na pigmentação, adstringência e estabilidade oxidativa (JACQUES et al., 2011).

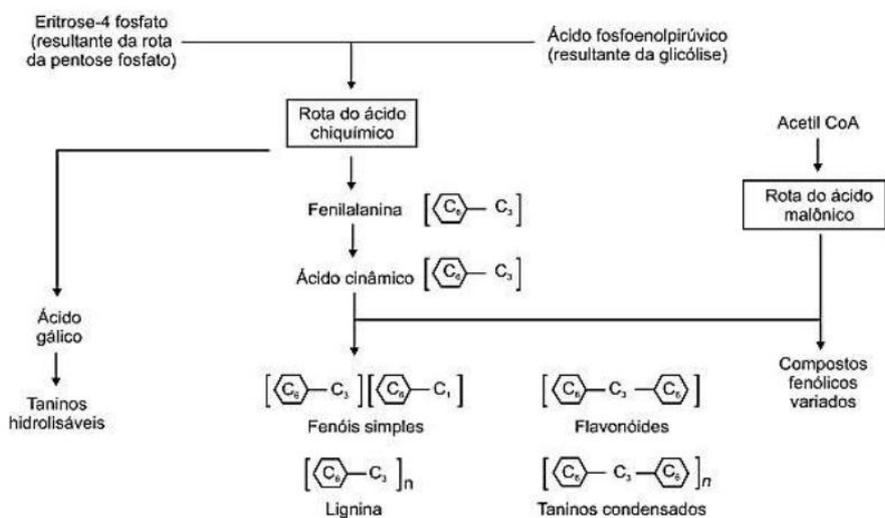


Figura 1: Esquema simplificado de biossíntese de compostos fenólicos. Fonte: Taiz e Zeiger (2004)

Os flavonoides constituem um dos principais grupos de pigmentos vegetais de ampla distribuição na natureza e sua presença nos vegetais pode estar relacionada com funções de defesa e de atração de polinizadores além de serem importantes antioxidantes, com capacidade de inibir a peroxidação lipídica e sequestrar radicais livres (SIMÕES et al., 2010; PIMENTEL et al., 2005).

Seus teores podem variar devido à influência de numerosos fatores tais como espécie, variedade, clima, grau de maturação pós-colheita e condições de armazenamento. São formados a partir da combinação de derivados sintetizados da fenilalanina (via metabólica do ácido chiquímico) e ácido acético (KYLE & DUTHIE, 2006).

Apresentam diversidades estruturais, sendo subdivididos em classes de acordo com o grau de oxidação e substituição do anel C (Figura 2), enquanto que compostos individuais em uma classe diferem quanto à substituição dos anéis A e B (PIETTA, 2000).

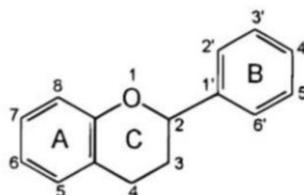


Figura 2: Estrutura geral dos flavonoides, (Skerget, Kotnink e Hadolin, 2005)

Nos últimos anos, o interesse sobre os flavonoides se expandiu, em particular as antocianinas, como potenciais suplementos nutricionais com atividade terapêutica, contribuindo para a descoberta de suas funções antioxidantes (GOULD & LISTER, 2006).

As antocianinas são os pigmentos responsáveis pelas colorações que variam entre o laranja, vermelho e azul. Há uma enorme variedade de antocianinas distribuídas em fontes diversas na natureza (Tabela 3), sendo reportadas a identificação e caracterização de cerca de seiscentas moléculas, sendo as mais comuns as derivadas de três pigmentos básicos, a saber pelargonidina, cianidina e delphinidina (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; SHAHIDI E MARIAN, 2003).

As antocianinas apresentam como características o núcleo básico flavílio (cátion 2-fenilbenzopirílio), o qual consiste de dois anéis aromáticos unidos por uma unidade de três carbonos, que são condensados por um oxigênio (FRANCIS, 1989).

Estudos tem demonstrado que o processamento, de forma geral, induz a redução no teor inicial de antocianinas na matriz alimentícia (JACQUES & ZAMBIAZI, 2011).

Tabela 3: Principais fontes de antocianinas.

Flavonoides	Fontes
Cianidina-3-glucosídeo	Cereja; amora; vinho; morango
Peonidina-3-glucosídeo	Cereja; jabuticaba; vinho e uva
Malvidina-3-glucosídeo	Uva e vinho
Pelargonidina-3-glucosídeo	Morango
Delfinidina-3,5-diglucosídeo	Berinjela
Petunidina-3-glucosídeo	Uva e vinho
Delfinidina-3-cafeoilglucosídeo-5-glucosídeo	Berinjela

Fonte: Adaptado de Bobbio & Bobbio, 2003

Carotenoides

Os carotenoides constituem um dos mais importantes grupos de pigmentos na natureza, devido às suas numerosas funções, larga distribuição e diversidade estrutural. São compostos lipossolúveis, os quais desempenham importante papel no processo de fotossíntese, agindo como captador de energia e protetor contra foto-oxidação (BOBBIO & BOBBIO, 2003, OLIVER PALOU, 2000).

De acordo com Layrisse (2000), uma das suas principais funções é a atividade provitamínica A. A vitamina A é essencial para a diferenciação celular, para a visão, para o crescimento ósseo, na reprodução e na integração do sistema imunológico, sendo que sua deficiência pode resultar em vários danos a saúde como anemia e cegueira noturna. Os carotenoides são encontrados em alimentos de origem vegetal (Tabela 4), sendo responsáveis pelas colorações amarela, alaranjada e vermelha, como por exemplo o licopeno em tomates, o α e o β -caroteno em cenouras e luteína e zeaxantina em milho. Podem ocorrer também em vegetais folhosos, que na sua grande maioria são verdes devido a presença da clorofila (SILVA et al., 2010, JACQUES & ZAMBIAZI, 2011).

Tabela 4 – Principais carotenoides encontrados em alimentos. Adaptado de Bobbio & Bobbio, 2003.

Carotenoides	Fontes
α – caroteno	Cenoura
β – caroteno	Cenoura; manga; abóbora
Luteína	Gema de ovo
Criotoxantina	Mamão; páprica; milho amarelo
Zeaxantina	Milho; gema de ovo
Crocina	Açafrão
Bixina	Urucum
Capsantina	Pimenta vermelha
Violaxantina	Amor-perfeito
Licopeno	Tomate; melância

Segundo Rodriguez-Amaya (2004), a cor e a atividade biológica dos carotenoides estão intrinsecamente relacionadas com sua estrutura molecular. O Brasil é um dos países que abriga a maior variedade de alimentos ricos em carotenóides do planeta, especialmente em razão de seu extenso território com áreas tropicais e subtropicais, que contribuem para a promoção da biossíntese destes compostos (Tawata,2010).

Sendo altamente insaturados, os carotenoides são instáveis nas condições de processamento, quer sejam domésticos ou industriais, podendo sofrer isomerização e oxidação, resultando na perda de cor e redução da atividade biológica. A isomerização é induzida pelo calor, luz e ácidos. Na presença de oxigênio os carotenóides podem sofrer oxidação que é estimulada pela luz, calor, presença de metais, enzimas, peróxidos e inibida por antioxidantes (Rodriguez-Amaya, 2002).

O β -caroteno é o carotenoide mais distribuído nos alimentos. Ele está presente em todos os 274 itens na Tabela Brasileira de Compostos de Alimentos (TACO), tanto como carotenoide principal quanto carotenoide minoritário e está entre os dez alimentos mais ricos estão as folhas nativas caruru, mentruz, taioba serralha e a folha de capuchinha (Figura 3) (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

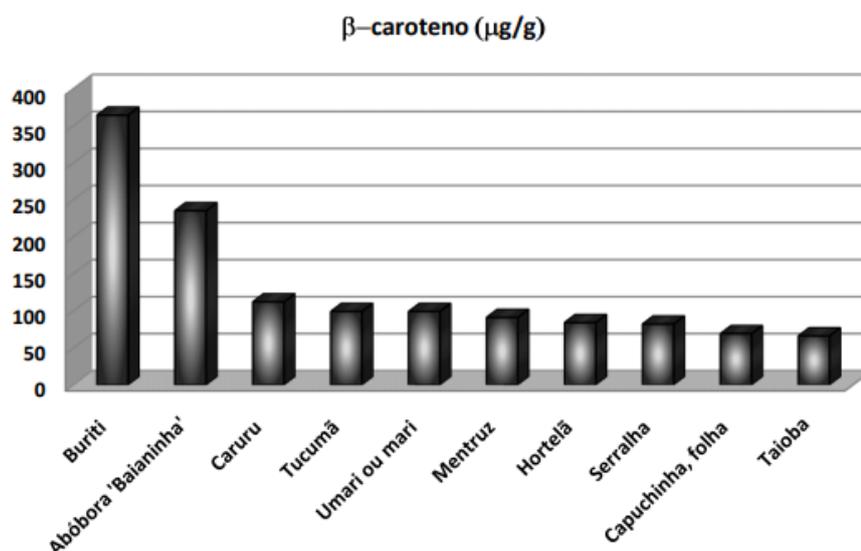


Figura 3: Teores de β -carotenos encontrados plantas alimentícias não convencionais (RODRIGUEZ-AMAYA et al., 2008).

Clorofila

A clorofila se apresenta como um dos pigmentos mais abundantes nas plantas, tendo como principal função a absorção da luz solar e sua conversão em energia química durante a fotossíntese. Nas plantas superiores fica localizada nos plastídios, que por ter cor verde são chamados de cloroplastos. As plantas verdes apresentam principalmente a clorofila *a* e a clorofila *b*, que são pigmentos suplementares. É um metabólico secundário indispensável para a biossíntese de nutrientes (BORRMANN, 2009).

As clorofilas são moléculas formadas por complexos derivados da porfirina, tendo como átomo central o Mg (magnésio), as clorofilas *a* e *b* encontram-se na natureza numa proporção de 3:1, respectivamente, e diferem nos substituintes de carbono C-3 (Figura 4). Devido a sua cor e as propriedades físico-químicas, podem ser usadas como aditivos para produtos alimentícios (STREIT et al., 2005).

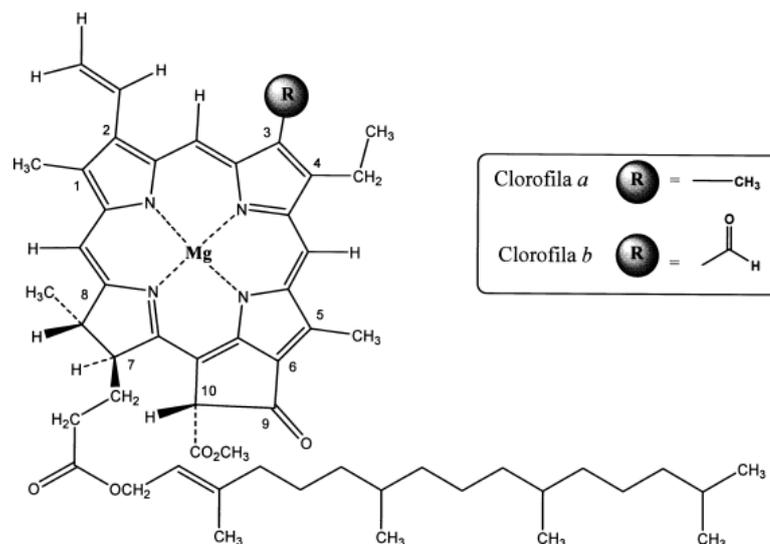


Figura 4: Estrutura básica da Clorofila (STREIT et al., 2005)

As quantificações de área e conteúdo de clorofilas em folhas são utilizadas em estudos fisiológicos e agrônômicos para avaliar o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Estas variáveis são importantes no estudo do comportamento vegetativo de espécies e na resposta das plantas às técnicas de manejo que visam aumentar o potencial fotossintético e o rendimento, principalmente relacionadas a adaptabilidade às condições do ambiente e vigor (AMARANTE et al., 2001).

c. Capacidade Antioxidante

Os antioxidantes são compostos que possuem o potencial de neutralizar os radicais livres, retardando ou mesmo inibindo a sua ação oxidativa e estão em constante atividade nos organismos vivos, mas necessitam estar em quantidades suficientes para neutralizar os efeitos tóxicos dos radicais livres que são permanentemente produzidos (BECKER & FRICKE, 2002)

Segundo Niki (2010), há diversas espécies de antioxidantes, e estes podem ser classificados de acordo com os mecanismos associados: preventivos; captadores; reparadores e de adaptação. Os antioxidantes preventivos constituem a primeira linha de defesa do organismo contra a formação de espécies reativas de oxigênio (EROS), enquanto os antioxidantes captadores funcionam como a segunda linha de defesa, removendo rapidamente espécies reativas, impedindo o ataque a várias moléculas. Os antioxidantes reparadores atuam numa terceira linha de defesa do organismo, atuando na reparação de lesões, eliminando resíduos ou reconstituindo funções perdidas. Por último, os antioxidantes de adaptação, que constituem a

quarta linha de defesa, exercem uma função de adaptação, em que cada antioxidante é produzido e transferido na quantidade necessária para as posições adequadas.

Nos vegetais, os principais grupos de antioxidantes são os carotenoides e os compostos fenólicos, com destaque para os flavonoides. Esses compostos apresentam outras importantes atividades biológicas, como antialérgica, anti-inflamatória, antimicrobiana, anticarcinogênica e efeitos imunoestimulantes (Nijveldt et al., 2001).

Nos últimos anos, um grande interesse no estudo de antioxidantes tem ocorrido devido, principalmente, às descobertas sobre o efeito dos radicais livres e outros agentes oxidantes no organismo.

d. Embalagens e Armazenamento

A sanitização das frutas e hortaliças minimamente processadas tem importante papel na diminuição da deterioração, na manutenção da qualidade e no aumento da vida útil. O sanitizante a ser utilizado deve ser aquele que não afete negativamente as características sensoriais e que ao mesmo tempo garanta a segurança microbiológica do produto (WATADA et al., 1996)

Contudo, se por um lado o processamento mínimo agrega valor aos produtos vegetais contribuindo para sua valorização, por outro, causa danos mecânicos aos tecidos dos mesmos, modificando sua atividade fisiológica e tornando-os mais perecíveis quando comparados aos produtos íntegros (LUCERA et al., 2010).

As hortaliças minimamente processadas são mais perecíveis do que seus similares intactos, por apresentar maior perda d'água, maior taxa respiratória e alterações bioquímicas e fisiológicas mais intensas. Portanto, as embalagens têm função de minimizar ou retardar estes eventos, prolongando ao máximo a sua vida útil. A seleção de filmes com certas propriedades de permeabilidade a gases, a uma dada temperatura, é fundamental para o estabelecimento da atmosfera adequada ao metabolismo do vegetal, no interior da embalagem. A espessura é, também, fator de controle de permeabilidade (MORETTI et al., 2000).

O uso de embalagens para frutas e hortaliças tem sido intensamente discutido no Brasil nos últimos anos pelos distintos elos da cadeia de pós colheita, como produtores, centros de abastecimentos, atacadistas, varejistas, consumidores e técnicos de órgãos oficiais. Como

resposta a esta demanda do setor hortícola, uma nova regulamentação do uso de embalagens para produtos hortícolas foi publicada no Diário Oficial em 12/11/2002 (MAPA, 2002).

A Instrução Normativa nº 9 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) foi o resultado de um trabalho conjunto da Secretaria de Apoio Rural e Cooperativismo (SARC), Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Esta instrução normativa está em vigor desde junho/ 2003 e alterou as portarias anteriores, regulamentando as embalagens para o acondicionamento, manuseio e comercialização dos produtos hortícolas *in natura*, ampliando as possibilidades do uso de diferentes tipos de embalagens em termos de materiais, como madeira, papelão e plástico, em tamanhos e formatos diversos, de acordo com cada produto (CEAGESP, 2002).

As vantagens no emprego de embalagens em hortaliças são inúmeras, uma vez que conseguem promover um aumento na vida-útil do produto, fornecimento de produtos de alta qualidade mantendo seu sabor, cor, aroma e frescor, além de proporcionarem ao mercado uma melhor apresentação do produto, aumentando a sua aceitação e reduzindo as perdas (CARVALHO et al., 2001). O tipo de embalagem ideal para hortaliças é aquele que permite manter a concentração de oxigênio suficientemente baixa para retardar a respiração, porém, mais alta que a concentração crítica capaz de iniciar o processo anaeróbico (WATADA et al., 1996).

Segundo Soares e Geraldine (2007), existem muitos tipos de filme e embalagem disponíveis no mercado para uso em produtos minimamente processados. As embalagens utilizadas apresentam diversas formas e funções, podem ser bandejas de plástico ou poliestireno (isopor), com tampa ou envoltas em filmes de plástico, e sacos de plástico de diferentes composições, dentre outras.

As hortaliças são altamente suscetíveis à perda de água, principalmente as folhosas, o que pode ser intensificado pelo manejo inadequado da temperatura e da umidade do ar nos locais de armazenamento e comercialização, com redução da vida de prateleira e aumento do custo final do produto para o consumidor (ÁLVARES et al., 2010).

A perda de água provoca mudanças na aparência, metabolismo e composição de hortaliças, com conseqüentes alterações na coloração, qualidade nutricional (WILLS et al.,

2007) e vitalidade. Com isso, recomenda-se o uso do método de pré-resfriamento antes do armazenamento refrigerado, o qual retarda os processos de deterioração. O pré-resfriamento auxilia na manutenção da qualidade de muitas hortaliças, por retirar rapidamente o calor de campo antes de serem comercializadas, armazenadas ou processadas (BECKER & FRICKE, 2002).

Condições ambientais desejadas para a conservação pós-colheita de produtos vegetais podem ser obtidas através do controle de temperatura, da circulação de ar e da umidade relativa (REIS, 2014). Assim sendo, destacam-se como principais objetivos do armazenamento a redução da atividade biológica do produto e a redução do crescimento de microrganismos, com redução da temperatura ambiente, assim como a redução na transpiração, pela diminuição das diferenças entre a temperatura do ar e a do produto, bem como mantendo-se elevada a umidade no ambiente (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Para a manutenção da qualidade e extensão pós-colheita pode-se fazer uso do armazenamento com atmosfera modificada e/ou controlada. O armazenamento sob Atmosfera Controlada (AC) consiste em prolongar a vida útil pós-colheita de produtos por meio da modificação e controle dos gases no meio do armazenamento, principalmente das concentrações de O₂ e CO₂. No armazenamento sob Atmosfera Modificada (AM), a atmosfera ambiente é geralmente alterada pelo uso de embalagens, permitindo que a concentração de CO₂ aumente e a de O₂ diminua, com o processo respiratório. Nesse tipo de armazenamento, as concentrações de O₂ e CO₂ não são controladas, e variam com o tempo, temperatura, tipo de filme e com a taxa respiratória do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Esta técnica, além de reduzir a atividade respiratória aumenta a umidade relativa, diminuindo conseqüentemente a perda de água por transpiração e o murchamento da planta (AMARANTE et al., 2001).

Uma forma de se alterar a atmosfera no armazenamento é o uso de filmes plásticos uma vez que muitos deles apresentam diferentes permeabilidades a gases tais como o polietileno de baixa densidade (PEBD) (MELLO et al., 2003), o cloreto de polivinila (PVC) (MOTA et al., 2006) e o tereftalato de polietileno (PET) (ÁLVARES et al., 2010).

iii. REFERÊNCIAS

ALARCÓN-FLORES, M. I.; ROMERO-GONZÁLEZ, R.; VIDAL, J. L. M.; GONZÁLEZ, F. J. E.; FRENICH, A. G. Monitoring of phytochemicals in fresh and fresh-cut vegetables: A comparison. *Food Chemistry*, v. 142, p. 392-399, 2014.

ALMEIDA, M. E. F.; JUNQUEIRA, A. M. B.; SIMÃO, A. A.; CORRÊA, A. D. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como Ora-pro-nóbis. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, p. 431-439, 2014.

ÁLVARES, V. S.; NEGREIROS J. R. S. Nota Científica. Pré-resfriamento e embalagem na conservação de folhas de salsa. *Brazilian Journal of Food Technology* v. 13: p. 107-111, 2010.

ALVES, J. A.; VILAS BOAS, E. V. B.; VILAS BOAS, B. M.; SOUZA, É. C. Qualidade de produto minimamente processado à base de abóbora, cenoura, chuchu e mandioquinha-salsa. *Ciência Tecnologia Alimentos*, Campinas, v. 30 n.3 p. 625-634, 2010.

AMARANTE C; BANKS N. H.; GANESH S. Relationship between character of skin cover of coated pears and permeance to water vapour and gases. *Postharvest Biology and Technology* v. 21 p. 291-301, 2001.

ANTAS E SILVA, D. A.; SILVA, T. M. S.; LINS, A. C. S.; COSTA, D. A.; CAVALCANTE, J. M. S.; MATIAS, W. N.; SOUZA, M. F. V. Constituintes químicos e atividade antioxidante de *Sida galheirensis* Ulbr. (Malvaceae). *Química Nova*, v.29, p.1250-1254, 2006.

ASNAASHARI, S.; DELAZAR, A.; ALIPOUR, S. S.; NAHAR, L.; WILLIAMS, A. S.; PASDARAN, A.; MOJARAB, M.; AZAD, F. F.; SARKER, S. Chemical composition, free-radical-scavenging and insecticidal activities of the aerial parts of *Stachys byzantina*. *Archives of Biological Sciences*, v. 62, n. 3, p. 653-662, 2010.

BASTOS, D. H. M.; ROGERO, M. M.; ARÊAS, J. A. G. Mecanismos de ação de compostos bioativos relacionados dos alimentos no contexto de processos inflamatórios à obesidade. *Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia*. v. 53, n. 5, p. 646-656, 2009.

BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Hydrocooling time estimation methods. *International Communications in Heat and Mass Transfer* v. 29 p. 165-174, 2002.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. Introdução a química de alimentos. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.

BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. Material de embalagem. Química de processamento de alimentos. Campinas: Fundação Cargill. Cap. 9, p. 189-202, 1984.

BORRMANN, D. Efeito do déficit hídrico em características químicas e bioquímicas da soja e na degradação da clorofila, com ênfase na formação de metabólitos incolores. Tese de doutorado. São Paulo, 2009.

BRASIL. Manual de hortaliças não convencionais / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA, 92p. 2010a.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 92 p. ISBN 978-85-7991-029-6, 2010.

BRESSAN, R. A. REDDY, M. P.; CHUNG, S. H.; YUN, D. J.; HARDIN, L. S.; BOHNERT, H. J. Stress-adapted extremophiles provide energy without interference with food production. Food Security, v.3, n.1, p.93-105, 2011.

CANO, M. P.; SÁNCHEZ-MORENO, C.; PASCUALTERESA, S.; ANCOS, B. Processado mínimo e valor nutricional. In: GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; GARDEA, A.A.; CUAMEA-NAVARRO, F. (Eds.). Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. Hermosillo: CIAD, cap.7, p.119-152, 2005.

CARVALHO, C. M. R. G.; NOGUEIRA, A. M. T.; TELES, J. B. M.; PAZ, S. M. R.; SOUSA, R. M. L. de. Consumo alimentar de adolescentes matriculados em um colégio particular de Teresina, Piauí, Brasil. Rev. Nutr., Campinas, v. 14 n. 2) p. 85-93, 2001.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNANDEZ, M. L.; PAEZHERNANDEZ, M. E.; RODRIGUEZ, J. A.; GALAN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: A review. Food Chemistry., v.11 n.3, p. 859–871, 2009.

CEAGESP. Como atender às exigências de rotulagem - 2002. Disponível em <<http://www.ceagesp.com.br/nov.htm>> consultado em: 20/set. 18 p. 2017.

CEREDA, M. P.; BERTOLINI, A. C.; EVANGELISTA, R. M. Uso do amido em substituição às ceras na elaboração de “películas” na conservação pós-colheita de frutas e hortaliças: estabelecimento de curvas de secagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO.

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

DEWICK, P.M. Medicinal Natural Products – A Biosynthetic Approach. West Sussex: John Wiley & Sons, 2002.

DUARTE, M. R.; HAYASHI, S. S. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill (Cactaceae). Revista Brasileira de Farmacognosia, Paraná, v. 15, n. 2, p. 103-09, 2005.

DUARTE, M. C. T.; FIGUEIRA, G. M.; SARTORATTO, A.; REHDER, V. L. G.; DELARMELENA, C. Anti-Candida activity of Brazilian medicinal plants. Journal of Ethnopharmacology, v. 97, n. 2, p. 305-311, 2005.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO: hibisco: do uso ornamental ao medicinal, 2011 disponível em: <<http://www.embrapa.com.br>>. Acesso em 09 ago. 2017.

FERREIRA, I. C. F. R.; BARROS, L.; ABREU, R. M. V. Antioxidants in wild mushrooms. Current Medicinal Chemistry v. 16, p. 1543–1560, 2009.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. revista e ampliação. Viçosa: UFV, 2007.

FONTES, P. C. R. Olericultura: teoria e prática. Viçosa/MG: UFV, 486p, 2005.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. Food Science and Nutrition, Amherst, v. 28, n. 4, p. 273-314, 1989.

GOULD, K. S.; LISTER, C. Flavonoid functions in plants. In: Andersen, Ø.M.; Markham, K. R. (Ed.) Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications. Boca Raton: CRC - Press, p. 397–411, 2006.

JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp). Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 1, p. 245-260, 2011.

JORGE, N. Embalagens para alimentos / Neuza Jorge. – São Paulo : Cultura Acadêmica : Universidade Estadual Paulista, Pró-Reitoria de Graduação, 194 p. ISBN 978-85-7983-394-6, 2013.

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

KAPEWANGOLO, T. P. Lamiaceae plant extracts and isolated compounds demonstrate activity against HIV/AIDS. 2013. Tese. (Doutorado) - University of Pretoria, Pretoria, 2013.

KINUPP, V. F.; BARROS, I. B. I. D. Riqueza de Plantas Alimentícias Não-Convencionais na Região Metropolitana de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Biociências, v.5, n.1, p.63-65, 2007.

KOIKE, A. C. R. Compostos bioativos em flores comestíveis processadas por radiação. Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Doutor em Ciências na Área de Tecnologia Nuclear – São Paulo 2015.

KYLE, J. A. M.; DUTHIE, G. G. Flavonoids in foods. In: Andersen, Ø.M.; Markham, K. R. (Ed.) Flavonoids: chemistry, biochemistry and applications. Boca Raton: CRC - Press, p. 397–411, 2006.

LAYRISSE, M. New property of vitamin A and β -carotene on human iron absorption: effect on phytate and polyphenols as inhibitors of iron absorption. Arch. Latinoam. Nutr., Guatemala, v. 50, n. 3, p. 243-248, 2000.

LUCERA, A.; COSTA, C.; MASTROMATTEO, M.; CONTE, A.; DEL NOBILE, M. A. Influence of different packaging systems on fresh-cut zucchini (*Cucurbita pepo*). Innovative Food Science and Emerging Technologies 11: 361-368, 2010.

LUIZZA, M. W. et al. Local Knowledge of Plants and their uses among Women in the Bale Mountains, Ethiopia. Ethnobotany Research & Applications, v.11, n.1, p.315-39, 2013.

MAPA. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Instrução Normativa Conjunta SARC/ANVISA/INMETRO Nº 009. Diário Oficial, de 12/11/2002.

MARSH, K; BUGUSU. B. Food Packaging Roles, Materials and Environmental Issues. Institute of Food Technologists. Vol. 72, N. 3, Journal of Food Science. doi: 10.1111/j.1750-3841.2007.00301.x. 2007

MARTINS, L M. - Cultivares de alface produzidas em três sistemas de produção/ Luma Moreira Martins - 71 p.: il. Dissertação mestrado - Universidade Federal de São João del Rei. 2016.

MELLO, J. C.; DIETRICH, R.; MEINERT, E. M.; TEIXEIRA, E.; AMANTE, E. R. Efeito do cultivo orgânico e convencional sobre a vida de prateleira de alface americana (*Lactuca sativa*) minimamente processada. Ciência e Tecnologia de Alimentos 23: 418-426, 2003.

MELO, A. A. M.; VILAS BOAS, E. V. de B.; JUSTO, C. F. Uso de aditivos químicos para a conservação pós-colheita de banana ‘maçã’ minimamente processada. Ciência agrotecnologia., Lavras, v. 33, n. 1, p. 228-236, 2009.

MERCÊ, A. L. R.; LANDALUZE, J. S.; MANGRICH, A. S.; SZPOGANICZ, B.; SIERAKOWSKI, M. R. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} Bioresource Techonology, v.76, n.1, p.29-37, 2001.

MORETTI, C. L.; SILVA, W. L. C.; ARAÚJO, A. L. Quality attributes and carbon dioxide evolution of bell peppers as affected by minimal processing and storage temperature. Proceedings of the Florida State Horticultural Society, Orlando, v. 113, n. 1, p. 295-296, 2000.

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

NIJVELDT, J. R. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. The American Journal of Clinical Nutritionv, v. 74, p. 418- 425, 2001.

NIKI, E. Assessment of antioxidant capacity in vitro and in vivo. Free Radical Biology & Medicine, New York, v. 49, n. 4, p. 503-515, 2010.

OLIVER, J.; PALOU, A. Chromatographic determination of carotenoids in foods. *Journal of Chromatography.*, Amsterdam, v. 881, n. 1, p. 543-555, 2000.

PEREIRA, J. M. A. K.; MINIM, V. P. R.; PUSCHMANN, R.; VANETTI, M. C. D.; SOARES, N. F. F.; MORETTI, C. L.; VIEIRA, J. V. Qualidade físico-química de mini-cenouras revestidas. *Revista Ceres*, v. 55 n. 6 p. 537-542, 2008.

PIETA, P. G. Flavonoids as antioxidants. *Journal of Natural Products*, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

PIMENTEL, C. V. M. B.; FRANCKI, V. M.; GOLLUCKE, A. P. B. Alimentos funcionais: Introdução às substâncias bioativas em alimentos. São Paulo: Livraria Varela, 2005.

QUEIROZ, C. R. A. A. Cultivo e composição química de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) sob déficit hídrico intermitente no solo. 2012. 144 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 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*, v. 32, n. 3, 2014.

RIBEIRO, P. A. Development of ora-pro-nóbis fruit juice. In: WORLD CONGRESS OF FOOD SCIENCE AND TECHNOLOGY, Foz do Iguaçu Anais, 2012.

RIBEIRO, W. S.; BARBOSA, J. A.; COSTA, L. C. da. Capuchinha (*Tropaeolum majus* L.) / Wellington Souto Ribeiro, José Alves Barbosa, Lucas Cavalcante da Costa (Organizadores). – Brasília: Editora Kiron, v. 100 p. 21 cm ISBN 978-85-8113-042-2 1.Biologia. 2.Botânica. I. Título. CDU 582.32/.998, 2012.

ROCHA, D. R. C.; PEREIRA-JÚNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANATOS, A. S.; PINTO, N. A. V. D. Macarrão adicionado de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 459-465, 2008.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Effects of processing and storage on food carotenoids. *Sight Life Newsletter*, v. 3, p. 25-35, 2002.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Harvest Plus Handbook for Carotenoid Analysis. Washington DC e Cali: International Food Policy Research Institute (IFPRI) e International Center for Tropical Agriculture (CIAT), p. 58, 2004.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M., AMAYA-FARFAN, J. Fontes Brasileiras de Carotenóides: tabela de composição de carotenóides em alimentos - Brasília: MMA/SBF, p. 100, 2008.

SHAHIDI, F.; MARIAN, N. Phenolics in food and nutraceuticals. In: RABAH, T. M.; KHALIL, I. E.; HOWARD, L. Effect of ascorbic acid and dehydration on concentrations of total phenolics, antioxidant capacity, anthocyanins, and color in fruits. Jour. of Agric. Food Chemistry, Davis, v. 53, n. 11, p. 44-47, 2003.

SILVA JÚNIOR, A. A. et al. Pão de ora-pro-nóbis: um novo conceito de alimentação funcional. Agropecuária Catarinense, Santa Catarina, v. 23, n. 1, p. 35-37, 2010.

SILVA, E. B.; RAPOSO, M. C. M.; CONCEIÇÃO, M. M.; SANTOS, V. O. Capacidade antioxidante de frutas e hortaliças. Revista Verde (Pombal - PB - Brasil), v. 10, n.5 (ESPECIAL), p. 93 - 98, 2015.

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

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. Farmacognosia: Da planta ao medicamento. 6. ed. Porto Alegre/Florianópolis: Universidade/ Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ Da Universidade Federal de Santa Catarina, 1102 p. 2010.

SKERGET, M.; KOTNIK, P.; HADOLIN, M. Phenols, proanthocyaninas, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. Food Chemistry, v. 89, p.191-198, 2005.

SOARES, N. F. F.; GERALDINE, R. M. Embalagens. In: MORETTI, C. L. (Ed.). Manual de processamento mínimo de frutas e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, p. 153-171. 2007.

STEVENSON, P. C.; NICOLSON, S. W.; WRIGHT, G. A. Plant secondary metabolites in nectar: impacts on pollinators and ecological functions. *Functional Ecology*, v. 31, p. 65–75, 2017.

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

TACO. Tabela brasileira de composição de alimentos / NEPA –UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl.. -- Campinas: NEPAUNICAMP, 161 p. 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. Porto Alegre: Artmed, v. 1, 722 p. 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 4.ed. Porto Alegre: Artmed. 2009.

TAWATA, N. Determinação de carotenoides em alimentos brasileiros *in natura* processados e preparados para a tabela nacional de composição de alimentos / Natalia Tawata. -- Campinas, SP: [s.n.]. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. 2010.

VIANA MMS; CARLOS LA; SILVA EC; PEREIRA SMF; OLIVEIRA DB; ASSIS MLV. Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais. *Horticultura Brasileira*, v. 33 p. 504-509, 2015.

VILA, M.T.R. Qualidade pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’ armazenados sob refrigeração e atmosfera modificada por biofilme de fécula de mandioca. 2004, 66p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

WATADA, A.E.; KO, N.P.; MINOTT, D.A. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharvest Biology and Technology*, Amsterdam, v.9, n.2, p.115-125, 1996.

WILLS R; GLASSOM B; GRAHAM D; JOYCE D. *Postharvest: an introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals*. New York: CAB International. 252p. 2007.

WINK, M. Modes of Action of Herbal Medicines and Plant Secondary Metabolites. *Medicines*, v. 2, p. 251-286, 2015

ZAPPI, D.; TAYLOR, N.; MACHADO, M. Lista de espécies flora do Brasil, 2012. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/FB001633>>. Acesso em: 15 agosto 2017.

ARTIGO 1

INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DAS FOLHAS DE ORA-PRO-NÓBIS DURANTE O ARMAZENAMENTO

RESUMO: O ora-pro-nóbis é uma das hortaliças não-convencionais mais utilizadas no Brasil, apresenta em sua composição altos teores de proteínas, alto potencial terapêutico contra várias doenças sendo considerada rica em antioxidantes naturais. Nos dias atuais a busca por produtos prontos para consumo, com qualidade de fresco é considerada uma tendência e as embalagens apresentam importante papel nesses conceitos. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência da embalagem utilizada no acondicionamento de folhas de ora-pro-nóbis e avaliar o efeito das embalagens sobre bioprodução e ou retenção de fitoquímicos em folhas de ora-pro-nóbis. Foram utilizadas folhas de ora-pro-nóbis colhidas em Prudente de Morais-MG (19°45'41.35" S 44°15'73.7" O), lavadas em água corrente e higienizadas com solução aquosa de hipoclorito de sódio (150 a 200 ppm de cloro ativo). As amostras foram acondicionadas em quatro diferentes embalagens: embalagem A, composta por polietileno rígido (PET), B, embalagem tipo PET em conjunto com sachês contendo absorvedor de etileno, C, embalagem tipo PET envolta com filme plástico de alta barreira e D, composta pela embalagem tipo PET em conjunto com sachês e envolta com filme plástico de alta barreira. Após fechamento das embalagens, estas foram armazenadas em estufas tipo B.O.D. na temperatura de $7 \pm 2^\circ\text{C}$. Foram avaliadas as características físico-químicas, conteúdo de compostos bioativos e atividade antioxidante antes do armazenamento (T0), aos 5 (T1), 10 (T2) e 15 (T3) dias de armazenamento. Após análise estatística dos dados, observou interação significativa entre os fatores tipo de embalagem e tempo de armazenamento para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ângulo Hue (H), perda de massa, compostos fenólicos, clorofila e atividade antioxidante. Houve interação significativa entre os fatores tipo de embalagem e tempo de armazenamento para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), Hue (H) e massa. O potencial hidrogeniônico (pH), a luminosidade (L) e valor de croma (C) foram afetados significativamente pelos fatores quando analisados separadamente, não observando interação entre os fatores. Já para a textura não se obteve resultados significativos para interação e nem para os fatores quando analisados separadamente. Os teores de flavonoides, antocianinas e carotenoides mostraram-se influenciados significativamente ($p < 0,05$) somente pelo tempo de armazenamento. As folhas de ora-pro-nóbis estudadas apresentaram altos teores de compostos bioativos, independente da embalagem utilizada, teores estes que explicitam seu potencial para complementar a dieta humana como boa fonte de antioxidante além de contribuir para o resgate cultural dessa hortaliça. Folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas na embalagem contendo filme plástico de alta barreira, apresentaram boas características físicas quanto nutricionais.

Palavras-Chave: *Pereskia aculeata*. Compostos Bioativos. Armazenamento.

INFLUENCE OF PACKAGING IN THE CONSERVATION OF THE QUALITY ATTRIBUTES OF ORA-PRO-NÓBIS LEAVES DURING THE STORAGE

ABSTRACT: The ora-pro-nóbis is one of the most commonly used non-conventional vegetables in Brazil. It has high protein content, high therapeutic potential against various diseases and is considered rich in natural antioxidants. Nowadays, the search for ready-to-eat products with fresh quality is considered a trend and the packaging plays an important role in these concepts. The objective of this work was to evaluate the influence of the packaging used in the packaging of ora-pro-nóbis leaves and to evaluate the effect of the packages on bioproduction and or retention of phytochemicals in ora-pro-nób leaves. Leaves of prosthesis were collected in Prudente de Morais-MG (19 ° 45'41.35 "S 44 ° 15'73.7" W), washed in running water and sanitized with aqueous sodium hypochlorite solution (150-200 ppm active chlorine). The samples were packaged in four different packages: pack A, composed of rigid polyethylene (PET), B, PET packaging together with sachets containing ethylene absorber, C, PET packaging wrapped with high barrier plastic film and D composite by PET packaging in conjunction with sachets and wrapped with high barrier plastic film. After the packages were closed, they were stored in type B ovens. at a temperature of 7 ± 2 ° C. The physical-chemical characteristics, bioactive compounds content and antioxidant activity before storage (T0) were evaluated at 5 (T1), 10 (T2) and 15 (T3) days of storage. After statistical analysis of the data, we observed a significant interaction between packing type factors and storage time for total soluble solids (TSS), total titratable acidity (ATT), Hue angle (H), mass loss, phenolic compounds, chlorophyll and antioxidant activity. There was a significant interaction between packing type factors and storage time for total soluble solids (TSS), total titratable acidity (ATT), Hue (H) and weight. The hydrogenation potential (pH), the luminosity (L) and the chroma value (C) were significantly affected by the factors when analyzed separately, not observing interaction between the factors. For the texture, no significant results were obtained for interaction or for the factors when analyzed separately. The levels of flavonoids, anthocyanins and carotenoids were significantly influenced ($p < 0.05$) only by storage times. The leaves of ora-pro-nóbis studied presented high levels of bioactive compounds, independent of the packaging used, which indicate their potential to complement the human diet as a good source of antioxidant, besides contributing to the cultural rescue of this vegetable. Leaves of ora-pro-nóbis packaged in the packaging containing plastic film of high barrier, presented good physical as well as nutritional characteristics.

Key-words: *Pereskia aculeata*. Bioactive compounds. Storage

1. INTRODUÇÃO

O ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) é uma das hortaliças não-convencionais mais consumidas no Brasil e no mundo, sendo facilmente encontrado e considerado excelente fonte de vitaminas, minerais, fibra dietaria e compostos bioativos. O gênero *Pereskia* é muito utilizado na medicina e culinária popular devido aos seus altos teores nutricionais (DUARTE & HAYASHI, 2005). A espécie *Pereskia aculeata* é conhecida popularmente como ora-pro-nóbis, carne-de-pobre e carne-de-negro (BRASIL, 2010).

As folhas de ora-pro-nóbis são ricas em proteínas (28,4 g 100 g⁻¹ de peso seco) fibra (39,1 g 100 g⁻¹ de dw), vitamina C (185,8 mg 100 g⁻¹ de dw), ácido fólico (19,3 mg 100 g⁻¹ de dw) e contêm mais cálcio (20,0 vezes), ferro (5,7 vezes) e zinco (3,3 vezes) do que couve, espinafre e abóbora, respectivamente. Essa riqueza de nutrientes varia ao longo do cultivo e a torna importante na alimentação humana e animal, sendo utilizada como farinhas, saladas, refogados, tortas e massas alimentícias como o macarrão (ROCHA et al., 2008; SILVA et al., 2018).

As hortaliças são consideradas as principais fontes de vitaminas e compostos bioativos na alimentação humana, as quais, apresentam importantes atividades biológicas, possuem grande valor comercial e nutricional e estão associadas à redução do risco de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (SOUZA et al., 2018). A produção de fitoquímicos oriundas do metabolismo secundário da planta está associada a efeitos contra herbivoria, ataque de patógenos, proteção ao vegetal contra influências externas, como temperatura, umidade, proteção contra raios UV e deficiência de nutrientes minerais (SILVA et al., 2010).

Contudo, se observa uma grande demanda por hortaliças minimamente processadas, as quais apresentam grandes vantagens, como, a venda em porções menores, evitando o desperdício, a facilidade de preparo e do consumo (FAI et al., 2015). As hortaliças são alimentos altamente perecíveis, principalmente as folhosas como é o caso do ora-pro-nóbis, a qual precisa de proteção contra injúrias, já que os ferimentos aceleram o processo de deterioração microbiológica das folhas (LUENGO et al., 2001)

Diversas técnicas são empregadas a fim de estender a vida de prateleira dessas hortaliças. Dentre as técnicas, tem-se o uso de embalagem que protege o alimento contra danos mecânicos, auxilia na redução de custos e perdas, e o emprego de armazenamento refrigerado,

sendo este o principal método utilizado para conservação de hortaliças. O uso desse tipo de armazenamento conjunto (refrigeração e embalagem) tem como objetivo minimizar a perda d'água, diminuir as taxas respiratórias, as alterações bioquímicas e fisiológicas mais intensas, de atuar na manutenção da cor e de impedir a perda de compostos voláteis. (VILAS BOAS et al., 2012; CORTEZ-VEGA *et al.*, 2014; FERREIRA et al., 2016).

Outra técnica muito utilizada na conservação da qualidade de hortaliças é o uso de atmosfera modificada (AM) e ou controlada (AC), as quais reduzem as perdas pós colheita, proporciona redução da atividade metabólica e a perda de água, o que favorece a comercialização do produto. A modificação da atmosfera pode ser feita pelo emprego de películas comestíveis à base de amido, de celulose ou de colágeno; absorvedores de etileno que evitam o rápido amadurecimento das hortaliças e filmes hermeticamente fechados, que impedem as trocas de gasosas, auxiliando na manutenção e conservação do produto através do isolamento com o meio externo (LEMOS et al., 2007).

Países como EUA, Japão e Austrália obtiveram sucesso com o uso de embalagens ativas, contudo, a resistência o consumidor pela falta de conhecimento os quais comprovem os impactos econômicos e ambientais, limitam o seu uso, uma vez que estas, mudam as condições de acondicionamento do alimento (Cesar et al. 2009). As embalagens plásticas com absorvedores de etileno atuam no controle desse composto ao redor do produto, desacelerando o metabolismo, por conseguinte aumenta sua vida útil.

O armazenamento refrigerado apresenta grande importância na conservação pós colheita de hortaliças, sendo que quanto mais baixa a temperatura, maior será a vida útil das mesmas, pois há uma redução na velocidade das reações bioquímicas, principalmente quanto a atividade respiratória. Por outro lado, temperaturas elevadas aceleram o processo respiratório e o desenvolvimento de microrganismos nos vegetais. Porém, cada hortaliça apresenta a faixa de temperatura ideal para armazenamento, uma vez que para algumas a temperatura muito baixa pode sofrer injúrias pelo frio (CORTEX et al., 2002).

Assim, objetivou-se avaliar a influência da embalagem na qualidade e na bioprodução e ou retenção de fitoquímicos em folhas de ora-pro-nóbis durante o armazenamento.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Conservação de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas em Sete Lagoas- MG.

As folhas de ora -pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) foram colhidas ao acaso, no período da manhã no Banco de Hortaliças Não Convencionais da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) – Fazenda Santa Rita, situada em Prudente de Moraes (19°45'41.35" S 44°15'73.7" O). As folhas jovens e em estado homogêneo de maturação, foram transportadas sob refrigeração para o laboratório, onde foram selecionadas, lavadas em água corrente, sanitizadas com solução aquosa de hipoclorito de sódio contendo de 150 a 200 ppm de cloro ativo, drenadas para retirada do excesso de água. Porções de 100g de folhas foram acondicionadas em quatro sistemas de embalagens, conforme a Tabela 1.

Tabela 1: Embalagens usadas no experimento

SISTEMAS DE EMBALAGENS	COMPOSIÇÃO
A	Embalagem de polietileno rígido (PET).
B	Embalagem PET contendo um sachê (Bioconservacion Food Safety Technology, 9g) de absorvedor de etileno (KMnO ₇ sólido).
C	Embalagem tipo PET envolta em filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado.
D	Embalagem completa, tipo PET, contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira.

As folhas acondicionadas nas diferentes embalagens foram armazenadas em estufas tipo B.O.D. na temperatura de $7 \pm 2^\circ\text{C}$. As amostras para avaliação das características físico-químicas, dos conteúdos de compostos bioativos e da atividade antioxidante foram retiradas antes do armazenamento (T0), aos 5 (T1), 10 (T2) e 15 (T3) dias de armazenamento.

Foi utilizado o esquema de parcela subdividida (4 x 4), sendo quatro tipos de embalagens e quatro tempos de armazenamento (T0, T1, T2, T3), em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Antes da aplicação dos testes estatísticos sob o modelo proposto, verificou-se as pressuposições de normalidade e homogeneidade (lillie.test e leveneTest respectivamente) dos resíduos. Para determinação de diferenças entre as embalagens, foram utilizados o teste de Tukey ($p < 0,05$). A análise de regressão foi realizada para estudar o efeito das embalagens sobre as variáveis ao longo do tempo de armazenamento, para isso utilizou-se o programa estatístico R Core Team (2017).

Modelos matemáticos de regressão foram aceitos sempre, quando os coeficientes de determinação (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 pelo uso do modelo constante.

2.1. Características físico-químicas

2.1.1. Cor

Os parâmetros colorimétricos foram avaliados com o auxílio de um colorímetro Konica Minolta, CR410 no espaço de cor L^* , C e H° , onde L^* indica a luminosidade que varia de 0 (preto) a 100 (branco), a cromaticidade (C) representa a saturação e pureza da cor (próximo de 0 cores neutras e próximo de 60 cores vívidas, o ângulo Hue (H°) representa a cor real em um ângulo de 360° . A leitura foi realizada em 3 pontos distintos da parte superior das folhas e os resultados foram obtidos a partir da média.

2.1.2. Textura

A firmeza das folhas de ora-pro-nóbis foi determinada em equipado analisador de Textura TAXT^{PLUS} (Stable Micro Systems, Godalming, Surrey, UK) equipado com célula de carga de 50N e software Exponent Lite (Versão 5.1.1.0, 2010). Para tal, folhas foram fixadas em base do equipamento contendo furo central. Após, uma probe com ponta esférica, de 2mm

de diâmetro, foi movida perpendicularmente contra a superfície da folha até o rompimento completo, perfazendo uma distância de 5mm, a uma velocidade de teste de $5\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$. A partir da curva Força (g) x tempo (s), os dados foram compilados automaticamente pelo software, e a firmeza das folhas foi expressa em g.

2.1.3. Sólidos Solúveis Totais

Para determinar os sólidos solúveis, as folhas de ora-pro-nóbis foram maceradas em um almofariz em seguida filtrada e gotas do filtrado foram colocadas sobre o prisma de um refratômetro digital modelo R2mini e os resultados expressos em °Brix.

2.1.4. Sólidos Totais

Para determinação de sólidos totais utilizou-se cerca de 2 gramas das folhas de ora-pro-nóbis trituradas e homogeneizadas que foram colocadas em cadinhos de alumínio e submetidas a 105°C em estufa de esterilização e secagem, até massa constante. A percentagem de sólidos totais foi obtida pela diferença entre as massas iniciais e finais, conforme protocolo da AOAC (2012).

2.1.5. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado por potenciometria (AOAC, 2012) com o auxílio de um pHmetro digital, por imersão direta do eletrodo nas folhas das hortaliças *in natura* trituradas e homogeneizadas com 50 mL de água destilada.

2.1.6. Acidez Total Titulável

A acidez foi determinada por titulometria, onde se pesou cerca de 1 grama de folhas homogeneizadas, e adicionaram-se 50 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína a 1%. A solução contendo a amostra foi titulada com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1N, até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína. Os valores foram expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme metodologia recomendada pelo AOAC (2012). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico. gramas^{-1} de matéria fresca.

2.1.7. Perda de massa

A perda de massa foi obtida pela pesagem do material embalado em balança analítica (Shimadzu AUX220). A pesagem ocorreu no início em todas as datas em que as amostras foram retiradas. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de massa.

2.2. Compostos bioativos:

2.2.1. Compostos Fenólicos Totais

O teor de compostos fenólicos totais foi avaliado pelo método Folin-Ciocalteu (NEVES et al., 2009), com modificações. Uma alíquota de 0,5 mL dos extratos etanólicos foi adicionada de 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu diluído em água (1:10). Após 8 minutos à temperatura ambiente, 2,0 mL de solução de carbonato de sódio (4%) foram adicionados e a mistura mantida à temperatura ambiente, na ausência de luz, por 2 horas. A absorbância foi medida a 740 nm em espectrofotômetro FENTO 700S e o conteúdo de fenólicos totais foi calculado por meio de curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente por 100 g de amostra, em base seca (mg EAG*100g-1 BS).

2.2.1.1. Flavonoides e Antocianinas

Os flavonoides (FLA) e as antocianinas (ANT) foram determinados segundo o método Francis (1982), em que 0,5 g da amostra homogeneizada em almofariz foi adicionada de 10 mL de etanol-acidificado com HCl (85:15 v/v), seguido de repouso por 24 horas sob refrigeração e na ausência de luz. Após filtração, tomou-se uma alíquota do filtrado para leitura espectrofotômetro (FENTO) a 374 nm para flavonoides e 535 para antocianinas e os resultados foram expressos em mg/100 g de amostra e em mg de cianidina 3-glicosídeo/ 100 gramas de amostra em base seca para flavonoides e antocianinas respectivamente.

2.2.2. Carotenoides

O conteúdo de carotenoides totais foi determinado conforme a metodologia proposta por Rodriguez-Amaya (2001), que consiste na extração com acetona (p.a) e quantificação por espectrofotometria a 450 nm. Os resultados foram expressos em µg de carotenoides por 100 gramas de amostra fresca.

2.2.3. Clorofila

A extração para quantificação do conteúdo de clorofila foi feita de acordo com Whitham et al., (1971). A amostra foi homogeneizada com 10 ml de acetona (80%) e em seguida colocados em ambiente protegido da luz sob temperatura ambiente por um período de 24 horas para extração dos pigmentos. A determinação das concentrações de clorofila foi realizada com auxílio de espectrofotômetro (FENTO) com absorvância a 652 nm.

2.3. Atividade Antioxidante

A medida da atividade captadora de radical DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila) foi determinada segundo a metodologia descrita por Brand-Williams et al (1995), com modificações. Após a extração com solução etanólica, adicionou-se em tubo de ensaio, 0,5 mL do extrato e 3,5 mL de DPPH. A mistura foi mantida durante 60 minutos em repouso ao abrigo da luz. A redução do radical DPPH foi determinada medindo a absorvância a 575 nm em espectrofotômetro (FENTO). A atividade de neutralização de radicais (RSA) foi calculada como o percentual de DPPH descolorado:

$$RSA\% = [(ADPPH - A) / ADPPH] \times 100$$
, na qual, A é a absorção da solução que contém a amostra e ADPPH é a absorção da solução DPPH.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Análises Físico-Químicas

Conforme apresentado na tabela 2, houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores sistema de embalagens e tempo de armazenamento para as variáveis sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), ângulo Hue (H) e perda de massa. O potencial hidrogeniônico (pH), a luminosidade (L) e croma (C) foram afetados significativamente pelas embalagens e/ou pelo tempo de armazenamento, não se observou interação significativa entre estes fatores. Já para a textura não se observou resultados significativos para interação e nem para os fatores quando analisados separadamente.

As variáveis SST, ATT e pH foram transformadas segundo Boxcox ($\lambda = 0,89$; $\lambda = 0,20$ e $\lambda = 6,81$ respectivamente) para correção da normalidade e homogeneidade.

Tabela 2: Análise de variância dos parâmetros físico-químicos para folhas de ora-pro-nóbis: Quadrado médio do potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), luminosidade (L), croma (C), hue (H°), textura (Tex) e massa.

FV	GL	QM							
		pH	SST	ATT	L	C	H°	Tex	Massa
S. Embalagens (E)	3	5.197.579,95*	0,18 ^{ns}	0,0048*	6,69*	3,77 ^{ns}	2,25 ^{ns}	976,30 ^{ns}	113,85*
Erro a	8	425.975,95	0,45	0,0001	0,85	0,93	0,72	270,27	0,89
Tempo (T)	3	3.580.072,60*	6,85*	0,0059*	9,46*	15,70*	32,29*	825,42 ^{ns}	69,11*
E* T	9	1.003.721,38 ^{ns}	0,76*	0,0021*	2,55 ^{ns}	1,11 ^{ns}	3,11*	522,69 ^{ns}	31,70*
Erro b	24	48.829,40	0,31	0,0002	1,27	1,66	0,90	807,14	1,89
Total	47								
CV 1 (%)		19,85	17,82	2,01	1,93	6,34	0,76	9,34	1,59
CV 2 (%)		21,25	14,93	2,53	2,36	8,44	0,85	16,14	2,31

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

Para as variáveis em que se obteve interação significativa, efetuou-se o desdobramento de um fator dentro do outro. Para as variáveis que não obtiveram interação entre os fatores estudados, analisou-se o efeito separado de cada fator.

3.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Para a variável pH, foi encontrado significância nos efeitos quando analisados separadamente, com interação não significativa. Para o fator sistema de embalagens, constatou-

se que a embalagem (C) apresentou um maior valor médio (5,63) de pH, enquanto que para as outras embalagens não foi encontrada diferença significativa (Tabela 3).

Tabela 3: Valor médio de potencial hidrogeniônico (pH) das folhas de ora-pro-nóbis, armazenadas em diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Sistemas de Embalagens	pH transformado	pH
A	96898,04 b	5,35
B	86799,48 b	5,41
C	127421,1 a	5,63
D	104828,4 b	5,26

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Todos as médias dos dados não transformados foram superiores a 5,0, sendo então o ora-pro-nóbis considerada uma hortaliça de baixa acidez. Estes valores foram superiores ao relatado por Viana et al., (2015) para azedinha tipo I (2,99) e tipo II (3,20) e inferior ao encontrado para cansaço (8,98).

Para frutos de ora-pro-nóbis imaturos e maduros, Silva et al., (2018) relataram os valores de pH médios 3,27 e 3,58 respectivamente, sendo, portanto, mais ácidos do que as folhas avaliadas neste estudo.

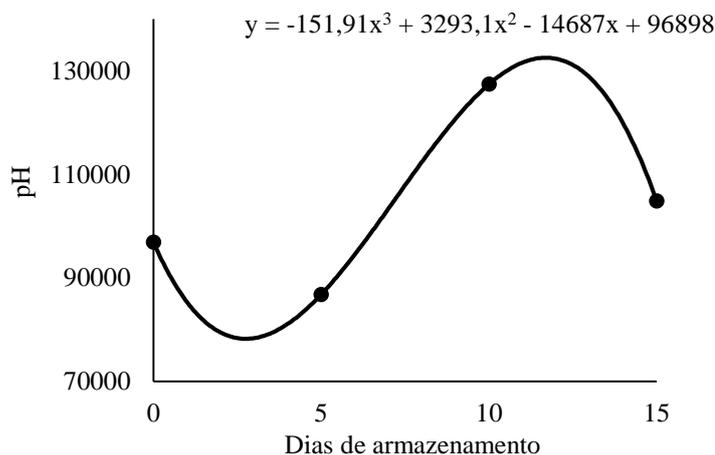
Quando se avaliou o efeito do fator tempo (dias), independente do sistema de embalagem utilizado, o pH das folhas de ora-pro-nóbis teve uma oscilação grande no seu valor durante o período de armazenamento (Figura 1), decrescendo no início e aumentando seu valor no meio do armazenamento. Porém, após 10 dias, observou-se uma nova diminuição do pH, sendo esta uma característica favorável para o armazenamento, por dificultar o desenvolvimento de micro-organismos deteriorantes.

Resultados diferentes foram encontrados por Reis et al., (2014) que ao estudarem o armazenamento de alface crespa, de cultivo orgânico e convencional, sob atmosfera modificada, observaram uma redução do pH a partir do 5º dia de armazenamento, mantendo-se até o 8º dia e aumentando em seguida até o final do armazenamento.

A diminuição do valor do pH está relacionada à acidez titulável e ao consumo de ácidos orgânicos com ocorrência durante o amadurecimento, quando esses ácidos atuam como

substratos no processo respiratório (SILVA et al., 2009). O pH intermediário foi encontrado entre 6 e 7 dias (7,23) e o maior valor de pH foi encontrado próximo ao 12º dia de armazenamento.

Figura 1: Variação do valor transformado do potencial hidrogeniônico (pH) em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^\circ\text{C}$.



Ferreira et al., (2016), avaliaram o efeito da qualidade de coentro orgânico em função do armazenamento e embalagens. Verificaram para todos os tratamentos, um declínio inicial do pH, com posterior elevação dos seus índices, ao final do período de armazenamento, aos 12 dias, resultado diferente ao desse trabalho.

3.1.2. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para o desdobramento dos sistemas de embalagens dentro dos tempos de armazenamento, houve diferença estatística para SST nos tempos 5 e 15 dias após a colheita (Tabela 3). Para o tempo de 5 dias, as folhas contidas no sistema de embalagem C (embalagem PET envolta com filme de alta barreira) foram as que apresentaram o menor valor médio de SST (3,067 °Brix) enquanto que para o tempo 15 dias, a menor média (3,502 °Brix) foi encontrada para as folhas armazenadas no sistema de embalagem D (embalagem PET envolta com filme de alta barreira e com absorvedor de etileno).

Os valores de concentração de sólidos solúveis totais representam os ácidos, os sais, as vitaminas, os aminoácidos, algumas pectinas e os açúcares presentes nos vegetais. O ora-pro-nóbis apresentou a maior média de sólidos solúveis totais (4,972) no sistema de embalagem B no final do armazenamento (Tabela 4). Este teor foi próximo ao encontrado por Viana et al., (2015) para o ora-pro-nóbis (4,44 °Brix). Em comparação este valor foi inferior ao do caruru

(17,49 °Brix) e superior ao da bertalha (3,14 °Brix) e ao da rúcula (3,3°Brix), conforme descrito por Sigrist (2002).

Javanmardi e Kubota (2006), afirmam que alimentos expostos ao armazenamento estão sujeitos a alterações em alguns constituintes dos sólidos solúveis totais, tais como a proporção de glicose / frutose e ácidos orgânicos durante o armazenamento.

Tabela 4: Valor médio de sólidos solúveis totais (SST) das folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes sistemas de embalagens e dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

S. Embalagens	Dias de armazenamento			
	0	5	10	15
A	3,931 a	3,796 ab	2,597 a	4,70 ab
B	3,931 a	4,154 ab	2,653 a	4,972 a
C	3,931 a	3,067 b	2,725 a	3,964 ab
D	3,931 a	4,30 a	2,917 a	3,502 b

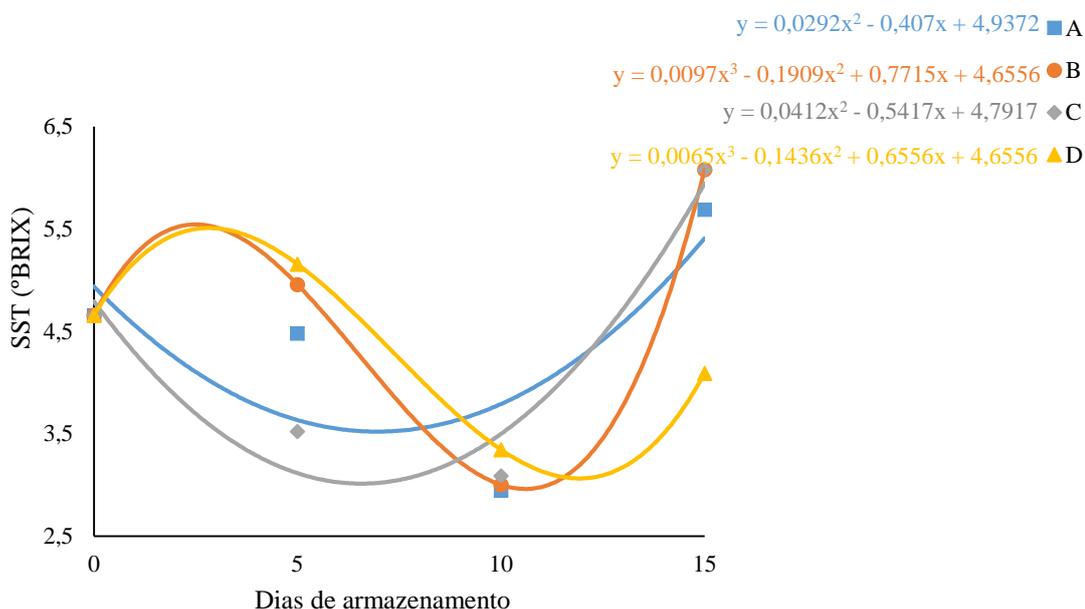
Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

De acordo com a Figura 2, observa-se que os teores de sólidos solúveis totais das folhas de ora-pro-nóbis nos sistemas de embalagens A, B e C, diminuem no início com posterior aumento no final do armazenamento, obtendo-se uma curva hipérbole. No sistema D se observa um decréscimo para SST no decorrer de todo o período de armazenamento. Segundo Machado et al., (2018), um aumento na taxa respiratória leva a uma grande degradação da substância de reserva, como os açúcares e, conseqüentemente, redução no conteúdo de sólidos solúveis.

Os resultados encontrados nesse estudo se diferem dos encontrados por Reis et al. (2014), que ao analisarem o armazenamento de alface crespa, os SST apresentaram aumento até o 10º dia, para decrescerem até o 15º dia, e dos encontrados por Morais et al. (2011), que constataram aumento no teor de SST em quatro dias de armazenamento refrigerado de alface ($7,6\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $27\pm 5\%$ UR).

O aumento nos teores dos sólidos solúveis pode ser devido à síntese de compostos secundários como fenólicos simples, em resposta às etapas do processamento mínimo e também pelo acúmulo de ácidos orgânicos. A diferença nos teores em cada tipo de embalagem está relacionada, segundo Neres et al. (2004), ao aumento da concentração dos sólidos solúveis totais em função da perda de água.

Figura 2: Variação na quantidade dos sólidos solúveis totais (SST) em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Nota-se que o SST nas folhas de ora-pro-nóbis nos sistemas de embalagens A e C, apresentaram comportamento contrário as folhas armazenadas nos sistemas B e D, os quais têm absorvedor de etileno. No sistema de embalagens A o menor valor de SST foi encontrado em 7 dias de armazenamento. No sistema de embalagem C foi entre 7 e 8 dias de armazenamento, nas embalagens B e D houve uma grande oscilação ao longo do tempo de armazenamento, por isso optou-se pelo modelo constante, uma vez que nos estudos de fisiologia pós-colheita as repetições são compostas por folhas com atributos não uniformes.

A redução dos sólidos solúveis durante o armazenamento pode ser influenciada pelo aumento da taxa respiratória do produto, utilizando as reservas de nutrientes existentes nas células (FERREIRA et al., 2016).

3.1.3. Acidez Total Titulável (ATT)

Para o desdobramento dos sistemas de embalagens dentro dos tempos de armazenamento para a variável ATT, a diferença estatística foi encontrada nos tempos de armazenamento 5, 10 e 15 dias após a colheita (Tabela 5). Aos 5 dias de armazenamento, as folhas contidas no sistema de embalagem D (embalagem tipo PET contendo um sachê com

absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual) apresentaram maior média (0,650 % de ácido cítrico). Aos 10 dias após o armazenamento, a maior média de ATT foi encontrada no sistema B (0,652 %) que não diferiu estatisticamente do sistema C.

Aos 15 dias após o armazenamento, foram novamente as folhas contidas no sistema de embalagem D que apresentaram a maior média (0,656 %), porém esta não diferiu significativamente das folhas contidas nos sistemas B e C (0,1 e 0,104 % respectivamente). Nas folhas contidas no sistema de embalagem A os valores de acidez total titulável variaram de 0,575 g ac. cítrico 100g^{-1} de massa fresca para o tempo 0 a 0,656 g ac. cítrico 100g^{-1} g de massa fresca para o tempo 15.

A acidez indica a presença de ácidos orgânicos nos vegetais, com algumas exceções, as hortaliças apresentam baixa acidez, sendo assim susceptíveis à deterioração por bactérias. São exemplos destes ácidos: o cítrico, o málico, o tartárico e outros (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Tabela 5: Valor médio de acidez total titulável (ATT % de Ácido Cítrico) das folhas de ora-pro-nóbis acondicionadas em diferentes sistemas de embalagens e dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

S. Embalagens	Dias de armazenamento			
	0	5	10	15
A	0,575 a	0,597 b	0,552 c	0,588 b
B	0,575 a	0,580 b	0,652 a	0,631 a
C	0,575 a	0,605 b	0,639 ab	0,635 a
D	0,575 a	0,650 a	0,618 b	0,656 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

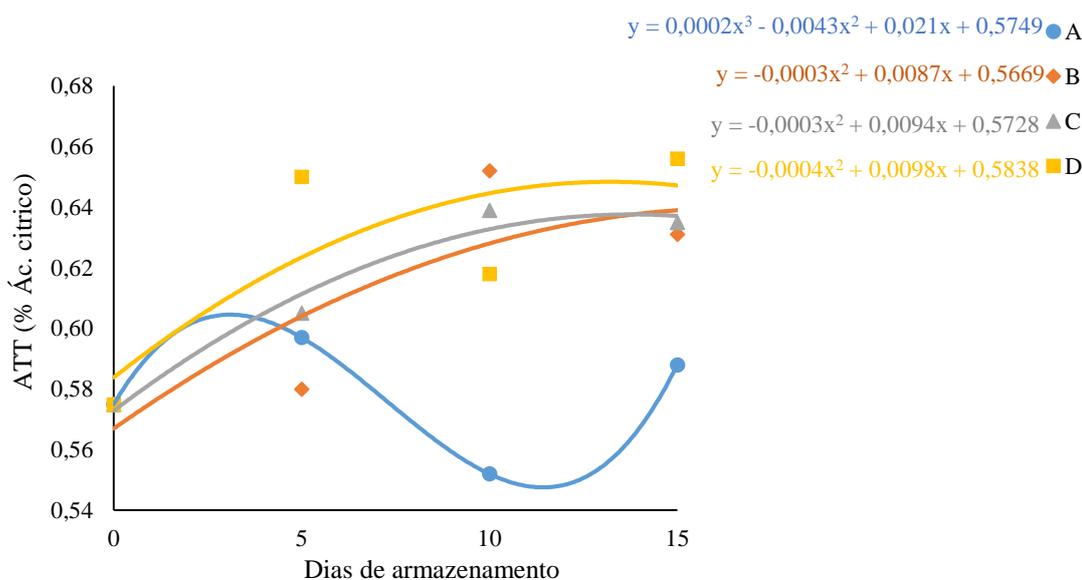
Viana et al., (2015) trabalhando com azedinha tipo II observaram elevado valor de acidez total titulável (2,23 g ac. cítrico 100g^{-1} de massa fresca). Silva et al., (2018) trabalhando com frutos de ora-pro nóbis constataram uma acidez titulável (AT) dos frutos maduros de 1,06% de ácido cítrico, o que corresponde a uma redução de 57% em relação aos frutos verdes, valores relativamente mais altos do que aqueles encontrados nas folhas nesse trabalho.

Quando se analisou o efeito do tempo de armazenamento para cada sistema de embalagem, para todos os sistemas houve um aumento no valor da acidez total titulável no final do armazenamento, ou seja, as folhas de ora-pro-nóbis armazenadas apresentaram aumento na acidez em todos os sistemas. Redução nos teores de ATT durante o início e aumento no final do armazenamento, independentemente do sistema de embalagem utilizado (Figura 3), o que pode estar relacionado ao processo respiratório das folhas, com consumo de ácidos orgânicos, o que também foi observado por Evangelista et al. (2008).

Os ácidos orgânicos exercem grande influência nas propriedades nutricionais e sensoriais das hortaliças, além de afetar o metabolismo de fenólicos por alteração do pH, são caracterizados pela acidez característica de alguns vegetais. Estes se encontram dissolvidos nos vacúolos das células de forma livre ou combinada com outros ácidos (GUIMARÃES et al., 2016).

Resultados encontrados nesse estudo estão de acordo com os obtidos por Morais et al. (2011), que ao trabalhar com alface hidropônica sob refrigeração ($7,6\pm 1^{\circ}\text{C}$ e $27\pm 5\%$ UR), constataram aumento na ATT no final do armazenamento (15 DAC).

Figura 3: Variação na quantidade Acidez Total Titulavel (ATT % de Ácido Cítrico) em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

No sistema de embalagem A houve alta variação dos teores de ATT nas folhas de ora-pro-nóbis, com ponto intermediário entre 7 e 8 dias de armazenamento. Nos sistemas B, C e D os maiores valores de ATT foram encontrados entre 14 e 15 dias, 15 e 16 e entre 12 e 13 dias de armazenamento, respectivamente.

Os pontos destacados acima são os valores onde se obteve os maiores e/ou menores valores de ATT nas folhas de ora-pro-nóbis em cada sistema de embalagem estudado. Com isso observa-se que os maiores valores foram encontrados nas folhas armazenadas nos sistemas B, C e D, enquanto que para as folhas armazenadas no sistema A os valores de ATT tiveram uma grande variação durante o armazenamento.

3.1.4. Parâmetros Colorimétricos

A cor é provavelmente um dos fatores determinantes na aquisição de frutas e hortaliças pelo consumidor, pois é considerada um parâmetro de qualidade pós colheita, uma vez que este não experimenta antes da compra, associando a cor favorável ao paladar.

A coloração não deve ser alterada durante o armazenamento, porém isso depende das condições com que o vegetal foi armazenado, bem como da cultivar. Certas cultivares apresentam bons resultados durante o armazenamento prolongado com uma mudança mínima de cor após a colheita, por outro lado, algumas frutas e hortaliças escurecem significativamente no armazenamento (NOGALES-DELGADO et al., 2013).

3.1.4.1. Luminosidade (L*)

A análise colorimétrica apresentou diferença significativa para a (L*) tanto em relação ao sistema de embalagens utilizado quanto para o tempo de armazenamento, porém não apresentou significância nos efeitos conjuntos. O sistema de embalagem que apresentou folhas mais claras foi a (B), onde também se observou uma maior perda de massa, porém a mesma não diferiu significativamente do sistema (A), conforme apresentado na Tabela 6.

Tabela 6: Valor médio da Luminosidade (L) nas folhas de ora-pro-nóbis armazenadas em diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

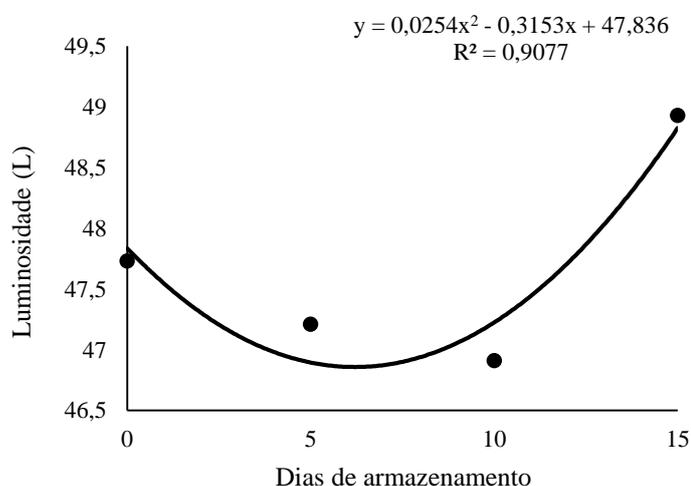
Sistemas de Embalagens	L
A	47,743 ab
B	48,737 a
C	47,133 b
D	47,176 b

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Com relação ao período de armazenamento, observou-se que o valor L^* decresceu pouco até o 10º dia de armazenamento, a partir do qual aumentou até o final. No 1º dia de armazenamento, esse valor era de 47,731 chegando a 46,91 no 10º dia, e aumentando a um valor de 48,93 no último dia de armazenamento (Figura 4)

A luminosidade é um parâmetro que pode variar do zero (preto) ao 100 (branco), sendo um indicador útil de escurecimento durante o armazenamento de determinados produtos. As folhas de ora-pro-nóbis, no presente estudo, apresentaram valores luminosidade entre 46,91 e 48,93, em que a maior média encontrada foi no 15º dia de armazenamento, ou seja, as folhas estavam mais claras, resultado esse que pode ser explicado pela degradação da clorofila. Ponto mínimo entre 6 e 7 dias (6,21).

Figura 4: Valor médio da Luminosidade (L) nas folhas de ora-pro-nóbis no decorrer dos dias de armazenamento dias após colheita (DAC) sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

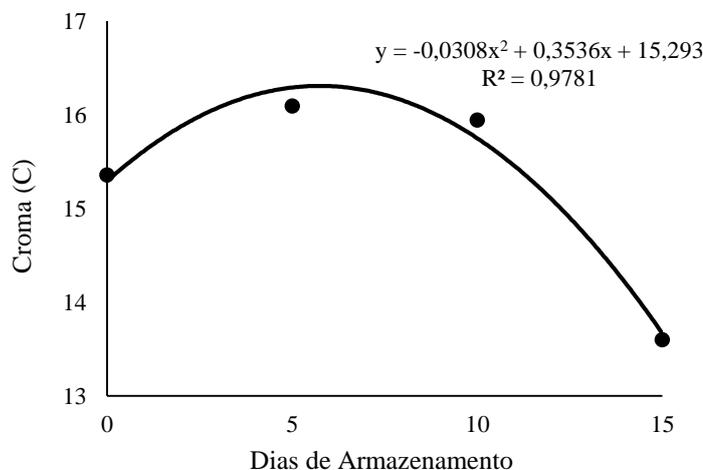


Durante os 15 dias de armazenamento, os valores de L* para as folhas de ora-pro-nóbis apresentaram oscilações, porém no final do armazenamento foram observados valores maiores do que os obtidos no primeiro dia. Um significativo aumento do valor *L indica perda da coloração característica do produto, aparência mais clara que pode estar relacionada com diversos aspectos como a degradação da clorofila. Apesar do aumento dos valores de L* nas folhas de ora-pro-nóbis ao final do armazenamento, visualmente não foi observado clareamento das mesmas, porém o turgor das folhas de ora-pro-nóbis foi comprometido, independente da embalagem testada.

3.1.4.2. Croma (C*)

Para a variável C* as folhas de ora-pro-nóbis apresentaram diferença significativa somente para o tempo de armazenamento, para embalagens não houve efeito significativo. Esse parâmetro define a intensidade e pureza da cor (0 cores neutras; 60 cores vivas). Os valores de C aumentaram durante os primeiros 5 dias de armazenamento, após esse período, diminuiu atingindo valor de 13,601 no 15º dia de armazenamento (Figura 5). Essa redução no final do armazenamento indica que as folhas estavam perdendo suas cores, resultado este que interfere diretamente na decisão de compra pelo consumidor, sendo este um dos parâmetros de qualidade para hortaliças. O maior valor de C* foi encontrado entre 5 e 6 dias de armazenamento (5,76), onde a folha se encontrava com cores mais vividas.

Figura 5: Valor médio de croma (C) nas folhas de ora-pro-nóbis no decorrer dos dias de armazenamento sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



Diferente do encontrado nesse estudo, Jardina et al. (2017) ao analisarem a qualidade pós-colheita de rúcula recobertas com plástico filme concluíram ao final de 2 dias de armazenamento

sob temperatura ambiente, que as folhas de rúcula apresentam um acréscimo em seus valores de coroma.

3.1.4.3. Hue (H°)

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). Para a variável H°, a interação entre fatores foi significativa, com isso procedeu-se aos desdobramentos. Os valores de H° variaram de 108,82 a 115,48, valores de H° entre 90° e 180°, o que corresponde, valores no quadrante amarelo/verde. De acordo com o sistema CIELCH, quanto menor este for, mais amarelo é o produto.

Quando se analisou o efeito das embalagens dentro dos tempos de armazenamento, a diferença estatística foi encontrada apenas no tempo 15 dias (Tabela 7), sendo que a maior média (115,481) foi constatada na embalagem rígida do tipo PET (sistema A).

As folhas mais verdes foram encontradas no sistema de embalagem (valores de Hue mais alto). Embalagens em que as condições de CO₂ e O₂ não sejam ideais possibilitam a folha um aumento na velocidade do seu metabolismo, processo esse que acelera a degradação dos carotenoides pré-existentes em função da lenta degradação da clorofila, a partir da atividade enzimática da clorofilase (PINHEIRO, 2009).

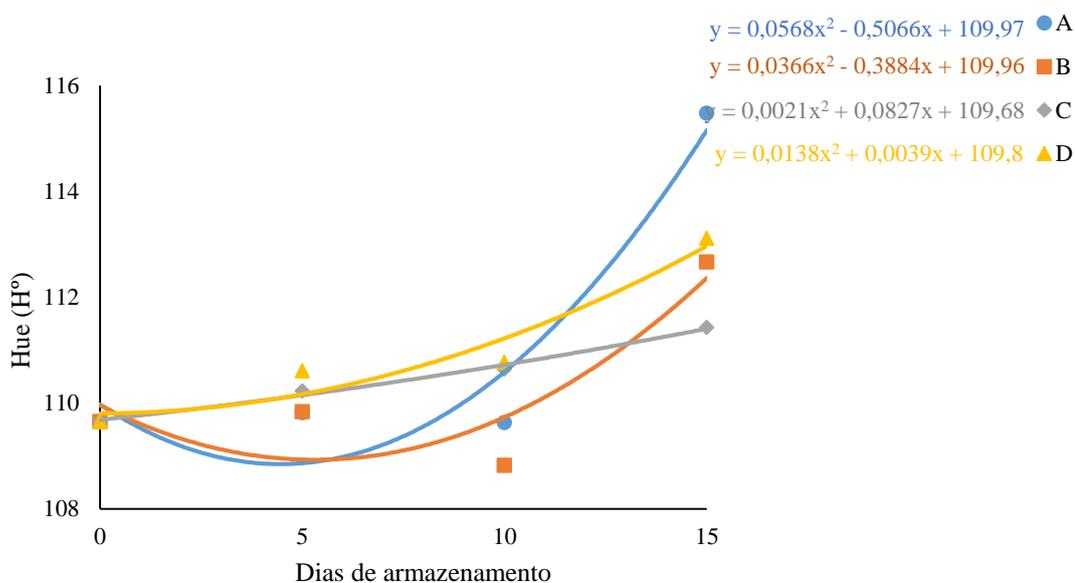
Tabela 7: Valor médio de Hue (H°), das folhas de ora-pro-nóbis submetidas a diferentes sistemas de embalagens e dias de armazenamento, sob refrigeração a 7±2°C.

S. Embalagens	Dias de armazenamento			
	0	5	10	15 D
A	109,654 a	109,82 a	109,632 a	115,481 a
B	109,654 a	109,84 a	108,822 a	112,667 b
C	109,654 a	110,23 a	110,641 a	111,431 b
D	109,654 a	110,612 a	110,777 a	113,116 b

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Observa-se que nos últimos dias de armazenamento, as folhas apresentaram maiores valores de H^0 , ou seja, com coloração mais verde, com crescimento quadrático atingindo valores de 115,48; 112,67 e 113,12 para os sistemas A, B e D respectivamente (Figura 6).

Figura 6: Valor médio de Hue (H^0) em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^\circ\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Silva et al., (2007) encontraram comportamento diferente para os valores de H^0 ao avaliarem a conservação de folhas de alface e cebolinha minimamente processadas mantidas sob refrigeração no período de 7 dias de armazenamento.

3.1.5. Massa

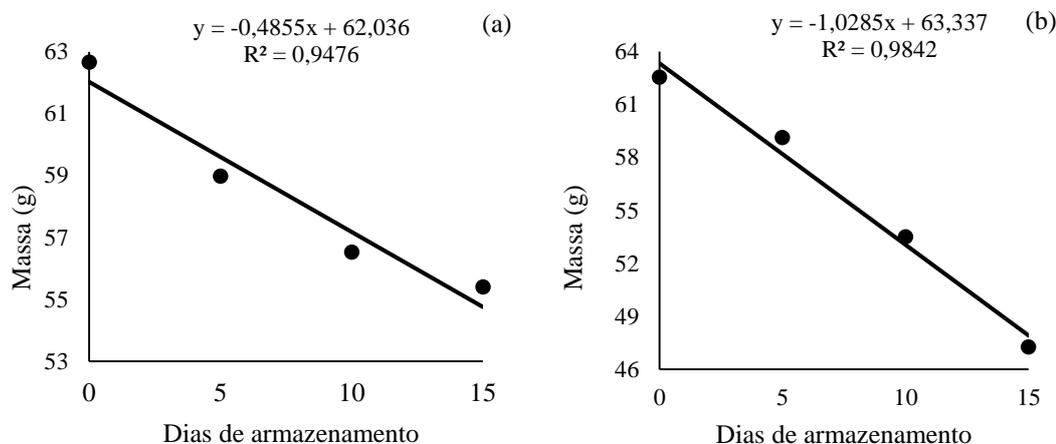
As folhas de ora-pro-nóbis armazenadas nos sistemas A e B, independente do tempo de armazenamento, apresentaram perdas significativas de massa, enquanto nos sistemas C e D não foram observadas variações significativas, sendo maior para o sistema B (Figura 1' – anexo). As folhas armazenadas no sistema B, apresentaram menores valores de massa até o ultimo dia de armazenamento quando comparado com as folhas armazenadas no sistema A (Figura 7)

No estudo de Jardina et al., (2017), analisando o efeito do armazenamento sob a vida útil de cultivares de rúcula, observaram que a perda de massa fresca ocorreu de forma linear à

medida que aumentaram os dias de armazenamento, resultados estes semelhantes ao encontrado nesse estudo com ora-pro-nóbis.

Um dos principais motivos da redução na matéria fresca das hortaliças é a perda de água pela transpiração e pela resistência à perda de umidade, que diminui à medida que a folha atinge a maturidade fisiológica (MACHADO et al., 2018).

Figura 7: Massa média (g) em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nas diferentes embalagens: Sistema de embalagem A (a) e B (b) sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



Neste trabalho, a adição de filme plástico envolta das embalagens, o qual impede comunicação entre os meios, modificou a taxa respiratória do produto, pela diminuição de oxigênio e o aumento do gás carbônico, formando uma atmosfera diferente do ar presente. Essa atmosfera no interior das embalagens influencia significativamente a conservação das folhas.

A transpiração é um dos principais fatores responsável pela perda de massa das folhas. Com isso influencia diretamente no processo de perda de qualidade desses produtos, sendo afetada pela umidade relativa no armazenamento, que varia conforme o produto (PINTO et al., 2007).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 8, as folhas armazenadas nos sistemas de embalagens A e B apresentaram uma perda de massa de 11,60% e 24,41%, respectivamente, ao final dos quinze dias de armazenamento. Por outro lado, as folhas armazenadas nos sistemas de embalagens C e D, apresentaram taxa de perda de massa igual à 0,52% e 2,24% respectivamente, ao final do armazenamento.

O sistema de embalagem C obteve uma menor perda de massa das folhas de ora-pro-nóbis durante o armazenamento, evitando, com mais eficiência, a perda de água. O teor de água é um fator importante para a qualidade dos vegetais, além de aumentar o valor econômico, fornece também informações sobre a sua textura (FIGUEIREDO NETO et al., 2010).

Tabela 8: massa média (g) e perda de massa (%) das folhas de ora-pro-nóbis submetidas a diferentes sistemas de embalagens e dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

S. Embalagens	Dias de armazenamento						
	0	5	% perda	10	% perda	15	% perda
A	62,67 a	58,99 c	5,87 c	56,53 b	10,12 b	55,40 b	11,60 b
B	62,55 a	59,14 bc	5,45 bc	53,52 b	14,44 b	47,28 c	24,41 c
C	62,50 a	62,41 a	0,14 a	62,00 a	0,80 a	62,17 a	0,53 a
D	62,95 a	61,63 ab	2,10 ab	60,56 a	3,79 a	61,54 a	2,24 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Ao longo do armazenamento, as folhas contidas no sistema de embalagem C foram as que apresentaram menor perda de massa (Tabela 8), tendo resultados superiores aos das demais embalagens. Isso ocorreu provavelmente pelo fato do filme plástico de alta barreira ter uma 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. Somado a isto, as embalagens PET utilizadas neste experimento, apresentam alta permeabilidade aos gases O_2 e CO_2 , 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.

Barbosa et al. (2015), analisaram o efeito do armazenamento de folhas de ora-pro-nóbis com e sem embalagem, e, observaram que as folhas embaladas obtiveram menor perda de massa fresca durante o armazenamento. Enquanto que as folhas armazenadas sem embalagens, tiveram alta porcentagem de perda de massa (22,82%), valor esse parecido aos encontrados no atual trabalho, onde a maior porcentagem de perda de massa das folhas de ora-pro-nóbis foi verificada na embalagem PET + absorvedor de etileno (sistema B).

Endo et al. (2006) também relataram perda de massa fresca em batatas minimamente processadas e acondicionadas em bandejas de poliestireno (PET), envoltas com filme de PVC, que tem alta permeabilidade a gases e vapor d'água, o que facilita a desidratação dos produtos acondicionados.

Reis et al., (2014) trabalhando com conservação pós-colheita de alface crespa, oriunda de em cultivo orgânico e/ou convencional, sob atmosfera modificada, observaram um aumento na perda de água com o avanço do período de armazenamento, independentemente do tipo da embalagem e de cultivo.

A perda de massa pode comprometer a aparência do produto causando desinteresse ao consumidor, com isso percebe-se a importância do uso de embalagens protetoras que evitem a perda de massa excessiva, através da transpiração e também da redução das trocas gasosas com o meio, diminuindo a respiração do alimento armazenado. O controle desses dois fatores ajuda a retardar a senescência do produto aumentando sua vida útil (DAMATO JUNIOR et al., 2010).

3.2. Compostos Bioativos

Houve interação significativa entre os fatores sistemas de embalagens e tempo de armazenamento para as variáveis compostos fenólicos, clorofila e atividade antioxidante. Os teores de flavonoides, antocianinas e carotenoides mostraram-se influenciados significativamente somente pelos tempos de armazenamento.

Na Tabela 9, são apresentados os valores de quadrados médios e suas respectivas significâncias para compostos fenólicos totais, flavonoides, antocianinas, carotenoides, clorofila e atividade antioxidante presentes nas folhas de oro-pro-nóbis armazenadas a 7°C.

Tabela 9: Análise de variância dos Compostos Bioativos em folhas de ora-pro-nóbis: compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas, carotenoides, clorofila e atividade antioxidante.

FV	GL	QM					
		fenólicos	Flavonóides	Antocianinas	Carotenóides	Clorofila	Antioxidante
S. Emb (E)	3	48,954*	15159 ^{ns}	0,000058 ^{ns}	49560 ^{ns}	121186*	416,72*
Erro a	8	2,091	9157	0,000062	26913	19372	29,92
Tem (T)	3	8,467 ^{ns}	41391*	0,000288*	10098214*	84737*	1775,54*
E * T	9	26,370*	12310 ^{ns}	0,000057 ^{ns}	35150 ^{ns}	45133*	625,82*
Erro b	24	0,10	5749	0,000041	63716	11694	52,33
Total	47						
CV 1 %		16,7	13,47	16,58	8,85	14,03	7,40
CV 2 %		23,33	10,67	13,48	13,61	10,9	9,78

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

3.2.1. Compostos Fenólicos

Para o teor de compostos fenólicos, como a interação entre os fatores foi significativa, realizou-se o desdobramento dos mesmos (Tabela 10).

Tabela 10: Teor de compostos fenólicos (g EAG/100 g de amostra em base seca) presentes em folhas de ora-pro-nóbis armazenadas em diferentes sistemas de embalagens durante o armazenamento refrigerado ($7\pm 2^{\circ}\text{C}$).

S. Embalagem	Dias de armazenamento			
	0	5	10	15
A	7,664 a	7,738 a	3,606 c	8,237ab
B	7,664 a	8,881 a	8,838 b	5,248 b
C	7,664 a	10,283 a	4,848bc	12,088 a
D	7,664 a	10,252 a	15,796 a	12,108 a

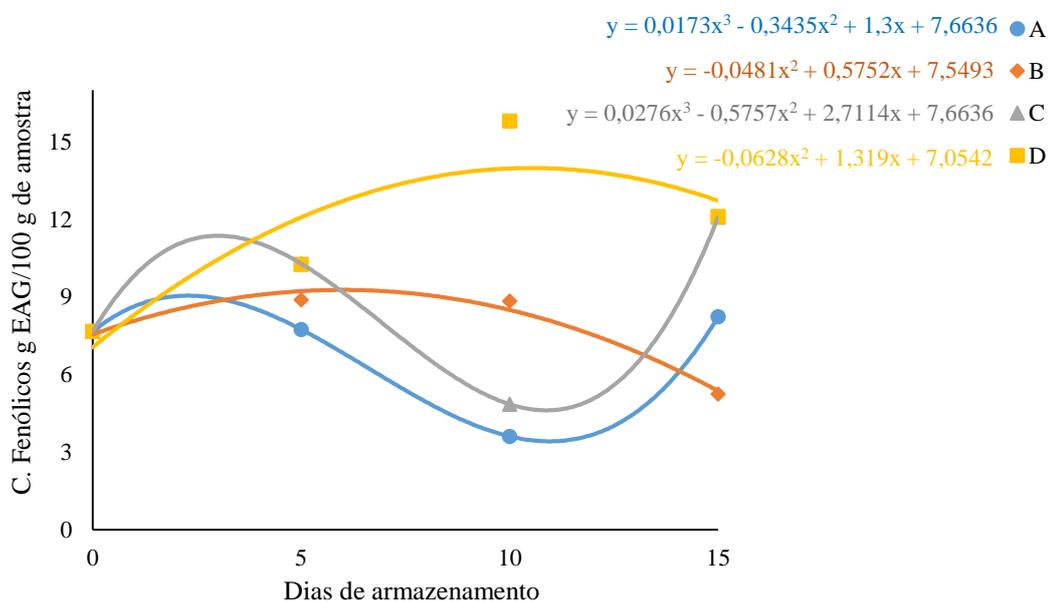
Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Quando se analisou o comportamento dos sistemas de embalagens dentro de cada tempo de armazenamento, observou-se diferença estatística nos tempos 10 e 15 dias após a colheita, ou seja, as folhas contidas nesses sistemas só se comportaram de forma diferente aumentando ou diminuindo o teor desses compostos nesses dois tempos. Após 10 dias de armazenamento foi observado o maior teor desses compostos nas folhas contidas no sistema de embalagem D, assim como para o tempo 15 dias. Porém, nesse tempo as folhas oriundas desse sistema não diferiram estatisticamente das folhas nos sistemas (A) e (C), no que diz respeito ao conteúdo de compostos fenólicos totais.

O ora-pro-nóbis apresentou altos teores de compostos fenólicos (média de 1213,24 mg EAGg-1). Resultado diferente do encontrado por Cunha et al., (2003) que estudaram o conteúdo de compostos fenólicos em raízes de azedinha, e os resultados encontrados foram de 85,30 a 194,79 (mg EAGg-1) e por Boscolo et al., (2007) que determinaram o conteúdo de fenóis totais em 12 plantas consideradas medicinais, coletadas no Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, no Município de Quissamã, norte do Estado do Rio de Janeiro e verificaram que a quantidade destes compostos nos extratos variaram de 0,39 a 0,43 (mg EAGg-1) de amostra.

Arbos et al., 2010 analisaram o teor de compostos fenólicos em diferentes hortaliças e em ordem decrescente relataram: rúcula orgânica ($126,84 \pm 4,46$ mg EAG.100 g-1), alface orgânica ($108,72 \pm 2,34$ mg EAG.100 g-1), almeirão orgânico ($92,15 \pm 1,09$ mg EAG.100 g-1), alface convencional ($91,22 \pm 0,91$ mg EAG.100 g-1), rúcula convencional ($90,78 \pm 2,23$ mg EAG.100 g-1) e almeirão convencional ($81,04 \pm 3,64$ mg EAG.100 g-1). Todas essas hortaliças apresentaram resultados inferiores ao encontrado para o ora-pro-nóbis nesse estudo.

Figura 8: Teor de Compostos Fenólicos (g EAG/100 g de base seca) em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7 \pm 2^\circ\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

No final do armazenamento (15 dias) foi possível notar um aumento e uma melhor manutenção dos compostos fenólicos em folhas ora-pro-nobis nos sistemas A, C e D. Assim estes sistemas podem ser indicados para o armazenamento do ora-pro-nóbis por

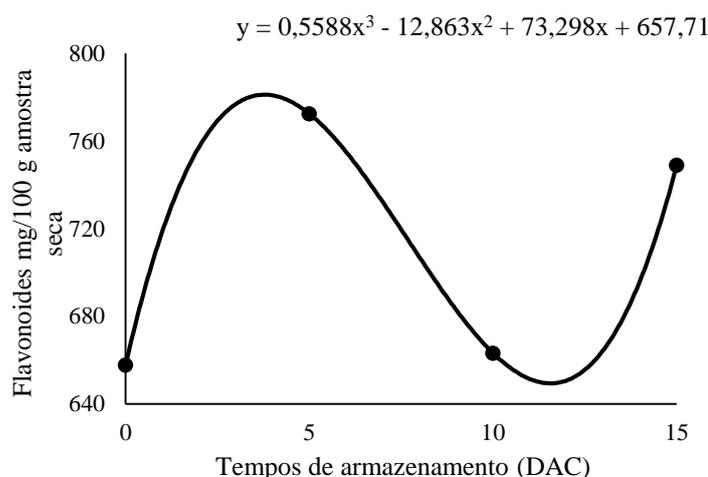
aproximadamente 15 dias após a colheita, mantendo a mesma qualidade observada após a colheita, em relação aos teores de compostos fenólicos.

Variáveis como os fatores genéticos, condições ambientais, tipo de cultivo, entre outros exercem grande influência sobre os teores de compostos fenólicos e demais fitoquímicos presentes nas frutas e hortaliças (MELO et al., 2006).

3.2.1.1. Flavonoides

Assim como para os compostos fenólicos, os teores de flavonóides tiveram uma grande oscilação durante o armazenamento, com significativo aumento no final do período de 15 dias (Figura 9). O teor intermediário de flavonoides foi encontrado entre 7 e 6 dias de armazenamento (7,67), com posterior diminuição até os 15 dias de armazenamento.

Figura 9: Teor de flavonoides (mg/100g de amostra em base seca) nas folhas de ora-pro-nóbis no decorrer dos dias de armazenamento sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



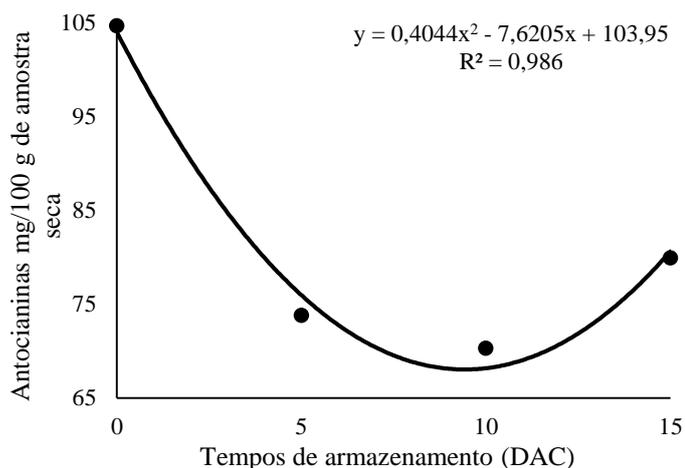
A planta tende a sofrer diversos tipos de estresse durante o armazenamento, com isso tendem a aumentar a produção de fitoquímicos, uma vez que esses compostos são responsáveis pela proteção dos alimentos, impedindo a senescência precoce (SHARMA & RAO, 2013).

3.2.1.1.1. Antocianinas

Assim como no caso dos flavonoides, os teores antocianinas não foram influenciadas estatisticamente pelos sistemas de embalagens testados, com alta variação durante o armazenamento, inicialmente houve um decréscimo porem após 10 dias de armazenamento os valores de antocianinas começaram a aumentar novamente (Figura 10).

É possível notar que quanto maior for o tempo de armazenamento maior será a retenção de antocianinas, não esquecendo dos outros atributos de qualidade. O menor teor de antocianinas foi encontrado entre 9 e 10 dias de armazenamento (9,42), com posterior aumento ao longo dos 15 dias de armazenamento.

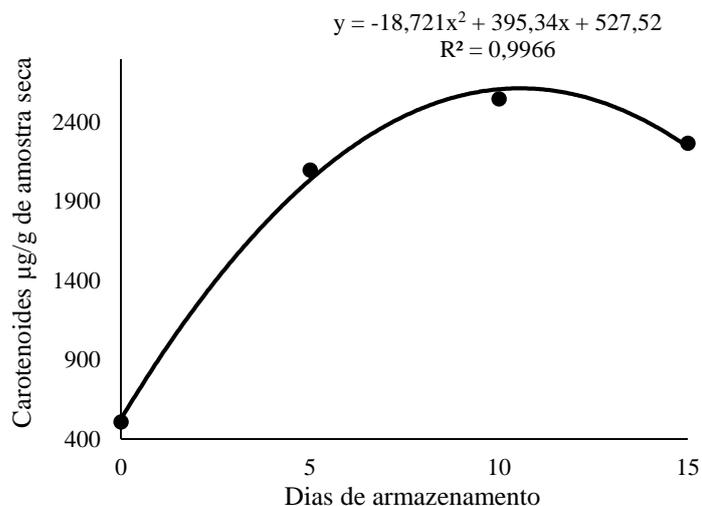
Figura 10: Teor de Antocianinas (mg/100g base seca) nas folhas de ora-pro-nóbis no decorrer dos dias de armazenamento sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



3.2.2. Carotenoides

O conteúdo de carotenoides foi alterado significativamente somente pelo o tempo de armazenamento. Mesmo com algumas oscilações durante o período de armazenamento, o conteúdo de pigmentos apresentou um aumento em seus teores quando comparados ao primeiro dia de armazenamento (Figura 11). O maior teor de carotenoides foi encontrado entre 10 e 11 dias de armazenamento (10,56), com posterior diminuição ao longo dos 15 dias de armazenamento.

Figura 11: Teor de Carotenoides (mg/100g de base fresca) nas folhas de ora-pro-nóbis no decorrer dos dias de armazenamento sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



Viana et al., 2015 detectaram para o caruru teor de carotenoides totais de $0,1928 \text{ mg g}$ de massa fresca⁻¹. O ora-pro-nóbis assim como nesse trabalho ($0,24 \text{ mg.g}^{-1}$ de folhas amostras base seca) apresentou valor elevado de carotenoides totais ($0,1909 \text{ mg g}^{-1}$ em base fresca).

Observa-se que o teor de carotenoides nas folhas de ora-pro-nóbis apresentou um aumento significativo no decorrer do armazenamento com conteúdo inicial de $0,062 \text{ mg.g}^{-1}$ no início a $0,31 \text{ mg g}^{-1}$ de carotenoides no final de 15 dias de armazenamento. Esse resultado é semelhante ao relatado por Silva et al. (2018), que analisando frutos dessa mesma planta, constataram um valor de $2,14 \text{ mg g}^{-1}$ de carotenoides no estágio maduro em relação ao início do armazenamento que foi de $1,82 \text{ mg g}^{-1}$, (Figura 11).

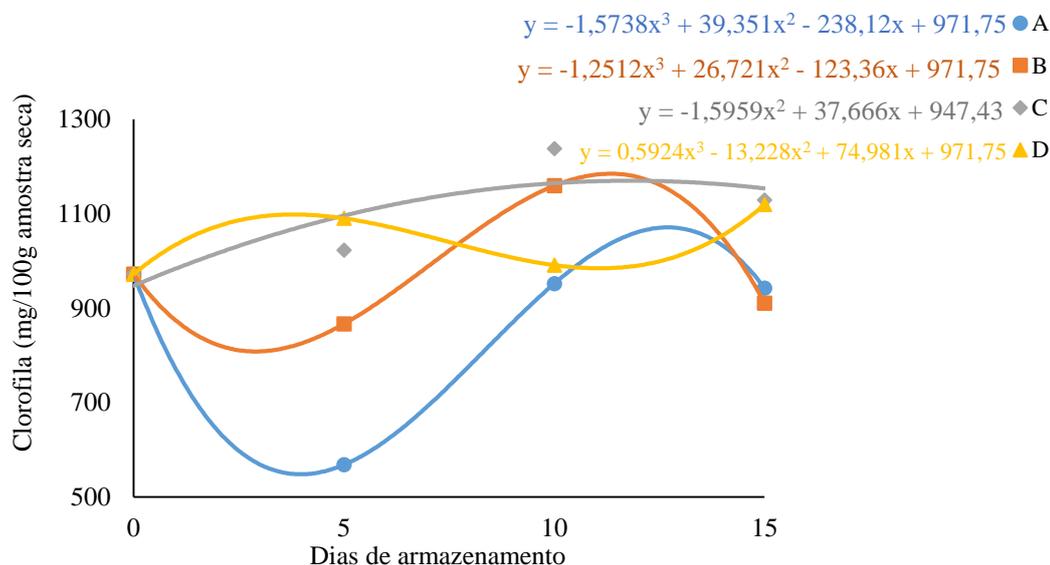
3.2.3. Clorofila

Para o teor de clorofila total nas folhas houve interação significativa entre os fatores estudados. Durante os 15 dias de armazenamento os teores de clorofila total nas folhas, relacionadas aos sistemas de embalagens, 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 12).

Foi abordado efeito na clorofila total das folhas para os sistemas A, B e D em função do tempo de armazenamento (Figura 12). Em todas os sistemas de embalagens, os níveis de clorofila total apresentaram grande oscilação durante os dias de armazenamento. Na embalagem

D o efeito foi quadrático com aumento no final do armazenamento com média de 1090,29 mg.100g⁻¹. Santos et al. (2012), observaram valores médios de 1028,00 em cultivo de coentro.

Figura 12: Teor de Clorofila (mg/100 g de amostra seca) em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a 7±2°C.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

No quinto e décimo dia de armazenamento, as folhas acondicionadas no sistema de embalagens A apresentaram menores teores de clorofila total quando comparado com as demais embalagens (Tabela 11).

Tabela 11: Teor de clorofila (mg /100 g de amostra seca) presentes em folhas de ora-pro-nóbis armazenadas em diferentes sistemas de embalagens (A, B, C e D) durante o armazenamento refrigerado (7±2°C).

Embalagens	Dias de armazenamento			
	0 DC	5 DAC	10 DAC	15 DAP
A	971,75 a	568,23 b	951,89 b	942,34 a
B	971,75 a	866,57 a	1159,02 ab	910,66 a
C	971,75 a	1022,90 a	1237,46 a	1129,08 a
D	971,75 a	1089,99 a	991,08 ab	1119,27 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

3.2.4. Atividade Antioxidante

Os valores de atividade antioxidante estão apresentados na Tabela 12. Houve interação significativa entre os fatores estudados para atividade antioxidante de ora-pro-nóbis, com isso foi feito os devidos desdobramentos, para o desdobramento dos sistemas de embalagens dentro dos tempos de armazenamento. Houve diferença estatística nos tempos 5, 10 e 15 dias após a colheita, para o tempo de 5 dias os sistemas de embalagens A e B, apresentaram as maiores médias percentuais sendo estatisticamente iguais, para os tempos 10 e 15 dias. A maior porcentagem foi encontrada no sistema D (embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual).

Tabela 12: Porcentagem de Atividade Antioxidante nas folhas de ora-pro-nóbis presentes em folhas de ora-pro-nóbis armazenadas em diferentes sistemas de embalagens durante o armazenamento refrigerado ($7\pm 2^{\circ}\text{C}$).

Embalagens	Dias de armazenamento			
	0 DC	5 DAC	10 DAC	15 DAP
A	84,784 a	88,70 a	54,43 b	70,94 b
B	84,784 a	90,26 a	50,81 bc	75,3 ab
C	84,784 a	58,78 b	36,96 c	82,79ab
D	84,784 a	61,05 b	84,92 a	88,95 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

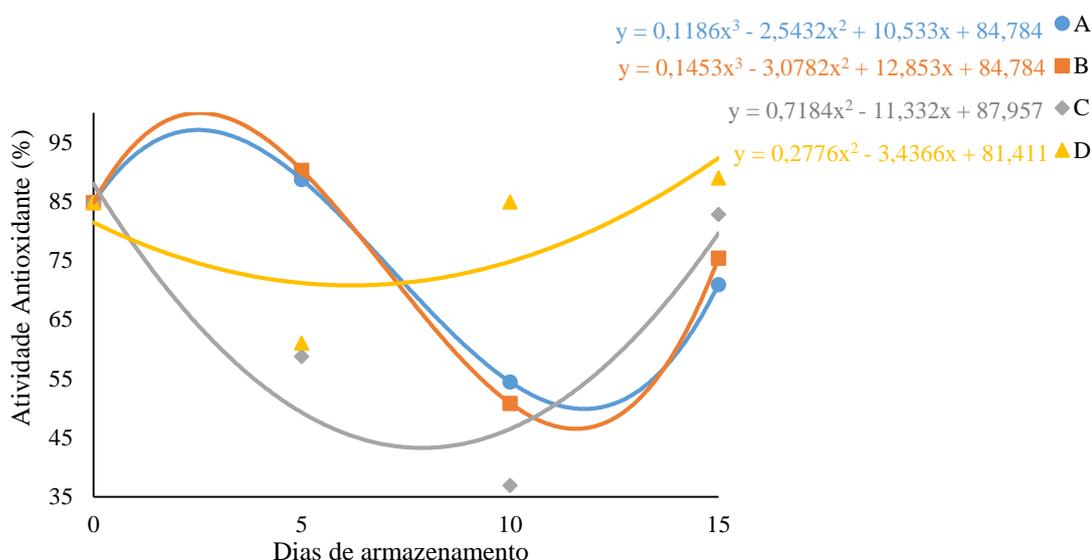
Viana et al., (2015) em estudo com folhas de ora-pro-nóbis, detectaram uma atividade antioxidante de 92 %, valor este superior à média encontrada nesse estudo. No entanto no estudo de Viana, as folhas não foram armazenadas em embalagens assim como nesse estudo. O armazenamento por muitos dias atua como um estresse causado a planta o qual pode reduzir sua atividade antioxidante.

A capacidade antioxidante dos frutos e folhas de cactáceas nativas no Brasil é de suma importância, uma vez que a relação alimento-saúde vem sendo explorada e destacada pela comunidade científica (BARBALHO et al., 2016).

De acordo com a Figura 13, pode-se observar um comportamento parecido em todos os sistemas de embalagens, nas quais as porcentagens de atividade antioxidante decresceram no

início e aumentaram no final do armazenamento. Com base nos resultados obtidos evidencia-se que o ora-pro-nóbis apresenta compostos que atuam como doadores de hidrogênio ao radical livre, entretanto esta ação é diferenciada entre as embalagens e os tempos de armazenamento.

Figura 13: Porcentagem de Atividade Antioxidante das folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Melo et al., (2006) analisaram a capacidade antioxidante de hortaliças convencionais, e observaram que o tomate, couve-flor, couve folha, batata e espinafre apresentaram resultados eficazes em sequestrar o radical livre, cujo percentual de inibição, aos 15 min da reação, foi superior a 70%, enquanto que o chuchu, pepino e a cenoura foram as hortaliças com menor ação antioxidante as quais expressaram o menor percentual de inibição respectivamente.

As folhas de ora-pro-nóbis armazenadas no sistema de embalagem B por um período de 5 dias, obtiveram a maior porcentagem de inibição, chegando a 90,26%, possuindo capacidade antioxidante superior aos extratos de alface analisados por Arbos et al. (2010), uma vez que estes autores relataram redução de 72,3 e 62,7% do DPPH nos extratos metanólicos de alface orgânico e convencional, respectivamente.

4. CONCLUSÃO

O uso de diferentes sistemas de embalagens não influenciou significativamente os valores de cor, textura, e os teores de flavonóides, antocianinas e carotenoides, assim, os sistemas de embalagem que envolvem o assessoramento de absorvedor de etileno e de alta barreira, seriam dispensáveis, podendo obter-se a mesma eficiência com a embalagem mais simples. Dessa maneira o consumidor poderia adquirir o produto armazenado no sistema A com a mesma qualidade e menor custo em relação aos produtos armazenados nos sistemas B, C e D.

Os sistemas de embalagens com barreiras que impedem trocas gasosas entre os meios (C e D), apresentaram menor perda de massa fresca das folhas, bons teores de compostos e boa aparência física, conjunto esse que instiga o consumo dessa hortaliça.

No final do armazenamento as folhas provenientes dos sistemas de embalagens A e B apresentaram menores teores de compostos fenólicos e menor capacidade antioxidante.

As folhas de ora-pro-nóbis se mostraram boas fontes de compostos bioativos, independente do sistema de embalagem utilizado durante os 15 dias de armazenamento. Estes teores explicitam seu potencial para complementar a dieta humana como boa fonte de antioxidante além de contribuir para o resgate cultural dessa hortaliça e para o estudo da biodiversidade da flora brasileira.

5. REFERÊNCIAS

- AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, Gaithersburg, Maryland, 3000p, 2012.
- ARBOS, K. A.; FREITAS, R. J. S. de; STERTZ, S. C.; DORNAS, M. F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. *Ciência e Tecnologia. Alimentos, Campinas*, v. 30, n. 2, p. 501-506, abr.-jun. 2010.
- BARBALHO, S. M.; GUIGUER, E. L.; MARINELLI, P. S.; SANTOS BUENO, P. C.; PESPININI-SALZEDAS, L. M.; SANTOS, M. C. B.; OSHIWA, M.; MENDES, C. G.; MENEZES, M. L.; NICOLAU, C. C. T.; OTOBONI, A. M.; ALVARES, G. R. *Pereskia aculeata* Miller Flour: metabolic effects and composition. *Journal of Medicinal Food, New York*, v.19, n.9, p.890-894, 2016.
- BARBOSA, C. K. R.; FINGER, F.L.; CASALI, V. W. Dias. Handling and postharvest shelf life of ora-pro-nóbis leaves. *Acta Scientiarum Agronomy [online]*, v.37, n.3, p.307-311, 2015.
- BARROS, L.; VENTURINI B.; BAPTISTA, P.; ESTEVINHO L.; FERREIRA, I. C. F. R. Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: a comprehensive study. *Journal agricultural food chemistry*, v. 56 p. 3856–3862, 2008.
- BOSCOLO, O. H.; MENDONÇA-FILHO, R. F. W.; MENEZES, F. S.; SENNA-VALLE, L. Potencial antioxidante de algumas plantas de restinga citadas como medicinais. *Revista Brasileira Plantas Mediciniais*, v. 9, n. 1, p. 8-12, 2007.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças não-convencionais: (tradicional). Brasília: MAPA/ ACS, 52 p. 2010.
- CÉSAR, A. S.; MORI, C.; BATALHA, M. O. Inovações tecnológicas de embalagens nas indústrias de alimentos: estudo de caso da adoção de embalagem ativa em empresas de

torrefação de café. Revista Brasileira de Inovação, Rio de Janeiro (RJ), v. 9 n. 2, p. 355-378, 2009.

CÉSAR, A. S.; MORI, C.; BATALHA, M. O. Inovações tecnológicas de embalagens nas indústrias de alimentos: estudo de caso da adoção de embalagem ativa em empresas de torrefação de café. Revista Brasileira de Inovação, Rio de Janeiro (RJ), v. 9 n. 2, p. 355-378, 2009.

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

CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. (Ed.). Resfriamento de frutas e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças: Embrapa Informação Tecnológica, 428 p. 2002.

CORTEZ-VEGA, W. R.; PIZATO, S.; SOUZA, J. T. A. Using edible coatings from Whitemouth croaker (*Micropogonias furnieri*) protein isolate and organo-clay nanocomposite for improve the conservation properties of fresh-cut 'Formosa' papaya. Innovative Food Science and Emerging Technologies, v. 22, p. 197-202, 2014.

CUNHA, A. P.; SILVA, A. P.; ROQUE, O. R. Plantas e produtos vegetais em fitoterapia. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, p. 152-53. 2003.

DAMATO JUNIOR, E. R.; GOTO, R.; RODRIGUES, D. S.; VICENTINI, N. M.; CAMPOS, A. J. C. Qualidade de pimentões amarelos colhidos em dois estádios de maturação. Revista Científica Eletrônica de Agronomia, Garça, v.17, n.1, p.23-30, 2010.

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

ENDO, E.; SOARES, N. F. F.; SANTOS, D. A. A.; BORGES, S. V.; FONTES, E. A. F.; GONÇALVES, M. P. J. C. 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.

EVANGELISTA, R. M.; GODOY, A. R.; CARDOSO, A. I. I.; VIEITES, R. L. Qualidade de pimentão ‘Rubia’ minimamente processado e armazenado sob refrigeração. *Ceres*, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 338-343, 2008.

FAI, A. E. C.; SOUZA, M. R. A.; BRUNO, N. V.; GONÇALVES, E. B. A. Produção de revestimento comestível à base de resíduo de frutas e hortaliças: aplicação em cenoura (*Daucus carota* L.) minimamente processada. *Scientia Agropecuaria*, v. 6 n. 1, p. 59 – 68, 2015.

FERREIRA, L. L.; OLIVEIRA, N. P. S.; MIGUEL, L. C. V.; SANTOS, E. C. ; PORTO, V. C. N. Qualidade de coentro orgânico em função do armazenamento e embalagens. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.11, n. 2 p. 04-09, 2016.

FIGUEIREDO NETO, A.; OLIVEIRA, S. B.; LIMA, M. S.; AMORIM, M. R.; FIGUEIREDO, R. M. C. Efeito do composto orgânico nas características físico-químicas de cenoura “Brasília”. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.12, n.1, p.61-66, 2010.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. *Anthocyanins as food colors*. London: Academic Press, p.181-206, 1982.

GUIMARÃES, I. C.; MENEZES, E. G. T.; RODRIGUES, L. F.; RODRIGUES, A. C.; MONTEIRO, A. G. D. P.; REIS, K. C.; VILAS BOAS, E. V. B. Filme comestível à base de amido e micro/nanofibrilas de celulose de cenoura prolonga a vida útil de cenoura minimamente processada. *Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (B. CEPPA)*, Curitiba, v. 34, n. 1, p. 85-110, 2016.

JARDINA, L. L.; SANCHES, A. G.; MOREIRA, E. G. M.; CORDEIRO, C. A. M.; JÚNIOR, P. V. A. Comportamento fisiológico pós-colheita de cultivares de rúcula minimamente processadas. *Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas*, v.10, n.01, p.50-64, 2017.

JAVANMARDI, J.; KUBOTA, C. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, v. 41, p. 151–155, 2006.

KLUGE, R. A.; PICOLI, A. A.; AGUILA, J. S. Respiração e produção de etileno em beterrabas inteiras e minimamente processadas submetidas a tratamentos com etileno e biorreguladores. *Horticultura brasileira*, v. 28, n. 1, 2010.

- LEMOS, O. L.; REBOUÇAS, T. N. H.; SÃO JOSÉ, A. R.; VILA, M. T. R.; SILVA, K. S. Utilização de biofilme comestível na conservação de pimentão ‘MAGALI R’ em duas condições de armazenamento. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.4, p.693-699, 2007.
- LUENGO, R. F. A.; CALBO, A. G. Armazenamento de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 242 p. 2001.
- MACHADO, T. A.; FERNANDES, H. C.; MEGGUER, C. A.; SANTOS, N. T.; SANTOS, F. L. Quantitative and qualitative loss of tomato fruits during mechanized harvest. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental*, v.22, n.11, p.799-803, 2018.
- MELO, E. A.; MACIEL, I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 26 n. 3 p. 639-644, 2006.
- MORAIS P. L. D.; DIAS, N. S.; ALMEIDA, M. L.B; SARMENTO JDA; SOUSA NETO ON. Qualidade pós-colheita da alface hidropônica em ambiente protegido sob malhas termorefletoras e negra. *Revista Ceres*, v. 58, p. 638-644, 2011.
- NERES, C. R. L; VIEIRA, G; DINIZ, E. R.; MOTA, W. F.; PUIATTI, M. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. *Bragantia*, v. 6 n.3, p. 431-438, 2004.
- NEVES, L. C; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determination of antioxidant activity and content of phenolic compounds and flavonoids *Journal Food Technology*, VII BMCFB, 2009.
- NOGALES-DELGADO, S., FERNÁNDEZ-LÉON, A. M.; DELGADO-ADÁMEZ, J.; HERNÁNDEZ-MÉNDEZ, M. T.; BOHOYO, D. G. Effects of several sanitisers for improving quality attributes of minimally processed *Fragaria vesca* Strawberry. *Czech Journal of Food Science*, v.31, n.1, p.49-54, 2013.
- PINHEIRO, J. M. S. Tecnologia pós-colheita para conservação de bananas da cultivar tropical / Jucelianady Mendes da Silva Pinheiro –59 p.:il. 2009.

PINTO, D. M.; VILAS BOAS, E. V. B.; DAMIANI, C. Qualidade de tangerina poncã minimamente processada, armazenada 5°C. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1131-1135, 2007.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>. 2017.

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

RODRIGUEZ-AMAYA DB. A Guide to Carotenoids Analysis in Food. Washington: International Life Sciences Institute Press, 64p.2001.

SANTOS, G.; OLIVEIRA, M. C.; MORAES, M. H.; PAGANI, A. A. C. Estudo comparativo do coentro (*Coriandum sativum* L.) seco obtido em diferentes métodos de secagem. Revista Geintec, v.2, n.3, p.236-244, 2012.

SHARMA, S.; RAO, R. Nutritional quality characteristics of pumpkin fruit as revealed by its biochemical analysis. International Food Research Journal, v.20, n.5, p. 2309-2316, 2013.

SIGRIST, J. M. Estudos fisiológicos e tecnológicos de couve-flor e rúcula minimamente processadas. Piracicaba: ESALQ. 112p. 2002.

SILVA, A. P. G.; SPRICIGO, P. C.; FREITAS, T. P.; ACIOLY, T. M. S.; ALENCAR, S. M.; JACOMINO, A. P. Ripe Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata miller*) fruits express high contents of bioactive compound sand antioxidant capacity. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 40, n. 3, 2018.

SILVA, E. P.; VILAS BOAS, E. V. B.; RODRIGUES, L. J.; SIQUEIRA, H. H. Caracterização física, química e fisiológica de gabirola (*Campomanesia pubescens*) durante o desenvolvimento. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, n. 4, p. 803-809, 2009.

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 Ibero americana de Tecnología Postcosecha, v. 8, n.2, p.53-59, 2007.

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

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, Brasil, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010.

VIANA, M. M. S.; CARLOS, L. A.; SILVA, E. C.; PEREIRA, S. M. F.; OLIVEIRA, D. B.; ASSIS, M. L. V. Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais. *Horticultura Brasileira*, v. 33, p. 504-509, 2015.

VILAS BOAS, 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. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiania, v. 42, n. 1, p. 34-39, 2012.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. *Experiments in Plant Physiology*. New York, D. Van Nostrand Company, p.55-8. 1971.

ARTIGO 2

INFLUÊNCIA DA EMBALAGEM NA CONSERVAÇÃO DOS ATRIBUTOS DE QUALIDADE DAS FOLHAS DE PEIXINHO DURANTE O ARMAZENAMENTO

RESUMO: Com a aceleração do ritmo de vida, a população tem adotado dietas inadequadas, pobres em frutas e hortaliças, as quais desempenham papéis cruciais para a saúde. Dentre as hortaliças, tem-se um grupo classificado como hortaliças não convencionais, que são aquelas não muito consumidas pela população, muitas vezes consideradas como mato. O objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de vida útil e qualidade pós-colheita da hortaliça não-convencional folhosa *Stachys lanata* L., peixinho em diferentes sistemas de embalagem. As folhas lavadas, sanitizadas em solução a 150 ppm de cloro ativo por 10 minutos e drenadas, foram acondicionando em quatro diferentes sistemas de embalagem: (1) polietileno rígido (PET), (2) PET em conjunto com sachê absorvedor de etileno, (3) PET envolta com filme plástico de alta barreira, e (4) PET em conjunto com sachê absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira. As folhas embaladas foram armazenadas à $7^{\circ}\text{C}\pm 2$ e amostras para análises físico-químicas, de compostos bioativos e da atividade antioxidante foram retiradas no ato do armazenamento e aos 5, 10 e 15 dias de armazenamento. As folhas contidas nas embalagens (C) apresentaram menor perda de massa. Para os atributos de cor L^* , C^* e $^{\circ}\text{H}$ as folhas acondicionadas nos quatro tipos de embalagem apresentaram diferenças significativas ao longo do tempo de armazenamento, onde as folhas oriundas da embalagem D apresentaram maior manutenção das suas características de coloração. As embalagens não influenciaram nos teores de compostos bioativos que apresentaram maiores valores aos 5 dias de armazenamento. As folhas armazenadas nas quatro embalagens apresentaram alta capacidade antioxidante até o 15º dia de armazenamento. Conclui-se que nas quatro embalagens testadas ocorreu manutenção dos atributos de qualidade das folhas de peixinho durante o armazenamento refrigerado (7°C) onde as folhas se mantiveram conservadas, com aspecto de folha fresca.

Palavras chave: *Stachys lanata* L. Compostos bioativos. Antioxidantes naturais. DPPH. ABTS.

INFLUENCE OF PACKAGING IN THE CONSERVATION OF THE QUALITY ATTRIBUTES OF FISH LEAVES DURING THE STORAGE

ABSTRACT: With the acceleration of the rhythm of life, the population has adopted inadequate diets, poor in fruits and vegetables, which play crucial roles for health. Among the vegetables, we have a group classified as non-conventional vegetables, which are those not consumed by the population, often considered as weeds. The objective of this work was to evaluate the shelf-life and postharvest quality of non-conventional hardwood vegetables *Stachys lanata* L., goldfish in different packaging systems. The washed leaves, sanitized in solution at 150 ppm of active chlorine for 10 minutes and drained, were packed in four different packaging systems: (1) rigid polyethylene (PET), (2) PET in conjunction with ethylene absorbent sachet) PET wrapped with high barrier plastic film, and (4) PET in conjunction with ethylene absorbent sachet and wrapped with high barrier plastic film. Packaged leaves were stored at $7^{\circ}\text{C} \pm 2$ and samples for physico-chemical analyzes, bioactive compounds and antioxidant activity were collected at the time of storage and at 5, 10 and 15 days storage. The leaves contained in the packages (C) had lower mass loss. For the color attributes L^* , C^* and $^{\circ}\text{H}$, the leaves packaged in the four types of packages showed significant differences over the storage time, where the leaves from the packaging D showed greater maintenance of their coloring characteristics. The packages did not influence the contents of bioactive compounds that presented higher values at 5 days of storage. The leaves stored in the four packages presented high antioxidant capacity up to the 15th day of storage. It was concluded that in the four packages tested, the quality attributes of the goldfish leaves were preserved during refrigerated storage (7°C) where the leaves were preserved, with a fresh leaf appearance.

Key words: *Stachys lanata* L. Bioactive compounds. Natural antioxidants. DPPH. ABTS.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente busca da população por hábitos alimentares mais saudáveis, faz-se necessário a introdução de novos alimentos na dieta e resgate de alguns que já fizeram parte dela, porém em algum instante perderam espaço no mercado para outros alimentos.

As hortaliças não-convencionais são hortaliças que aparecem de forma espontânea, isoladas ou no meio de outras culturas. São hortaliças regionais que fazem parte da cultura de populações tradicionais, sendo espécies que não estão organizadas em cadeia produtiva como as hortaliças convencionais. Na maioria das vezes são tratadas como plantas daninhas por se destacarem agronomicamente sobre as hortaliças convencionais, devido sua alta rusticidade, necessitando de poucos tratamentos culturais no decorrer de seu cultivo, do maior custo-benefício, atendendo inclusive as classes mais carentes da sociedade graças ao seu baixo custo de aquisição (MAPA, 2010; KINUPP E LORENZI, 2014). Consequentemente são eliminadas do campo de produção, permanecendo desconhecidas pela população que negligencia sua importância alimentícia e nutricional.

Dentre as hortaliças não-convencionais tem-se o peixinho, pertencente ao gênero *Stachys*, família Lamiaceae, correspondendo a uma planta herbácea, perene, e difundida em todo o mundo, principalmente em regiões de clima ameno da Europa e Ásia, que se desenvolve em forma de touceiras. Em condições brasileiras, dificilmente floresce, com isso sua propagação é realizada geralmente por propagação vegetativa (BRASIL, 2010; PIRBALOUTI & MOHAMMADI, 2013). Contudo, apesar de ser desconhecido pela maioria da população brasileira, o peixinho possui um alto valor nutricional, podendo ser fonte de sais minerais, vitaminas, carboidratos, lipídeos e proteínas (Viana et. al., 2015). É considerada uma planta medicinal utilizada no tratamento de infecções, asma, reumatismo e outros distúrbios inflamatórios. Além disso é considerada um alimento funcional, por apresentar em sua composição, vitaminas essenciais, fibras, antioxidantes e sais minerais (SALIMI et al., 2011).

As hortaliças são alimentos funcionais que constituem uma estratégia para promover saúde e bem-estar ao ser humano. São imensuráveis os benefícios nutricionais que esse alimento fornece, uma vez que são fontes de compostos bioativos e antioxidantes capazes de combater os radicais livres, que podem causar vários danos aos organismos (SOUZA et al., 2018). Esses compostos bioativos são componentes não nutritivos presentes nas hortaliças e em outros

alimentos que quando ingeridos auxiliam na prevenção e ou combate de doenças degenerativas, e são oriundos do metabolismo secundário das plantas (WANG et al., 2018).

Com a necessidade de manter o alimento seguro, aumentando a sua vida útil e com uma melhor relação custo-benefício, diversas embalagens e técnicas de armazenamento têm sido utilizados nas últimas décadas, dentre elas cita-se o uso de embalagem em atmosfera modificada (MAP), que consiste em substituir a atmosfera natural por outra mistura de gases de composição conhecida, otimizada para cada tipo de produto, uma vez que esta retarda a degradação e preserva as características de qualidade durante um maior período de tempo. Antes de usar determinado tipo de embalagem deve-se observar as características do alimento, bem como a forma de processamento, o tempo de vida útil e o custo desse processo (SANTOS et al., 2012).

Muitos filmes plásticos flexíveis são empregadas em sistemas de embalagem de atmosfera modificada. Esse sistema é um suplemento da refrigeração diminuindo a taxa respiratória pelo acréscimo de CO₂ e diminuição de O₂, característica essa que pode aumentar a vida útil de vegetais (RUSSO et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o tempo de vida útil e qualidade pós-colheita da hortaliça não-convencional *Stachys lanata* L., (peixinho) acondicionada em diferentes sistemas de embalagem.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Conservação de Alimentos, do Departamento de Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal de São João del-Rei, *Campus Sete Lagoas* em Sete Lagoas- MG. Foram utilizadas para o experimento folhas de peixinho (*Stachis lanata* L.), de plantas cultivadas no Banco de Hortaliças da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) – Fazenda Santa Rita, situada em Prudente de Moraes (19°45'41.35" S 44°15'73.7" O). As embalagens PET e os filmes plásticos de alta barreira foram adquiridas no comércio local, e os sachês com absorvedor de etileno (permanganato de potássio na quantidade de 9 gramas peso líquido) foram adquiridos na empresa Bioconservacion Food Safety Technology (São Paulo, SP).

As folhas jovens de peixinho e em estado homogêneo de maturação foram colhidas ao acaso, no período da manhã e transportadas sob refrigeração para o laboratório, onde foram selecionadas, lavadas em água corrente, sanitizadas com solução aquosa de hipoclorito de sódio (150 a 200 ppm de cloro ativo) e drenadas para retirada do excesso de água.

Porções de 100g de folhas foram acondicionadas em quatro diferentes sistemas: **(A)** - embalagem de politereftalato de rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, **(B)** embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, **(C)** embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e **(D)**, embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

As folhas acondicionadas nos diferentes sistemas de embalagens foram armazenadas em estufas tipo B.O.D. (Incubadora LT 320 T), na temperatura de $7^{\circ}\text{C} \pm 2$.

As amostras para avaliação das características físico-químicas, dos conteúdos de compostos bioativos e da atividade antioxidante foram retiradas antes do armazenamento (T0), aos 5 (T1), 10 (T2) e 15 (T3) dias de armazenamento.

Foi utilizado o esquema de parcela subdividida (4 x 4), sendo quatro tipos de embalagens (A, B, C e D) e quatro tempos de armazenamento (0, 5, 10 e 15 dias), em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Antes da aplicação dos testes estatísticos sob o modelo proposto, verificou-se as pressuposições de normalidade e homogeneidade (lillie.test e leveneTest respectivamente) dos resíduos.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com 5% de probabilidade, apresentando significância os fatores qualitativos tiveram suas médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), e os fatores quantitativos foram analisados por regressão ($p < 0,05$), através do software programa estatístico R Core Team (2017).

2.1 Avaliação das Características físico-químicas

2.1.1. Cor

Os parâmetros colorimétricos foram avaliados com o auxílio de um colorímetro Konica Minolta, CR410 no espaço de cor L^* , C e H° , onde L^* indica a luminosidade que varia de 0 (preto) a 100 (branco), a cromaticidade (C), que representa a saturação e pureza da cor (próximo de 0 cores neutras e próximo de 60 cores vividas, o ângulo Hue (H°) que representa a cor real em um ângulo de 270° . A leitura foi realizada em 3 pontos distintos da parte superior das folhas e os resultados obtidos à partir da média.

2.1.2. Sólidos Solúveis Totais

O teor de sólidos solúveis foi determinado com o auxílio de refratômetro digital modelo R2mini e os resultados expressos em $^\circ\text{Brix}$. As amostras foram trituradas com auxílio de um almofariz, e posteriormente filtradas. Na sequência, gotas do filtrado foram colocadas diretamente sobre o prisma no refratômetro para leitura direta.

2.1.3. Sólidos totais

Para determinação dos sólidos totais (matéria seca), utilizaram-se cerca de 2 gramas das folhas de peixinho trituradas e homogeneizadas que foram colocadas em cadinhos de alumínio e submetidas a 105°C em estufa de esterilização e secagem, até obtenção de massa constante. A percentagem de sólidos totais foi calculada com base na diferença entre as massas inicial e final, conforme protocolo da AOAC (2012).

2.1.4. Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH foi determinado por potenciometria (AOAC, 2012) com o auxílio de um pHmetro digital, por imersão direta do eletrodo nas folhas de peixinho trituradas e homogeneizadas com 50 mL de água destilada.

2.1.5. Acidez Total Titulável

A acidez total titulável foi determinada por titulometria e para tal, pesou-se 1 grama de folhas trituradas e homogeneizadas, adicionaram-se 50 mL de água destilada e 3 gotas de fenolftaleína a 1%. A solução contendo a amostra foi titulada com solução padronizada de hidróxido de sódio a 0,1N, até atingir o ponto de viragem. Os valores foram expressos em percentagem de ácido cítrico, conforme metodologia recomendada pelo AOAC (2012). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico/ 100 gramas de amostra em base fresca.

2.1.6. Perda de massa

A perda de massa foi obtida pela pesagem do material embalado em balança analítica (Shimadzu AUX220). A pesagem ocorreu no início em todas as datas em que as amostras foram retiradas. Os resultados foram expressos em percentagem de perda de massa.

2.2. Compostos bioativos:

2.2.1. Compostos Fenólicos Totais

O teor de compostos fenólicos totais foi quantificado pelo método de Folin-Ciocalteu (NEVES et al., 2009), com modificações. Uma alíquota de 0,5 mL dos extratos etanólicos foi misturada com 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu diluído em água 1:10. Após 8 minutos à temperatura ambiente, 2,0 mL de solução de carbonato de sódio (4%) foram adicionados e a mistura mantida à temperatura ambiente, na ausência de luminosidade por 2 horas. A absorbância a 740 nm foi determinada em espectrofotômetro (FENTO 700S) e o conteúdo de fenólicos totais foi calculado por meio de curva padrão de ácido gálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente por 100 gramas de amostra em base seca (mg EAG*100g⁻¹ BS).

2.2.2. Flavonoides e Antocianinas

Os conteúdos de flavonoides (FLA) e de antocianinas (ANT) foram determinados segundo o método de Francis (1982), onde 0,5g da amostra homogeneizada foi adicionada de 10 mL de etanol acidificado (etanol-HCL 85:15 v/v). A solução foi mantida em repouso por 24 horas sob refrigeração a 12 C°. Após filtragem, foram feitas as leituras das amostras em espectrofotômetro (Shimadzu UV-1800) a 374 nm para flavonoides (mg/100 gramas de amostra em base seca) e 535 nm para antocianinas (mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 gramas de amostra em base seca).

2.2.3. Carotenoides

O conteúdo de carotenoides totais foi determinado conforme a metodologia proposta por Rodriguez-Amaya (2001), que consiste na extração com acetona (p.a) e quantificação por espectrofotometria a 450 nm. Os resultados foram expressos em µg de carotenoides por 100 gramas de massa fresca.

2.3. Atividade Antioxidante

A capacidade antioxidante foi determinada pelos métodos ABTS e DPPH, segundo Gorinstein et al. (2004), com modificações. Uma alíquota de 0,1 mL do extrato foi transferida para um tubo de ensaio, onde se adicionou 2,9 mL do radical de trabalho (soluções de ABTS e de DPPH). Após a reação das soluções (30 minutos), realizou-se a leitura em espectrofotômetro (FENTO, 700S) a 734 nm para o ABTS e a 515 nm para DPPH. A capacidade antioxidante foi calculada utilizando-se curva padrão de Trolox (100 a 2000 µM) e os resultados foram expressos em µmol de Trolox equivalente por grama de amostra em base seca (µmol TE.g⁻¹ BS).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS

Os parâmetros, potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) foram afetados significativamente somente pelos tempos de armazenamento. Já a variável luminosidade (L) apresentou diferenças significativas para tipos de sistemas de embalagens e tempos de armazenamentos separadamente. Houve interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores sistemas de embalagem e tempo de armazenamento para as variáveis cor (C), hue (H°) e massa (M). Não se observou interação significativa entre os fatores (Tabela 1). A variável potencial hidrogeniônico foi transformada segundo Boxcox ($\lambda = 7,5$) para correção da normalidade e homogeneidade.

Tabela 1: Análise de variância dos parâmetros físico-químicos para folhas de peixinho: Quadrado médio do Potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), luminosidade (L), cor (C), hue (H°) e massa (M).

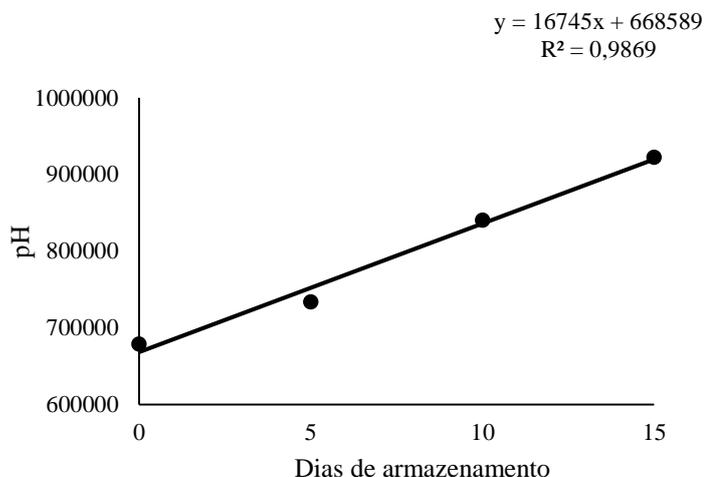
FV	GL	QM						
		pH	SST	ATT	L	C	H°	M
S. Embalagem (E)	3	5.0256e+10 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,000039 ^{ns}	16,57*	5,07*	25,95*	22,11*
Erro a	8	1.8740e+10	0,15	0,000056	3,10	0,44	2,62	0,81
Tempo (T)	3	1.6785e+11*	18,86*	0,000239*	54,24*	6,67*	228,50*	53,63*
E* T	9	6.6919e+10 ^{ns}	0,61 ^{ns}	0,000048 ^{ns}	4,86 ^{ns}	3,44*	26,19*	3,52*
Erro b	24	3.7445e+10	0,35	0,000040	3,19	0,68	2,72	1,40
Total	47							
CV 1 (%)		16,72	9,47	34,54	3,16	5,83	1,54	3,29
CV 2 (%)		23,63	14,55	29,19	3,21	7,26	1,57	4,33

* significativo e ns não significativo a 5% de probabilidade.

3.1.1. Potencial Hidrogeniônico (pH)

Em resposta ao tempo de armazenamento, as médias dos valores de pH adequaram-se ao modelo quadrático, em que aos 15 dias de armazenamento obteve-se o maior valor de pH, correspondente a 6,24 (valor transformado para estatística = 900000) (Figura 1).

Figura 1: Variação do valor médio transformado do potencial hidrogeniônico (pH) nas folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento no sistema de embalagem C, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



O aumento do pH também foi observado em outras hortaliças. Nasser et al., (2018) ao avaliarem o efeito de diferentes concentrações de O_2 e de CO_2 em berinjela minimamente processada armazenadas por 10 dias, observaram que os valores de pH mudaram ao longo dos dias, no entanto, observou-se um pequeno aumento no final do período de armazenamento, assim como nesse trabalho. Esses mesmos autores citam que o valor do pH pode aumentar em resposta a um aumento na microbiota durante o armazenamento.

Outro motivo que pode levar a um aumento do pH ao longo do armazenamento é a elevação 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 transformados em moléculas não ácidas (PECH, 2002).

No presente estudo houve um aumento considerável do pH, comparando-se o primeiro ao último dia de armazenamento. Em estudo feito por Kluge et al., (2014), analisando o efeito de diferentes compostos antioxidantes sobre a conservação das características qualitativas, microbiológicas e nutricionais de pimentões amarelos minimamente processados e mantidos sob refrigeração, observaram uma queda do pH, com subsequente aumento a partir do 10º dia de armazenamento. O autor cita que a acidificação no final do armazenamento pode ocorrer pelo aumento da concentração de dióxido de carbono intracelular resultante do aumento das taxas respiratórias.

Em estudo feito por Jardina et al., (2017), onde se analisou a variação do pH de várias cultivares de rúcula durante o armazenamento, verificaram que os valores de pH apresentaram

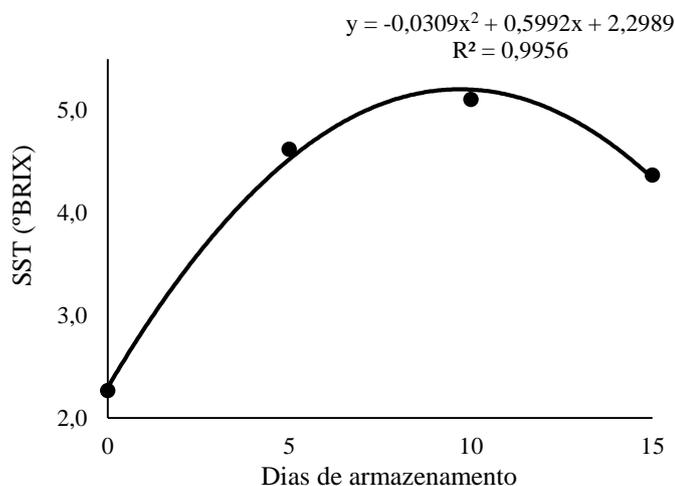
oscilação com tendência de crescimento a partir do 6º dia de armazenamento para todas as cultivares, o que pode ser devido à elevação da taxa respiratória e ao consumo intenso dos ácidos orgânicos em decorrência do processamento mínimo, corte que acarreta em maior deterioração.

A concentração total de ácidos orgânico tende a reduzir no decorrer do armazenamento, sendo que as alterações pós-colheita diferem de acordo com a espécie e com os ácidos em questão, tipo de tecido, manejo, condições de armazenamento, cultivar e época de produção (KAYS 1997).

3.1.2. Sólidos Solúveis Totais (SST)

Para o teor de SST nas folhas de peixinho observou-se um aumento inicial dos valores, sendo que em após aproximadamente 10 dias esses valores começaram a decrescer novamente, não havendo diferença entre os sistemas de embalagens utilizados (Figura 2).

Figura 2: Variação média dos teores de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix nas folhas de peixinho armazenadas em resposta aos diferentes dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



Esse aumento no início do período de avaliação pode estar relacionado à concentração dos sólidos mediante a perda de água durante o armazenamento da planta (NERES et al., 2004).

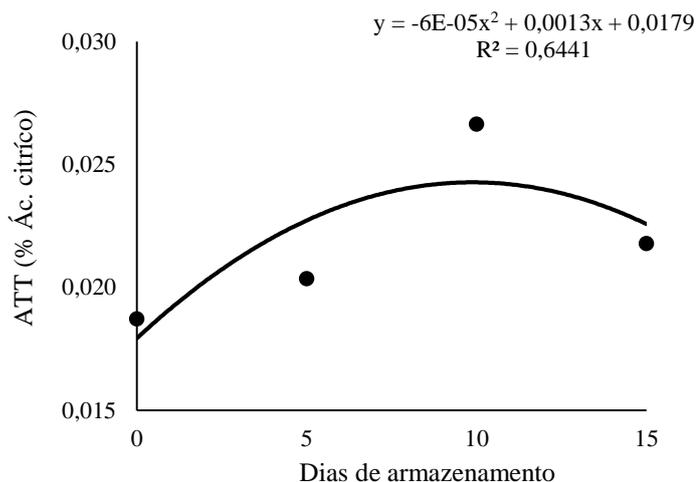
Jardina et al., (2017) observaram uma oscilação nos teores de SST da rúcula até o 10º dia de armazenamento, onde a cultivar investigada apresentou altos teores ao longo do período de armazenamento apresentando 5,20 °Brix no 8º dia de análise (em relação a 3,33 °Brix no 1º dia) indicando metabolismo lento dos compostos orgânicos (açúcares), que levam a deterioração, assim como foi observado nesse estudo.

O teor de SST é um parâmetro de extrema importância para a aceitação das hortaliças pelos consumidores, uma vez que a presença de carboidratos, e, por consequência de doçura são características importantes na decisão de escolha do produto pelo público (MENEZES et al., 2009).

3.1.3. Acidez Total Titulável (ATT)

Os valores médios de ATT não apresentaram diferença significativa entre o fator “sistemas de embalagens”, entretanto foi observada diferença significativa para o fator “dias de armazenamento”. Conforme os resultados apresentados na Figura 3, observa-se que o maior valor de ATT (0,025g ácido cítrico.100g⁻¹ de massa fresca) foi obtido no 10º dia de armazenamento.

Figura 3: Variação média da Acidez Total Titulável (ATT) % de Ác. Cítrico em nas folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento, sob refrigeração a 7±2°C.



A acidez em hortaliças é atribuída principalmente aos ácidos orgânicos situados nos vacúolos das células, de forma dissolvida. Valores mais altos de acidez podem indicar maior conservação do produto, considerando que os ácidos estão sendo menos consumidos na respiração e diminuindo os valores de tempo-temperatura para a penetração térmica (GOCAN et al., 2016).

Ao longo do período de senescência, a concentração dos ácidos orgânicos tende a reduzir, em virtude da possível drenagem do líquido celular e volatilização desses ácidos (BERLI, VILAS BOAS e PICOLI, 2004). Este efeito, porém, não foi observado nas folhas de peixinho, no presente trabalho.

Viana et al. (2015) encontraram concentração de ATT igual a 0,11 g ácido cítrico.100 g⁻¹ de massa fresca nas folhas de bertalha. Neste estudo encontrou-se uma média de 0,022 g ácido cítrico.100 g⁻¹ de massa seca nas folhas de peixinho. Com algumas exceções, as hortaliças apresentam baixa acidez, característica esta que as tornam altamente susceptíveis a contaminação bacteriana. Pelos resultados foi possível observar a redução nos valores desse parâmetro, podendo ser relacionado com o aumento do pH.

3.1.4. Massa

Para a avaliação de massa das folhas de peixinho, houve interação significativa entre o fator sistemas de embalagens e o fator de dias de armazenamento. Conforme os dados apresentados na Tabela 2, as folhas armazenadas nos sistemas de embalagens C e D apresentaram menores perdas de massa fresca até o último dia de armazenamento.

Tabela 2: Massa média (g) e perda de massa (%) das folhas de peixinho submetidas a diferentes sistemas de embalagens e Dias de armazenamento, sob refrigeração a 7±2°C.

S. Embalagens	Dias de armazenamento						
	0	5	% perda	10	% perda	15	% perda
A	30,57 a	25,43 b	16,81 b	25,72 a	15,87 a	25,41 b	16,88 b
B	30,34 a	25,00 b	17,60 b	24,78 b	18,33 b	22,71 c	25,15 c
C	30,37 a	28,15 a	7,31 a	27,86 a	8,26 a	28,02 a	7,74 a
D	30,62 a	28,69 a	6,30 a	26,68 a	12,87 a	27,31 a	10,81 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

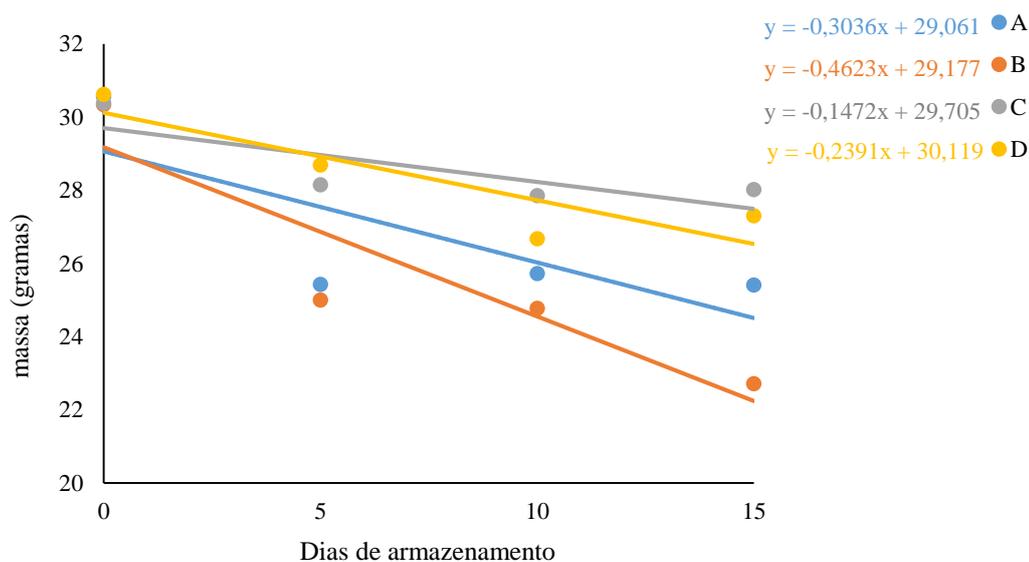
De acordo com Mantilla et al. (2010), a atmosfera no interior da embalagem desempenha uma grande influência na conservação dos vegetais. A transformação dessa atmosfera objetiva a criação de uma composição gasosa na embalagem, que pode ser obtida de forma passiva ou ativa.

Segundo Kluge et al., (2014), vários fatores causam diminuição da atividade respiratória na pós-colheita, como por exemplo, a inativação das enzimas presentes nas células quando os vegetais são submetidos a cortes e mudanças bioquímicas na via da glicólise.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que os maiores valores médios de perda de massa foram encontrados nas folhas armazenadas nos sistemas de embalagens B, quando comparadas às folhas acondicionadas nos sistemas A, C e D, isso se deve à maior umidade perdida pelas folhas, que acarreta o 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 (Figura 4).

A percentagem de perda de massa das folhas de peixinho (Figura 1' – anexo) foi influenciada pelo tempo de armazenamento, independente do sistema de embalagens utilizado. Verificou-se uma queda significativa nas massas das folhas ao longo do período de armazenamento (Figura 4), possivelmente em resposta ao estresse sofrido, resultando em aumento da atividade respiratória.

Figura 4: Valor médio da das massas em folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Essa crescente perda de massa nas folhas de peixinho, também foi verificada em outras hortaliças, como berinjela (NASSER et al., 2018) e pimentão amarelo (KLUGE et al., 2014) armazenadas sob atmosfera modificada ativa.

Os sistemas de embalagens podem ter contribuído para a perda de massa gradual durante o armazenamento, pois segundo Izumi et al. (1996) a perda de matéria fresca é o somatório da perda de água por transpiração e da perda de carbono através da respiração.

O emprego de embalagens para fins de armazenamento provoca a diminuição da pressão de vapor entre as folhas e o ambiente de armazenamento, e principalmente a criação de uma atmosfera modificada no interior da embalagem. Isso assegura conseqüentemente a diminuição da taxa de perda de massa fresca, onde ocorre a perda de água das folhas para o ambiente de armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Este fato ficou evidenciado nos sistema de embalagem D.

3.1.5. Parâmetros Colorimétricos

3.1.5.1. Luminosidade (L*)

A diminuição do valor *L significa escurecimento do produto, ou seja, quanto menor esse valor, mais escura é a folha e este escurecimento está relacionado à vários aspectos como por exemplo a oxidação de pigmentos, ao escurecimento enzimático e não enzimático (ARRUDA et al. 2003).

Em resposta aos sistemas de embalagens testados, os valores médios de L* variaram entre 54,578 a 57,342, sendo que somente as folhas armazenadas nos sistemas A e D se diferiram estatisticamente entre si, mas foram semelhantes ao demais sistemas (B e C), onde o maior valor observado foi no sistema D, conforme apresentado na Tabela 3.

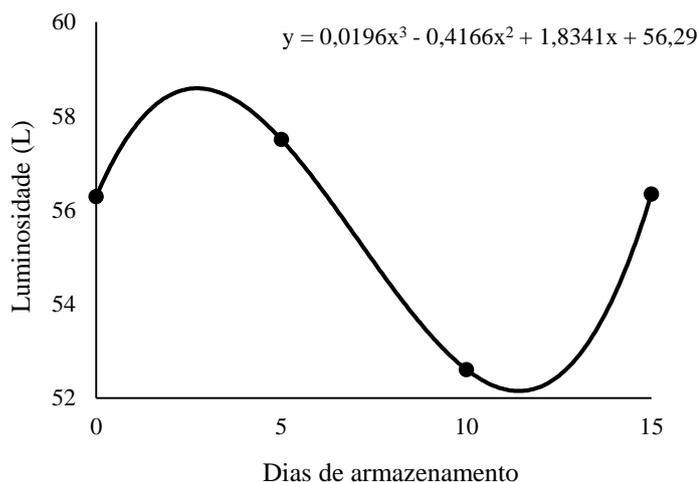
Tabela 3: Valor médio da Luminosidade (L) nas folhas de peixinho armazenadas em diferentes tipos de embalagens (A, B, C e D), sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Sistemas de Embalagens	L
A	54,578 b
B	55,509 ab
C	55,313 ab
D	57,342 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

No decorrer dos 15 dias de armazenamento, os valores médios de L^* para as folhas de peixinho apresentaram grande variação no decorrer dos 15 dias de armazenamento, no entanto, ao final do período de armazenamento, os valores foram semelhantes aos observados no primeiro dia, conforme apresentado na Figura 5.

Figura 5: Valor médio da Luminosidade (L) das folhas de peixinho em todas as embalagens no decorrer dos dias de armazenamento sob refrigeração a $7\pm 2^\circ\text{C}$.



Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento (2005), onde o autor observou um decréscimo nos valores de parâmetro L^* para todos os tratamentos testados, ao avaliar as respostas fisiológicas de folhas de couve armazenadas por 10 dias submetidas a aplicação em diferentes concentrações de nano partículas de prata. O valor médio de L^* inicialmente encontrado foi de 45,51 no dia 0, enquanto que no 10º dia de armazenamento o valor médio entre os tratamentos obtido foi de 39,36.

De acordo com Vilas Boas (2002), a mudança de aparência, geralmente relacionada ao escurecimento, é a alteração que mais ocorre em frutas e hortaliças, durante um armazenamento prolongado. Essa característica indesejável é acelerada pela ruptura mecânica das células, proporcionada pela atividade do corte, intensificando a atividade enzimática.

3.1.5.2. Croma (C^*)

De acordo com McGUIRE (1992), a pureza ou intensidade da cor é determinada pela a cromaticidade, a partir de valores que variam de 0, para cores neutras, a 60 para cores vivas, em que, altos valores estão relacionados a maior intensidade da cor e os baixos, à neutralidade.

Para o parâmetro cromaticidade, houve interação significativa entre o fator sistemas de embalagens e o fator dia de armazenamento.

Houve efeito dos sistemas de embalagens no valor de croma somente nos tempos 10 e 15 dias de armazenamento, onde o sistema D apresentou o maior valor de croma nos dois tempos.

Tabela 4: Valor médio de croma (C), das folhas de peixinho submetidas a diferentes tipos de embalagens (A, B, C e D) e dias de armazenamento, sob refrigeração $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

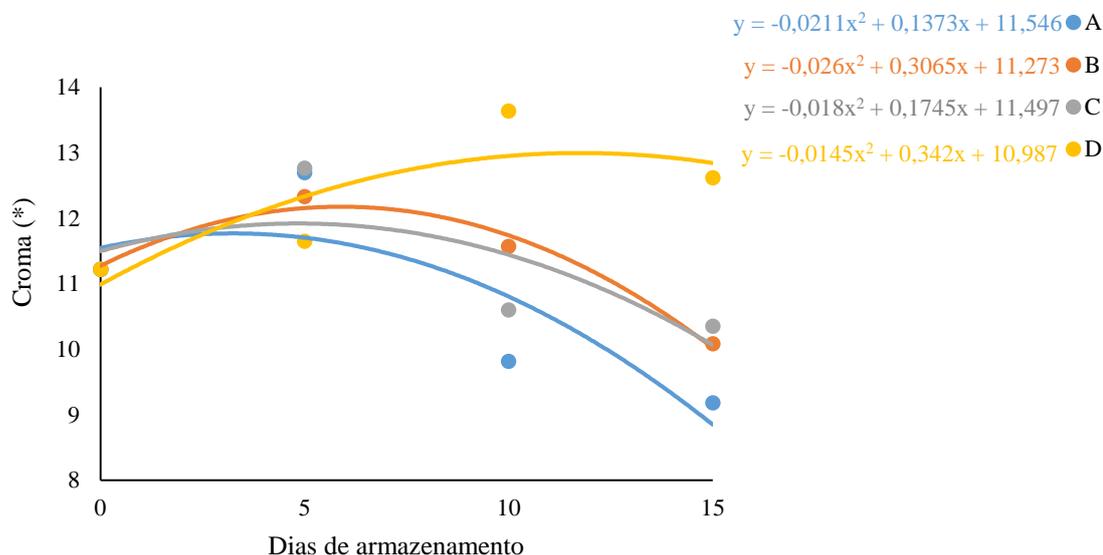
Embalagens	Dias de armazenamento			
	0	5	10	15
A	11,21 a	12,70 a	9,81 c	9,18 b
B	11,21 a	12,32 a	11,56 b	10,08 b
C	11,21 a	12,77 a	10,60 bc	10,35 b
D	11,21 a	11,65 a	13,64 a	13,64 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Este comportamento pode ser explicado, possivelmente, pelo sistema de embalagem utilizado, sendo que o sistema D além de ser de PET como o A, foi envolto com filme de alta barreira e continha sachê com absorvedor de etileno, tendo em vista que as folhas de peixinho armazenadas no sistema A, apresentaram diminuição no valor do croma, enquanto o sistema D, garantiu a manutenção da cor das folhas, visto que este é um dos parâmetros de qualidade para hortaliças, que interferem diretamente na decisão de compra pelo consumidor.

De acordo com os resultados encontrados no presente estudo, as folhas de peixinho armazenadas no sistema D, apresentaram coloração verde por mais tempo. Com destaque para as características de croma, com cores mais intensas e de luminosidade, responsável por manter o turgor das células até o final do período de experimento. (Figura 6).

Figura 6: Valor médio de croma (C) em folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

3.1.5.3. Hue (H°)

As folhas de peixinho analisadas apresentaram diferença significativa entre os fatores sistemas de embalagens e dia de armazenamento. Os valores médios de H° desse trabalho variaram entre 94,25 a 108,66. (Tabela 5).

Tabela 5: Valor médio de Hue (H°), das folhas de peixinho submetidas a diferentes tipos de embalagens (A, B, C e D) e dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Embalagens	Dias de armazenamento			
	0	5	10	15
A	108,66 a	107,43 a	104,43 a	94,25 c
B	108,66 a	106,94 a	107,46 a	95,51 bc
C	108,66 a	106,38 a	107,34 a	98,76 b
D	108,66 a	107,94 a	105,25 a	106,85 a

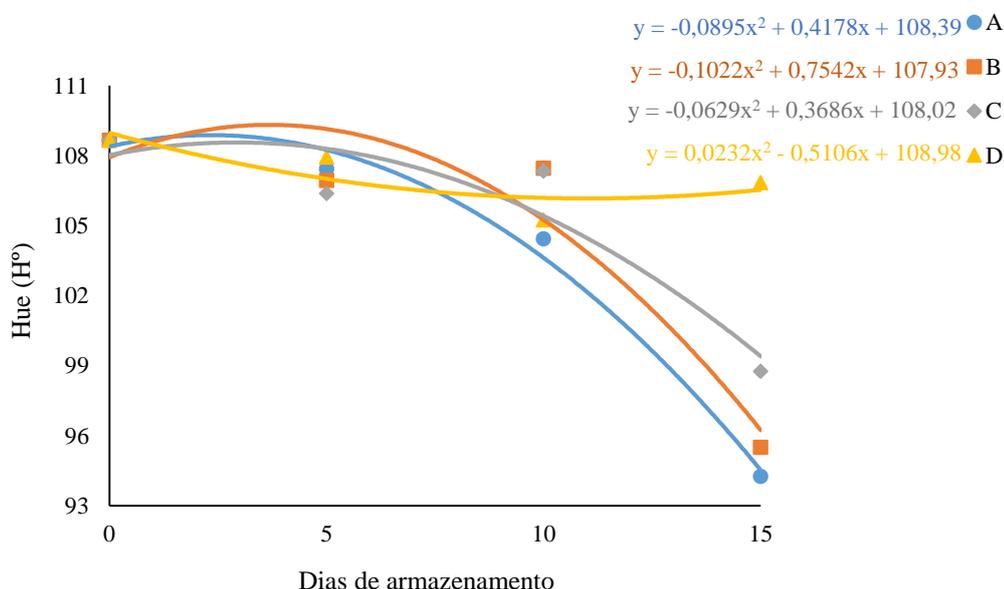
Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

O ângulo Hue refere 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).

Durante os 15 dias de armazenamento, os valores de H° para as folhas de peixinho armazenadas nos quatro sistemas de embalagens apresentaram oscilações, porém ao final do período de armazenamento os valores observados foram menores do que os obtidos no primeiro dia. (Figura 7). Silva et al. (2007), observaram comportamento semelhante ao avaliarem a conservação de folha de alface e cebolinha minimamente processada mantidas sob refrigeração. Os autores detectaram decréscimo no valor de °H para as duas hortaliças avaliadas durante o período de 7 dias de armazenamento.

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

Figura 7: Valor médio de Hue (H) em folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Produtos com cores fortes e brilhantes atraem de forma positiva o consumidor, sendo a cor uma das principais características analisadas na compra de produtos processados (MIGUEL et al., 2010).

3.2. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE E COMPOSTOS BIOATIVOS

Houve interação significativa entre os fatores sistemas de embalagens e tempo de armazenamento para a atividade antioxidante. Os compostos bioativos (compostos fenólicos, flavonoides, antocianinas e carotenoides) mostraram-se influenciados significativamente somente pelos tempos de armazenamento.

Na Tabela 6, encontram-se os valores de quadrados médios e suas respectivas significâncias para compostos fenólicos totais, flavonoides, antocianinas, carotenoides, atividade antioxidante em modelo DPPH e ABTS presentes nas folhas de oro-pro-nóbis armazenadas a 7°C.

Tabela 6: Análise de variância da atividade antioxidante (DPPH e ABTS) e dos Compostos Bioativos (Compostos Fenólicos, Flavonoides, Antocianinas, Carotenoides) em folhas de peixinho.

FV	GL	QM					
		C. Fenólicos	Flavonoides	Antocianinas	Carotenóides	DPPH	ABTS
Emb(E)	3	1,524 ^{ns}	47331 ^{ns}	63,5 ^{ns}	174693 ^{ns}	1649301*	98266*
Erro a	8	13,369	21687	111,2	130494	377865	30461
Tem(T)	3	39,607*	455132*	8403,8*	4425066*	15579348*	448095*
E * T	9	9,376 ^{ns}	15648 ^{ns}	39,3 ^{ns}	51608 ^{ns}	1512085*	50844*
Erro b	24	9,591	26675	117	103440	169437	11410
Total	47						
CV 1 %		53,61	22,90	21,50	28,29	14,03	41,41
CV 2 %		45,41	25,40	22,05	25,18	10,9	25,34

* significativo e ^{ns} não significativo a 5% de probabilidade.

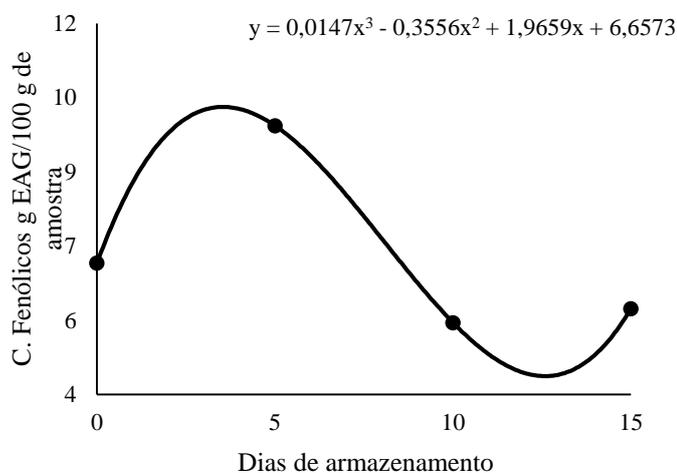
As plantas reagem ao estresse antes e durante o armazenamento, através da produção compostos bioativos e antioxidantes que envolvem a ativação do metabolismo secundário para manter o equilíbrio com espécies reativas de oxigênio (ROS) (STAGNARI et al., 2018).

3.2. Compostos Bioativos

3.2.1. Compostos fenólicos

Os teores de compostos fenólicos não foram afetados pelos sistemas de embalagens utilizados. Entretanto, esses teores oscilaram significativamente durante os dias de armazenamento. Em relação aos valores médios apresentados na Figura 8, foi observado um decréscimo do início ao fim do período de armazenamento.

Figura 8: Teor médio de compostos fenólicos (g EAG/100 g de amostra seca) nas folhas de peixinho no decorrer dos dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



De acordo com os dados apresentados, observou-se que durante os 15 dias de armazenamento, os teores de fenólicos nas folhas de peixinho armazenadas nas quatro diferentes embalagens apresentaram oscilações, porém ao final do período de armazenamento os valores observados foram menores do que os respectivos valores detectados no primeiro dia de armazenamento das folhas de peixinho, conforme apresentado na Figura 8.

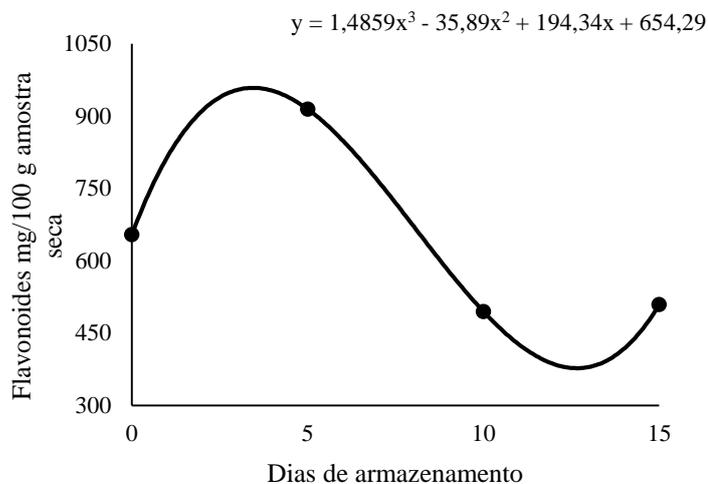
Essa variação na concentração desses compostos, que exibem propriedades antioxidantes, pode ser explicada pelo fato de que nas frutas e hortaliças o teor de fenólicos totais é fortemente influenciado por fatores genéticos, pelo armazenamento (levando-se em consideração temperatura, umidade relativa e atmosfera no interior de câmaras ou embalagens), condições ambientais, grau de maturação e variedade da planta, injúrias mecânicas, além do tipo de cultivo (GOBBO-NETO; LOPES, 2007).

Aos 5 dias de armazenamento as folhas apresentaram teores de compostos fenólicos maiores que no primeiro dia, mostrando ser uma influência do tempo de armazenamento independentemente do tipo de embalagem, para essa variável.

3.2.2. Flavonoides

Os teores médios de flavonoides em peixinho (Figura 9), não diferiram significativamente entre o fator sistemas de embalagens, entretanto para o fator período de armazenamento a diferença foi significativa.

Figura 9: Teor médios de flavonoides (mg/100g de amostra seca) nas folhas de peixinho no decorrer dos dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



A partir do quinto dia de armazenamento os teores de flavonoides diminuíram significativamente, continuado essa tendência por mais 5 dias (Figura 9).

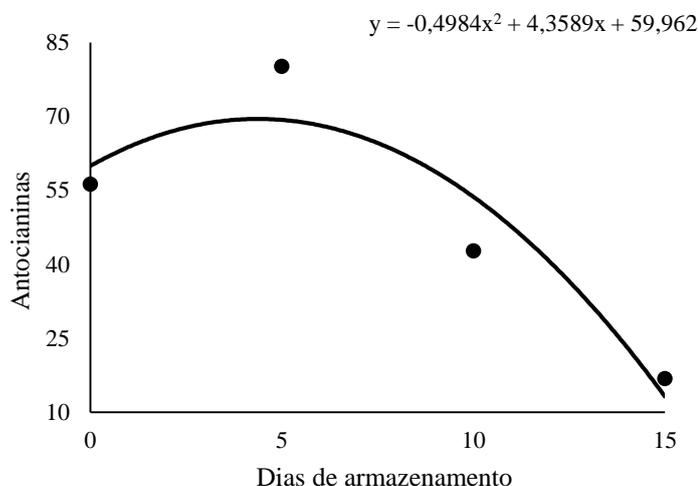
Os sistemas de embalagens não influenciaram significativamente o conteúdo de flavonoides totais. Contudo, o tempo de armazenamento implicou em uma diminuição significativa deste fitoquímico a partir do 5º dia (Figura 9), ressaltando que até o quinto dia de armazenamento não houve alteração desse composto nas folhas armazenadas. Nesse caso como não houve influência significativa do sistema de embalagem.

Chu et al. (2000) relataram perda de 67% do conteúdo de flavonoides em folhas de batata doce após armazenamento por 4 dias em temperatura ambiente (25°C), enquanto que após armazenamento em temperatura de refrigeração (4°C) a perda foi de 20%, aumentando para 55% após 9 dias de armazenamento. Nesse estudo, a perda do conteúdo de flavonoides totais em folhas de peixinho foi de 44,33% do 5º ao 15º dia de armazenamento.

3.2.3. Antocianinas

Do início do período de armazenamento até aproximadamente o 4º dia (4,37), os teores de antocianinas aumentaram, com posterior queda para os quatro sistemas de embalagens testados.

Figura 10: Teor de Antocianinas (mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 gramas de amostra seca) nas folhas de peixinho no decorrer dos dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



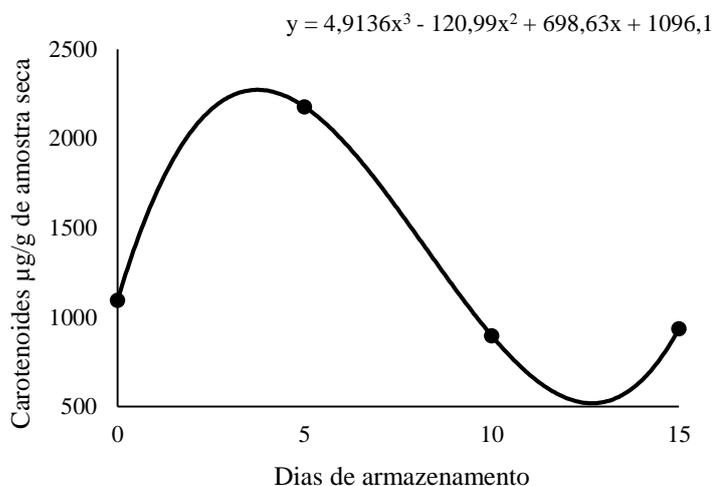
Houve um aumento nos teores de antocianinas totais, sendo que os valores passaram no início do armazenamento de 56 mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 gramas de amostra em base seca, para 70 mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 gramas de amostra em base seca no 5º dia. A partir de então, o comportamento deste componente foi alterado caracterizando uma possível degradação manifestada através da detecção de um decréscimo significativo até o 15º dia, chegando aos 10,5 mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 gramas de amostra em base seca ao final deste período, independente do tipo de embalagem utilizada.

A biossíntese de antocianinas e flavonoides pode continuar após a colheita e durante o armazenamento, mesmo em baixa temperatura. Concellón et al. (2007), observaram diminuição de 30% nos teores de antocianinas em berinjela, armazenadas a 0 e 10°C ao final de 15 dias de armazenamento.

3.2.4. Carotenoides

Os carotenoides são pigmentos amplamente disseminados na natureza, os quais despertam o interesse em virtude de sua ação preventiva a determinados tipos de enfermidades, como cânceres, doenças cardiovasculares e cataratas (DELLA LUCIA et al., 2008). Mediante a importância desses compostos, a Figura 11 relaciona o teor desses antioxidantes naturais em função do tempo de armazenamento nas folhas de peixinho minimamente processadas. O teor intermediário de carotenoides foi observado entre 8 e 9 dias de armazenamento (8,21).

Figura 11: Teor de Carotenoides (mg/100g de amostra fresca) nas folhas de peixinho no decorrer dos dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



Houve um decréscimo nos pigmentos, componentes de carotenoides nas folhas de peixinho durante o período de armazenamento, com um pequeno aumento no final. Segundo Viana et al., 2015, essa redução pode ser explicada pelo fato desses compostos serem bastante sensíveis à temperatura e à acidez, com isso vê-se a importância de se armazenar corretamente, com o uso de embalagens que previnam a degradação dessa classe de antioxidantes naturais por um maior período de tempo, permitindo uma ingestão de vegetais com propriedades similares de quando consumidos logo após a colheita.

Neste estudo, as folhas armazenadas por cinco dias apresentaram altos teores de compostos fenólicos (9,43 g EAG/100 g de amostra), de flavonoides (914,5 mg/100 g amostra seca), de antocianinas (80,22 mg de cianidina 3-glicosídeo por 100 gramas de amostra seca) e de carotenoides (2178,74 µg/g amostra seca), mostrando que o armazenamento, independente da embalagem utilizada, foi eficiente nesse período, possibilitando o transporte e a comercialização, podendo ser consumido com a mesma qualidade observada logo após a colheita. Tendo em vista que o consumo de alimentos ricos em carotenoides está relacionado à redução de riscos de doenças crônicas, à prevenção de formação de catarata e à redução da degeneração macular relacionada ao envelhecimento, estas condições de armazenamento, independente da embalagem contribuíram para a conservação desse importante componente bioativo até 5 dias de armazenamento.

3.3. Atividade Antioxidante

Os compostos bioativos caracterizam-se por apresentarem função antioxidante, em razão da sua interação com radicais livres, agindo na prevenção de doenças cancerígenas e cardiovasculares (GRUNE et al., 2010).

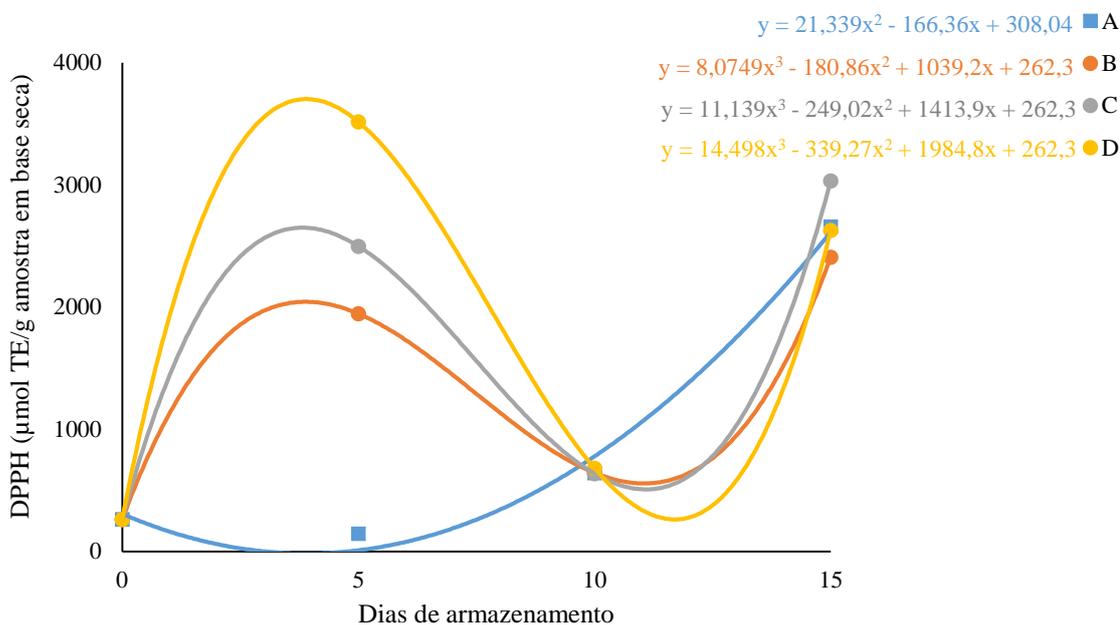
3.3.1. Método do DPPH

Com relação à quantificação da atividade antioxidante, os resultados obtidos através do teste do DPPH, mostraram que houve interação significativa entre os sistemas de embalagens e os dias de armazenamento. Os valores de atividade antioxidante das folhas de peixinho armazenadas nos quatro sistemas de embalagens, apresentaram variações no decorrer dos 15 dias de armazenamento, sendo que no quinto dia, foi observado que as folhas armazenadas no sistema de embalagem D apresentaram o maior valor para este parâmetro (Figura 12).

No decorrer do período de armazenamento as folhas de peixinho apresentaram diferença significativa entre os sistemas de embalagens testadas apenas no quinto dia de armazenamento. As folhas acondicionadas nos sistemas B, C e D apresentaram maior atividade antioxidante quando comparada às folhas do sistema A. Esse comportamento pode ser explicado pelo estresse inicial após a colheita, pois conforme Vieites et al. (2012), o aumento da atividade antioxidante durante o armazenamento pode estar associado à perda de massa fresca do vegetal.

Apesar dos valores médios terem apresentado oscilações no decorrer do período de armazenamento, as folhas armazenadas nos quatro sistemas de embalagens testados apresentaram valores finais de atividade antioxidante significativamente maiores dos que os encontrados no início do experimento (Figura 12).

Figura 12: Capacidade Antioxidante medida pelo método DPPH das folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Devido a sua associação com a saúde, os antioxidantes vêm sendo ativamente explorados, uma vez que ao consumir quantidades elevadas de diferentes compostos bioativos, diminui o risco de doenças degenerativas. (Carvalho et al., 2018)

3.3.2. Método do ABTS

Para o teste ABTS, os resultados obtidos para a análise da atividade antioxidante em folha peixinho, mostram que houve interação significativa entre os tipos de embalagens em função de armazenamento. (Tabela 7).

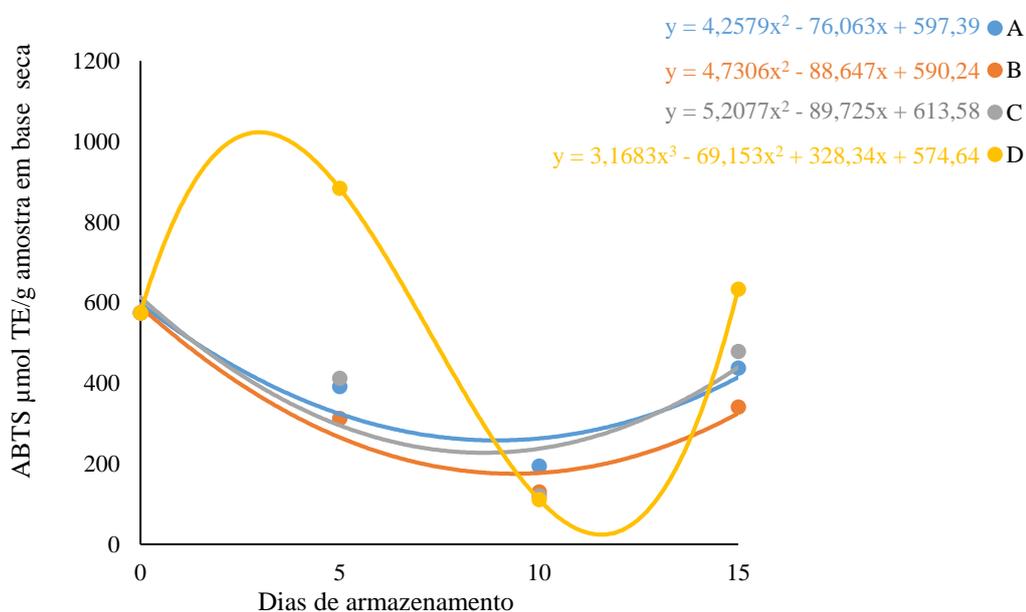
Tabela 7: Valor médio da atividade antioxidante pelo método ABTS ($\mu\text{mol TE/g}$ amostra seca) das folhas de peixinho submetidas a diferentes sistemas de embalagens e dias de armazenamento, sob refrigeração a $7\pm 2^\circ\text{C}$.

Sistemas de Embalagens	Dias de armazenamento			
	0	5	10	15
A	574,64 a	391,75 b	194,31 a	437,21 a
B	574,64 a	312,06 b	130,04 a	340,52 a
C	574,64 a	411,98 b	120,29 a	478,39 a
D	574,64 a	883,56 a	111,10 a	633,50 a

Médias seguidas de uma mesma letra, dentro da coluna, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. (A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

Assim como foi observado no teste DPPH, durante os quinze dias de armazenamento, a atividade antioxidante medida pelo teste ABTS, apresentou oscilações, entretanto ao final do experimento, os valores foram significativamente inferiores aos encontrados no início, exceto para o produto acondicionado no sistema de embalagem D (Figura 13).

Figura 13: Capacidade Antioxidante avaliada pelo método ABTS nas folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^\circ\text{C}$.



(A) - embalagem de polietileno rígido (PET), utilizada para proteção contra danos mecânicos, (B) embalagem PET contendo um sachê absorvedor de etileno, (C) embalagem tipo PET envolta filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado e (D), embalagem tipo PET contendo um sachê com absorvedor de etileno e envolta com filme plástico de alta barreira hermeticamente fechado com seladora manual.

4. CONCLUSÃO

Ocorreu manutenção dos atributos de qualidade das folhas de peixinho armazenadas nos quatro sistemas de embalagens (A, B, C e D) até o final dos 15 dias de armazenamento.

O uso do sistema de embalagem que simulou a obtenção de atmosfera modificada passiva, sem o absorvedor de etileno (sistema C) preservou a massa das folhas. As folhas armazenadas nos sistemas de embalagens contendo absorvedores de etileno (sachês) apresentaram maior perda de massa fresca, influenciando negativamente nas características físicas e na capacidade antioxidante, mas não nos conteúdos dos compostos bioativos.

As folhas de peixinho minimamente processadas armazenadas até 10 dias no sistema de embalagem A, apresentaram atributos de qualidade semelhantes aos das folhas armazenadas nos sistemas de embalagens B, C e D, caracterizadas pela presença de absorvedor de etileno e/ou filme de alta barreira.

O sistema de embalagem A (sem absorvedor de etileno e/ou filme de alta barreira) viabiliza de maneira eficiente o armazenamento refrigerado (7°C) das folhas de peixinho minimamente processadas até 10 dias levando-se em consideração as características físico-químicas, o conteúdo de compostos bioativos e a capacidade antioxidante.

Os resultados encontrados neste estudo apontam para a viabilidade do aproveitamento e distribuição do peixinho, que apesar de negligenciada possui grande potencial na melhoria da saúde da população e na diminuição da monotonia alimentar.

5. REFERÊNCIAS

- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 19. ed. Gaithersburg: AOAC, p.3000, 2012.
- ARRUDA, M. C.; JACOMINO, A. P.; KLUGE, R. A.; AZZOLINI, M. Temperatura de armazenamento e tipo de corte para melão minimamente processado. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 25, p. 74-76, 2003.
- 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 Agrotecnologia*, Lavras, v. 28, n.1, p. 107-112, 2004.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Hortaliças não-convencionais: (tradicionais). Brasília: MAPA/ ACS, 52 p. 2010.
- CARVALHO, J. C. S.; ROMOFF, P.; LANNES, S. C. S. Improvement of nutritional and physicochemical proprieties of milk chocolates enriched with kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) and grape (*Vitis vinífera*. *Food Science. Technology*, Campinas, v. 38, n. 3, p. 551-560, 2018.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio, Lavras, UFLA, v.2, 785 p., 2005.
- CONCELLÓN A.; AÑÓN, M. C.; CHAVES, A. R. Effect of low temperature storage on physical and physiological characteristics of eggplant fruit (*Solanum Melongena* L). *LWT – Food Science and Technology*, Oxford, v. 40, p.411-419, 2007.
- DELLA LUCIA, C. M.; CAMPOS, F. M.; MATA, G. M. S.C.; SANT’ANA, H. M. P. Controle de perdas de carotenóides em hortaliças preparadas em unidade de alimentação e nutrição hospitalar. *Ciência & Saúde Coletiva*, v.13, n.5, p.1627- 1636, 2008.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Determinação da atividade antioxidante total; método ABTS. [Sete Lagoas]: Embrapa milho e sorgo, nov. 2016. n. 07.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: Anthocyanins as food colors. MARKAKIS, P. (Ed.). New York: Academic Press, p.181-207, 1982.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas Medicinais: Fatores de Influência no Conteúdo de Metabólitos Secundários. Química. Nova, v.30, n.2, p.374-381, 2007.

GORINSTEIN, S.; CVIKROVA, M.; MACHACKOVA, I.; HARUENKIT, R.; PARK, Y. S.; JUNG, S. T.; YAMAMOTO, K.; LETICIA MARTINEZ AYALA, A.; KATRICH, E. TRAKHTENBERG, S. Characterization of antioxidant compounds in Jaffa sweets and white grapefruits. Food Chemistry, v. 84 n.4, p. 503-510, 2004.

GOCAN, M.; ANDREICA, I.; LAZAR, V.; ROSZA, S.; BUTUZA BUMB, S. F.; SIMA, R. Food quality of some vegetables and fruits juices. University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, Cluj-Napoca. Lucrări Științifice – v. 59, n. 2, 2016.

GRUNE, T.; LIETZ, G.; PALOU, A.; ROSS, A. C.; STAHL, W.; TANG, G.; THURNHAM, D.; YIN, S. A.; BIESALSKI, H. K. β -carotene is an important vitamin A source for humans. Journal of Nutrition, v. 140, p. 2268-2285, 2010.

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.

JARDINA, L. L.; SANCHES, A. G.; MOREIRA, E. G. M.; CORDEIRO, C. A. M.; JÚNIOR, P. V. A. Comportamento fisiológico pós-colheita de cultivares de rúcula minimamente processadas. Revista Trópica – Ciências Agrárias e Biológicas, v.10, n.01, p.50-64, 2017.

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.

KLUGE, R. A.; GEERDINK, G. M.; TEZOTTO-ULIANA, J. V.; GUASSI, S. A. D.; ZORZETO, T. Q.; SASAKI, F. F. C.; MELLO, S. C. Qualidade de pimentões amarelos

minimamente processados tratados com antioxidantes. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 35, p. 801-812, 2014.

KRINSKY, N. I. The biological properties of carotenoids. *Pure & Applied chemistry (IUPAC)*, Great Britain, v. 66, n. 5, p. 1003-1010, 1994.

LIMA, K. S. C.; LIMA, A. L. S.; LUCHESE, R. H.; GODOY, R. L. O.; SABAA-SRUR, A. U. O. Cenouras minimamente processadas em embalagens com atmosfera modificada e tratadas com radiação gama: avaliação microbiológica, físico-química e química. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.23, n.2, p.240-250, 2003.

MANTILLA, S.; MANO, S.; VITAL, H.; FRANCO, R. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. *Revista acadêmica ciências agrárias e ambiental.*, Curitiba, v. 8, n.4, p. 437-448, 2010.

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

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

MENEZES, C. C.; BORGES, S. V.; CIRILLO, M. A.; FERRUA, F. Q.; OLIVEIRA, L. F.; MESQUITA, K. S. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v.29, n.3, p.618-625, 2009.

MIGUEL, A. C. A.; ABRAHÃO, C.; DIAS, J. R. P. S.; SPOTO, M. H. F. Modificações sensoriais em abacaxi 'Pérola' armazenado à temperatura ambiente. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* v. 29, p. 504-507, 2010.

NASSER, M. D.; MARIANO-NASSER, F. A. C.; BORGES, C. V.; KOVALSKI, T. R.; FURLANETO, K. A.; VIEITES, R. L. The use of active modified atmosphere for the conservation of minimally processed eggplant. *Horticultura Brasileira*, Vitória da Conquista, v.36, n.4, 2018.

NERES C. R. L. Conservação do jiló em função da temperatura de armazenamento e do filme de polietileno de baixa densidade. *Bragantia*, v. 63, p. 431-438, 2004.

NEVES, L. C; ALENCAR, S. M.; CARPES, S. T. Determination of antioxidant activity and content of phenolic compounds and flavonoids. *Journal Food Technology*, VII BMCFB, 2009.

PECH, C.; JOBLIN, C.; BOISSEL, P. The profiles of the aromatic infrared bands explained with molecular carriers. *Astronomy and Astrophysics*, v.388, p.639-651, 2002.

PIRBALOUTI, A. G.; MOHAMMADI, M. Phytochemical composition of the essential oil of different populations of *Stachys lavandulifolia* Vahl. *Asian Pacific Journal Tropical Biomedicine*, v. 3 n.2, p. 123-128, 2013.

R core team R: Uma linguagem e ambiente para computação estatística. R Fundação para Computação Estatística, Viena, Áustria. URL <https://www.R-project.org/>. 2017.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A Guide to Carotenoids Analysis in Food. Washington: International Life Sciences Institute Press, 64p. 2001.

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

SALIMI F.; SHAFAGHAT, A.; SAHEBALZAMANI H.; HABIBZADEH, H. Analysis and Comparison of Chemical Composition of Essential Oils from *Stachy byzantina* C. Koch. Wet and Dried, *Archives of Applied Science Research*, v. 3, n. 5, p. 381-383, 2011.

SANTOS, J. S.; OLIVEIRA, M. B. P. P. Revisão: alimentos frescos minimamente processados embalados em atmosfera modificada. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas-SP, v. 15, n. 1, p. 1-14, 2012.

SILVA, C. P. C. D.; MARQUE, V.; CORREIA, M.; DRUMMOND, T.; FINGER, F. L. S.; JOICE, S. Influência do dano físico na fisiologia pós-colheita de folhas de taioba. *Bragantia* [en line], v. 70, 2011.

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.

SOUZA, H. R. S.; CARVALHO, M. G. C.; SANTOS, A. M.; FERREIRA, I. M.; SILVA, A. M. O. Compostos bioativos e estabilidade de geleia mista de umbu (*Spondias tuberosa* arr. c.) e mangaba (*Hancornia speciosa* g.). Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v.12, n.2, p. 236 -248, 2018.

STAGNARI, F.; GALIENI, A.; D'EGIDIO, S.; PAGNANI, G.; FICCADENTI, N.; PISANTE, M. Defoliation and S nutrition on radish: growth, polyphenols and antiradical activity. Horticultura Brasileira, v. 36, p. 313-319, 2018.

VIANA, M. M. S.; CARLOS, L. A.; SILVA, E. C.; PEREIRA, S. M. F.; OLIVEIRA, D. B.; ASSIS, M. L. V. Composição fitoquímica e potencial antioxidante de hortaliças não convencionais. Horticultura Brasileira, v. 33, p. 504-509, 2015.

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

WANG, R.; WANG, L.; YUAN, S.; LI, Q.; PAN, H.; CAO, J.; JIANG, W. Compositional modifications of bioactive compounds and changes in the edible quality and antioxidant activity of 'Friar' plum fruit during flesh reddening at intermediate temperatures. Food Chemistry, v. 254, p. 26-35, 2018.

iv. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os sistemas de embalagens (A, B, C e D) foram eficientes para o armazenamento refrigerado (7°C) de folhas de ora-pro-nóbis e de peixinho minimamente processados.

Os sistemas de embalagens e o tempo de armazenamento afetaram a concentração de antioxidantes naturais das hortaliças minimamente processadas, entretanto, a concentração desses compostos ainda se apresentou expressiva até o final do período de armazenamento, apontando para a viabilidade de realização desse tipo de processamento pós-colheita para folhas das hortaliças não-convencionais ora-pro-nóbis e peixinho.

Os sistemas que envolvem alta barreira (C e D) e/ou absorvedor de etileno (B e D) não promoveram melhorias significativas dos atributos de qualidade avaliados durante todo o período de armazenamento. Levando-se em conta que o período de comercialização de folhosas minimamente processadas não ultrapassa cinco dias, a embalagem sem assessoria dos sistemas de absorção de etileno e de alta barreira seria a mais conveniente, uma vez que não agregaria custos aos produtos

Vale ressaltar o pioneirismo desse estudo com essas hortaliças não convencionais e que avaliações sensoriais e microbiológicas seriam indicadas para determinação da vida útil desses produtos e para o consumo seguro.

v. ANEXO

Figura 1': Porcentagem de perda das massas em folhas de ora-pro-nóbis em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

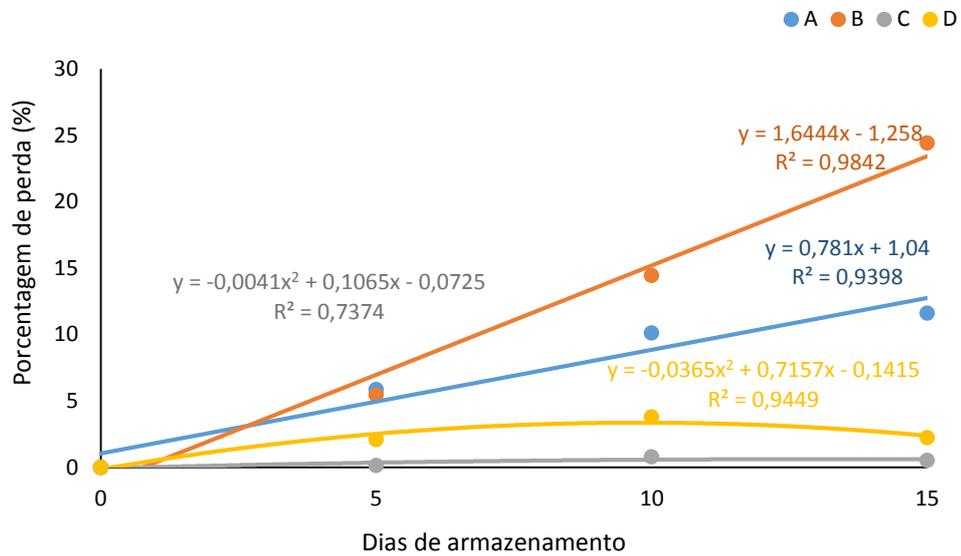


Figura 2': Porcentagem de perda das massas em folhas de peixinho em resposta aos diferentes dias de armazenamento nos diferentes sistemas de embalagens, sob refrigeração a $7\pm 2^{\circ}\text{C}$.

