

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
COORDENAÇÃO DE AGRONOMIA
CAMPUS DOIS VIZINHOS

SINTIELI BORGES FERREIRA

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE QUIABO COM FILMES
PLÁSTICOS**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2017

SINTIELI BORGES FERREIRA

**CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE QUIABO COM FILMES
PLÁSTICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial para obtenção do título de "Engenheira Agrônoma".

Orientadora: Prof. Dra. Dalva Paulus

DOIS VIZINHOS
2017



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE QUIABO COM FILMES PLÁSTICOS

por

SINTIELI BORGES FERREIRA

Este Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) foi apresentado em 09 de junho de 2017 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. A candidata foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Dalva Paulus
UTFPR - Dois Vizinhos

Prof.^o Dr.^o Gilmar Antonio Nava
UTFPR - Dois Vizinhos

Prof.^o Dr.^o Sergio Miguel Mazaro
UTFPR - Dois Vizinhos

Prof.^a Dr.^a Angelica Signor Mendes

Prof.^o Dr.^o Lucas da Silva Domingues
UTFPR - Dois Vizinhos

Aos meus amados pais,

Cilvone e Vicente,

e aos meus irmãos,

Michelli e Willian

Pelo incentivo e compreensão por minhas ausências...

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Jesus, por todo seu amor. Mesmo sem merecer, Cristo sempre esteve comigo me guiando e ajudando a enfrentar adversidades da vida. Te amo Jesus!

Aos meus pais, pelos sacrifícios do dia-a-dia, pela renúncia a vários sonhos para que eu pudesse estudar e pela confiança longe dos olhos. Obrigada pelas orações, incentivo e amor incondicional. Agradeço muito a Deus pela vida de vocês! Amo vocês!

Aos meus irmãos, confidentes e melhores amigos. Obrigada por me escutarem, serem sinceros ao dar conselhos, se dispor a me levar aonde fosse necessário e encorajar-me a não desistir. Vocês são presentes de Deus, amo vocês!

Aos meus padrinhos, Siliandra, Sillionete e Dionei, pelo amor a mim dedicado e por se fazerem presentes em minha vida.

A baba, Maria Borges, por sempre pedir para que Maria passa-se na frente e fosse abrindo os caminhos.

Ao meu namorado Mauricio, pelo amor e carinho e por me ajudar na condução dos experimentos.

À professora Dra. Dalva Paulus, pela orientação, ensinamentos transmitidos e compreensão das minhas dificuldades.

À família PET Agricultura Familiar, pela amizade, lapidação humana e profissional e por todas as oportunidades de crescimento.

Aos poucos, mas bons amigos que nas conversas diárias amenizaram a saudade de casa. Em especial a Josiane, Maira, Iandra, Marcielly e Robson. Obrigada por tudo amigos. Adoro vocês!

A todos os colegas da turma de Agronomia 2012. 2. pela convivência durante estes cinco anos.

Muito Obrigada!

RESUMO

FERREIRA, S. B. Conservação pós-colheita de quiabo com filmes plásticos. 2017. 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. Dois Vizinhos, Paraná.

O quiabo [*Abelmoschus esculentus* (Moench)] é uma hortaliça de alto valor nutricional, que apresenta grandes perdas após a colheita quando armazenado em condições inadequadas. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes embalagens plásticas na conservação e qualidade de frutos de quiabo. O experimento foi no delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições, em esquema fatorial 6 x 5; correspondente à seis formas de acondicionamento sendo: sem filme, com PVC (8 micras), e 4 espessuras de Polietileno de Baixa Densidade - PEBD (10, 20, 30 e 40 micras), e cinco períodos de avaliação (0 dia, 7, 14, 21 e 28 dias). A unidade experimental utilizada foi uma cumbuca de isopor contendo 4 frutos. Após a aplicação dos tratamentos, os frutos foram acondicionados em câmara tipo B.O.D na temperatura de $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e 90 % de umidade relativa, sendo avaliados a cada 7 dias de armazenamento. As variáveis analisadas foram: perda de massa da matéria fresca, aparência visual (manchas de descoloração e presença de podridões), coloração, teor de sólidos solúveis e pH. Os dados foram analisados em homogeneidade e normalidade pelo teste de Bartlett e interpretados por meio de análise de variância (ANOVA) pelo teste F, e de regressão, com a utilização do programa estatístico ASSISTAT. As médias das variáveis qualitativas foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes a 5 % de probabilidade. Para a variável análise do aspecto visual de manchas de descoloração, os resultados foram submetidos a transformação de raiz quadrada, antes da análise de variância. Como resultado verificou-se que o uso de filmes plásticos de PEBD proporcionaram menor perda de massa, contenção do aumento de sólidos solúveis e menor mudança de coloração aos 21 dias de armazenamento. A espessura de 30 micras apresentou menor incidência de podridões, melhor aparência ao longo do armazenamento, menores alterações de coloração e contenção no aumento do teor de sólidos solúveis, sendo o mais indicado para o armazenamento de frutos de quiabos em condição de refrigeração até 21 dias.

Palavras - chave: *Abelmoschus esculentus*. Filmes Plásticos. Pós-Colheita.

ABSTRACT

FERREIRA, S. B. Post-harvest conservation of okra with plastic films. 2017. 65 f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. Dois Vizinhos, Paraná.

Okra [*Abelmoschus esculentus* (Moench)] is a vegetable of high nutritional value, which presents great losses after harvesting, when stored under inadequate conditions. The objective of this work was to evaluate the effect of different plastic packages on the conservation and quality of okra. The experiment was organized in a completely randomized design, with nine replications, in a 6 x 5 factorial scheme; corresponding to the six forms of packaging: without film, with PVC (8 microns), and 4 thicknesses of Polyethylene of Low - LDPE (10, 20, 30 and 40 microns), and five evaluation periods (0 day, 7, 14, 21 and 28 days). The experimental unit used was a styrofoam cumbuca containing four fruits. After application of the treatments, the fruits were packed in chamber type B.O.D. in temperature of $10 \pm 1^\circ \text{C}$ and 90 % relative humidity, being evaluated every 7 days of storage. The analyzed variables were: loss of fresh matter mass, visual appearance (discoloration spots and presence of rot), coloration, soluble solids content and pH. The data were analyzed for homogeneity and normality by the Bartlett test, and interpreted by analysis of variance (ANOVA) by the F test, and by regression, using the statistical program ASSISTAT. The means of the qualitative variables were compared by Tukey test at 5% of probability. For the quantitative factors, the models were chosen based on the significance of the coefficients at 5% of probability. For the variable analysis of the visual appearance of discoloration spots, the results were submitted to square root transformation, before analysis of variance. As a result, it was verified that the use of plastic films of LDPE provided less mass loss, containment of the increase of soluble solids and less color change at the 21st day of storage. The thickness of 30 microns presented a lower incidence of rot, better appearance along the storage, minor alterations of coloration and containment in the increase of soluble solids content, being more suitable for the storage of fruits of okra in refrigeration condition up to 21 days.

Keywords: *Abelmoschus esculentus*. Plastic Films. Post-Harvest.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 – EVOLUÇÃO DA PERDA DA MASSA FRESCA (%), EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A SEIS FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS 35
- FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DO ASPECTO VISUAL EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A SEIS FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS. 37
- FIGURA 3 – EVOLUÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS), EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A SEIS FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS .45
- FIGURA 4 – EVOLUÇÃO DA PERDA DA MASSA FRESCA (%), EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A CINCO FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS 48
- FIGURA 5 – EVOLUÇÃO DO ASPECTO VISUAL, EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A CINCO FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS 50
- FIGURA 6 – LUMINOSIDADE (A), COORDENADA CROMÁTICA A* (B), COORDENADA CROMÁTICA B* (C), EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A CINCO FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS51-52
- FIGURA 7 – EVOLUÇÃO DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (SS), EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A CINCO FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS 54
- FIGURA 8 – EVOLUÇÃO DO PH, EM QUIABOS CV. “SPEEDY”, SUBMETIDOS A CINCO FORMAS DE ACONDICIONAMENTO, POR 28 DIAS 55

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 – COLORAÇÃO DE QUIABOS SUBMETIDOS A SEIS FORMAS DE ACONDICIONAMENTO (TESTEMUNHA, PVC, PEBD DE 10, 20, 30 E 40 μ M DE ESPESSURA) POR 28 DIAS . UTFPR, DOIS VIZINHOS - PR, 2017..... 43
- TABELA 2 – PH DE QUIABOS SUBMETIDOS A SEIS FORMAS DE ACONDICIONAMENTO (TESTEMUNHA, PVC, PEBD DE 10, 20, 30 E 40 μ M DE ESPESSURA) POR 28 DIAS. UTFPR, DOIS VIZINHOS - PR, 2017..... 46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ANOVA | Analysis of Variance |
| ASSISTAT | Statistical Assistance |
| B.O.D | Biochemical Oxygen Demand |
| CEAGESP | Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo |
| C.f.a | Clima Temperado Húmido com Verão Quente |
| cv. | Cultivar |
| C.V. | Coeficiente de Variação |
| EMATER | Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural |
| EMBRAPA | Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| MFF | Massa da Matéria Fresca Final |
| MFI | Massa da Matéria Fresca Inicial |
| Mn | Manganês |
| PEBD | Polietileno de Baixa Densidade |
| pH | Potencial Hidrogeniônico |
| PVC | Policloreto de Vinila |
| PR | Unidade da Federação - Paraná |
| SiBCS | Sistema Brasileiro de Classificação de Solos |
| SS | Sólidos Solúveis |
| TPVA | Taxa de Permeabilidade ao Vapor d'água |
| U.R. | Umidade Relativa |
| UTFPR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 OBJETIVOS | 15 |
| 2.1 OBJETIVO GERAL..... | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 16 |
| 3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS SOBRE A CULTURA DO QUIABO | 16 |
| 3.1.1 Ponto de Colheita | 18 |
| 3.1.2 Colheita..... | 19 |
| 3.1.3 Utilização..... | 19 |
| 3.1.4 Importância econômica..... | 20 |
| 3.1.5 Cultivares..... | 20 |
| 3.2 ALTERAÇÕES PÓS - COLHEITA | 21 |
| 3.3 ATRIBUTOS FÍSICO - QUÍMICOS DE QUALIDADE..... | 22 |
| 3.3.1 Perda de massa fresca | 22 |
| 3.3.2 Teor de sólidos solúveis (SS)..... | 24 |
| 3.3.3 Degradação da Clorofila..... | 25 |
| 3.4 FILMES PLÁSTICOS..... | 26 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 4.1 ÁREA EXPERIMENTAL | 28 |
| 4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS | 28 |
| 4.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO | 28 |
| 4.4 VARIÁVEIS ANALISADAS | 30 |
| 4.4.1 Perda de massa fresca | 30 |
| 4.4.2 Aspecto visual..... | 30 |
| 4.4.3 Coloração da epiderme | 31 |
| 4.4.4 Teor de sólidos solúveis (SS)..... | 32 |
| 4.4.5 pH | 32 |
| 4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS | 32 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 34 |
| 5.1 ACONDICIONAMENTO DOS FRUTOS EM DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS ... | 34 |
| 5.1.1 Perda de massa fresca | 34 |
| 5.1.2 Aparência visual | 36 |
| 5.1.3 Incidência de podridões | 38 |
| 5.1.4 Coloração..... | 41 |
| 5.1.5 Teor de sólidos solúveis (SS)..... | 44 |
| 5.1.6 pH | 46 |
| 5.2 CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS EM DIFERENTES ESPESSURAS DE PEBD | 47 |
| 5.2.1 Perda de massa fresca | 47 |
| 5.2.2 Aparência visual | 49 |
| 5.2.3 Coloração..... | 50 |
| 5.2.4 Teor de sólidos solúveis (SS)..... | 53 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2.5 pH | 54 |
| 6 CONCLUSÕES | 56 |
| 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 57 |

1 INTRODUÇÃO

O quiabo [*Abelmoshus esculentus* (L.) Moench] é uma hortaliça tradicional do gênero *Abelmoschus*, pertencente à família Malvaceae (BROECK et al., 2002).

No Brasil esta hortaliça têm atraído muitos consumidores que apreciam suas propriedades medicinais, terapêuticas e nutricionais, capaz de oferecer à nutrição humana fibras, vitamina A e C, vitaminas do complexo B, cálcio, ferro, sais minerais, carboidratos e proteínas (BAZÁN, 2006). O país destaca-se entre os cinco maiores produtores mundiais com produção de 116,9 mil toneladas, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor nacional (IBGE, 2006).

Entre os aspectos relevantes para a cultura do quiabo a pós-colheita destaca-se como um dos principais. Após à colheita a hortaliça, constituída por 90 % de água do total do seu peso fresco, torna-se um produto hortícola bastante perecível, devido ao seu intenso metabolismo que é caracterizado pela elevada taxa respiratória (MINAMI et al., 1998). Este fator faz com que o fruto do quiabo tenha um período de conservação extremamente curto, principalmente em condições de armazenamento inadequadas (GALVAO, 2009).

Normalmente o fruto do quiabo é comercializado *in natura* em feiras, mercados livres ou supermercados, armazenado sem controle de temperatura ou umidade, o que propicia a ocorrência de murcha e perda de água, depreciando o valor comercial dos frutos (FINGER et al., 2008).

Atualmente, na tentativa de promover a conservação pós-colheita e aumentar a vida de prateleira de frutas e hortaliças, diferentes técnicas estão sendo utilizadas, entre elas pode-se citar o aumento da umidade relativa do ar, diminuição da temperatura e o uso de embalagens ou filmes plásticos (LEMOS, 2006).

O emprego de embalagens ou filmes plásticos é uma alternativa que aumenta a conservação do produto ao modificar a atmosfera, reduzindo o teor de oxigênio e elevando o teor de gás carbônico, retardando a senescência e prolongando a vida útil das hortaliças (KADER, 1995). Entre as opções de filmes plásticos utilizadas na conservação de alimentos tem-se o polietileno de baixa densidade (PEBD) e o policloreto de vinila (PVC) (JORGE,

2013).

Em quiabo já comprovou-se a eficiência do filme de PVC na manutenção da qualidade dos frutos (MOTA, 2006; FINGER et al., 2008; MOTA, 2010). A melhor conservação pós-colheita com o uso de polietileno de baixa densidade, também foi relatada por Neres et al. (2004) em frutos de jiló [*Solanum gilo* Raddi] e por Moretti & Pineli (2005) em frutos de beringela [*Solanum melongena* (L.)].

Na literatura brasileira são escassas as informações quanto a qualidade do quiabo e sua vida pós-colheita. Até o momento, os estudos realizados a respeito deste tema envolvem principalmente o uso de filme plástico de PVC, havendo poucas pesquisas sobre a utilização de PEBD e de diferentes espessuras deste material na conservação de quiabo.

Portanto, torna-se fundamental realizar pesquisas que possibilitem a obtenção de informações seguras ao agricultor e aos donos de pontos de venda sobre a melhor embalagem e espessura de filme plástico a ser utilizada.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes embalagens plásticas na conservação e qualidade pós-colheita dos frutos de quiabo cv. “Speedy” em diferentes períodos de conservação.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar as características físico-químicas (perda de massa fresca, aparência visual, coloração, teor de sólidos solúveis e pH) dos frutos de quiabo submetidos aos tratamentos de pós-colheita.
- Determinar o (s) tratamento (s) mais efetivo (s) para a conservação e qualidade pós-colheita dos frutos de quiabo da cv. “Speedy”.
- Verificar se as espessuras de filmes plásticos de PEBD resultam no prolongamento da vida útil dos frutos de quiabo.
- Comparar o tratamento PEBD com o tratamento PVC
- Comparar o tratamento PEBD com o tratamento testemunha

3 REVISÃO DE LITERATURA

Os temas estão divididos em quatro sub capítulos que correspondem: as características gerais sobre a cultura do quiabo, alterações pós-colheita, atributos físico - químicos de qualidade e filmes plásticos.

3.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS SOBRE A CULTURA DO QUIABO

O quiabeiro [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] é uma hortaliça pertencente à família Malvaceae (CEAGESP, 2001). Nesta família estão incluídos outros gêneros de significativa importância econômica, como *Gossypium*, *Pavonia*, *Sida*, *Abutilon* e *Urena* (MINAMI et al., 1998).

O gênero *Abelmoschus* compreende por volta de 10 espécies conhecidas (BROECK et al., 2002), destas, duas são cultivadas por seu fruto [*A. esculentus* e *A. caillei* (A. Chev)], uma é cultivada pelas suas sementes, [*A. moschatus* Moench]; e uma por suas folhas, [*A. manihot* (L) Medikus]. A espécie *Abelmoschus esculentus* não é influenciada pelo fotoperíodo e começa a florescer um mês após a semeadura. Já o *Abelmoschus caillei* é tardio e influenciado pelo fotoperíodo, sendo geralmente cultivado em estação seca (JORNAL AGRÍCOLA, 2015).

Há divergências quanto ao local exato de origem do quiabo, mas a maioria dos autores concorda que o quiabeiro seja originário da África, seja das partes altas do Sudão e Egito das regiões montanhosas da Eritreia ou do vale do Nilo e da Abissínia (BERNARDI, 1957). No Brasil, acredita-se que a cultura tenha sido introduzida pelos escravos africanos (MOURA & GUIMARÃES, 2014).

O quiabo é descrito pelos botânicos como uma planta anual, arbustiva, de porte ereto e caule semilenhoso de coloração esverdeada ou esverdeada com áreas avermelhadas que

pode atingir três metros de altura (FILGUEIRA, 2008). As folhas são grandes, lobadas, com pecíolos longos e limbo profundamente recortado. O sistema radicular é profundo, com raiz pivotante que pode atingir até 1,9 m de profundidade (GALATI, 2010).

Possui flores hermafroditas, com pétalas grandes e amarelas. O fruto é simples, seco, indeiscente do tipo cápsula, piloso, roliço com seção transversal circular ou pentagonal (fruto quinado) (MINAMI et al., 1998). De acordo com a classificação morfológica o quiabo pode ser classificado como um fruto imaturo não-carnoso (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Para se desenvolver, o quiabeiro necessita de temperaturas entre 22° C a 25° C, que são ideais ao seu cultivo. Quando exposto a temperaturas abaixo de 18° C e acima de 35° C verifica-se a queda de flores e de frutos novos (SOUZA, 2013).

Embora seja exigente em temperaturas mais altas a cultura é capaz de tolerar climas amenos, porém, é sensível ao excesso de chuva e intolerante ao frio, que retarda e, ou impede a germinação e a emergência das sementes, prejudicando o crescimento, floração e a frutificação. Em regiões com temperaturas mais baixas, ou mesmo durante o inverno, o plantio da cultura pode ser feito em casas de vegetação, produzindo na entressafra (FILGUEIRA, 2008).

Em se tratando do tipo de solo para seu cultivo, a cultura do quiabo não é muito exigente, desde que a drenagem seja favorável, porém, produz melhor em solo areno-argiloso, rico em matéria orgânica e com pH entre 6,0 e 6,5, já que não suporta acidez elevada do solo. É importante que este solo não tenha sido infestado por nematoides, pois a planta é muito suscetível ao ataque deste patógeno (CARVALHO & SILVEIRA, 2015).

O plantio pode ser realizado por semeadura direta ou por mudas (VIEIRA, 2010). A semeadura direta é a mais usual no plantio do quiabeiro, sendo predominante o sistema de semeadura mecanizado. Em geral semeiam-se de três a cinco sementes/cova, à profundidade de 20 a 30 mm, e, em aproximadamente vinte dias após a germinação faz-se o desbaste, deixando duas plantas por cova (FILGUEIRA, 2008). Quando plantado em espaçamentos maiores que 40 cm entre plantas, ocorrem ramificações laterais, sendo as mesmas menos frequentes quando se aumenta, no plantio, a densidade de plantas (GALATI, 2010). No que refere-se ao espaçamento empregado, este varia de acordo com o interesse do produtor

(AGUIAR, 2011). Normalmente o espaçamento adotado é de 0,90 a 1,20 m entrelinhas x 0,15 a 0,40 m entre plantas (TRANI et al., 2013).

A época ideal para o plantio é de setembro a janeiro para as regiões de clima frio, de agosto a março para as regiões de clima ameno e o ano todo para as regiões de clima quente (CARVALHO & SILVEIRA, 2015).

Na cultura do quiabo, a colheita é manual e é feita continuamente à medida que os frutos imaturos atingem o ponto ideal de mercado, entre 9 e 12 cm de comprimento (PASSOS et al., 2014).

Segundo Chitarra & Chitarra (2005), o quiabo é uma hortaliça cujo fruto é colhido imaturo, ou seja, ao serem colhidos os frutos ainda não atingiram seu completo crescimento e desenvolvimento, exigindo consumo imediato ou emprego de técnicas de conservação pós-colheita. Em geral, frutos imaturos, colhidos muito desenvolvidos, apresentam qualidade inferior, com desenvolvimento indesejável de sementes e mudanças de cor após a colheita, por isso, é necessário se ater para colher o quiabo no grau correto de maturação.

3.1.1 Ponto de Colheita

No ponto ideal de colheita os quiabos estão tenros e sem fibras, e ocorre de 5 a 6 dias após a abertura da flor, podendo ser facilmente verificado ao quebrar-se a ponta dos frutos (SOUZA, 2013). A colheita inicia-se 60 dias após a semeadura, durando cerca de três meses no sistema de produção sem poda. Para estender o ciclo da cultura, normalmente realiza-se a poda aos 180 dias, prorrogando a colheita por mais dois ou três meses (MINAMI et al., 1998).

Ao colher os frutos de quiabo diariamente ou em dias alternados a produtividade e a qualidade destes torna-se mais elevada. É recomendável que os frutos passados sejam evitados, já que a sua permanência na planta eleva o teor de fibras, tornando-os impróprios para o consumo, além de prejudicar o desenvolvimento dos demais frutos, diminuindo assim, o rendimento da cultura (OLIVEIRA, 2011).

3.1.2 Colheita

Durante a colheita recomenda-se o uso de luvas e de vestimentas adequadas para a proteção dos trabalhadores, uma vez que a pilosidade da planta provoca irritação na pele. Esta etapa deve ser realizada pela manhã, período em que a pilosidade presente no quiabeiro causa menos problemas de irritação, e após o desaparecimento do orvalho, para que os frutos não fiquem manchados (PASSOS et al., 2014). Após a colheita, o produto é embalado em caixa tipo “K” que comporta 15 kg (EMATER, 1982). Caixas de papelão ondulado, com medidas similares, apresentam-se como melhor alternativa, pois propiciam melhor conservação (FILGUEIRA, 2008).

3.1.3 Utilização

O fruto do quiabo, cápsula cheia de sementes brancas e arredondadas inseridas numa consistência viscosa, consiste na parte mais utilizada na culinária (MOTA et al., 2000). Normalmente, ele é utilizado nas mais diversas formas de preparo, sendo cozido, refogado ou frito (VIEIRA, 2010). Ainda, é usado para compor pratos típicos regionais como quiabo cozido com camarão seco, prato principal na homenagem da Bahia a São Cosme e São Damião (CEAGESP, 2001). Nos Estados Unidos, é símbolo da cozinha dos estados do sul do país e, nos dias atuais, é considerado um prato nacional em inúmeros países africanos e orientais (JORNAL AGRÍCOLA, 2015).

O óleo das sementes também apresenta importância, pois cerca de 10 a 20 % da massa seca das sementes de quiabo é constituída por óleo. O óleo é de coloração amarelo esverdeado, aromático, e pode ser utilizado na alimentação humana, como condimentos de saladas, sopas e margarinas (MOTA et al., 2000).

Além de ser utilizado na alimentação, o quiabo, por apresentar propriedades medicinais e terapêuticas, é comumente indicado para tratamentos de doenças do aparelho digestivo, como inflamações do estômago e disenteria, sendo também usado para tratamento de bronquite (BERNARDI, 1957).

3.1.4 Importância econômica

O quiabo é cultivado na África, Índia, Ásia, Estados Unidos, Turquia, Austrália e Brasil (DUZYAMAN, 1997). De acordo com Minami (1984), os maiores produtores mundiais são a Índia, Paquistão, Malásia, Sudão, Estados Unidos, Brasil, Antilhas e México.

No Brasil o principal produtor nacional é o estado de Minas Gerais, que responde por 23,72 % da produção nacional, seguido da Bahia, Rio de Janeiro e São Paulo, com 17,3; 16,9 e 14 mil toneladas de quiabo, respectivamente (IBGE, 2006). A popularidade do quiabo têm aumentando no Brasil, principalmente na região Centro-sul, devido a características desejáveis, como: ciclo rápido, custo de produção economicamente viável, resistência às pragas e alto valor alimentício e nutritivo (GALVAO, 2009).

3.1.5 Cultivares

As cultivares mais apreciadas são as precoces, bastante produtivas, com frutos de 8-12 cm de comprimento e que, no ponto de consumo, têm coloração verde de duas tonalidades: verde escura e verde clara (BAZÁN, 2006), além de formato cilíndrico e textura lisa (SOUZA, 2013).

No Brasil cultivam-se variedades climatizadas e regionais, sendo as principais: Amarelinho, Campinas II, Santa Cruz 47, Star of David e Red Velvet (MINAMI et al., 1998;

FILGUEIRA, 2008).

Na região Centro Sul a cultivar mais utilizada é a Santa Cruz 47, uma vez que apresenta boa adaptação a região e atende a preferência dos consumidores brasileiros (PINHEIRO et al., 2013). Segundo Filgueira (2008), esta variedade se caracteriza por ser uma planta precoce, produtiva, vigorosa de internódios curtos e de porte baixo, medindo em média 2 m, o que facilita a colheita.

Além da Santa Cruz 47, outra cultivar relevante é a Amarelinho, caracterizada como uma planta de porte alto que possui frutos cilíndricos de coloração verde-amarelada, em que o início da colheita ocorre por volta de 60 a 70 dias após a sementeira (MINAMI et al., 1998).

3.2 ALTERAÇÕES PÓS - COLHEITA

O ciclo vital de produtos olerícolas compreende diferentes etapas do desenvolvimento, nas quais ocorrem uma série de alterações morfológicas e bioquímicas, que podem ser relacionadas como formação, crescimento, maturação, amadurecimento e senescência (ASSIS, 1999). Em frutos, antes da fase final de desenvolvimento, acontecem transformações quali e quantitativas, responsáveis pelo seu amadurecimento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Segundo Coelho (2008), o amadurecimento é considerado como o aprimoramento do conjunto de processos que ocorre desde os últimos estádios de desenvolvimento, até as etapas iniciais da senescência, resultando em características visuais e de qualidade para o fruto. Essas características consistem em textura, aparência e sabor e podem ser percebidas por análises químicas, físicas ou por observações de transformações sensoriais (CAVALINI, 2008).

De acordo com AWAD (1993), as mudanças ocorridas no amadurecimento envolvem reações metabólicas de síntese e degradação de inúmeros compostos, além de complexas transferências de energia química. Entre os principais processos que ocorrem durante o amadurecimento, destacam-se: degradação da clorofila, hidrólise do amido, amaciamento da

parede celular, alterações na atividade enzimática, destruição de pigmentos e mudanças nos teores de ácidos, taninos, carboidratos e pectinas. Devido a isto, produtos hortícolas, perecíveis, devem ser colhidos na maturidade adequada, para apresentarem boas condições de manuseio e armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Em um contexto geral, os mercados brasileiros preferem frutos cilíndricos, com cerca de 10 a 14 cm de comprimento (FILGUEIRA, 2008). Já os consumidores preferem frutos de quiabo que possuam coloração brilhante e aparência tenra, desprezando frutos com murcha, endurecidos ou fibrosos, amarelos e com manchas escuras (BAXTER & WATERS JUNIOR, 1990).

Segundo Souza (2013), o quiabo colhido no ponto certo pode ser conservado satisfatoriamente por 7 a 10 dias, em local com temperatura entre 7° C a 10° C e umidade relativa entre 85 % a 90 %.

3.3 ATRIBUTOS FÍSICO - QUÍMICOS DE QUALIDADE

Dentre os atributos físico-químicos mais utilizados para a avaliação da qualidade de produtos hortícolas, destacam-se: perda de massa fresca, teor de sólidos solúveis e degradação de clorofila.

3.3.1 Perda de massa fresca

A perda de massa fresca traduz-se como a expressão percentual da perda de umidade durante o processo de amadurecimento de frutos, por isso é considerada uma variável importante já que está diretamente associada a qualidade do fruto (GUEDES, 2007).

Para Assis (1999), a perda de massa é resultante de fenômenos fisiológicos, injúrias

físicas durante a colheita ou deteriorização patológica, que conduzem a perdas quantitativas (peso), qualitativas (aparência) e nutricionais.

Entre os sintomas mais visíveis da perda de massa, tem-se o murchamento e o enrugamento, porém existem outros sintomas, como perda de brilho, frescor e suscetibilidade a doenças, que também são relevantes (HORTIBRASIL, 2015).

Na pós-colheita a perda de umidade exerce profundos efeitos sobre a fisiologia dos produtos hortícolas afetando a respiração, produção de etileno, degradação de clorofila e induzindo alterações no padrão de síntese de proteínas (FINGER & VIEIRA, 1997). Como é responsável pelo turgor e pela firmeza do tecido também acaba interferindo na textura dos produtos (CHITARRA & CHITARRA, 2005), por isso é frequentemente utilizada como um parâmetro para expressar a qualidade de vegetais através da firmeza dos tecidos (PADULA, 2006).

Segundo Lemos (2006), durante o armazenamento a perda de massa ocorre devido principalmente a dois fatores, a transpiração e a respiração.

A transpiração consiste na transferência de massa ou difusão da água através de estruturas anatômicas (cutículas, estômatos, lenticelas) e cicatriz do pedúnculo para a atmosfera externa (PFAFFENBACH, 2003).

Após a colheita, ocorre a interrupção do fornecimento de água aos tecidos, o que leva a um processo contínuo de transpiração (SILVA et al., 2000). De acordo com Sigrist (1992), a maior parte da água perdida durante a armazenagem refrigerada é através da transpiração sob a forma de vapor. A taxa transpiratória é afetada principalmente pela temperatura, umidade e velocidade do ar, além de fatores inerentes ao produto, como relação superfície-volume, natureza da superfície protetora e integridade física (HORTIBRASIL, 2015).

A respiração de produtos hortícolas na pós-colheita provoca a decomposição dos tecidos, das células e de seus componentes, tendo como resultado o envelhecimento acelerado do produto. Entre os fatores que influenciam na intensidade respiratória das hortaliças, a temperatura, a concentração de oxigênio e gás carbônico na atmosfera e a umidade do produto são os principais. Em produtos constituídos basicamente por água, como o quiabo, a umidade corresponde a um dos fatores responsáveis pela alta perecibilidade do produto (GOMES,

1996).

Normalmente a perda da massa é determinada pela pesagem do produto à colheita e ao longo do armazenamento (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

3.3.2 Teor de sólidos solúveis (SS)

Dentre os diversos componentes de frutas e hortaliças, os sólidos solúveis (SS), desempenham um papel fundamental para sua qualidade, devido a influência nas propriedades químicas, termofísicas e biológicas do fruto (ARAÚJO, 2001).

O teor de sólidos solúveis corresponde a quantidade de sólidos que se encontra dissolvido na água que compõem os frutos, sendo em sua maioria representados pelos açúcares presentes em polpas vegetais (HUBINGER et al., 2014).

Este teor é dependente do estágio de maturação no qual o produto é colhido, sendo que na maioria dos frutos climatéricos ele tende a aumentar durante a maturação, devido a biossíntese, degradação de polissacarídeos ou pela perda excessiva de água, desta forma, pode ser utilizado como um indicador da maturidade dos frutos, sendo acompanhado para fins de determinação do momento da colheita (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Nos sólidos estão incluídos importantes compostos responsáveis pelo sabor e pela consequente aceitação do produto por parte dos consumidores, entre estes, os mais relevantes são os açúcares e os ácidos orgânicos (EMBRAPA, 2015). Em relação aos açúcares, os valores médios presentes na constituição dos sólidos solúveis encontram-se entre 8 % a 14 %, com oscilação entre 2 % e 25 %, variando de acordo com a espécie, a cultivar, o estágio de maturação e o clima (CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Os SS são comumente expressos através da escala Brix, muito utilizada na indústria de alimentos, que determina a quantidade deste teor presente em uma solução de sacarose. A análise é realizada rapidamente e demanda uma quantidade pequena de amostra. Se a mesma não for uma solução de sacarose, uma correlação deve ser ajustada para obter o teor de sólidos

solúveis como função do índice de refração, para o tipo de alimento que está sendo estudado (SARAIVA, 2010). Geralmente, o (SS) Brix é determinado no campo ou na indústria com auxílio de equipamento denominado refratômetro (EMBRAPA, 2015).

3.3.3 Degradação da Clorofila

A aparência é um dos principais atributos de qualidade, pois é a primeira impressão que um consumidor têm de um dado alimento, ela é um termo abrangente que envolve tamanho, forma, textura, massa, brilho, cor entre outros. Como um aspecto de aparência, a cor deve estar dentro de uma faixa esperada para a aceitação do alimento (MALHEIROS, 2007).

Em frutos, as modificações na coloração, que ocorrem ao longo da maturação, são decorrentes de processos degradativos e sintéticos, e correspondem a um dos principais critérios de julgamento para identificação do amadurecimento de frutos e hortaliças (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

A cor dos vegetais é determinada devido a quatro principais grupos de pigmentos naturais, sendo a clorofila, carotenoides, flavonoides e betalaínas (KIDMOSE et al., 2002). Destes, a clorofila é um dos mais abundantes, sendo responsável pela cor verde, estando presente nas plantas e ocorrendo nos cloroplastos das folhas e outros tecidos vegetais (VOLP, 2009).

As clorofilas são definidas como moléculas formadas por complexos derivados da porfirina, tendo como átomo central o Mn (manganês) (STREIT, 2005). Em vegetais verdes submetidos a vários processos e condições de armazenamento, elas tornam-se instáveis, sofrendo diferentes tipos de degradação resultando em mudanças ou perda de cor (KIDMOSE et al., 2002). De acordo com Robertson (1993), alterações na cor verde de hortaliças normalmente são associadas a perda da qualidade, já que espera-se que a cor do produto fresco seja tão próxima quanto a do produto colhido.

Na senescência a degradação das clorofilas presentes nos tecidos é iniciada por

fatores externos como o estresse hídrico, luminosidade, alterações térmicas, níveis aumentados de etileno ou a combinação destes fatores (HEALTON & MARANGONI, 1996). Além das condições externas, as transformações de pH, ativação da enzima clorofilase e presença de sistemas oxidantes também levam a decomposição estrutural do pigmento (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

Com a degradação da clorofila, a cor verde desaparece e simultaneamente começam a aparecer cores como o vermelho e o amarelo de pigmentos preexistentes, antocianinas e carotenóides, respectivamente (AWAD, 1993).

A colorimetria é a ciência usada para quantificar e descrever numericamente as percepções humanas da cor e distinguir diferenças de cor que um observador pode perceber (RÉGULA, 2004). Hoje em dia, os métodos disponíveis para a medida da cor vão de comparações visuais com um padrão, a instrumentos sofisticados, como colorímetro e espectrofotômetro, que têm como vantagem a eliminação do aspecto subjetivo da avaliação visual (MACDOUGALL, 2002).

3.4 FILMES PLÁSTICOS

Atualmente, o uso de embalagens plásticas protetoras ou filmes plásticos tornaram-se uma prática indispensável para o armazenamento e a proteção de produtos de origem vegetal, sendo usadas em larga escala como proteção física para reduzir a deterioração na comercialização dos produtos hortícolas (FINGER & VIEIRA, 2007).

Os filmes plásticos possuem características que variam de acordo com o tipo de material e de sua composição estrutural, como por exemplo: permeabilidade aos gases, ao vapor de água e a irradiações luminosas (JORGE, 2013).

Eles têm como função atuar como uma barreira protetora, reduzindo a taxa respiratória e a perda de água dos produtos durante o armazenamento, bem como, facilitar o transporte e a manipulação e venda dos mesmos (CARNELOSSI et al., 2002). Os filmes

plásticos também proporcionam a criação de uma atmosfera apropriada para a conservação dos produtos em diferentes temperaturas (ASSIS, 1999).

A conservação em atmosfera modificada, conferida pelos filmes, pode ser definida como o armazenamento realizado sob condições de composição da atmosfera diferente daquela presente na atmosfera do ar normal. Nela há a redução da concentração de oxigênio e elevação da concentração de gás carbônico (SMITH et al., 1987), o que resulta no aumento da conservação das hortaliças.

Entre as embalagens mais utilizadas para a obtenção da atmosfera modificada tem-se os filmes de polietileno de baixa densidade (PEBD) com diferentes espessuras, os filmes poliolefinicos simples ou coextrusados e os filmes de PVC (CHITARRA & CHITARRA, 2005). O PEBD apresenta como característica, alta flexibilidade, transparência quando em menores micras, permeabilidade a gorduras e óleos, baixa permeabilidade a vapores de água e elevada ao oxigênio (JORGE, 2013). Enquanto o PVC apresenta uma taxa de permeabilidade ao vapor de água moderada e altas taxas de permeabilidade ao oxigênio e dióxido de carbono (SARANTÓUPOLOS, 1998).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado no período de dezembro de 2015 a julho de 2016, sendo conduzido no Laboratório de Horticultura da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, na região ecoclimática do Sudoeste do Paraná (latitude de 25°42' S, longitude de 53°06' W e altitude média de 520 m) (Inmet, 2010). O clima da região, segundo a classificação de Koppen, pertence o Cfa - subtropical úmido com verão quente. Os solos predominantes do Sudoeste do Paraná são classificados como Latossolo e Nitossolo (SiBCS, 2006).

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O experimento foi organizado em delineamento inteiramente casualizado, com nove repetições, sendo disposto em esquema fatorial 6x5, ou seja, seis formas de acondicionamento, sendo: sem filme, com PVC (8 micras), e 4 espessuras de PEBD (10, 20, 30 e 40 micras), e cinco períodos de avaliação (0 dia, 7, 14, 21 e 28 dias). Cada unidade experimental foi composta por uma cumbuca de isopor com 04 frutos.

4.3 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

As mudas de quiabo [*Abelmoshus esculentus* (L.) Moench] cv. 'Speedy' foram

produzidas no setor de Olericultura da UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR. O plantio foi feito em covas, sendo realizado durante o mês de dezembro de 2015. Em cada cova alocou-se de 2 a 3 sementes de quiabos na profundidade de 2 cm. O espaçamento de plantio utilizado foi de 50 cm entre plantas e 80 cm entre fileiras. O desbaste das mudas ocorreu quando estas atingiram 15 - 20 cm de altura. A irrigação foi feita quando necessária com irrigadores, preferencialmente pela manhã ou no final da tarde.

Os frutos de quiabo foram colhidos no ponto de colheita comercial, apresentando-se tenros, ou seja, aproximadamente 70 dias após a sementeira. Imediatamente após a colheita, a matéria-prima foi acondicionada em embalagens plásticas previamente higienizadas e transportadas para o Laboratório de Horticultura da UTFPR. No laboratório foi realizado a desinfecção dos frutos. Os frutos foram imersos, durante 10 minutos, em água contendo 10 ml por litro de hipoclorito de sódio. Após, a água foi escorrida e os quiabos foram lavados em água corrente, sendo em seguida secos com papel toalha.

Os quiabos foram selecionados de acordo com o padrão de maturação e coloração, desprezando-se aqueles acometidos por quaisquer danos. Após os frutos foram acondicionados em bandejas de poliestireno expandido com filme de PVC, em bandejas revestidas com as diferentes espessuras de PEBD (10, 20, 30, 40 micras de espessura) e em bandejas sem revestimentos (testemunha).

Na sequência, cada unidade experimental foi armazenada em câmara tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D) com temperatura de $10 \pm 1^\circ \text{C}$ e 90 % de umidade relativa (UR). Os valores de temperatura e umidade relativa utilizadas no armazenamento, representam as condições ótimas recomendadas para o armazenamento do quiabo inteiro, segundo Chitarra & Chitarra (2005).

Foram utilizadas 9 repetições por tratamento. Destas, 4 repetições permaneceram fechadas até o final do experimento, sendo utilizadas para a análise de perda de massa e aparência visual. Para a análise de coloração, sólidos solúveis e pH, utilizaram-se as 5 repetições restantes, sendo que uma repetição era analisada a cada dia de avaliação, sendo descartada após a análise.

Após a aplicação dos tratamentos os frutos foram avaliados a cada 7 dias de

armazenamento.

4.4 VARIÁVEIS ANALISADAS

4.4.1 Perda de massa fresca

A variável perda de massa fresca foi calculada a partir das diferenças de massa entre a instalação do experimento e a cada período de armazenamento, conforme a equação 1:

$$\% \text{ perda de massa da matéria fresca} = [(MFI - MFF) * 100] / MFI \quad (1)$$

Onde, MFI corresponde a massa, em gramas, no tempo inicial do armazenamento (1º dia) e MFF a massa, em gramas, para os dias posteriores da análise, ou seja, a cada período de armazenamento.

Os dados de pesagens de frutos foram obtidos através da utilização de balança semi-analítica.

4.4.2 Aspecto visual

Em relação a esta variável foi avaliado o aparecimento de manchas de descoloração e a incidência de podridões em cada fruto da unidade experimental, observando-se nos períodos de avaliação a presença de frutos acometidos por podridões moles ou patógenos (micélio visível).

A avaliação da presença de manchas de descoloração, foi realizada segundo a

metodologia descrita por Mota et al. (2006), onde foram empregadas notas subjetivas, sendo:

0 = ausência de manchas escuras

1 = ausência de manchas escuras; levemente escurecidos

2 = pequenas manchas ou levemente escurecidos; moderadamente escurecidos

3 = com manchas maiores; extremamente escurecidos

4 = com manchas distribuídas por todo o fruto; e completamente escurecidos, quando as manchas escuras ocupavam mais de 50 % da superfície do fruto (Foto 1).



Foto 1 - Escala de notas subjetivas para avaliação de manchas de descoloração, com notas de 0 a 4: 0 (ausência de manchas escuras); 1 (ausência de manchas escuras; levemente escurecidos); 2 (pequenas manchas ou levemente escurecidos; moderadamente escurecidos); 3 (com manchas maiores; extremamente escurecidos); e 4 (com manchas distribuídas por todo o fruto; e completamente escurecidos, quando as manchas escuras ocupavam mais de 50 % da superfície do fruto).

Fonte: Ferreira (2017).

4.4.3 Coloração da epiderme

A análise de cor da epiderme foi realizada por meio de colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR-400, com leitura direta de reflectância das coordenadas L* (luminosidade/luminância), coordenada cromática a* (+ e/ou -) e coordenada cromática b* (+ e/ou -), realizada na região central do fruto. Para cada tratamento analisou-se 4 frutos por dia de avaliação.

4.4.4 Teor de sólidos solúveis (SS)

Os teores de sólidos solúveis (SS) foram obtidos em refratômetro digital da marca HANNA, modelo H196801, sendo os valores expressos em °Brix (corrigidos para a temperatura de 20° C). Para a realização da leitura de SS, utilizou-se polpa homogeneizada. A polpa foi obtida a partir de quatro frutos inteiros de quiabos (sem sementes), que foram homogeneizados com auxílio de liquidificador. Estando pronta, inseriu-se a mistura no refratômetro calibrado com água destilada, obtendo-se o °Brix. Para cada tratamento analisou-se 4 frutos por dia de avaliação.

4.4.5 pH

A determinação do pH foi feita de forma direta na polpa homogeneizada dos frutos, por meio de peagâmetro da marca pH Tester Pocket, modelo de bolso digital.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados foram analisados em homogeneidade e normalidade pelo teste de Bartlett e interpretados por meio de análise de variância (ANOVA) pelo teste F, e de regressão, com a utilização do programa estatístico ASSISTAT (SILVA & AZEVEDO, 2016). As médias das variáveis qualitativas foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos com base na significância dos coeficientes a 5 % de probabilidade. Para a variável análise do aspecto visual de manchas de descoloração, os resultados foram submetidos a transformação raiz quadrada, antes da análise de variância.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 ACONDICIONAMENTO DOS FRUTOS EM DIFERENTES FILMES PLÁSTICOS

5.1.1 Perda de massa fresca

Não teve interação significativa entre filmes plásticos e períodos de armazenamento. Observou-se que os frutos de quiabo acondicionados nas embalagens de PEBD diferiram estatisticamente do PVC e da testemunha, apresentando menor percentagem de perda de massa fresca ao longo do período de armazenamento (Figura 1).

Para os tratamentos PVC e controle, as percentagens de perda de massa foram mais elevadas. A perda de massa foi da ordem de 36,1 % (7 dias); 56,4 % (14 dias); 74,9 % (21 dias) e 81,3 % (28 dias) para o tratamento controle, enquanto que para o tratamento PVC ela foi de 11,6 % (7 dias); 21,9 % (14 dias); 32,6 % (21 dias) e 43,2 % (28 dias) (Figura 1).

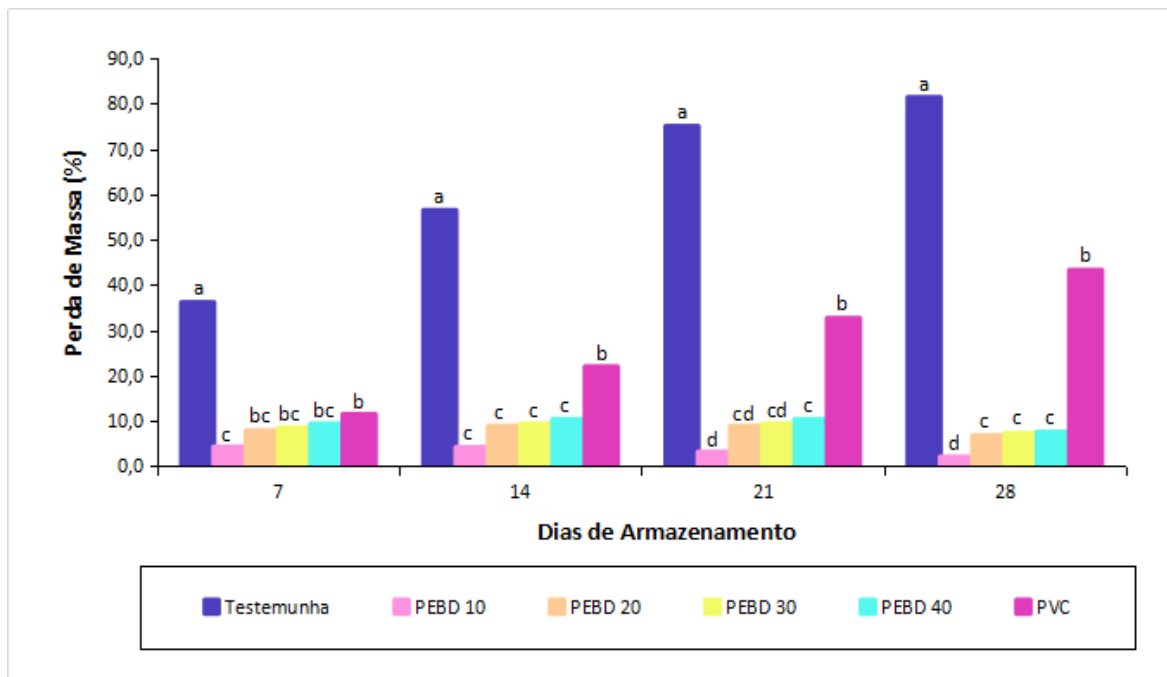


Figura 1 - Evolução da perda da massa fresca (%), em quiabos cv. “Speedy”, submetidos a seis formas de acondicionamento, por 28 dias.

Fonte: Ferreira (2017).

As elevadas perdas de massa verificadas na amostra controle decorreram da perda d’água dos quiabos para a atmosfera durante o período que permaneceram na câmara de armazenamento. Isto ocorre porque a pressão do vapor d’água dos frutos é maior que a pressão do vapor d’água do ar da câmara, resultando em um deficit de vapor d’água dos quiabos, o qual migra de uma maior pressão para a menor pressão, ocasionando a perda de massa do produto (KADER, 2002).

Em frutos de quiabo armazenados sem embalagem em temperatura de 9 ± 1 °C e 90 ± 5 % U.R., foi observado que no quarto dia de armazenamento os frutos apresentaram perda de massa de 21,16 %, valor próximo ao obtido no tratamento controle no sétimo dia de avaliação (36,1 %) (SANCHES et al., 2012).

Em relação ao PVC, a maior percentagem de perda de massa obtida quando comparado ao PEBD, está associada a sua taxa de permeabilidade ao vapor d’ água (TPVA) do PVC (SARANTÓUPOLOS, 1998).

A taxa de permeabilidade é utilizada para medir a característica de barreira à umidade das embalagens, ela é definida como a quantidade de água que passa através da

embalagem por unidade de tempo (OLIVEIRA & QUEIROZ, 2008). Quanto menor for o TPVA da embalagem, menor será o deficit de pressão de vapor d'água e maior será a umidade relativa no interior da embalagem, reduzindo a taxa de transpiração do produto (CHITARRA & CHITARRA, 2005). O PVC apresenta maior taxa de permeabilidade (OLIVEIRA & SANTOS, 2015) que o PEBD (ITAL, 1996), por isso os frutos acondicionados em policloreto de vinila (PVC) tendem a ter maior perda de água e conseqüentemente maior perda de massa.

Miranda (2016) avaliando conservação de quiabos colhidos em duas épocas e acondicionados em diferentes temperaturas e embalagens (filme de polietileno de baixa densidade de 10 micras e bandeja revestida com PVC) durante 12 dias, também verificou nos 12 dias de avaliação percentagem de perda de massa fresca superior nos frutos armazenados em bandejas revestidas com PVC, independente das épocas de colheita.

Os menores valores para percentagem de perda da massa fresca foram observados nos tratamentos com PEBD de 10, 20, 30 e 40 μm (micras) de espessura, o que demonstra o potencial de conservação do PEBD no armazenamento de hortaliças (Figura 1).

A eficiência da embalagem de PEBD no controle da perda de massa justifica-se pela formação de um micro ambiente saturado de umidade no interior da embalagem, resultante da menor taxa de transmissão de vapor d'água (SANCHES et al., 2011).

Neres et al. (2004), da mesma forma, observaram a eficiência do filme plástico PEBD no controle da perda de massa de frutos de jiló [*Solanum gilo* Raddi] submetidos à três temperaturas ao longo de 15 dias de armazenamento.

5.1.2 Aparência visual

Para a análise de aparência visual, foi possível observar a tendência ao desenvolvimento de manchas de descoloração em todas as amostras conforme o tempo de armazenamento (Figura 2).

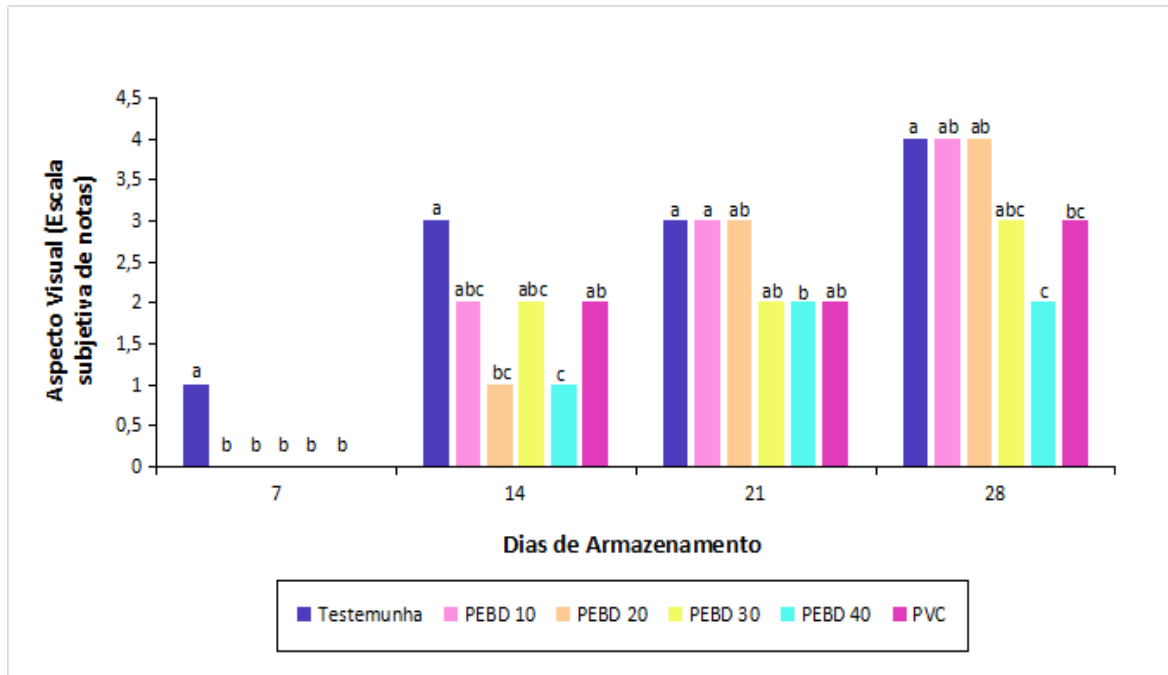


Figura 2 - Evolução do aspecto visual, em quiabos cv. “Speedy”, submetidos a seis formas de acondicionamento, por 28 dias.

Fonte: Ferreira (2017).

O tratamento controle diferiu estatisticamente dos frutos embalados em PEBD e PVC aos 7 dias de avaliação, obtendo nota superior na escala visual, igual a 1, ou seja, levemente escurecidos.

Esta maior incidência de manchas de descoloração na testemunha pode estar relacionada ao “chilling”, que se deu em decorrência do tempo de exposição dos quiabos sem embalagens a baixas temperaturas ($10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$).

De acordo com Wills et al. (1981), a injúria pelo frio (chilling) geralmente ocorre entre 5°C e 12°C , causando sintomas de degeneração nos tecidos. Externamente estes sintomas podem se manifestar através do surgimento de manchas, e/ou pontuações marrons ou pretas, descoloração, amarelecimento, além de amolecimento dos tecidos (MORRIS, 1982). Em quiabo, os sintomas costumam se manifestar por pontuações ou manchas escuras distribuídas na superfície do fruto (DELLA-JUSTINA, 1998).

Aos 14 dias de avaliação verificou-se que não houve diferença significativa entre as

amostras testemunha, PVC e PEBD de 10 e 30 μm de espessura. Entretanto, pode-se notar que os tratamentos utilizando PEBD não diferiram entre si apresentando os melhores resultados para aparência visual (Figura 2). Nesse período, os frutos submetidos a amostra controle se apresentavam murchos e enrugados em função de sua acentuada desidratação, não estando aptos para a comercialização. Na ocasião, os frutos acondicionados em PVC, também apresentavam-se um pouco murchos, porém em menor intensidade quando comparados à testemunha.

Da mesma forma observou-se após 12 dias, qualidade visual inferior em frutos de quiabos sem revestimento armazenados em temperatura de $11^{\circ} \pm 1\text{C}$, estando impróprios para comercialização (BAXTER & WATERS, 1990).

Aos 21 dias de armazenamento não houve diferença significativa entre a testemunha, PEBD de 10, 20 e 30 micras e o PVC. Também, observa-se que o PVC e PEBD de 20, 30 e 40 micras, não diferiram estatisticamente, apresentando os melhores escores de aparência visual (igual a 2) para este período de avaliação.

No vigésimo oitavo dia, os frutos acondicionados em PVC, e PEBD de 30 e 40 μm de espessura exibiam melhor aparência, expressando notas entre 2 e 3 da escala visual. Embora não tenha diferido estatisticamente, o PEBD de 40 μm de espessura conservou melhor aspecto visual ao longo do armazenamento.

Este resultado está de acordo com a afirmação de Silva et al. (2000) de que o acondicionamento de hortaliças como o pimentão e o quiabo em filmes de polietileno e PVC reduz o aparecimento de sintomas causados por frio.

5.1.3 Incidência de podridões

Para a variável incidência de podridões, verificou-se que até aos 14 dias de armazenamento não se observou podridões e micélio visível em nenhum fruto das amostras.

A partir do vigésimo primeiro dia, foi possível observar podridões e micélio visível

nos frutos submetidos ao tratamento testemunha, PVC, PEBD de 10 e 20 micras. Destes, os frutos acondicionados com PEBD de 10 e 20 micras apresentavam incidência de podridão mais acentuada, quando comparados aos demais tratamentos (Foto 2).

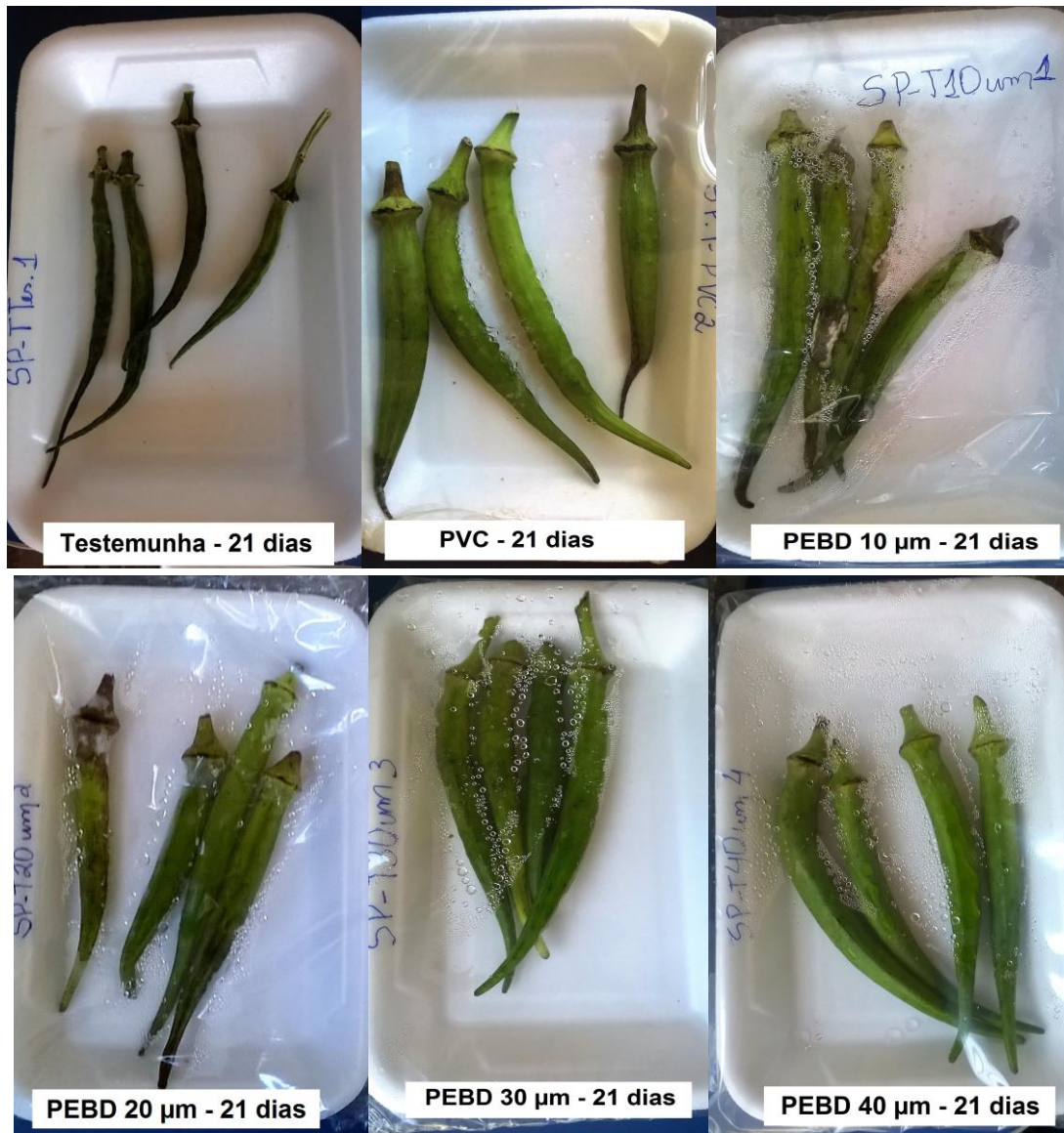


Foto 2 - Incidência de podridões e micélio visível aos 21 dias, em frutos de quiabos cv. “Speedy”, submetidos a seis formas de acondicionamento.

Fonte: Ferreira (2017).

Ao final do período de avaliação (28 dias), todas as amostras apresentavam incidência de podridões e micélio visível nos frutos, com exceção do PEBD de 30 micras.

Neste período os frutos submetidos aos tratamentos de 10 e 20 micras também obtiveram maior presença de podridões (Foto 3).



Foto 3 - Incidência de podridões e micélio visível aos 28 dias, em frutos de quiabos cv. “Speedy”, submetidos a seis formas de acondicionamento.

Fonte: Ferreira (2017).

Para os frutos acondicionados em PEBD de 10 e 20 micras, a incidência acentuada de podridões está associada a alta umidade presente dentro da embalagem, que favorece o crescimento de fungos (BARROS et al., 1994). Este resultado ainda pode ser decorrente da

espessura do filme que não alterou o suficiente a composição gasosa, não permitindo a redução dos níveis de oxigênio e o acúmulo de altas concentrações de dióxido de carbono que pudessem atuar na redução de podridões.

Entre as diferentes espessuras de PEBD, a de 30 micras foi a que permitiu significativa redução de frutos podres até aos 28 dias de armazenamento, por concentrar mais dióxido de carbono no interior da embalagem.

Sanches et al. (2009), também observaram aparência excelente em brócolis acondicionados em PEBD de 30 μm a $5 \pm 1^\circ \text{C}$ e $90 \pm 5 \% \text{U.R.}$ até o 11º dia de armazenamento, porém a partir do 18º dia relataram incidência de podridões nos frutos.

5.1.4 Coloração

Em todos os tratamentos, os quiabos apresentaram valores médios para L^* (Luminosidade) entre 52 à 39, o que sugere coloração relativamente escura, visto que quanto mais L^* se aproximar de 100, mais claro é o tom da cor, em contrapartida quanto mais próximo de zero mais escuro é a tonalidade dos frutos (SILVA et al., 2011).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para o fator luminosidade até o décimo quarto dia de armazenamento.

Aos 21 dias de avaliação, os quiabos submetidos ao tratamento controle diferiram estatisticamente dos tratamentos com PEBD, revelando menores médias de L^* , indicando escurecimento do produto (Tabela 1).

Apesar das amostras apresentarem oscilações em seus valores, é possível observar, comparando-se o dia inicial ao vigésimo oitavo dia, a redução das médias de luminosidade. Esta redução é um indicativo de que houve escurecimento dos frutos.

Da mesma forma, em um estudo realizado por Adom et al. (1996), com o armazenamento de quiabos acondicionados em embalagens de polietileno, em condição ambiente, observaram redução do valor de L^* no decorrer do tempo.

Os frutos obtiveram valores de coordenada cromática a^* entre - 16,8 à - 6,6, revelando coloração verde. Enquanto que, a coordenada b^* , que varia do azul (- b) ou amarelo (+ b), obteve valores entre + 32,1 à + 21,4, revelando coloração levemente amarela (Tabela 1).

Não houve diferença significativa entre as amostras para a coordenada cromática a^* . Apesar desta resposta, verificou-se com a evolução do período de armazenamento o aumento do valor de a^* para todos os tratamentos, indicando a perda da coloração verde.

A perda da cor verde é decorrente da decomposição estrutural da clorofila, em virtude de vários fatores que atuam isoladamente ou em conjunto (CHITARRA & CHITARRA, 2005). Entre eles: as mudanças de pH; onde há acúmulo de ácidos orgânicos e outros compostos nos vacúolos, ativação da enzima clorofilase e a presença de sistemas oxidantes (BLEINROTH et al., 1992).

O aumento de a^* foi da ordem de - 17,0 à - 11,5 para a testemunha, -16,7 à - 6,6 para PEBD de 10 μm de espessura, - 16,4 à -9,6 para PEBD de 20 μm de espessura, - 16,6 à - 14,4 para PEBD de 30 μm de espessura, - 16,5 à - 15,8 para PEBD de 40 μm de espessura e - 16,6 à -15,1 para PVC.

Da mesma forma, Dhall et al. (2012) avaliando quiabos em condições de refrigeração também constataram o aumento do valor da coordenada cromática a^* de - 15,6 à - 9,8, durante 9 dias.

Para a coordenada cromática b^* foi observado redução de b^* nos frutos com o decorrer dos dias de avaliação, sendo de + 27,4 à + 23,1 para PEBD de 10 μm de espessura, + 28,8 à + 23,3 para PEBD de 20 μm de espessura e + 27,7 à + 23,7 para PVC. Esta redução indica uma diminuição na intensidade da cor amarela dos frutos.

Nesta coordenada verificou-se diferença significativa aos 21 dias de armazenamento, no qual o PEBD de 30 μm de espessura diferiu estatisticamente do tratamento PVC, apresentando o maior resultado de coordenada cromática b^* , que foi de 32,0, enquanto que a do PVC foi de 21,4.

A elevação de a^* , juntamente com a diminuição de b^* , aponta a tendência à cor cinza do fruto (OLIVEIRA et al., 2012).

Através destes dados observou-se que houve uma mudança de coloração nos frutos

submetidos aos diferentes tratamentos, sendo esta mudança mais acentuada aos 21 dias no tratamento controle, para luminosidade, e no PVC para coordenada cromática b*.

A menor alteração na coloração dos frutos armazenados com PEBD, é decorrente da atmosfera modificada. A atmosfera modificada reduz os teores de oxigênio normais em relação à atmosfera convencional e aumenta a concentração de dióxido de carbono até níveis toleráveis, o que reduz a produção e a ação do etileno e, conseqüentemente, a respiração (SILVA et al., 2000). Logo, com a menor ação do etileno não há aumento de enzimas que causam a degradação da clorofila e a síntese de outros pigmentos, não havendo, portanto grandes mudanças na coloração dos frutos (CALBO et al., 2007).

Tabela 1- Coloração de quiabos submetidos a seis formas de acondicionamento (Testemunha, PVC, PEBD de 10, 20, 30 e 40 µm de espessura) por 28 dias. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2017.

| Dias de Armazenamento | | | | | | |
|------------------------------|------------------------|-----------|----------|----------------|-----------|----------|
| Tratamentos | 0 dia (Inicial) | | | 7 dias | | |
| | L* | a | b | L | a | b |
| Testemunha | 47,2 ns | - 17,0 ns | 26,9 ns | 43,5 ns | - 13,9 ns | 24,5 ns |
| PEBD 10 micras | 48,9 | - 16,7 | 27,4 | 47,0 | - 16,8 | 30,5 |
| PEBD 20 micras | 51,9 | - 16,4 | 28,8 | 43,2 | - 15,7 | 27,9 |
| PEBD 30 micras | 48,7 | - 16,6 | 26,6 | 46,1 | - 16,1 | 29,7 |
| PEBD 40 micras | 50,2 | - 16,5 | 28,9 | 47,9 | - 16,4 | 30,6 |
| PVC | 44,3 | - 16,6 | 27,7 | 46,8 | - 16,2 | 27,9 |
| Média | 48,5 | -16,6 | 27,7 | 45,8 | -15,9 | 28,5 |
| CV | 7,68 | 4,81 | 10,2 | 10,08 | 11,76 | 12,42 |
| Tratamentos | 14 dias | | | 21 dias | | |
| | L | a | b | L | a | b |
| Testemunha | 43,7 ns | - 12,4 ns | 25,4 ns | 39,4 b | - 9,5 ns | 26,5 ab |
| PEBD 10 micras | 47,1 | - 15,3 | 29,5 | 51,1 a | - 13,9 | 29,5 ab |
| PEBD 20 micras | 45,2 | - 12,9 | 25,6 | 49,4 a | - 13,1 | 28,5 ab |
| PEBD 30 micras | 48,9 | - 15,9 | 30,1 | 53,0 a | - 15,6 | 32,0 a |
| PEBD 40 micras | 49,2 | - 16,3 | 29,9 | 48,1 a | - 14,1 | 28,7 ab |
| PVC | 52,3 | - 16,7 | 31,7 | 47,7 ab | - 8,9 | 21,4 b |
| Média | 47,7 | -14,9 | 28,7 | 48,1 | -12,5 | 27,8 |

continua...

| CV | 10,64 | 18,07 | 13,62 | 7,94 | 29,8 | 17,05 |
|----------------|---------|-----------|---------|------|------|-------|
| 28 dias | | | | | | |
| Tratamentos | L | a | b | | | |
| Testemunha | 42,0 ns | - 11,5 ns | 28,9 ns | | | |
| PEBD 10 micras | 37,8 | - 6,6 | 23,1 | | | |
| PEBD 20 micras | 45,0 | - 9,0 | 23,3 | | | |
| PEBD 30 micras | 48,0 | - 14,4 | 27,9 | | | |
| PEBD 40 micras | 48,0 | - 15,8 | 30,0 | | | |
| PVC | 49,0 | - 15,1 | 23,7 | | | |
| Média | 45,0 | -12,1 | 26,2 | | | |
| C.V. | 16,06 | 34,03 | 23,45 | | | |

L*- Luminosidade; a - Coordenada Cromática a; b - Coordenada Cromática b; ns - não significativo.

Para cada tratamento, médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Ferreira (2017).

5.1.5 Teor de sólidos solúveis (SS)

Com relação à análise de teor de sólidos solúveis, verificou-se que a partir do sétimo dia de avaliação ocorreram aumentos graduais partindo de 8,41 °Brix e 7,91 °Brix nos tratamentos controle e PVC, que se estenderam até o final do experimento (28 dias), atingindo no vigésimo oitavo dia teores médios de 15,1 °Brix e 10,9 °Brix, respectivamente (Figura 3).

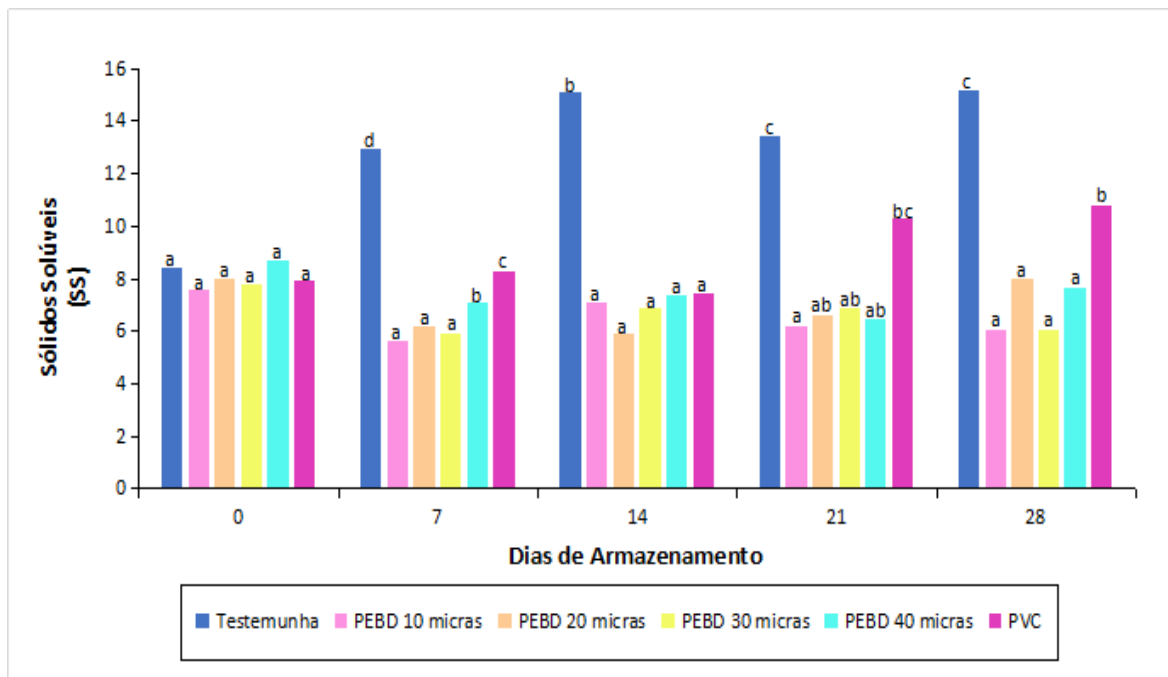


Figura 3 - Evolução de sólidos solúveis (SS), em quiabos cv. “Speedy”, submetidos a seis formas de acondicionamento, por 28 dias.

Fonte: Ferreira (2017).

O aumento de sólidos solúveis (SS) nas amostras está relacionado ao avanço dos processos de maturação dos frutos (SANTOS et al., 2003). Durante o amadurecimento ocorre a elevação dos teores de SS em decorrência da transformação dos polissacarídeos insolúveis em açúcares solúveis (CHITARRA & CHITARRA, 2005). A elevação desses tratamentos também pode estar associada a maior perda de água pelos frutos, uma vez que a perda de água propicia a concentração da polpa, aumentando os sólidos solúveis (MORETTI & PINELI, 2005).

Este resultado concorda com Brunini et al. (2004), que observou um aumento gradual de sólidos solúveis nos quiabos acondicionados em PVC e armazenados em temperaturas de $12 \pm 1^\circ \text{C}$, durante 9 dias.

Por outro lado, os teores de sólidos solúveis mantiveram-se menores durante o experimento, nos frutos embalados em PEBD de 10, 20, 30 e 40 μm , o que demonstra a capacidade de contenção do aumento de SS por estes filmes. Esta capacidade de contenção do aumento de SS pode estar relacionada ao TPVA do PEBD, que promove a redução da perda

de água dos frutos, evitando a concentração da polpa, bem como, a redução do metabolismo respiratório dos frutos pela diminuição de oxigênio e aumento de dióxido de carbono no interior das embalagens.

5.1.6 pH

Aos 7 dias de armazenamento houve diferença significativa entre o tratamento PEBD de 20 micras e os demais tratamentos, com exceção do PEBD de 30 micras, em que os frutos acondicionados em PEBD de 20 μm de espessura apresentaram valores de pH superior (Tabela 2).

Tabela 2 - pH de quiabos submetidos a seis formas de acondicionamento (Testemunha, PVC, PEBD de 10, 20, 30 e 40 μm de espessura) por 28 dias. UTFPR, Dois Vizinhos - PR, 2017.

| | Dias de Armazenamento | | | | |
|----------------|-----------------------|--------|---------|---------|---------|
| | 0 (Inicial) | 7 dias | 14 dias | 21 dias | 28 dias |
| Tratamentos | | | | | |
| Testemunha | 6,9 b | 6,6 ab | 6,7 ns | 6,6 a | 6,8 b |
| PEBD 10 micras | 6,5 a | 6,5 a | 6,7 | 6,7 ab | 5,9 a |
| PEBD 20 micras | 6,4 a | 6,7 c | 6,7 | 6,7 ab | 6,5 b |
| PEBD 30 micras | 6,6 ab | 6,6 bc | 6,7 | 6,6 a | 6,5 b |
| PEBD 40 micras | 6,4 a | 6,5 ab | 6,7 | 6,7 ab | 6,4 b |
| PVC | 6,5 a | 6,6 ab | 6,7 | 7,0 b | 5,8 a |
| Média | 6,55 | 6,58 | 6,70 | 6,71 | 6,32 |
| C.V. | 1,37 | 0,72 | 0,62 | 1,79 | 2,33 |

ns - não significativo.

Para cada tratamento, médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Ferreira (2017).

Aos 14 dias, os tratamentos não diferiram entre si. Para o vigésimo primeiro dia, a amostra PVC diferiu estatisticamente do tratamento testemunha e PEBD de 30 micras, com maior média de pH.

Ao final do período de avaliação (28 dias), os frutos submetidos ao tratamento testemunha, PEBD de 20, 30 e 40 μm de espessura, diferiram significativamente do PVC e do PEBD de 10 micras, obtendo maiores valores de pH.

Para pH, observa-se que apesar dos tratamentos terem apresentado diferença significativa para cada dia de avaliação, os valores praticamente não mudaram entre os tratamentos, permanecendo entre 5,9 a 7,0, indicando a contenção no amadurecimento dos frutos (Tabela 2).

Ao comparar o valor inicial e final do pH, pode-se perceber uma pequena redução da ordem de 0,03 para a testemunha, 0,53 em PEBD de 10 micras, 0,1 para PEBD de 30 micras e 0,67 para PVC.

De maneira geral, as médias obtidas nas avaliações do pH, são semelhantes as encontrados por Moreira et al. (2006), em quiabos armazenados a temperatura de 10° C, durante 10 dias.

5.2 CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS EM DIFERENTES ESPESSURAS DE PEBD

5.2.1 Perda de massa fresca

O tratamento testemunha apresentou ajuste quadrático para perda de massa fresca, com valor médio de 81,3 % aos 28 dias de armazenamento. Neste tratamento a perda de massa foi crescente até o final do experimento, verificando-se aumento de 45 % da perda de massa dos 7 aos 28 dias de armazenamento (Figura 4). Nos frutos submetidos ao tratamento testemunha, a perda de massa esta relacionada a maior diferença entre a pressão de vapor de

água interna dos frutos e da atmosfera circundante. De acordo com Chitarra & Chitarra (1990), a umidade relativa da atmosfera interna das hortaliças é de pelo menos 99 %, enquanto a umidade relativa da atmosfera circundante externa é sempre menor. Nas hortaliças quanto maior for esta diferença, maior será a perda de água.

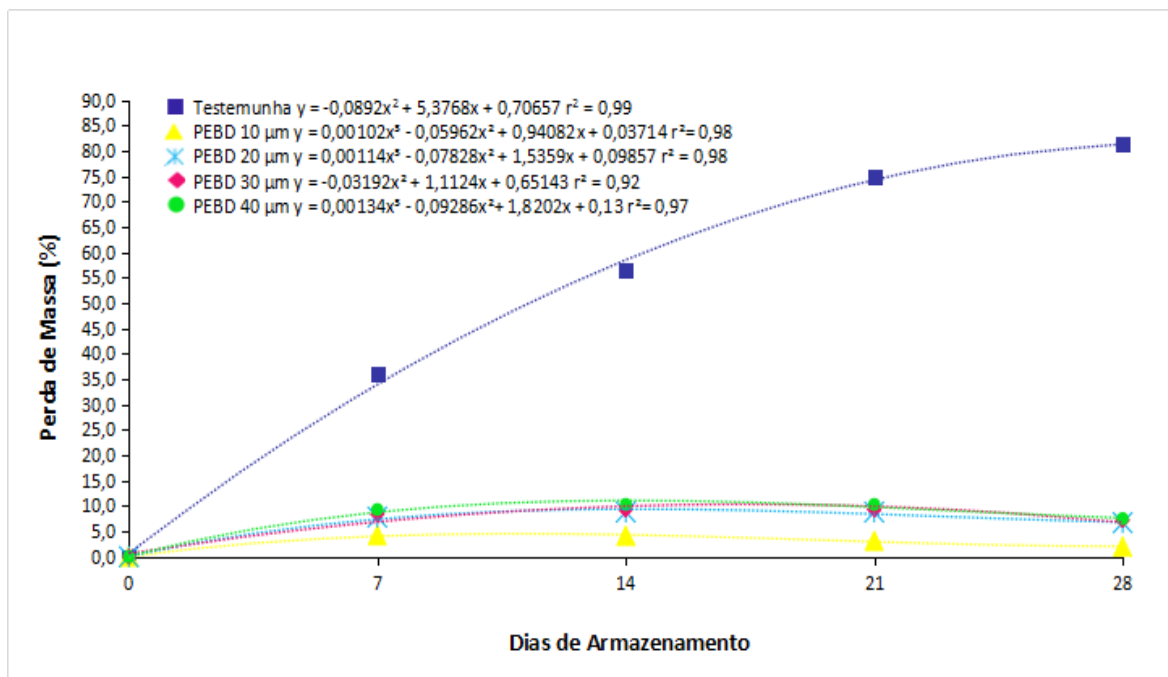


Figura 4 - Evolução da perda da massa fresca (%), em quiabos cv. “Speedy”, submetidos a cinco formas de acondicionamento, por 28 dias.

Fonte: Ferreira (2017).

Para os quiabos acondicionados em filme plástico PEBD observou-se menor perda de massa quando comparados ao tratamento testemunha, justificado pela atmosfera modificada, e diferença significativa entre as espessuras.

A perda de massa ao longo dos dias de avaliação foi influenciada pelas diferentes espessuras de PEBD, com ajuste cúbico para o PEBD de 10, 20 e 40 micras e quadrático para o PEBD de 30 micras (Figura 4). Nos tratamentos com PEBD de 10, 30 e 40 micras, a perda de massa aumentou dos 7 aos 14 dias, estabilizando-se dos 14 aos 21 dias e reduzindo a partir do vigésimo primeiro dia. Para o PEBD de 20 micras a perda de massa foi reduzida ao longo

do período de avaliação, com valor médio de 2,0 % aos 28 dias de armazenamento (Figura 4). Este tratamento diferiu estatisticamente dos demais, expressando menores perdas de massa.

Semelhantemente, Miranda (2016) trabalhando com conservação de quiabos colhidos em duas épocas e acondicionados em diferentes temperaturas e embalagens, verificou menor percentagem de perda da massa fresca para os frutos acondicionados em polietileno de 10 micras, durante 12 dias, com valor médio de 2,6 % na primeira época e 2,4 % na segunda época .

5.2.2 Aparência visual

Para a variável aparência visual, foi observado efeito significativo dos filmes plásticos, com comportamento quadrático crescente para o filme plástico PEBD de 20 micras e 40 micras e cúbico para os filmes plásticos de 10 e 30 micras, durante o armazenamento.

Aos 7 dias de armazenamento verificou-se que os frutos acondicionados em PEBD de 10, 20, 30 e 40 μm diferiram estatisticamente do tratamento testemunha apresentando notas inferiores na escala visual (0). Para o décimo quarto dia, a testemunha apresentou a maior nota na escala visual (3). Neste período as amostras PEBD de 20 e 40 micras demonstraram menor incidência de manchas de descoloração que as demais espessuras, obtendo nota 1. O fato da testemunha ter obtido menores notas até aos 14 dias, está associado a exposição dos frutos a baixas temperaturas, resultando na ocorrência de injúrias causadas pelo frio.

Aos 21 dias os tratamentos PEBD de 30 e 40 μm diferiram significativamente das demais micras, o que sugere que os mesmos possuem até aos 21 dias de armazenamento boa aparência para a comercialização, com notas iguais a 2 (Figura 5). Neste período, os frutos de quiabo revestidos em PEBD de 10 e 20 micras, obtiveram as menores notas por estarem enegrecidos, em decorrência da acentuada presença de podridões nos mesmos.

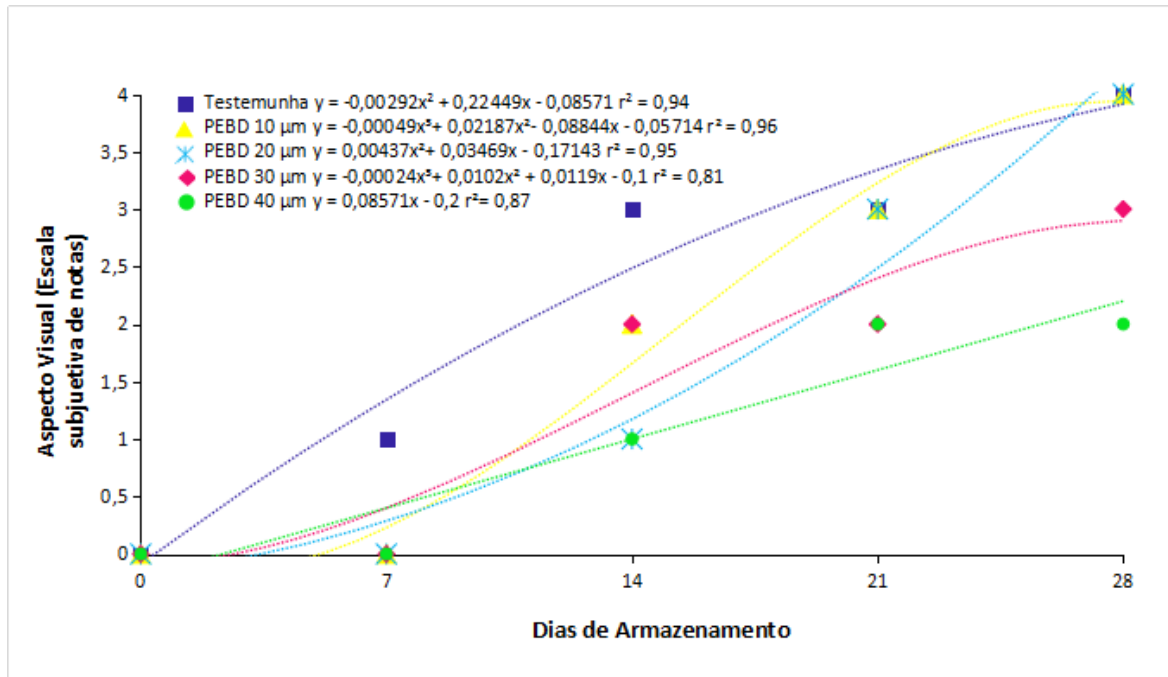


Figura 5 - Evolução do aspecto visual, em quiabos cv. “Speedy”, submetidos a cinco formas de acondicionamento, por 28 dias.

Fonte: Ferreira (2017).

No vigésimo oitavo dia as amostras PEBD de 30 e 40 micras, apresentaram notas inferiores na escala visual com notas de 3 (PEBD 30 micras) e 2 (PEBD 40 micras). Estes resultados são confirmados por Sarantópolos & Soler (1989), que relatam os efeitos positivos de embalagens plásticas no armazenamento de produtos hortícolas, através da criação de uma barreira de proteção que separa o produto do contato direto com o meio, preservando assim a integridade física dos mesmos.

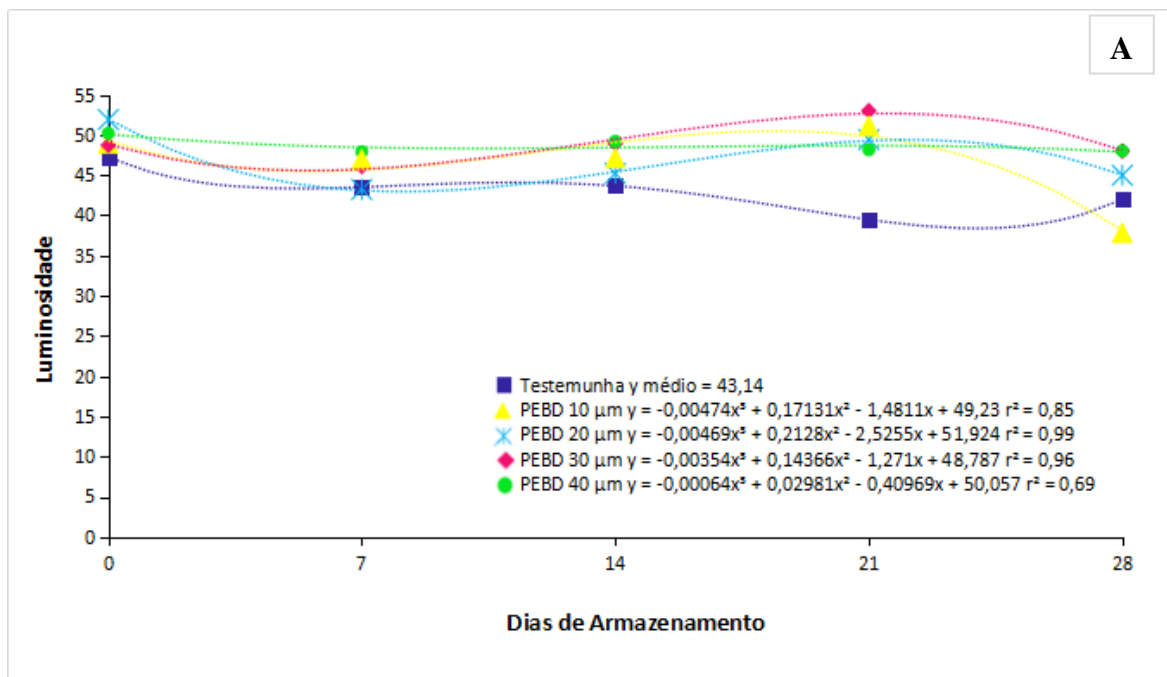
5.2.3 Coloração

Os período de armazenamento não influenciou na luminosidade nos diferentes filmes. Para esta variável os PEBD's de 10, 20, 30 e 40 micras apresentaram ajuste cúbico (Figura

6A). Aos 28 dias de avaliação observou-se que os tratamentos testemunha e PEBD de 10 e 20 micras obtiveram menores médias de luminosidade, indicando tonalidade mais escura nos frutos.

Para coordenada cromática a^* o PEBD de 10 e 30 micras tiveram ajuste quadrático, e cúbico para a testemunha, PEBD de 20 e 40 micras. No vigésimo oitavo dia de armazenamento os tratamentos testemunha e PEBD de 10 e 20 micras de espessura apresentaram maiores valores de coordenada cromática a^* (Figura 6B).

A coordenada cromática b^* , não foi influenciada pelos dias de armazenamento nos diferentes filmes, apresentando ajuste quadrático para a amostra testemunha e cúbico para as espessuras de PEBD. Ao final do experimento (28 dias), observou-se médias inferiores de coordenada cromática b^* para os frutos acondicionados em PEBD de 10 e 20 micras, sugerindo menor intensidade da cor amarela nos frutos (Figura 6C).



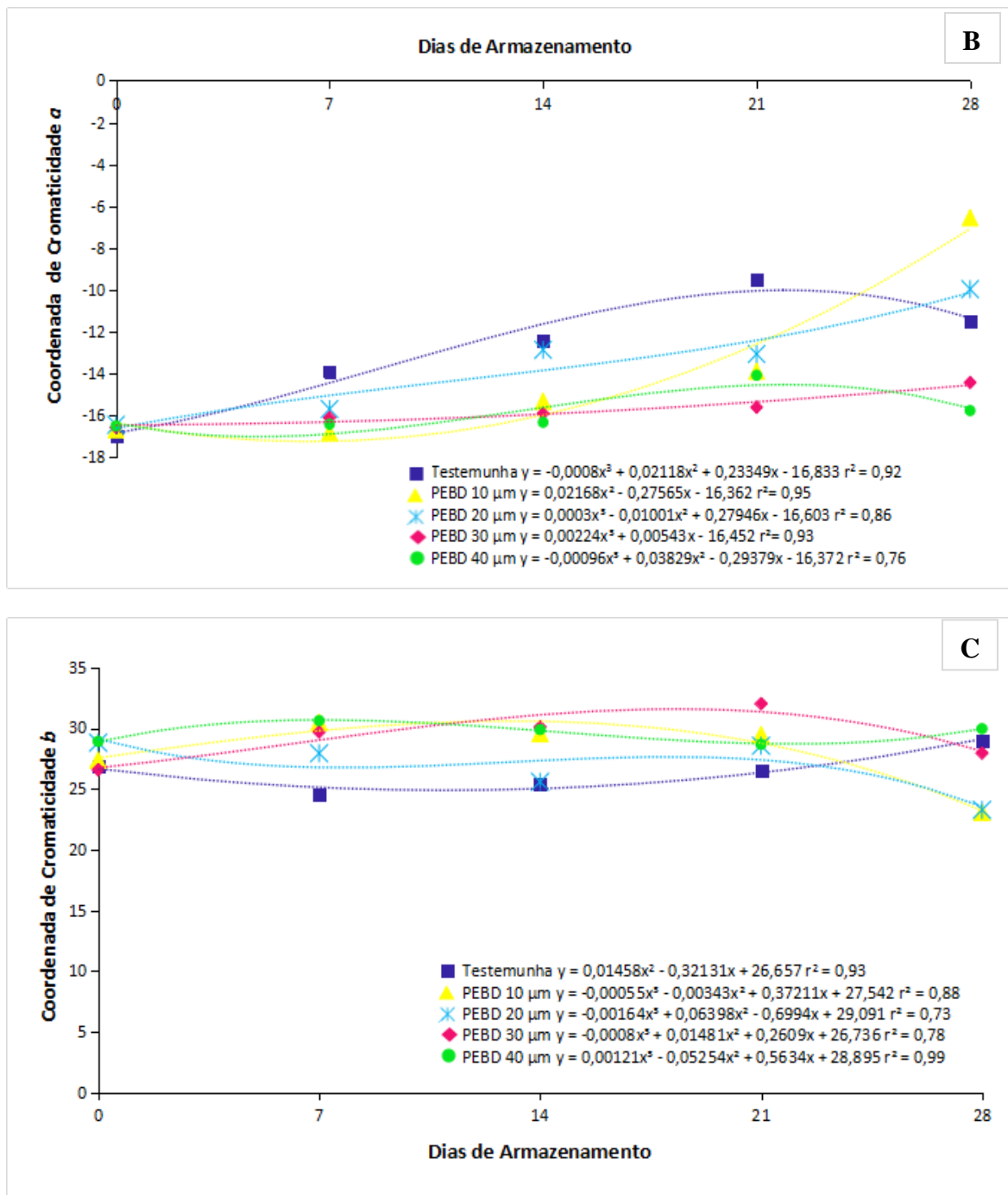


Figura 6 - Luminosidade (A), Coordenada Cromática a* (B), Coordenada Cromática b* (C) em frutos de quiabos cv. “Speedy”, submetidos a cinco formas de acondicionamento.

Fonte: Ferreira (2017).

Para luminosidade, coordenada cromática a* e coordenada cromática b*, os tratamentos PEBD de 30 e 40 micras expressaram os melhores resultados ao final da

avaliação (28 dias) quando comparados aos demais tratamentos, estando portanto em fase menos acentuada de maturação.

Os menores valores de luminosidade e coordenada cromática b^* e as maiores médias de coordenada cromática a^* , obtidas pelas amostras PEBD de 10 e 20 micras aos 28 dias, pode estar relacionada a elevada presença de podridões nos frutos armazenados nestas embalagens.

No quiabo, apesar de ser uma hortaliça não-climatérica (MOTA et al., 2006), ocorre após a colheita uma elevada taxa respiratória (SCHEER, 1994), que resulta no amadurecimento dos frutos e, conseqüentemente, na mudança da coloração dos mesmos.

5.2.4 Teor de sólidos solúveis (SS)

Para o teor de sólidos solúveis, o PEBD de 20 micras apresentou ajuste quadrático e cúbico para testemunha e os PEBD's de 10, 30 e 40 micras. Ao longo da avaliação verificou-se que o tratamento testemunha diferiu estatisticamente dos tratamentos com PEBD, expressando teores de sólidos solúveis superiores com valor médio de 15,1 °Brix aos 28 dias de armazenamento (Figura 7).

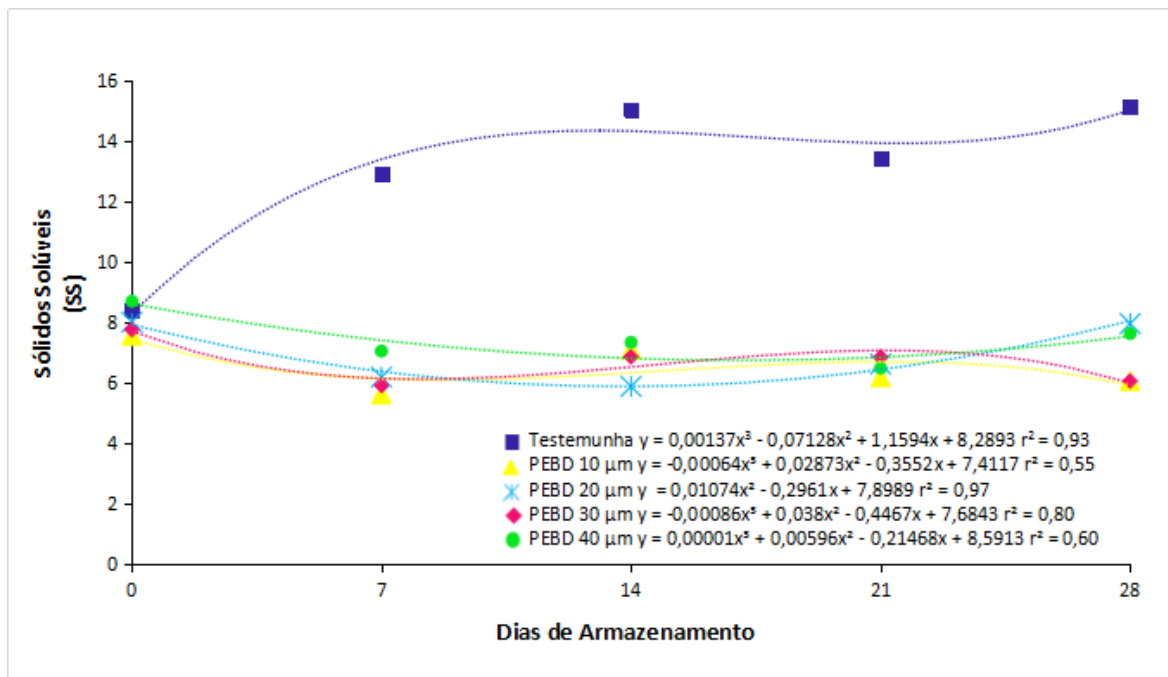


Figura 7 - Evolução de sólidos solúveis (SS), em quiabos cv. “Speedy”, submetidos a cinco formas de acondicionamento, por 28 dias.

Fonte: Ferreira (2017).

Nas amostras com PEBD, os valores de sólidos solúveis oscilaram entre 8,7 a 6,0 °Brix até o vigésimo primeiro dia de avaliação. Estas oscilações de valores podem ser atribuídas a utilização de frutos diferentes para a análise de SS em cada período de avaliação. A partir do vigésimo primeiro dia houve um aumento para a espessura de 10 e 40 µm e uma redução para a espessura de 20 e 30 µm (Figura 7).

A diferença do teor de sólidos solúveis observadas entre a amostra testemunha e os frutos armazenados em PEBD, é justificada pela atmosfera modificada que age inibindo o processo respiratório provocando um retardamento no avanço da maturação dos produtos (CHITARRA & CHITARRA, 1990) e conseqüentemente no consumo de sólidos solúveis, principais substratos da respiração (NASCIMENTO et al., 2013).

5.2.5 pH

Verificou-se ajuste quadrático para a amostra PEBD de 30 μm e cúbico para as amostras testemunha e PEBD's de 10, 20 e 40 μm de espessura (Figura 8).

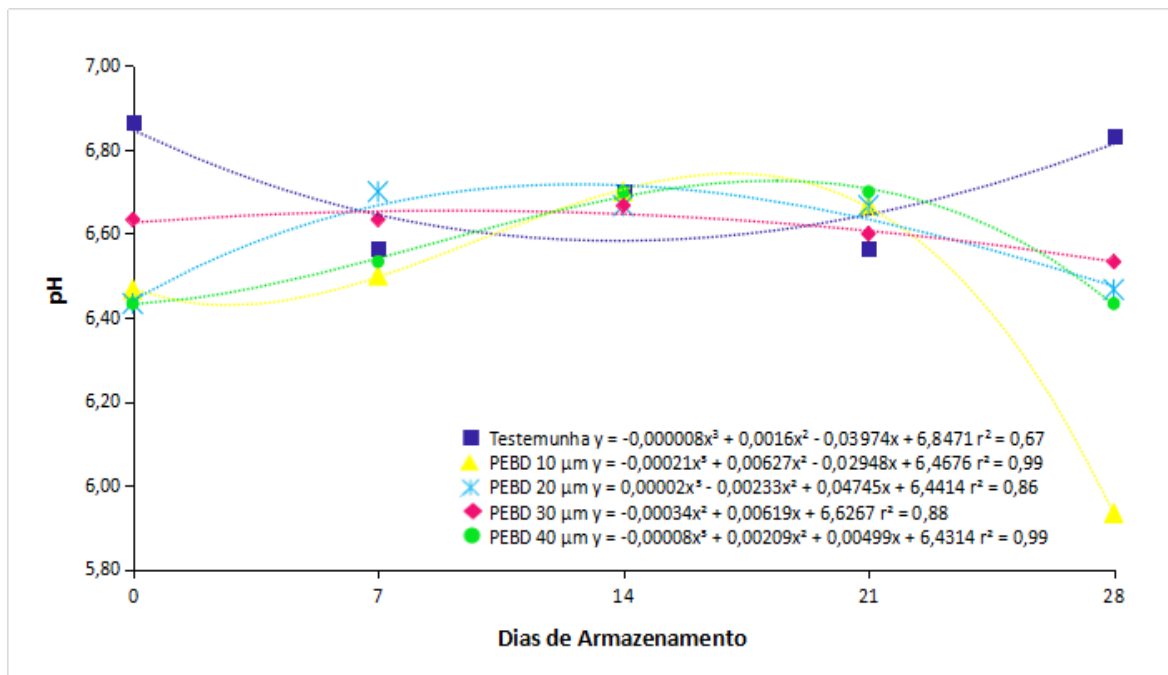


Figura 8 - Evolução do pH, em quiabos cv. "Speedy", submetidos a cinco formas de acondicionamento, por 28 dias.

Fonte: Ferreira (2017).

Até aos 21 dias de armazenamento observou-se oscilações dos valores de pH, com médias entre 6,9 a 6,6. Houve diferença significativa entre as amostras no 28º dia, onde o tratamento controle obteve média de pH superior as espessuras de PEBD, demonstrando que os frutos submetidos a este tratamento estavam em um estágio mais avançado de maturação. Aos 28 dias a espessura de PEBD de 20 micras apresentou menor média para pH.

De acordo com Munhoz (2002), o aumento do pH está relacionado com o amadurecimento de frutos, ou seja, a elevação do pH é observada em frutos que estão com a maturação mais avançada.

CONCLUSÕES

Os frutos de quiabo acondicionados em filmes plásticos de PEBD (10, 20, 30 e 40 micras de espessura), apresentaram menor perda de massa fresca, contenção do aumento de sólidos solúveis e menor mudança de coloração até os 21 dias de armazenamento.

Os frutos armazenados em filme de PEBD de 30 micras apresentaram menor incidência de podridões, melhor aparência, menores alterações de coloração e contenção no aumento do teor de sólidos solúveis, sendo esse o mais indicado para o armazenamento de frutos de quiabos em condição de refrigeração até 21 dias.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADOM, K. K. et al. Solar drying of okra - effects of selected package materials on storage stability. **Food Research International**, v.29, n.7, p. 589-593, 1996.

AGUIAR, F., M. **Resistência de acessos de quiabeiro a murcha-de-fusário**. 2011. 56 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2011.

ARAÚJO, J. L. **Propriedades termofísicas da polpa do cupuaçu**. 2001. 85 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, 2001.

ASSIS, J. S. de. Fisiologia pós-colheita de hortaliças. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., Petrolina. **Anais...**Petrolina: Embrapa Semi-Arido/SOB, 1999.

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

BARROS, J.C. da S. M. de. et al. Condições de conservação pós-colheita de frutos de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Sci. Agric.**, Piracicaba, v.51, n.2, p. 363-368, 1994.

BAXTER, L., & WATERS, L. Chemical changes in okra stored in air and controlled atmosphere. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, p. 452-454, 1990.

BAZÁN, U. R. A. **Avaliação de germoplasmas de quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) quanto à resistência ao Oídio (*Erysiphe cichoracearum*)**. 2006. 47 f. Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2006.

BERNARDI, J. B. **Instruções para a cultura do quiabeiro**. Campinas: Instituto Agrônômico, 1957.

BLEINROTH, E. W. et al. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 1992. 203 p.

BROEK, R. V. D et al. Controle alternativo de oídio (*Erysiphe cichoracearum*) em quiabeiro (*Hibiscus esculentum*). **Revista Ecosystema**, São Paulo, v.27, n.1, p. 23-26, 2002.

BRUNINI, M. A. et al. Armazenamento de quiabos em diferentes temperaturas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, 2004.

CALBO, A. G. et al. **Respiração de frutas e hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007.

CARNELOSSI, M. A. G. et al. Conservação de folhas de couve minimamente processadas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**. Campina Grande: UFPB, v.4, n.2, p. 149-155, 2002.

CARVALHO, S. P; SILVEIRA, G. S. R. **Cultura do Quiabo**. Disponível em: <<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:pMHxGmC4FYJ:www.atividadederur.al.com.br/artigos/4eaab0f5bb5e0.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 03 Out. 2015.

CAVALINI, F. C. **Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento respiratório de goiabas “Kumagai” e “Pedro Sato”**. 2008. 91 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo - Escolas Superior de Agricultura “Luiz Queiroz”, 2008.

CENTRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA- CEAGESP. **Classificação do Quiabo (*Abelmoschus esculentus* Moench)**. São Paulo: CEAGESP, 2001.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320 p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: FAEPE, 2005.785 p.

COELHO, A. A. **Caracterização física e química dos frutos em função do tamanho e estádios de amadurecimento do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deneger)**. 2008. 126 f. Tese (Mestrado) – Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), 2008.

DELLA-JUSTINA, M. E. **Conservação pós-colheita do quiabo influenciada por idade, dano mecânico, filme de PVC e temperatura.** 1998. 67 f. (Tese de Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

DHALL, R. K. et al. Development of post-harvest protocol of okra for export marketing. **J Food Sci Technol.** v.3, p. 1-4, 2012.

DUZYAMAN, E. Okra: botany and horticulture. **Horticultural Reviews.** New York, v.21, p. 41-72, 1997.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - EMATER. **Sistema de produção para a cultura do quiabo.** Minas Gerais: EMATER - MG, 1982.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. **Teor de sólidos solúveis.** Disponível em:
<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia22/AG01/arvore/AG01_147_24112005115227.html>. Acesso em: 28 Set. 2015.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

FINGER, F. L. et al. Temperature and modified atmosphere affect the quality of okra. **Scientia Agricola,** Piracicaba, v.65, n.4, 2008.

FINGER, F. L.; FRANÇA, C. F. M. Fisiologia e tratamentos pós-colheita em produtos hortícolas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 51. **Anais...** Viçosa: ABH, 2010.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle pós-colheita de água em produtos hortícolas.** Viçosa: UFV, 1997. 29 p.

GALATI, V. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro “Santa Cruz 47”.**

2010, 26 f. Tese (Mestrado) - Jaboticabal: UNESP, 2010.

GALVAO, H. L. **Conservação pós-colheita de quiabo e jiló**. 2009. 136 f. Tese (Programa de pós-graduação em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

GOMES, M. S. O. **Conservação pós-colheita: frutas e hortaliças**. Brasília: Coleção saber, 1996.

GUESDES, P. de. A. **Utilização de biofilme comestível na conservação na conservação pós-colheita de manga, cv. Rosa**. 2007. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2007.

HEATON, J. W.; MARANGONI, A. G. Chlorophyll degradation in processed foods and senescent plant tissues. **Trends in Foods Science & Technology**, Amsterdam, v.7, n.1, 1996.

HORTIBRASIL - INSTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA. **A perda de água das frutas e hortaliças**. Disponível em: <http://hortibrasil.org.br/jnw/index.php?option=com_content&view=article&id=1106:a-perda-de-agua-das-frutas-e-hortalicas&catid=64:frutas-e-hortalicas-frescas&Itemid=82>. Acesso: 30 de Out. 2015.

HUBINGER, S. Z. et al. **Análise preliminar do uso de espectroscopia de infravermelho próximo na quantificação de sólidos solúveis totais em frutas cítricas**. São Carlos: Simpósio Nacional de Instrumentalização Agropecuária, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Agropecuário**. 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso: 03 de Out. 2015.

JORGE, N. **Embalagens para alimentos**. São Paulo: Cultura Acadêmica: Universidade Estadual Paulista, Pró - Reitoria de Graduação, 2013. 194 p.

JORNAL AGRÍCOLA. **A cultura do quiabo**. Disponível em: <<http://www.cpra.pr.gov.br/arquivosFileQuiabo.pdf>>. Acesso em: 20 de Set. 2015.

KADER, A. A. Regulation of fruits physiology by controlled/modified atmosphere. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.398, p. 59-70, 1995.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. Oakland: University of California, Agriculture and Natural Resources, 2002. 535 p.

KIDMOSE, U. et al. Colour stability in vegetables. In: MACDOUGALL, D. B. (Ed.). **Colour in food: Improving quality**. Cambridge: Woodhead publishing, 2002. 179 - 232p.

LEMOS, O. L. **Utilização de biofilmes comestíveis na conservação pós-colheita do pimentão “Magali R”**. 2006. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Bahia, 2006.

MACDOUGALL, D. B. **Colour in food: improving quality**. New York: CRC Press. 2002. 366 p.

MALHEIROS, G. C. **Estudo da alteração da cor e degradação da clorofila durante a armazenagem de erva-mate tipo chimarrão**. 2007. 104 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

MINAMI, K. **Cultura do Quiabeiro**. Piracicaba: ESALQ - USP, 1984. 55 p.

MINAMI, K. et al. **Cultura do quiabeiro: técnicas simples para hortaliça resistente ao calor**. 3 ed. Piracicaba: ESALQ. 1998.

MIRANDA, V. C. **Produtividade e tempo de prateleira do quiabo em função da adubação nitrogenada e época de cultivo**. 2016. 60 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Gurupi, Gurupi, 2016.

MOREIRA, G. C. et al. Avaliação da qualidade de quiabo *in natura*, submetidos a diferentes temperaturas de armazenamento. AB Horticultura. **Anais CBO...**, 2006.

MORETTI, C. L.; PINELI, L. L. O. Chemical and physical quality of eggplant fruits submitted to different postharvest treatments. **Food Science and Technology**, Campinas, v.25, n.2, p. 339-344, 2005.

MORRIS, L. L. Chilling injury of horticultural crops: an overview. **HortScience**, v.17, p. 161-162, 1982.

MOTA, W.F. et al. **Olericultura: melhoramento genético do quiabeiro**. Viçosa:UFV, Departamento de Fitotecnia, 2000. 144 p.

MOTA, W. F. et al. Armazenamento de frutos de quiabo embalados com filme de PVC em condição ambiente. **Hortic. Bras.**, v.24, n.2, p.255-258, 2006.

MOTA, W. F. et al. Conservação e qualidade pós-colheita de quiabo sob diferentes temperaturas e formas de armazenamento. **Hortic. Bras.** v.28, n.1, p.12-18, 2010.

MOURA, A. P. de., GUIMARÃES, J. A. **Manejo de pragas na cultura do quiabo**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 12 p.

MUNHOZ, V. R. de. S. **Destanização do caqui (*Dyospyrus kaki* L.) rama forte**. Campinas, 2002, 184 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade de Campinas, 2002.

NASCIMENTO, I. B. et al. Qualidade pós-colheita de quiabo submetido a diferentes lâminas de água salina. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n.2, p. 88-93, 2013.

NERES, C. R. L. et al. Jilo conservation as a function of storage temperatures and plastic packing. **Bragantia**, v.63, p. 431-438, 2004.

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

OLIVEIRA, G. B. **Desempenho agrônômico de quiabeiro em função da microbiolização das sementes com rizobactérias**. 2011. 70 f. Dissertação (Mestrado). -Universidade Estadual

de Monte Claro, 2011.

OLIVEIRA, E. N. A. de.; SANTOS, D. da. C. **Tecnologia e processamento de frutos e hortaliças**. Natal: Editora IFRN, 2015.

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

PASSOS, F. A. et al. Quiabo [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. In: AGUIAR, A. T. da E et al. **Instruções agrícolas para as principais culturas econômicas**. rev. e atual. Campinas: Instituto Agronômico. 2014. 358-360 p.

PFAFFENBACH, L. B. **Uso de embalagens plásticas na conservação pós-colheita e qualidade de mangas haden 2h, palmer e tommy atkins**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas. 2003.

PINHEIRO, J. B. Et al. **Manejo de nematóides na cultura do quiabeiro**. Brasília: Embrapa Hortaliças. 2013.

RÉGULA, L. M. **Padrões virtuais e tolerâncias colorimétricas no controle instrumental das cores**. Rio de Janeiro: PUC - Rio. 2004. 223 p.

REZENDE, J. B. **Avaliação de perdas de produtos agrícolas em Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1992.

ROBERTSON, G. L. **Food packaging: principles and practice**. New York: Marcel Dekker, Inc. 1993. 676 p.

SANCHES, J. et al. **Qualidade de brócolis minimamente processados provenientes de cultivo orgânico e convencional**. Horticultura Brasileira. v.27, n.2, 2009.

SANCHES, J. et al. Modified atmosphere and refrigeration for the postharvest conservation of 'Fukuhara' loquat. **Bragantia**, v.70, n.2, p. 455-459, 2011.

SANCHES, J. et al. Uso de atmosfera modificada na conservação pós-colheita de quiabos. **Horticultura Brasileira**, v.30, 2012.

SANTOS, A. F. et al. Alterações fisiológicas durante a maturação de pitanga (*Eugenia uniflora* L.). **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Miami, v.46, p. 52-57, 2003.

SARAIVA, S. H. et al. Efeito da concentração de sólidos solúveis do extrato de café conilon no índice de refração, na densidade e na viscosidade do extrato. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, v.6, n.11, 2010.

SARANTÓUPOLOS, C. I. G. L.; ALVES, R. M. Embalagens com atmosfera modificada/controlada. In: SARANTÓUPOLOS, I. G. L.; SOLER, R. M. **Novas tecnologias de acondicionamento de alimentos: Embalagens flexíveis e semi-rígidas**. Campinas: Ital. Cap. 5. 1989. 104-140 p.

SARANTÓUPOLOS, I. G. L. et al. **Embalagens com atmosfera modificada**. Campinas: CETEA/ITAL. 1998. 114 p.

SCHEER, A. Reducing the water loss of horticultural and arable products during long term storage. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.368, p. 511–522, 1994.

SIGRIST, J. M. M. Respiração. Transpiração. In: **Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1992. 7-15 p.

SILVA, C. de. S. et al. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciênc. Agrotec**, v.30, n.1, p. 103-111, 2006.

SILVA, J. S. et al. Armazenamento de frutas e hortaliças. In: SILVA, J. S. (Ed.). **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2000. 469-502 p.

SILVA, J. A. A. S. et al. Caracterização físico-química de frutos de clones de doviális (*Dovyalis abyssinica* Warb). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, volume especial, p.466-472,

2011.

SILVA, F. de. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Afr. J. Agric. Res**, v.11, n.39, p. 3733-3740, 2016.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS - SiBCS. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SMITH, S. et al. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by the use of films and coatings. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.5, p. 772-776, 1987.

SOUZA, D. **Olericultura**. Instituto Formação: Cursos Técnicos Profissionalizantes. 2013. 46 p.

STREIT, N. M. et al. As clorofilas: revisão bibliográfica. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.3, 2015.

TRANI, P. E., et al. **Calagem e adubação para a cultura do quiabo**. 2013. 4 p.

VIEIRA, D. F. A. **Catálogo brasileiro de hortaliças – saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no país**. Brasília: Sebrae, Embrapa hortaliças, 2010.

VOLP, A. C. P. et al. Pigmentos naturais bioativos. **Alim. Nutr.** Araraguara, v.20, n.1, 2009.

WILLS, R. H. H. et al. **An Introduction and Handling of Fruit & Vegetables**. Asean Australian Economy. Sydney. Australia, 1981.