

VANESSA CAROLINE DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO A BASE DE PVOH ADICIONADOS DE ÓLEOS
ESSENCIAIS EM FRUTOS DE ABACATE (*Persea americana* Mill. cv Hass) SOB
REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Fabrícia Queiroz Mendes

Coorientadora: Isadora Rebouças Nolasco de Oliveira

**RIO PARANAÍBA - MINAS GERAIS
2022**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da
Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba

T

O48a
2022 Oliveira, Vanessa Caroline de, 1993-
Aplicação de revestimentos a base de PVOH adicionados de óleos
essenciais em frutos de abacate (*Persea americana* Mill. cv Hass) sob
refrigeração / Vanessa Caroline de Oliveira. - Rio Paranaíba, MG,
2022.

54 f.: il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Fabrícia Queiroz Mendes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa-
Campus Rio Paranaíba, Instituto de Ciências Agrárias, 2022.

Inclui bibliografia.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvcrp.2022.007>

Modo de acesso: <https://www.locus.ufv.br/>.

1. Armazenamento. 2. *Persea Americana* Mill cv. Hass. 3. Pós-
colheita. I. Mendes, Fabrícia Queiroz. II. Universidade Federal de
Viçosa- Campus Rio Paranaíba. Instituto de Ciências Agrárias.
Mestrado em Agronomia (Produção Vegetal). III. Título.

634.653

Bibliotecário(a) responsável: Crislene Silva de Sousa 2539

VANESSA CAROLINE DE OLIVEIRA

**APLICAÇÃO DE REVESTIMENTOS A BASE DE PVOH ADICIONADOS DE
ÓLEOS ESSENCIAIS EM FRUTOS DE ABACATE (*Persea americana* Mill. cv Hass)
SOB REFRIGERAÇÃO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 24 de fevereiro de 2022.

Assentimento:



Vanessa Caroline de Oliveira
Autora



Fabrícia Queiroz Mendes
Orientadora

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força e coragem para concluir esta etapa.

Aos meus pais Vicente e Izabel pelo amor incondicional, pelo apoio e força durante esses anos. Obrigada por sempre acreditarem em mim, essa conquista também é de vocês.

Ao Leandro por todo amor e companheirismo sempre estando presente nos momentos mais difíceis.

À minha professora orientadora Fabrícia pela oportunidade de poder trabalharmos juntas, pela confiança, compreensão e principalmente por acreditar no meu potencial, sendo uma conselheira e incentivadora em todos os momentos.

À minha professora coorientadora Isadora por estar junto comigo em mais uma pesquisa e enriquecer os meus dias com mais sabedoria e ensinamentos.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Viçosa – Campus Rio Paranaíba pela motivação e ensinamentos.

Aos meus amigos Maria Tereza e João Paulo pela amizade e apoio durante todo esse período.

À Universidade Federal de Viçosa – *Campus* Rio Paranaíba pela oportunidade de realização do curso.

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

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Muito obrigada!

RESUMO

OLIVEIRA, Vanessa Caroline de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2022. **Aplicação de revestimentos a base de PVOH adicionados de óleos essenciais em frutos de abacate (*Persea americana* mill. cv Hass) sob refrigeração.** Orientador: Fabrícia Queiroz Mendes. Coorientadora: Isadora Rebouças Nolasco de Oliveira.

O abacate (*Persea americana* Mill.) tem como característica uma alta taxa respiratória apresentando curto tempo de pós-colheita. O frio exerce uma grande importância para estender a vida útil de vegetais, pois promove redução do metabolismo dos frutos. Outros fatores podem ser associados ao frio visando reduzir as taxas respiratórias junto os revestimentos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do revestimento de PVOH com amido adicionados de óleos essenciais de citronela, capim-limão, canela e tomilho nas características físico-químicas de abacate. Foram realizadas análises de perda de massa, firmeza, sólidos solúveis totais, acidez, ratio, cor, taxa de respiração e análise de lesões por fungos. Foi disposto em 25 tratamentos que foram divididos aleatoriamente em um fatorial $6 \times 4 + 1$, sendo 6 tipos de revestimento, avaliados em 4 tempos diferentes, acrescido de uma avaliação no tempo “zero”. Foram avaliados em 0, 7, 14, 21 e 29 dias de armazenamento. Para perda de massa, não houve diferença significativa entre os fatores analisados, sendo esta controlada pelo meio de armazenamento (refrigerado e controle de umidade - $10,8 \pm 1,0$ °C e $36,95\% \pm 1\%$ UR). Observando a média geral dos tratamentos afirma-se que a firmeza foi mantida ao aplicar os tratamentos de PVOH/A + citronela, PVOH/A + capim-limão e PVOH/A + canela. Ao usar apenas o PVOH/A obteve-se maior taxa de acidez e conseqüente uma menor taxa de respiração dos frutos. Observou-se que os revestimentos adicionados de óleos essenciais tiveram um efeito positivo na redução da cor nos frutos. Conclui-se que o tratamento somente com PVOH/A foi mais efetivo pois promoveu uma redução da acidez e conseqüente uma menor taxa de respiração dos frutos. Os revestimentos adicionados de óleos essenciais tiveram um efeito positivo na redução da cor nos frutos e reduziu a proliferação microbiana prolongando a vida útil dos frutos. Durante o armazenamento a acidez dos frutos foi reduzida.

Palavras-chave: Armazenamento. *Persea americana* Mill. cv Hass. Pós-colheita.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Vanessa Caroline de, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February 2022. **Application of PVOH-based coatings added with essential oils on avocado fruits** (*Persea americana* mill. cv Hass) **under refrigeration**. Advisor: Fabrícia Queiroz Mendes. Co-advisor: Isadora Rebouças Nolasco de Oliveira.

Avocado (*Persea americana* Mill.) has a high respiratory rate and a short post-harvest time. Cold is of great importance to extend the shelf life of vegetables, as it promotes a reduction in fruit metabolism. Other factors may be associated with cold in order to reduce respiratory rates with coatings. The objective of this work was to evaluate the effect of PVOH with starch coating added with essential oils of citronella, lemongrass, cinnamon and thyme on the physicochemical characteristics of avocado. Analyzes of mass loss, firmness, total soluble solids, acidity, ratio, color, respiration rate and analysis of fungal lesions were performed. It was arranged in 25 treatments that were randomly divided into a 6x4+1 factorial, with 6 types of coating, evaluated at 4 different times, plus an evaluation at “zero” time. They were evaluated at 0, 7, 14, 21 and 29 days of storage. For mass loss, there was no significant difference between the analyzed factors, which was controlled by the storage medium (refrigerated and humidity control - 10.8 ± 1.0 °C and $36.95\% \pm 1\%$ RH). Observing the general average of the treatments, it is stated that the firmness was maintained when applying the treatments of PVOH + citronella, PVOH/S + lemongrass and PVOH/S + cinnamon. When using only PVOH/S, a higher acidity rate was obtained and, consequently, a lower fruit respiration rate. It was observed that the coatings added with essential oils had a positive effect on the reduction of color in the fruits. It is concluded that the treatment with PVOH/A alone was more effective, as a reduction in importance and consequent promotes a lower rate of fruit respiration. The essential elements were added from a positive effect in reducing the lifespan of the microbial prolonging one of the positive effects. During storage the data of the fruits was.

Keywords: Storage. *American Persea* Mill. cv Hass. Post-harvest.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 7 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA..... | 9 |
| 2.1 Abacate (<i>Persea americana</i> Mill) | 9 |
| 2.2 Produção | 11 |
| 2.3 Pós-colheita de frutas..... | 13 |
| 2.4 Cadeia do frio | 15 |
| 2.5 Revestimentos em frutas..... | 16 |
| 2.6 Óleos essenciais | 17 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 21 |
| 3.1 Seleção dos óleos essenciais | 21 |
| 3.2 Preparo das soluções e tratamentos..... | 21 |
| 3.3 Análises estatísticas..... | 22 |
| 3.4 Análises físico-químicas..... | 22 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 4.1 Perda de massa | 26 |
| 4.2 Firmeza | 27 |
| 4.3 Sólidos Solúveis Totais | 30 |
| 4.4Acidez Total Titulável | 31 |
| 4.5 <i>Ratio</i> | 34 |
| 4.6 Respiração | 37 |
| 4.7 Cor | 39 |
| 4.8 Análise de fungos por lesões | 41 |
| 5. CONCLUSÕES..... | 43 |
| REFERÊNCIAS | 44 |
| APÊNDICE A..... | 53 |

1. INTRODUÇÃO

A cultura do abacate apresenta grande potencial produtivo e vem batendo recordes de produção a cada safra. Devido aos benefícios cientificamente comprovados da sua composição nutricional, seu consumo vem aumentando significativamente. O fruto apresenta vitaminas A e B, ácidos graxos ômega 3, 6 e 9, minerais, proteínas e fibras. O consumo interno do fruto no Brasil tem uma grande demanda. Em 2010, o consumo anual registrado foi de 300 gramas de abacate por habitante, e em 2019 o consumo aumentou para 900 gramas por pessoa (RIBEIRO *et al.*, 2020).

O abacate (*Persea americana* Mill.) tem como característica uma alta taxa respiratória apresentando um tempo curto de pós-colheita. É considerado um fruto climatérico com alta produção de etileno, o que limita a sua vida pós-colheita e estimula seu amadurecimento rápido (BLAKEY *et al.*, 2012).

Segundo Assis e Brito (2014), a aplicação de revestimentos para a conservação de frutas tem apresentado grande potencial e denominado como uma tecnologia emergente, principalmente se aplicadas em frutos com origem tropical. Com o emprego dos revestimentos nos frutos há uma redução da permeabilidade de O₂ para o interior do fruto, diminuindo a respiração e diminuindo também a síntese de etileno (LUVIELMO; LAMAS, 2012; FAKHOURI, GROSSO, 2003) como efeito há o retardamento do seu amadurecimento.

O frio exerce uma grande importância na qualidade das frutas. A conservação dos frutos depende de 70% da sua temperatura de armazenamento. O resfriamento dos frutos apresenta algumas finalidades como: diminuir a atividade dos microrganismos, minimizar a perda de água do vegetal e reduzir a atividade respiratória retardando o seu amadurecimento (CANTILLANO, 2013).

Além da rápida maturação, os frutos de abacate também são acometidos por doenças pós-colheita como antracnose e cercosporiose que podem diminuir a qualidade dos frutos. Uma opção para controlar essas situações é o emprego de óleos essenciais, que segundo Sivakumar e Bautista-Baños (2014) possuem propriedades antimicrobianas e tem um menor impacto ambiental.

Diante do apresentado, este trabalho vem com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de revestimentos a base de PVOH adicionados de óleos essenciais na qualidade pós-colheita do fruto e nas suas características físico-químicas.

Objetivo geral

Avaliar o efeito do revestimento de álcool polivinílico (PVOH) e amido (A) adicionados de óleos essenciais, nas características físico-químicas e no aumento da conservação pós-colheita do abacate sob refrigeração.

Objetivos específicos

- Melhorar a qualidade e o período pós-colheita nos frutos com a utilização do revestimento de álcool polivinílico e amido adicionados com óleos essenciais.
- Avaliar o efeito dos óleos essenciais no controle de injúrias por microrganismos em abacate.
- Avaliar as características físicas e químicas do abacate revestidos com álcool polivinílico e amido, em relação aos frutos sem revestimento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Abacate (*Persea americana* Mill)

Segundo Leonel, Sampaio (2008) o abacate é um fruto tipo drupa e suas partes constituem: o pericarpo (casca delgada, quebradiça ou grossa, com coloração verde oliva e brilhante), o mesocarpo (constitui a polpa carnosa, cremosa, espessa, de cor creme amarelada, que é abundante em óleos vegetais), o endocarpo cobre a semente (caroço) e o pedúnculo (pode ser de tamanho médio a longo) e o pedicelo (é a parte mais grossa, tem característica de unir o pedúnculo no centro ou lateralmente ao fruto). Na Figura 1 está representado o corte longitudinal do fruto.

Figura 1 - Corte longitudinal do fruto e as partes que o compõe



Fonte: Hortiescolha (2020).

As cultivares comerciais mais importantes do abacate subtropical são: 'Hass', 'Fuerte', 'Ettinger' e 'Pinkerton'. Todas essas cultivares são selecionadas e produzem frutos com uma qualidade superior (COWAN; WOLSTENHOLME, 2016). A utilização do abacate Hass (*Persea americana* Mill cv Hass) na dieta aumenta a cada ano, devido a suas características funcionais, nutricionais e sensoriais (MEYER; TERRY, 2010), prevalecendo na indústria de abacate em todo o mundo (GARNER et al., 2011). Na Figura 2 está representado algumas variedades de abacate.

Figura 2 – Algumas variedades de abacate



Fonte: Abacates do Brasil (2020) Disponível em: <<https://abacatesdobrasil.org.br/>>.

O fruto Hass apresenta característica oval-piriforme, com a casca grossa e rugosa, e é bem resistente ao transporte. Apresenta coloração verde e durante a maturação ocorre escurecimento, chegando ao violáceo-escuro. É facilmente descascável e tem uma polpa com excelente qualidade, sem fibras. O seu teor de óleo é de 20% em média, variando de 18 a 22% (DONADIO, 1995).

Segundo Fulgoni, Dreher e Davenport (2010), os indivíduos que consomem abacate conseqüentemente ingerem mais nutrientes essenciais, fibras, vitaminas K e E, minerais como potássio e magnésio, do que aqueles que não fazem uso do fruto.

Apesar de seu tamanho ser reduzido, o cultivar Hass possui alta concentração de lipídeos. O peso dos frutos pode variar entre 149 a 300g (MICKELBART *et al.*, 2007; CRIZEL, 2008). Possui casca mais grossa, menor teor de água e, portanto, apresenta uma polpa mais consistente (DAIUTO *et al.*, 2014). O fruto traz benefícios à saúde por possuir compostos lipídicos, como ácidos graxos ômega, fitosteróis, tocoferóis e esqualeno (CHAVES *et al.*, 2013). A composição química do abacate Hass está resumida na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição da porção comestível do abacate Hass

| Nutriente | Valor por 100g do fruto |
|---|-------------------------|
| Carboidratos (g) | 0,30 |
| Proteínas (g) | 1,96 |
| Fibras (g) | 6,80 |
| Lipídeos Totais (g) | 15,4 |
| Ácidos graxos total saturados (g) | 2,13 |
| Ácidos graxos total monoinsaturados (g) | 9,80 |
| Ácidos graxos total poliinsaturados (g) | 1,82 |
| Potássio (mg) | 507 |
| Magnésio (mg) | 29 |
| Vitamina K (μ g) | 21 |
| Vitamina E (mg) | 1,97 |

Fonte: USDA (2011).

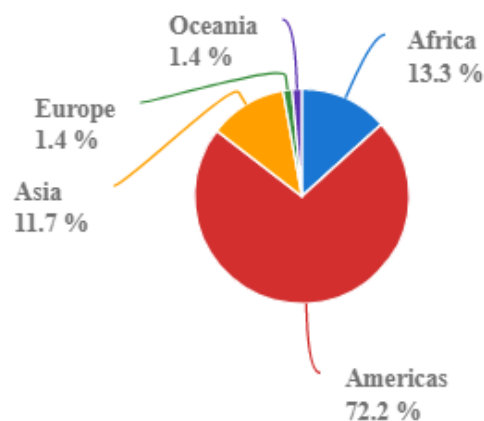
O abacate é considerado uma fruta climatérica, que segundo Chitarra & Chitarra (2005) compreende-se frutos que podem amadurecer na planta ou após a sua colheita, quando colhidos ainda imaturos, devido a produção de etileno. Para frutos comerciais seu amadurecimento começa após a colheita (MEYER; TERRY, 2008). No seu amadurecimento pós-colheita acontecem mudanças fisiológicas no fruto, completando amadurecimento entre 3-8 dias (WANG *et al.*, 2012; OZDEMIR, TOPUZ, 2004) quando expostos em temperatura entre 21°C a 25°C (SANTANA *et al.*, 2019).

Uma das consequências do amadurecimento é o amolecimento do fruto que ocorre devido à ação das enzimas poligalacturonase, pectinesterase e β -galactosidase sobre a parede celular. Também ocorrem outras mudanças, como aumento de glicose e frutose na polpa do fruto. No cultivar 'Hass' a cor da casca muda de verde para roxo/preto por ação do acúmulo de antocianina (por exemplo, cianidina 3-O-glucosídeo). (COWAN; WOLSTENHOLME, 2016) e a degradação do pigmento clorofila (VILLA-RODRIGUEZ *et al.*, 2011; ASHTON *et al.*, 2006).

2.2 Produção

A região com maior produção de abacate no mundo é as Américas seguido da Ásia de acordo com a FAOSTAT (2022) (Figura 3).

Figura 3 – Produção de abacates por região no mundo



Fonte: Faostat (2022).

Em um ranking de países produtores do fruto, o Brasil se destaca em sétimo lugar em produtividade. Ficando atrás de países como México e República Dominicana no ano de 2020, de acordo com os dados da Tabela 2. O Brasil apresenta uma forte tendência para aumentar seu plantio para atender o mercado interno e externo.

Tabela 2 – Produção de abacates: 10 países produtores

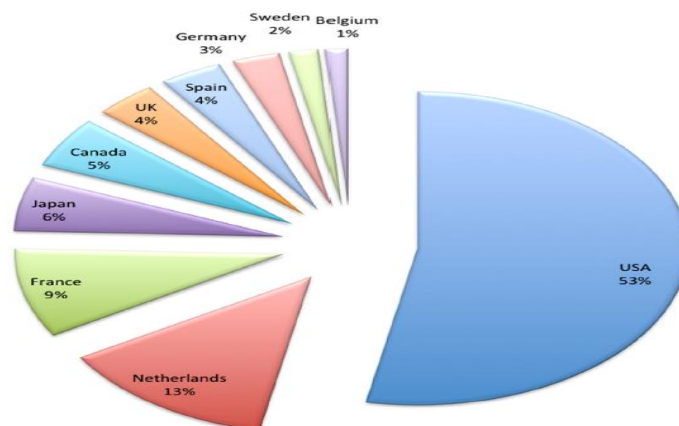
| País | Toneladas |
|----------------------|-----------|
| México | 2.393.849 |
| Colômbia | 876.754 |
| República Dominicana | 676.373 |
| Peru | 660.003 |
| Indonésia | 609.049 |
| Quênia | 322.556 |
| Brasil | 266.784 |
| Etiópia | 245.366 |

| | |
|----------------|---------|
| Haiti | 191.713 |
| Estados Unidos | 187.433 |

Fonte: Faostat (2022).

A demanda mundial de importação de abacate é atendida em grande parte por produtos da América Latina e Caribe, onde obteve-se uma taxa de crescimento em média anual estimada de 14% entre os anos 2009 e 2018. Os benefícios para a saúde como a grande capacidade antioxidante e alto teor de compostos fenólicos (WANG; TERREL; BOSTIC, 2010) estimularam o rápido crescimento da demanda pela fruta dos mercados de importação principalmente dos países China e Japão, segundo o relatório anual da FAO (2019). Em 2013, os Estados Unidos lideraram o ranking de maiores importadores de abacate seguido dos países da Europa que pode ser visto na Figura 4. Durante os anos de 2016 a 2018, os Estados Unidos adquiriram uma média anual relatada de 930.000 toneladas de abacate.

Figura 4 – Principais países importadores de abacate



Fonte: Faostat (2018).

O cultivar 'Hass' é o mais procurado, ultrapassando o cultivar 'Fuerte' nos países da Europa e nos Estados Unidos. Essa cultivar forma uma base da indústria de exportação de abacate subtropical para as mesmas regiões. Foram comercializadas recentemente várias novas seleções de cultivares tipo 'Hass' com uma qualidade melhorada (COWAN; WOLSTENHOLME, 2016).

Em 2018, a produtividade nacional foi de 16.453 kg/ha. São Paulo se destaca com a melhor produtividade (20,823 kg/ha), seguido do Distrito Federal (20,356 kg/ha), Paraná (17,170 kg/ha), Minas Gerais (13,544 kg/há) e no Rio Grande do Sul (12,522 kg/há). Sendo a Região Sudeste como principal produtora (83,2% da produção nacional) (PIO; MAGALHÃES, 2018).

2.3 Pós-colheita de frutas

No Brasil, houve um progresso nas técnicas de produção de frutas e vegetais, obtendo maior eficiência na distribuição dos mesmos. Entretanto o país enfrenta altos índices de perdas pós-colheita para frutas e vegetais em torno de 30-45%, faixa semelhante a observada em outros países da América Latina (FAO, 2011; HLPE, 2014). A redução dessas perdas podem diminuir a pressão sobre os preços dos alimentos, ou pelo menos oferecer à população alimentos mais seguros (HENZ, 2017).

Os frutos precisam estar disponíveis não somente em quantidade, mas também deverão possuir qualidade. Os estudos em pós-colheita não promovem o aumento das propriedades nutricionais, mas trazem contribuições sobre a conservação dos frutos (BEZERRA, 2003). Sendo assim, o domínio dessa tecnologia contribui para reduzir as perdas e manter a qualidade nutricional do fruto.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), alguns dos fatores que aumentam as perdas pós colheita são as injúrias mecânicas por utilização embalagens inadequadas e também manuseios incorretos desde a colheita, na sua classificação e seleção dos frutos até chegar nos consumidores finais. O desconhecimento de técnicas de manuseio pré e pós-colheita, o transporte inadequado, a ausência da cadeia do frio, a comercialização de modo a granel e exposição ao varejo de modo inadequado também são fatores que aumentam os índices de perda pós-colheita (SOARES, 2007). Luengo *et al.* (2007) acrescenta que frutos expostos a altas temperaturas têm sua vida útil reduzida. A cadeia do frio é importante para retardar as reações bioquímicas e manter a qualidade do fruto.

Bezerra (2003) afirma que os frutos devem apresentar boas características de qualidade, mas não só aquelas características externas. Os frutos precisam ser avaliados no campo, durante o crescimento, na sua maturidade para realizar a colheita e a pós-colheita. Na Tabela 3 estão apresentados os atributos de qualidade para frutas e hortaliças. Essas informações sobre a qualidade do fruto são importantes para satisfazer a exigência do consumidor, para seleção de práticas adequadas de manuseio pós-colheita e também para selecionar geneticamente os cultivares.

Tabela 3 – Componentes de Qualidade para frutas e hortaliças

| PRINCIPAIS FATORES | COMPONENTES |
|-----------------------|-------------|
|-----------------------|-------------|

| | |
|--------------------------------|---|
| Aparência | <ol style="list-style-type: none"> 1. Tamanho: dimensões, peso, volume 2. Forma: diâmetro long. X transv. Uniformidade 3. Cor: intensidade, uniformidade 4. Brilho: lustre, aparência externa 5. Defeitos: externos e internos Morfológicos, físicos x mecânicos, fisiológicos, patológicos, etnológicos |
| Textura | <ol style="list-style-type: none"> 1. Firmeza, dureza, maciez 2. Fragilidade 3. Suculência 4. Granulosidade 5. Resistência, fibrosidade |
| “Flavor” (sabor e aroma) | <ol style="list-style-type: none"> 1. Doçura 2. Acidez 3. Adstringência 4. Amargor 5. Aroma (voláteis) 6. Sabores e odores estranhos |
| Valor Nutritivo | <ol style="list-style-type: none"> 1. Carboidratos 2. Proteínas 3. Lipídeos 4. Vitaminas 5. Minerais |
| Segurança | <ol style="list-style-type: none"> 1. Substâncias tóxicas naturais 2. Contaminantes (resíduos, metais) 3. Micotoxinas 4. Contaminação biológica |

Fonte: Bezerra (2003).

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005), a manutenção da qualidade dos frutos pode ser desenvolvida pelo o uso de tecnologias. Diferentes tratamentos podem ser aplicados e tem os seguintes efeitos nos frutos:

- Retardar o amadurecimento e a senescência
- Uniformizar os atributos da qualidade
- Controlar ou prevenir as infestações por insetos
- Controlar ou prevenir as infecções patogênicas
- Evitar ou controlar as desordens fisiológicas

2.4 Cadeia do frio

Frutas e hortaliças são consideradas alimentos perecíveis e apresentam uma vida útil limitada após serem colhidos. A cadeia de abastecimento do frio tem objetivo de conservar, enviar e distribuir frutas e vegetais em temperaturas controladas para retardar os processos de maturação. Também é responsável por entregar no prazo certo alimentos de boa qualidade aos clientes (MERCIER *et al.*, 2017). Com baixas temperaturas é possível proporcionar aos frutos uma maior vida útil durante o armazenamento, na distribuição e também durante a exposição em seu ponto de venda (AUNG; CHANG, 2014).

O principal método de conservação pós-colheita empregado no abacate é a baixa temperatura associada à alta umidade. A temperatura ideal e o tempo de armazenamento variam dependendo do tipo de cultivar (LEONEL; SAMPAIO, 2008).

O abacate é considerado um fruto climatérico que apresenta aumento repentino da respiração, que é medido pela evolução do gás carbônico e também da produção de etileno com o amadurecimento dos frutos (SILVA; FINGER; CORREA, 2010). O abaixamento da temperatura retarda o pico climatérico e reduz a sua intensidade. Esse pico pode até ser totalmente suprimido na temperatura próxima ao limite fisiológico de tolerância. As enzimas que governam as reações bioquímicas são afetadas pela temperatura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O abacate Hass apresenta uma heterogeneidade no amadurecimento sendo um grave problema logístico na cadeia de abastecimento, o ideal é ter lotes homogêneos. Esse problema gera uma menor qualidade dos frutos que serão entregues aos consumidores e também um maior custo de mão de obra devido a necessidade de reclassificar as frutas (BLAKEY; BOWER, BERTILING, 2009). Após vários dias de transporte e armazenamento (entre 30-40 dias) é importante considerar a chegada ao mercado de um produto de alta qualidade. Quando há o amolecimento da fruta, considera-se um indicador de amadurecimento pós-colheita no abacate (MAGWAZA; TESFAY, 2015).

Em centros de distribuição e lojas de varejo, a aparência externa do abacate Hass (por exemplo, a cor da casca) é um indicativo importante da aceitabilidade e maturação do fruto (COX *et al.*, 2004; MAGWAZA; TESFAY, 2015). Podridões e sintomas de lesão por frio (descoloração da pele ou da polpa) são os principais defeitos de qualidades observados (ARPAIA *et al.*, 2015, HOFMAN *et al.*, 2003).

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) a temperatura de armazenamento influencia na textura do fruto. Com emprego de temperaturas mais baixas adequadas ao produto, reduz a taxa das reações químicas hidrolítica e também proporciona uma maior densidade aos tecidos e conseqüentemente melhora a textura do produto.

2.5 Revestimentos em frutas

Falguera *et al.* (2011) define revestimento como uma fina camada de material comestível ou não formada sobre um alimento, geralmente aplicada na forma líquida sobre o fruto por imersão. As ceras ou impermeabilizantes têm a função de bloquear as trocas gasosas da fruta, o que altera seu amadurecimento e também as suas qualidades sensoriais. Com a aplicação desses revestimentos torna-se possível reduzir a taxa de liberação de etileno e a taxa de respiração dos frutos, o que retarda o amadurecimento (GAYET *et al.*, 1995).

Chitarra & Chitarra (2005) apresentam algumas vantagens dos filmes e coberturas em frutas e vegetais:

- São biodegradáveis;
- Apresentam custo e conveniência vantajosos;
- São incorporados como aditivos que vão melhorar as propriedades sensoriais e nutricionais com segurança no uso;
- Retardam a perda de água e a desidratação de produtos hortícolas (retardam a perda de massa e o murchamento em produtos frescos);
- O brilho superficial aumenta com uso de ceras, resinas ou misturas, bem como pelo uso de óleos o que melhora a aparência;
- Podem reduzir a incidência de doenças, principalmente se aplicada em conjunto com fungicidas.

Para escolher o revestimento deve-se levar em consideração algumas variáveis como as características superficiais da fruta; as características do revestimento; as condições de armazenamento do produto e os objetivos que serão almejados para o revestimento (SILVA; OLIVEIRA, 2020). Existem vários tipos de revestimentos empregados na formação de coberturas em frutas e vegetais. As matérias-primas para o revestimento podem ter origem animal ou vegetal como:

- Polissacarídeos (celulose, pectina, amido, quitosana, etc);
- Lipídeos (óleo vegetal/mineral, cera de carnaúba, cera de parafina, cera de abelha);
- Proteínas (zeínas, caseína, gelatina, albumina de ovo, etc).

2.6 Óleos essenciais

Os óleos essenciais (OEs) vêm sendo amplamente estudados por serem fontes de agentes biocidas, se tornando um dos principais aditivos incorporados aos revestimentos por suas ações bactericida e fungicida. Os OEs são líquidos, aromáticos e obtidos a partir da extração de componentes de material vegetal como raízes, flores, caules, folhas, sementes e frutos (Sanchez *et al.*, 2010). São extraídos por meio de vapor ou destilação (BARBOSA, 2010).

Segundo a Resolução - RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007, óleos essenciais são considerados produtos voláteis de origem vegetal obtidos por processo físico (destilação por arraste com vapor de água, destilação a pressão reduzida ou outro método adequado).

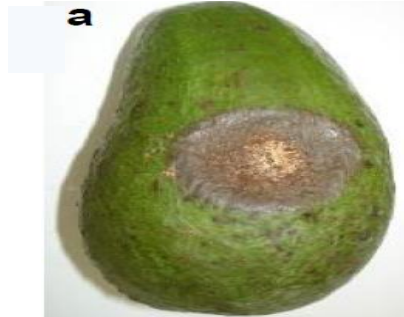
O aroma inerente, as atividades antimicrobianas e antifúngicas destes óleos estão relacionadas com a mistura química dos seus componentes, assim como a concentração e às interações entre eles (AVILA-SOSA *et al.*, 2012). Apresentam como vantagem o fato de não promover a contaminação ambiental e não oferecer riscos à saúde humana além de serem promissores para controlar doenças em várias culturas e também uma alternativa ao uso de agrotóxicos (LUCAS, 2012).

A cultura do abacate é atingida por diversas doenças, sendo a antracnose conhecida como uma doença fúngica que está presente em todos os países produtores do fruto (PEGG *et al.*, 2002). Seu agente causal é o *Colletotrichum gloeosporioides* (SCHAFFER *et al.*, 2013). Segundo Fischer *et al.* (2011) essa doença é considerada uma das mais importantes no Brasil e em seu estudo avaliando os pomares paulista, a antracnose atingiu em média 68,7% dos abacates “Hass” em frutos de dois pomares.

Todos os órgãos aéreos do abacateiro são afetados pela antracnose. As folhas também são afetadas por lesões angulares variando de cor marrom para a cor preta. Já os danos mais severos ocorrem nos frutos apresentando na casca pontuações também de cor marrom a preta com formato circular que pode aumentar de tamanho e necrosar o fruto por inteiro (PEGG *et al.*, 2002; PICCININ, PASCHOLATI, DI PERO, 2005). Os sintomas da antracnose se manifestam após a colheita do fruto devido à ocorrência de infecções latentes, mas também podem ser infectados no pomar em qualquer estágio do seu desenvolvimento (BINYAMINI, SCHIFFMANN-NADEL, 1972). Segundo TOZZE JÚNIOR (2012) os prejuízos podem ser ainda maiores se

estes sintomas aparecerem somente após o transporte, beneficiamento ou armazenamento. A Figura 5 mostra um dos sintomas em abacate.

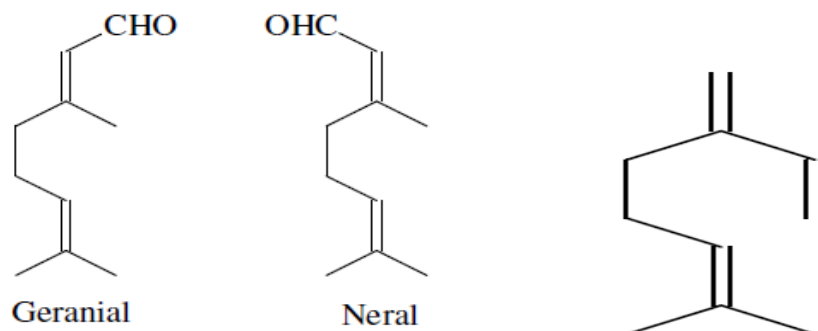
Figura 5 – Sintomas antracnose em abacate



Fonte: Tozze Júnio (2012).

Para fazer o controle do *Colletotrichum gloeosporioides* pode-se utilizar os óleos citros como o de capim-limão (MARQUES *et al.* 2003; RAMOS, 2014; ANDRADE, VIEIRA, 2016). O óleo de capim-limão (*Cymbopogon citratus*) tem origem de uma planta aromática. Apresenta como constituintes majoritários os monoterpenos citral e o mirceno (GUIMARÃES *et al.*, 2011). O citral corresponde de 70% a 80% do óleo essencial de capim-limão e é responsável pelo aroma característico da planta (SIMÕES *et al.*, 2002). O citral é composto por uma mistura isomérica de geranial e neral (EL-FATTAH *et al.*, 1992). Outro composto majoritário do óleo essencial do capim-limão, o mirceno, é um monoterpene acíclico e também encontrado em uma grande variedade de plantas (GUIMARÃES, 2007). Esses compostos estão representados na Figura 6.

Figura 6 – Estruturas químicas dos isômeros formadores do citral e estrutura química do mirceno



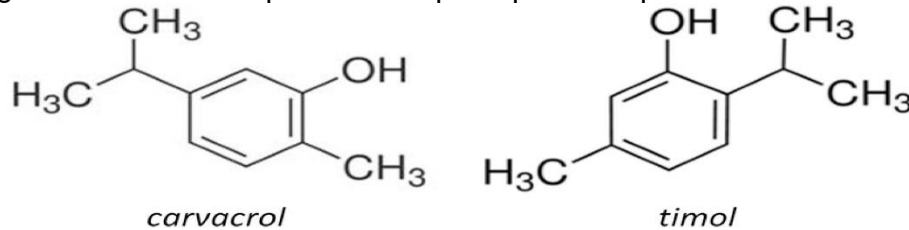
Fonte: El-Fattah *et al.* (1992); Guimarães (2007).

Segundo Porte e Godoy (2001), o tomilho (*Thymus vulgaris* L.) é uma planta da família Lamiaceae que abrange 150 gêneros, com cerca de 2800 espécies. Alguns

gêneros da família Lamiaceae tem várias espécies conhecidas: sálvia (*Salvia officinalis*), manjeriço (*Ocimum basilicum*), orégano (*Origanum vulgare* L.), manjerona (*Origanum majorana* L.), entre outras.

Os componentes majoritários do óleo essencial de tomilho são o timol e o carvacrol e são relativos com as atividades biológicas (ROSA, 2013) representados na Figura 7. Pinto e colaboradores (2001) afirmam que esses componentes tem ação bactericida e fungicida. Em seu estudo, Bill e colaboradores (2014) verificaram a associação do óleo essencial de tomilho com diferentes tipos de revestimento. Constataram que tal associação tinha poder fungicida e foi capaz de reduzir a gravidade da antracnose em frutos de abacate.

Figura 7 - Estrutura química dos principais componentes do tomilho



Fonte: Nunes et al. (2005).

Outra doença em que a cultura do abacate é acometida é a Cercosporiose e seu agente é o fungo *Cercospora purpurea*. Essa doença ataca as folhas e os ramos e também produz severos danos nos frutos que podem ser observados na Figura 10. A infecção é observada na região do pedúnculo e pode induzir a queda dos frutos. Apresenta também lesões de formato circular irregular, com diâmetro de 3 a 5mm, com ligeira depressão (GAYET *et al.*, 1995) representados na Figura 8. Para tratamento dessa doença vários pesquisadores tem utilizado os óleos essenciais de canela (*Cinnamomum zeylanicum*) e citronela (*Cymbopogon nardus*).

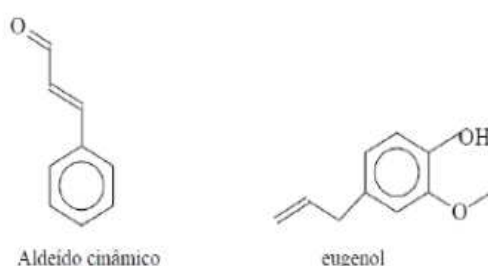
Figura 8 – Lesões nos frutos de abacate e nas folhas de Cercosporiose



Fonte: Agrobases (2021).

A canela pertence à família Lauraceae e tem origem no Sri Lank na Ásia. O óleo essencial de canela contém vários componentes e pode ser extraído tanto de folhas das árvores como da casca. Em sua composição apresenta de 60 a 90% de cinamaldeídos e 10% de eugenol quando se é extraído das folhas (ALBUQUERQUE, 1989; SINGH *et al.*, 2007) representados na Figura 9. Segundo Montes-Belmont e Carvajal (1998), esses componentes possuem propriedades antimicrobianas.

Figura 9 – Estrutura química dos componentes do óleo essencial de canela



Fonte: Koketsu et al. (1997)

O óleo essencial de citronela pertence ao gênero *Cymbopogon* e é obtido a partir do capim de citronela (SHASANY *et al.*, 2000). Como atividades biológicas, o óleo essencial de citronela, tem como destaque a sua atividade microbiana (DUARTE *et al.*, 2017; OLIVEIRA *et al.*, 2011) e também sua ação repelente a insetos (NERIO, OLIVERO-VERBEL, STASHENKO, 2010). O óleo essencial de citronela é rico em geranil e olefinas (HARICH et al., 2018) e fenóis (RUVINOV et al., 2019).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Seleção dos óleos essenciais

Os óleos essenciais foram selecionados (Tabela 3) com base em pesquisas pelo poder de inibição dos patógenos e adquiridos no comércio local.

Tabela 3 – Óleos essenciais selecionados para a pesquisa

| Nome Científico | Nome comum |
|------------------------------|-------------|
| <i>Cymbopogon nardus</i> | Citronela |
| <i>Cinnamomum zeylanicum</i> | Canela |
| <i>Cymbopogon citratus</i> | Capim-limão |
| <i>Thymus vulgaris</i> L | Tomilho |

Fonte: Autoria própria

3.2 Preparo das soluções e tratamentos

Os frutos de abacate serão selecionados conforme uniformidade, coloração e grau de maturação.

Após a recepção e seleção dos frutos, eles foram submetidos a 6 revestimentos e 5 tratamentos: PVOH (2%) /amido (3%) na proporção de 75% e 25% de amido, sem óleo essencial; PVOH (2%)/amido (3%) na proporção de 75% e 25% de amido acrescido de óleos essenciais 0,1% (óleo essencial de capim limão, óleo essencial de tomilho, óleo essencial de canela e óleo essencial de citronela) e um tratamento controle sem revestimento.

Inicialmente, foi pesado as quantidades determinadas de amido com posterior adição de água destilada. As misturas foram levadas ao aquecimento gradativo, sob agitação mecânica constante até atingir 70°C, obtendo a gelatinização do amido e a dissolução do álcool polivinílico. Em seguida, deixou-se a solução sob agitação lenta para seu resfriamento e posterior formação das misturas que foram utilizadas. Após o preparo das misturas foram acrescentados os óleos essenciais na proporção de 0,1%.

Os frutos foram sanitizados em água clorada (150ppm/15min). Os revestimentos foram aplicados por meio de imersão dos frutos nas referidas soluções, individualmente, durante 5 s. Após a aplicação das soluções, os frutos serão colocados horizontalmente sobre uma grade telada de metal para a drenagem do líquido excedente, por aproximadamente 5 minutos. Depois foram mantidos durante todo experimento em câmaras refrigeradas.

3.3 Análises estatísticas

O experimento foi disposto em 25 tratamentos em um fatorial 6x4+1, sendo 6 tipos de revestimento, avaliados em 4 tempos diferentes, acrescido de uma avaliação no tempo “zero”. Foram avaliados em 0, 7, 14, 21 e 29 dias de armazenamento.

Os dados foram submetidos ao teste de homogeneidade das variâncias (teste de Hartley) e normalidade (teste de Bera-Jarque). Para aqueles tratamentos que não atenderam a pressuposições da ANOVA, transformações foram realizadas para atendê-las: os dados de firmeza foram transformados em log y e os dados de ratio para \sqrt{y} . A influência dos fatores sobre as respostas foram submetidas à análise de variância (ANOVA). Para os parâmetros que apresentarem valores de F significativos em nível de 5% de probabilidade foi aplicado o teste de médias Newman-Keuls (SNK) à 5% de probabilidade. As médias pós-colheita dos tratamentos ao longo do tempo serão submetidas à análise de regressão. O ajuste dos dados aos modelos foi buscado com até dois fatores dependentes. Os modelos selecionados deverão ser significativos 5% com falta de ajuste não significativa.

As lesões por fungos avaliadas foram analisadas por métodos não paramétricos.

3.4 Análises físico-químicas

3.4.1 Perda de massa

A perda de massa dos frutos é ocasionada devido à perda de água durante seu armazenamento, provocado pela respiração. Para calcular a perda de massa, os frutos foram pesados ao início do experimento (tempo 0) e nos tempos de avaliação (7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento). A perda de massa foi obtida com o uso de uma balança eletrônica digital de precisão, e a perda de massa calculada pela subtração da massa inicial e final dos frutos e os resultados expressos em %.

3.4.2 Firmeza

A firmeza, componente importante do atributo textura, é representada pelas substâncias pécticas que compõem as paredes celulares dos vegetais e é determinada pelas forças de coesão entre as pectinas, hemiceluloses e celulosas e por ação de enzimas.

A resistência da polpa foi quantificada através da penetração da ponteira de um penetrômetro digital, com sonda de ponta cilíndrica de 5 mm de diâmetro. As medições foram realizadas em dois pontos opostos, localizados na região equatorial dos frutos, sendo uma pequena porção da casca retirada em áreas escolhidas aleatoriamente, com uso de uma lâmina. Os resultados foram expressos em Newton (N).

3.4.3 Sólidos solúveis totais

O teor de sólidos solúveis totais indica a quantidade de todas as substâncias dissolvidas na polpa dos frutos, que são importantes para a indicação do amadurecimento da fruta, e é constituído em sua maioria por açúcares, principalmente sacarose, frutose e glicose.

Para a realização do procedimento utilizou-se o refratômetro para a leitura que será feita em °Brix.

3.4.4 Acidez total titulável

A acidez de um fruto é causada pela presença de ácidos orgânicos, que servem de substratos para a respiração e encontram-se dissolvidos nos vacúolos das células.

A análise do teor de ácidos totais foi determinada por titulometria com NaOH 0,01 mol L⁻¹. Foram retiradas 5,0 g de amostra de polpa na região equatorial dos frutos e transferidas para um frasco Erlenmeyer de 125 mL com 50 mL de água destilada. Logo após foi adicionada a essa solução, 2 a 4 gotas de indicador fenolftaleína a 1%, procedendo às titulações, sob agitação, com solução de hidróxido de sódio 0,01 mol L⁻¹, previamente padronizada com biftalato de potássio, até coloração rósea persistente por 30 segundos. Os resultados foram expressos em g ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa.

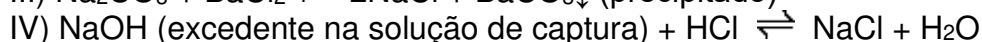
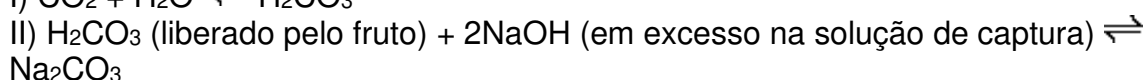
3.4.5 Ratio

A relação entre o teor de sólidos solúveis totais (SST) e acidez total titulável (ATT) é utilizada como uma indicação do grau de maturação de frutos. O *ratio* (SST/ATT) foi calculado pela divisão entre os teores de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix pela acidez total titulável (ATT) em g ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa.

3.4.6 Taxa de respiração

A determinação da taxa de respiração foi feita de forma indireta segundo metodologia adaptada de Alef & Nannipieri (1999). Os frutos e frascos contendo solução de captura de CO₂ (NaOH 0,5 mol/L) foram colocados em recipientes hermeticamente fechados (respirômetros) e incubados por duas horas. Neste método o CO₂ liberado pelo fruto no processo de respiração pelo fruto reagiu com a solução de captura durante o período de incubação. Após este período adiciona-se 10 mL BaCl₂ 1,0 mol/L na solução de captura para precipitação dos íons carbonato e fenolftaleína como indicador para titulação com HCl 0,25 mol/L do NaOH remanescente na solução de captura. O mesmo procedimento foi realizado sem o fruto nos recipientes para obtenção dos brancos. O cálculo do CO₂ emitido e taxa de respiração foi determinada conforme as Equações 4 e 5, respectivamente.

Semi-reações envolvidas



Cálculo

$$\text{CO}_2 = (B - A) \times [\text{HCl}] \times F \times 22 \times \frac{v_1}{v_2} \quad (1)$$

Em que:

(B – A): volume médio de HCl gasto na titulação dos brancos – volume gasto na titulação da amostra (em mL)

[HCl]: concentração do HCl (em mol/L)

F: fator de correção da concentração do HCl

22: massa molar do CO₂ ÷ 2 (uma vez que cada mol de CO₂ reage com 2 de NaOH)

(v₁/v₂): relação entre o volume de NaOH de captura e o de NaOH titulado (em mL)

$$\text{TR} = \frac{\text{CO}_2}{P \times T} \quad (2)$$

Em que:

TR: Taxa de respiração (mg kg⁻¹ h⁻¹)

P: peso do fruto (kg)

T: tempo (h)

3.4.7 Cor

A cor dos frutos foi medida para cada fruto em três áreas, ou seja, em dois lados opostos do fruto e no centro. Os valores de cor da pele (L^* , a^* , b^*), foram analisados nos dias de avaliação do armazenamento usando o colorímetro Delata Color, modelo Vista D8. Depois foram calculados o valor de croma (C) e Diferença total de cor (ΔE) utilizando as seguintes equações:

$$C = (a^*^2 + b^*^2) \quad (3)$$

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (4)$$

3.4.8 Análise de lesões por fungos

Em cada tempo de análise foram avaliados o número de abacates que apresentaram a incidência de fungos e o diâmetro destas colônias.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Perda de massa

Para a perda de massa nos frutos de abacate, não houve diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita aplicados ($p < 0,05$). Foi observado apenas o aumento da perda de massa em relação ao tempo não havendo interação entre os fatores (Tabela 4). O armazenamento dos frutos foi realizado em ambiente refrigerado, condição ideal para a conservação. Desta forma, os diferentes tratamentos pós-colheita aplicados não influenciaram a perda de massa ao longo do período de armazenamento, sendo esta controlada pelo meio de armazenamento (temperatura baixa e umidade controlada - $10,8 \pm 1,0$ °C e $36,95\% \pm 1\%$ UR). A perda de massa ao longo do tempo aumentou de forma linear e crescente, com média de 0,345% de perda de massa por dias de tratamento (Tabela 4).

Durante o período de armazenamento, a perda de água é resultante da transpiração dos frutos (MAGUIRE; BANKS, 2002) e também o déficit de pressão entre os ambientes contribui para essa perda (PINTO et al., 2012). Santos et al. (2015) encontraram resultados maiores que este trabalho. Avaliaram a perda de massa de abacates revestidos com cera de carnaúba e extrato de própolis sob condição ambiente. Até o quarto dia de armazenamento, a perda foi constante para todos os tratamentos (entre 8% a 17%). Mas após esse período, verificaram uma menor perda nos frutos revestidos em relação ao tratamento controle. A perda de massa do presente trabalho foi menor, provavelmente pela temperatura, pois se sabe que em ambiente refrigerado o metabolismo é mais lento.

Segundo Finger e Silveira (2007), para a grande maioria de frutos frescos, a perda de massa fresca permitida para evitar o murchamento ou enrugamento da superfície do fruto pode variar entre 5 e 10% dependendo da espécie. Nesse trabalho, a média geral de todos os tratamentos para o fator perda de massa fresca ao final de 29 dias de armazenamento refrigerado foi em torno de 10,42%. Pela equação geral, a partir do 13o e 27o dia as perdas de massas seriam superiores à 5% e 10%, respectivamente. Acima deste período de armazenamento, nas condições do experimento, os frutos se tornam inadequados para a comercialização.

Sarduni e colaboradores (2020), avaliaram o efeito de revestimentos de pectinas nas concentrações de 1%, 2% e 3% em bananas. Os frutos apresentaram menor perda de massa com valor de 26,78%, 16,66% e 15,01% respectivamente,

obtendo valores maiores de perda de massa fresca deste trabalho, isso mostra a influência da temperatura na conservação dos frutos.

4.2 Firmeza

Para os resultados de firmeza, houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) nos dias avaliados, de acordo com a Tabela 5. Durante o armazenamento a firmeza dos frutos foi reduzida. Aos 14 dias de armazenamento, os tratamentos PVOH + citronela, PVOH/A + capim-limão e PVOH/A + canela, obtiveram melhor desempenho em relação aos demais. Observando a média geral dos tratamentos afirma-se que a firmeza foi mantida com os tratamentos de PVOH/A + citronela, PVOH/A + capim-limão e PVOH/A + canela, de acordo com a Tabela 5. Nesse trabalho, não houve diferença significativa entre os tratamentos controle, PVOH/A, PVOH/A + tomilho. Pode-se afirmar neste estudo, que os tratamentos de revestimento atuaram como uma barreira e melhoraram a integridade da membrana e a firmeza dos frutos.

Com o amadurecimento dos frutos é normal ocorrer o seu amolecimento e a perda da firmeza. Alguns fatores também são importantes nesse processo como a decomposição da lamela média e da parede celular e a perda de massa (WACHOWICZ; CARVALHO, 2002). Os principais componentes químicos importantes para a textura dos frutos são as pectinas. Sua estrutura compreende de uma cadeia linear de ácido poligalacturônico e os grupos carboxílicos variavelmente são esterificados com metanol. Esses grupos podem se ligar ao cálcio dando origem ao pectato de cálcio, a protopectina, sendo pouco solúveis em água e tem sua predominância nos tecidos ainda não maduros (WACHOWICZ; CARVALHO, 2002; PAIVA; LIMA; PAIXÃO, 2009). Durante a maturação dos frutos, ocorre a decomposição de moléculas como a protopectina, celulose, amido e hemicelulose através da ação de enzimas hidrolíticas como a poligalacturonase e pectinametilesterase (CHITARRA; CHITARRA, 2005). As modificações na parede celular e consequente perda de firmeza se devem a diminuição da força de coesão, que tem a finalidade de manter as células unidas (WACHOWICZ; CARVALHO, 2002).

Em seu trabalho, Perumal et al. (2021) avaliaram a textura de mangas e constataram que os tratamentos com MAP (embalagem atmosfera modificada) + OE (tomilho) foram os mais eficazes em retardar o amolecimento e manter a firmeza dos

frutos nas duas cultivares estudadas (entre 3,5 a 5,3 N). Esse resultado se assemelha com os valores encontrados neste trabalho (média dos dias 22 e 29 durante armazenamento), afirmando que as interações entre os fatores podem ter melhores resultados.

Em sua pesquisa Vieites, Daiuto e Fumes (2012) avaliaram as características físico-químicas do abacate cv. Fuerte e constataram que a melhor preservação da firmeza dos abacates 'Fuerte' foi observada quando os frutos foram armazenados sob refrigeração (10 ± 1 °C e $90 \pm 5\%$ UR) após 15 dias. Já para os frutos armazenados em temperatura ambiente, o decréscimo da firmeza foi constante.

Tabela 4 - Perda de massa (%) do abacate revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0$ °C e $36,95\% \pm 1\%$ UR)

| Tratamento | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias | Média | Regressão |
|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|---|
| Controle | 3,29 ^a | 6,11 ^a | 9,22 ^a | 11,83 ^a | 11,83 ^a | |
| PVOH/A + Citronela | 2,99 ^a | 5,51 ^a | 8,40 ^a | 10,79 ^a | 10,79 ^a | |
| PVOH/A + Capim-limão | 2,46 ^a | 4,95 ^a | 7,34 ^a | 9,45 ^a | 9,45 ^a | |
| PVOH/A + Canela | 2,28 ^a | 4,86 ^a | 7,15 ^a | 9,35 ^a | 9,35 ^a | |
| PVOH/A + Tomilho | 2,93 ^a | 5,31 ^a | 7,82 ^a | 10,28 ^a | 10,28 ^a | |
| PVOH/A | 2,86 ^a | 5,26 ^a | 8,13 ^a | 10,83 ^a | 10,83 ^a | |
| Média | 2,80 | 5,33 | 8,01 | 10,42 | | $\hat{y} = 0,4315 + 0,345x$ $R^2 = 0,9998$ |

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 - Textura (N) de abacate revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0$ °C e $36,95\% \pm 1\%$ UR).

| Tratamento | 0 dias | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias |
|----------------------|--------|---------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| Controle | 137,28 | 87,64 ^a | 6,61 ^b | 3,69 ^b | 2,09 ^a |
| PVOH/A + Citronela | | 100,69 ^a | 13,44 ^a | 9,39 ^a | 2,78 ^a |
| PVOH/A + Capim-limão | | 101,42 ^a | 16,88 ^a | 4,79 ^b | 2,69 ^a |
| PVOH/A + Canela | | 96,78 ^a | 14,44 ^a | 3,64 ^b | 2,74 ^a |
| PVOH/A + Tomilho | | 82,43 ^a | 7,44 ^b | 3,89 ^b | 1,99 ^a |
| PVOH/A | | 100,82 ^a | 11,41 ^{ab} | 4,19 ^b | 1,85 ^a |
| Média | | 94,96 | 11,70 | 4,93 | 2,36 |

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro. Não foi encontrado modelo com até dois fatores dependentes significativos e falta de ajuste não significativa.

4.3 Sólidos Solúveis Totais

Acidez e sólidos solúveis são normalmente utilizados para determinar os parâmetros de maturação e atributos de qualidade, como sabor, cor, firmeza e estabilidade microbiana dos frutos (TYL; SADLER, 2017). Para os resultados deste trabalho de sólidos solúveis (°Brix), houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,05$) nos dias avaliados de acordo com a Tabela 6. No tempo avaliado de 22 dias, observou-se que o tratamento somente com PVOH/A diferiu-se do controle, obtendo menor teor de sólidos solúveis (4,03).

Neste trabalho, observou-se que nas avaliações de 7 e 14 dias houve aumento dos teores totais de sólidos solúveis e depois esse teor foi diminuindo. Este mesmo comportamento foi relatado por Pigozzi et al. (2020) ao avaliarem SST em bananas revestidas com soluções contendo amido e PVOH durante o armazenamento em temperatura ambiente ($20 \pm 5^\circ\text{C}$ e $70 \pm 10\%$ UR). Segundo os mesmos pesquisadores, o amido dos frutos foi hidrolisado a açúcares durante o processo respiratório, causando o aumento inicial de seu grau de doçura.

Santos et al. (2014), estabeleceram um ponto ótimo de maturação para abacate entre 7° e 8° Brix. A maioria dos tratamentos nos 22 dias de armazenamento ficaram dentro desta faixa estabelecida pelos pesquisadores.

Para Harril (1998), valores de sólidos solúveis para abacates em escala considerada como bom é em torno de 8° Brix e excelente entre 10° Brix para maturação. Níveis entre 4° Brix e 6° Brix são considerados baixos e médios respectivamente. Como o objetivo dessa pesquisa é prolongar com qualidade a vida útil do abacate durante o armazenamento, alguns tratamentos até os 29 dias de armazenamento estão dentro dessa condição 'boa', e pode ser considerado a condição ideal de armazenamento.

Tabela 6 – Sólidos Solúveis Totais (° Brix) do abacate revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $36,95\% \pm 1\%$ UR).

| Tratamento | 0 dias | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias | Média |
|-----------------------|--------|-------------------|--------------------|-------------------|------------------------------------|-------------------|
| Controle | 10,80 | 9,55 ^a | 10,30 ^a | 9,03 ^a | 10,08 ^a _b | 9,74 ^a |
| PVOH/A + Citronela | | 8,65 ^a | 11,00 ^a | 8,98 ^a | 9,50 ^{ab} | 9,53 ^a |

| | | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| PVOH/A + Capim-limão | 11,00 _a | 14,30 ^a | 7,20 ^{ab} | 5,60 ^b | 9,53 ^a |
| PVOH/A + Canela | 10,93 _a | 11,95 ^a | 5,83 ^{ab} | 11,08 ^a | 9,94 ^a |
| PVOH/A + Tomilho | 9,00 ^a | 11,10 ^a | 9,63 ^a | 6,80 ^{ab} | 9,13 ^a |
| PVOH/A | 9,00 ^a | 10,98 ^a | 4,03 ^b | 8,93 ^{ab} | 8,23 ^a |
| Média | 9,69 | 11,60 | 7,45 | 8,66 | |

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro. Não foi encontrado modelo com até dois fatores dependentes significativos e falta de ajuste não significativa.

Em seu estudo, Aquino e colaboradores (2020), analisaram o teor de sólidos solúveis em abacates Geada submetidos a revestimento com diferentes concentrações de amido extraído da semente da manga Palmer e armazenados sob temperatura ambiente (25°C) ao longo do tempo. Não encontraram diferença significativa entre os tratamentos, mas os valores médios de ° Brix encontrados (entre 8,80 a 9,0) foram semelhantes a este trabalho.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005) durante o amadurecimento é normal ocorrer a diminuição dos teores de sólidos solúveis, o que indica o consumo de reserva de açúcares pelo processo respiratório durante o tempo de armazenamento e também a quebra do amido em moléculas de glicose através da glicólise.

Em sua pesquisa, Pigozzi e colaboradores (2020), ao analisarem o teor de sólidos solúveis em mamões revestidos com amido e PVOH/A em diferentes concentrações, observaram que a concentração de sólidos solúveis totais não foi afetada ao longo dos 8 dias de armazenamento em temperatura ambiente (20 ± 5 ° C e 70 ± 10% UR).

4.4 Acidez Total Titulável

Para os resultados de acidez, houve diferença significativa entre os tratamentos pós-colheita ($p < 0,01$) durante o armazenamento a acidez dos frutos foi reduzida (Tabela 7). A redução da acidez acontece porque o fruto continua respirando após a colheita e muitos ácidos orgânicos são consumidos durante a respiração. A menor acidez dos frutos do tratamento controle, ao final do experimento, é um indicativo da maior taxa de respiração, quando comparados com o tratamento revestido com PVOH/A.

Pigozzi et al. (2021), ao utilizarem revestimento no mamão com 3% de PVOH, observaram o aumento da acidez dos frutos, ao final do período de armazenamento, possivelmente ocasionado por fermentação. O uso de revestimentos que inibem excessivamente as trocas gasosas podem reduzir a concentração de O₂ a níveis

abaixo do tolerado pelos frutos, levando a respiração anaeróbica pelos mesmos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). No presente estudo este aumento de acidez não foi observado, indicando que a concentração utilizada de PVOH/A neste trabalho não inibiu a respiração aeróbica a níveis abaixo do nível crítico.

Vieites, Daiuto e Fumes (2012) observaram as características pós-colheita de abacate tipo 'Fuerte' em temperatura ambiente e refrigeração durante o armazenamento. Constataram que aqueles armazenados sob baixas temperaturas obtiveram um pico respiratório menor do que aqueles armazenados em temperatura ambiente. Esse resultado reflete na acidez pois até o sexto dia de armazenamento os valores foram maiores para aqueles frutos em temperatura ambiente e a partir desse tempo o tratamento refrigerado alcançou maiores valores. Segundo Pech (2002) a redução da acidez é um fenômeno natural durante o amadurecimento dos frutos. Na via respiratória os ácidos orgânicos são metabolizados e transformados em moléculas com caráter não ácido.

Zillo e colaboradores (2018) ao observarem as características do mamão orgânico revestido com CMC (carboximetilcelulose) isolado e CMC + OE (alecrim-pimenta e eucalipto) e constataram que os revestimentos foram capazes de retardarem a produção de ácidos orgânicos (aumento da acidez), com consequente conservação da palatabilidade do fruto por um período prolongado.

Tabela 7 - Acidez (g ácido cítrico 100 g⁻¹ de polpa) do abacate revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração (10,8 ± 1,0 °C e 36,95% ± 1% UR).

| Tratamento | 0 dias | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias | Média | Regressão |
|--------------------------|--------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|--------------------|---|
| Controle | 1,90 | 1,66 ^b | 1,16 ^{ab} | 0,33 ^a | 0,19 ^a | 0,84 ^b | * |
| PVOH/A + Citronela | | 1,66 ^b | 1,23 ^a | 0,40 ^a | 0,26 ^a | 0,89 ^{ab} | * |
| PVOH/A + Capim- limão | | 1,65 ^b | 0,97 ^c | 0,45 ^a | 0,30 ^a | 0,84 ^{ab} | $\hat{y} = 0,1004 + \frac{1,797}{1 + \sqrt[2,84]{\frac{x}{13,57}}}$ R ² = 0,9997 |
| PVOH/A + Canela | | 1,72 ^b | 1,10 ^{abc} | 0,47 ^a | 0,28 ^a | 0,89 ^{ab} | $\hat{y} = 0,0379 + \frac{1,853}{1 + \sqrt[3,065]{\frac{x}{15,25}}}$ R ² = 0,9994 |
| PVOH/A + Tomilho | | 1,70 ^b | 0,95 ^c | 0,43 ^a | 0,29 ^a | 0,84 ^{ab} | $\hat{y} = 0,1676 + \frac{1,732}{1 + \sqrt[3,253]{\frac{x}{13,13}}}$ R ² = 0,9999 |
| PVOH/A | | 1,92 ^a | 1,05 ^{bc} | 0,45 ^a | 0,28 ^a | 0,92 ^a | $\hat{y} = 0,2663 + \frac{1,667}{1 + \sqrt[4,996]{\frac{x}{13,78}}}$ R ² = 0,9990 |
| Média | | 1,72 | 1,08 | 0,42 | 0,27 | | |

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro.

* Não foi encontrado modelo com até dois fatores dependentes significativos e falta de ajuste não significativa.

Santos e colaboradores (2015), ao avaliarem a acidez em abacates agroecológicos submetidos a recobrimentos comestíveis com cera de carnaúba e extrato de própolis sob condição ambiente, verificaram a redução da acidez dos frutos até o quarto dia de armazenamento, com aumento desses valores a partir do oitavo dia de conservação. Esse efeito também foi observado por Daiuto et al. (2012). Nesse estudo não foi observado esse pico na acidez, a redução ocorreu de forma linear, como observado na Figura 7, provavelmente devido ao efeito do emprego do frio durante o armazenamento dos frutos.

4.5 Ratio

A relação entre SST e ATT está relacionada com o balanço entre os açúcares e os ácidos presentes na composição dos frutos, considerado uma importante metodologia para indicar o sabor. Durante o armazenamento do abacate, ocorreu um aumento na relação de SST/ATT (Tabela 8). O aumento da relação SST/ATT ocorreu como esperado, pois, com o desenvolvimento do amadurecimento espera-se que a acidez reduza e o teor de açúcares aumente, o que contribui para o aumento dessa propriedade. Os frutos revestidos obtiveram valores estatisticamente menores, e isso pode ser justificado pelo fato do revestimento atuar como barreira e reduzir a evolução da maturação, o que é desejável no controle pós colheita. Aos 22 dias de armazenamento, os tratamentos apenas com PVOH/A e PVOH/A + canela obtiveram menores médias em comparação com os demais.

Faria e colaboradores (2019), trataram abacates com revestimentos com cera de carnaúba, látex de seringueira e fécula de mandioca, armazenados em temperatura ambiente. A relação SST/ATT ao final do 8º dia de armazenamento apresentou média de 36,6. Esse valor se assemelha ao encontrado neste trabalho somente no dia 29 de armazenamento. Isso mostra que os tratamentos aplicados e o armazenamento a frio, retardou o aumento na relação de SST/ATT reduzindo seu grau de amadurecimento.

Santos et al. (2015), avaliaram o teor de SST/ATT em abacates revestidos com cera de carnaúba e extrato de própolis sob condição ambiente. Os valores máximos da relação de SST/ATT, foram observados no quarto dia de armazenamento (valores acima de 80). Em comparação com este trabalho, os valores encontrados pelos pesquisadores foram superiores, mostrando que a aplicação do frio foi eficiente.

Vieites et al. (2012), ao analisarem o ratio de abacates tipo 'Fuerte' sob temperatura ambiente e de refrigeração, encontraram valores semelhantes a este trabalho para os 6 e 9 dias de armazenamento de sua pesquisa quando comparado aos 7 e 14 dias deste trabalho. As análises pós-colheita podem variar bastante pois estão condicionadas aos fatores de colheita e cultivares.

Tabela 8- Relação SST/ATT do abacate revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0$ °C e $36,95\% \pm 1\%$ UR).

| Tratamento | 0 dias | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias | Média | Regressão |
|----------------------|--------|-------------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|---|
| Controle | 5,70 | 5,72 ^a | 8,95 ^a | 28,19 ^a | 55,29 ^a | 24,54 ^a | $\sqrt{\hat{y}} = 2,099 - 0,5851(1 - e^{0,08014x})$ $R^2 = 0,9840$ |
| PVOH/A + Citronela | | 5,22 ^a | 8,92 ^a | 22,14 ^{ab} | 40,03 ^b | 19,08 ^b | $\sqrt{\hat{y}} = 2,121 - 0,5808(1 - e^{0,07248x})$ $R^2 = 0,9842$ |
| PVOH/A + Capim-limão | | 6,69 ^a | 14,79 ^a | 16,40 ^{ab} | 18,83 ^d | 14,18 ^b | $\sqrt{\hat{y}} = 2,137 - 2,953(1 - e^{0,04429x})$ $R^2 = 0,9144$ |
| PVOH/A + Canela | | 6,63 ^a | 11,22 ^a | 12,62 ^b | 40,33 ^b | 17,70 ^b | $\sqrt{\hat{y}} = 2,572 - 0,0308(1 - e^{0,1652x})$ $R^2 = 0,9688$ |
| PVOH/A + Tomilho | | 5,16 ^a | 11,69 ^a | 22,16 ^{ab} | 23,32 ^{cd} | 15,58 ^b | $\sqrt{\hat{y}} = 2,026 - 22,87(1 - e^{0,00419x})$ $R^2 = 0,9195$ |
| PVOH/A | | 4,77 ^a | 10,54 ^a | 9,27 ^b | 32,55 ^{bc} | 14,28 ^b | $\sqrt{\hat{y}} = 2,496 - 0,0044(1 - e^{0,2266x})$ $R^2 = 0,9270$ |
| Média | | 5,70 | 11,02 | 18,46 | 35,06 | | |

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro.

4.6 Respiração

Para os resultados deste trabalho sobre a respiração dos frutos, houve diferença significativa entre os tratamentos ($p < 0,01$) nos dias avaliados de acordo com a Tabela 9. Para os sete dias de armazenamentos os tratamentos com PVOH/A, PVOH/A + tomilho e PVOH/A + citronela foram eficazes para diminuir o processo respiratório nos frutos. Nesta pesquisa observou-se que o uso do revestimento teve um efeito altamente significativo na taxa de respiração dos frutos. Podendo ser atribuído à redução das trocas gasosas entre os frutos revestidos e o meio. De um modo geral todos os frutos revestidos até os 22 dias de armazenamento tiveram sua taxa de respiração menor quando comparada com o tratamento controle.

Tabela 9 - Respiração ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) do abacate revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $36,95\% \pm 1\% \text{ UR}$).

| Tratamento | 0 dias | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias | Média |
|----------------------|--------|---------------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Controle | 40,59 | 54,54 ^a | 66,89 ^a | 101,08 ^a | 54,42 ^a | 69,23 ^a |
| PVOH/A + Citronela | | 42,28 ^b | 37,69 ^b | 82,67 ^b | 58,67 ^a | 55,32 ^b |
| PVOH/A + Capim-limão | | 47,60 ^a _b | 46,08 ^b | 82,72 ^b | 63,48 ^a | 59,97 ^b |
| PVOH/A + Canela | | 45,51 ^a _b | 45,06 ^b | 86,22 ^b | 57,29 ^a | 58,52 ^b |
| PVOH/A + Tomilho | | 41,73 ^b | 46,30 ^b | 84,78 ^b | 55,87 ^a | 57,17 ^b |
| PVOH/A | | 37,10 ^b | 47,48 ^b | 82,93 ^b | 59,09 ^a | 56,65 ^b |
| Média | | 44,79 | 48,25 | 86,73 | 58,14 | |

As médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro. Não foi encontrado modelo com até dois fatores dependentes significativos e falta de ajuste não significativa.

Embora existam diferentes estudos sobre o uso de revestimentos para frutas e hortaliças, a aplicação de alguns materiais em abacates ainda é escassa. Alguns estudos mostram a eficácia dos revestimentos para abaixamento da taxa de respiração em frutos climatéricos. Garcia e colaboradores (2022), avaliaram o efeito de revestimentos de biopolímeros feitos de nanopartículas de zeína e ϵ -polilisina em abacate tipo 'Hass'. As três primeiras semanas de armazenamento dos frutos, foi em refrigeração (4°C e 79% UR) e as últimas três semanas ocorreram em temperatura ambiente (25°C a 44% UR). Observaram que as taxas de respiração dos abacates em todos os seus tratamentos foram semelhantes sob condição de refrigeração. Esses

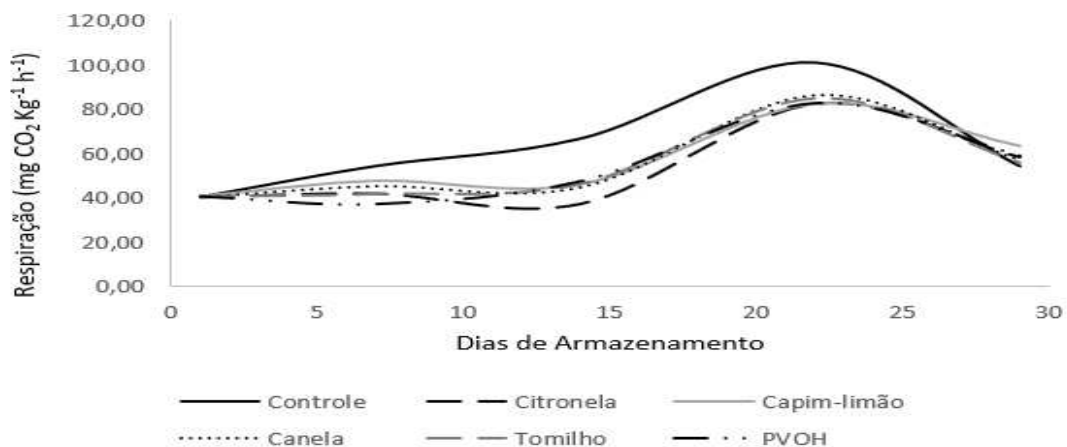
dados se assemelham com os dados encontrados neste trabalho. Quando retiraram os frutos da refrigeração e foram armazenados em temperatura ambiente, Garcia e colaboradores (2022), analisaram que a taxa de respiração do controle aumentou de $148,64 \pm 33,02$ para $181,2 \pm 22,67$ mg de CO_2 /kg/h, mostrando que a refrigeração utilizada para esta pesquisa tem efeito no abaixamento da taxa de respiração dos frutos.

Tesfay et al. (2017) observaram o pico da taxa respiratória após 21 dias de armazenamento refrigerado ($5,5^\circ\text{C}$ e UR de $95\% \pm 2\%$) assemelhando também com os dados encontrados nesta pesquisa, como mostra a Figura 10.

Em sua pesquisa, Maftonazad e colaboradores (2007), utilizaram revestimento da emulsão comestível à base de pectina em abacates para avaliar a sua respiração. Concluíram que os frutos revestidos sustentaram uma taxa significativamente mais baixa de respiração e também de propagação da doença (*Lasiodiplodia theobromae*) em relação ao tratamento controle.

Segundo Kluge et al. (2002), a temperatura é o maior fator de controle para a transpiração e respiração dos frutos e também para a deterioração microbiana que pode interferir na velocidade da reação do metabolismo. Vant Hoff criou a lei da relação da respiração/temperatura onde a atividade respiratória é aumentada duas a três vezes mais a cada aumento de 10°C na temperatura dos frutos.

Figura 10 - Respiração ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) do abacate 'Hass' armazenado em refrigeração nos seis tratamentos no dia 0, 7, 14, 22 e 29 de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0^\circ\text{C}$ e $36,95\% \pm 1\%$ UR).



4.7 Cor

Os principais critérios para identificar o amadurecimento dos frutos é a modificação na coloração. Essas alterações ocorrem devido à degradação de alguns pigmentos vegetais como a clorofila, e a formação de outros, como antocianinas e carotenóides. A intensidade da coloração depende da quantidade de pigmentos vegetais encontrada (ALCARDE; REGITANO-D'ARCE; SPOTO, 2020).

Para análise de colorimetria em relação a saturação e pureza, os tratamentos apresentaram diferença significativamente ($p < 0,05$). O método de avaliação da cromaticidade compreende que as maiores médias obtiveram uma maior pureza nas cores. De uma maneira geral, o tratamento PVOH/A + citronela indicou uma menor pureza/intensidade da cor nos frutos de acordo com a Tabela 10. Aos 22 dias de armazenamento, somente o tratamento PVOH/A + citronela se diferiu estatisticamente entre os demais, obtendo uma menor média. O tratamento PVOH/A + tomilho apresentou uma maior pureza e intensidade de cor durante os dias de avaliação em relação aos demais, esse resultado pode ser relacionado ao efeito do óleo essencial.

A diferença total de cor (ΔE) é uma combinação dos valores dos parâmetros L , a^* e b^* , considerado um parâmetro colorimétrico amplamente utilizado para caracterizar a variação na percepção de cores. Para os resultados deste trabalho, nos primeiros 14 dias de armazenamento os tratamentos não diferiram entre si estatisticamente, mantendo a cor dos frutos iguais. Um aumento no (ΔE) foi observado até os 22 dias de armazenamento, depois desse período teve uma queda. A diferença total de cor nos frutos revestidos com PVOH/A + citronela, PVOH/A + capim-limão, PVOH/A + canela e somente PVOH/A foram menores quando comparadas ao tratamento controle e ao PVOH/A + tomilho de acordo com a Tabela 11.

Tabela 10- Análise de cor C (saturação e pureza) do abacate revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0$ °C e $36,95\% \pm 1\%$ UR).

| Tratamento | 0 dias | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias | Regressão | |
|----------------------|--------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|--|----------------|
| Controle | 4,58 | 2,35 ^{ab} | 8,98 ^{ab} | 9,81 ^a | 11,62 ^a | $\hat{y} = 3.007 + 0.3055x$ | $R^2 = 0,7924$ |
| PVOH/A + Citronela | | 1,51 ^b | 7,27 ^{abc} | 3,17 ^b | 6,06 ^{bc} | * | |
| PVOH/A + Capim-limão | | 2,41 ^{ab} | 4,16 ^c | 11,87 ^a | 9,18 ^{ab} | * | |
| PVOH/A + Canela | | 2,37 ^{ab} | 6,52 ^{abc} | 13,23 ^a | 2,82 ^c | * | |
| PVOH/A + Tomilho | | 4,62 ^{ab} | 10,49 ^a | 12,41 ^a | 10,11 ^{ab} | $\hat{y} = 2.689 + 0.7201x - 0.01515x^2$ | $R^2 = 0,8189$ |
| PVOH/A | | 6,92 ^a | 4,63 ^{bc} | 9,10 ^a | 8,08 ^{ab} | $\hat{y} = 4.752 + 0.1308x$ | $R^2 = 0,5236$ |
| Média | | 3,37 | 7,01 | 9,93 | 7,98 | | |

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro. * Não foi encontrado modelo com até dois fatores dependentes significativos e falta de ajuste não significativa.

Tabela 11- Diferença global de cor (ΔE) do abacate, em relação ao dia inicial, revestido com PVOH/A + citronela, PVOH/A + Capim-limão, PVOH/A + canela, PVOH/A + tomilho e PVOH/A em 7, 14, 22 e 29 dias de armazenamento em temperatura de refrigeração ($10,8 \pm 1,0$ °C e $36,95\% \pm 1\%$ UR).

| Tratamento | 7 dias | 14 dias | 22 dias | 29 dias | Regressão | |
|----------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--|----------------|
| Controle | 6,63 ^a | 14,12 ^a | 23,51 ^a | 22,39 ^a | $\hat{y} = -7.66 + 2.245x - 0.04098x^2$ | $R^2 = 0,9683$ |
| PVOH/A + Citronela | 5,59 ^a | 12,42 ^a | 16,37 ^b | 16,75 ^a | $\hat{y} = -4.163 + 1.611x - 0.03069x^2$ | $R^2 = 0,9999$ |
| PVOH/A + Capim-limão | 2,91 ^a | 3,94 ^b | 25,46 ^a | 22,38 ^a | * | |
| PVOH/A + Canela | 5,78 ^a | 12,43 ^a | 27,08 ^a | 10,69 ^b | * | |
| PVOH/A + Tomilho | 9,98 ^a | 16,48 ^a | 25,44 ^a | 20,28 ^a | $\hat{y} = -5.926 + 2.542x - 0.05548x^2$ | $R^2 = 0,9057$ |
| PVOH/A | 2,88 ^a | 10,79 ^a | 24,13 ^a | 20,40 ^a | $\hat{y} = -15.77 + 2.893x - 0.05543x^2$ | $R^2 = 0,9224$ |
| Média | 5,63 | 11,70 | 23,66 | 18,81 | | |

As médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro.

* Não foi encontrado modelo com até dois fatores dependentes significativos e falta de ajuste não significativa.

Pode-se dizer que os revestimentos adicionados de óleos essenciais tiveram um efeito positivo na diferença global de cor nos frutos. Mas ainda existem poucas observações na literatura sobre esse efeito dos óleos essenciais incorporados em coberturas sobre a coloração. Quando o ΔE é <1 não é perceptível a olho humano, neste trabalho significa que a diferença foi perceptível, pois os valores são maiores que esse limite.

Garcia e colaboradores (2022), avaliaram o efeito de revestimentos de biopolímeros feitos de nanopartículas de zeína e ϵ -polilisina em abacate tipo 'Hass' na mudança geral de cor. Sob armazenamento refrigerado, os frutos apresentaram menores valores (entre 10 a 19 ΔE) sob os tratamentos com revestimentos em relação ao controle em 21 dias de refrigeração. Esses valores se assemelham com os encontrados para este trabalho.

Maftoonazad et al. (2007) avaliaram as características físico-químicas do abacate revestido e para análise de ΔE , também constataram que a diferença de cor total nas amostras revestidas alterou a uma taxa menor do que nas amostras não revestidas, afirmando o efeito dos revestimentos em relação a cor dos frutos.

Lopes et al. (2018), revestiram goiabas com barbatimão amido e caseína e realizaram a análise de cor nos frutos. Foi observado que o ΔE das goiabas sem revestimento variou mais do que aquelas que foram revestidas, se assemelhando com os resultados encontrados neste trabalho, onde o controle sofreu maior variação nas médias.

4.8 Análise de fungos por lesões

A aparência do fruto é uma característica primária sobre sua qualidade e sua vida pós-colheita, impactando diretamente na escolha do consumidor. Em relação ao aparecimento de fungos, os 21 dias de armazenamento, apenas o tratamento controle apresentou infecções, totalizando a incidência da doença em 4,16% e um diâmetro de 6,4cm. Aos 29 dias de armazenamento, os frutos do tratamento controle tiveram uma incidência da doença de 12,5%, já os tratamentos com PVOH/A + Capim-limão que apresentaram incidência da doença em 8,33%. Os frutos que apresentaram essas infecções já estavam completamente degradados. Pode-se afirmar que o potencial antimicrobiano dos óleos essenciais é eficaz para prolongar a vida útil dos frutos e conter a degradação microbiana. Os óleos essenciais de cravo-da-índia e canela

foram utilizados por Barrera-Necha et al. (2008) para *C. gloesporioides* e obtiveram bons resultados para controle da antracnose no mamão. Palhano et al. (2004) verificaram efeito do óleo essencial de capim-limão na viabilidade de inibição de patógenos também de *C. gloesporioides*, e foi efetivo a sua utilização.

5. CONCLUSÕES

Pelos resultados apresentados, pode afirmar que o armazenamento de abacate cv. Hass sob refrigeração, foi eficiente na conservação pós-colheita dos frutos. O tratamento somente com PVOH/A obteve maior taxa de acidez e consequente uma menor taxa de respiração dos frutos. Os revestimentos adicionados de óleos essenciais tiveram um efeito positivo na redução da cor nos frutos quando comparados com o tratamento controle. Frutos revestidos adicionados de óleos essenciais tiveram sua vida útil prolongada e foi contido a degradação microbiana.

REFERÊNCIAS

- AGROBASE APP, 2021. **Cercosporiose em Abacate**. Disponível em: <<https://agrobasesapp.com/brazil/disease/cercosporiose>>. Acesso em: 12/03/2021.
- ALBUQUERQUE, J. **Plantas medicinais de uso popular**. 1. ed. Brasília: ABEAS/MEC, 1989.
- ALCARDE, A. R.; REGITANO-D'ARCE, M. A. B.; SPOTO, M. H. F. **Fundamentos de Ciência e Tecnologia de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Manole, 2020.
- ANDRADE, W. P.; VIEIRA, G. H. C. **Efeito dos óleos essenciais sobre a antracnose in vitro e em frutos de mamoeiro**. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, vol. 18, p. 367-372, 2016.
- AQUINO, A. A. de; RODRIGUES, R. da S.; DONATO, I. A.; BRANDÃO, M. R. S.; MOREIRA, E. de S.; COSTA, M. L. X. C.; SANTOS, H. C.; SILVA, S. L. da. Revestimento à base de amido extraído da semente de Manga Palmer com adição de extrato de própolis na conservação de Abacate Geada. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 71116-71135, 2020.
- ARPAIA, M. L.; COLLIN, S.; SIEVERT, J.; OBENLAND, D. Influence of cold storage prior to and after ripening on quality factors and sensory attributes of Hass avocados. **Postharvest Biology Technology**, vol. 110, p. 149-157, 2015.
- ASHTON, O. B. O.; WONG, M.; MCGHIE, T. K.; VATHER, R.; REQUEJO-JACKMAN, C.; WOOLF, A. B. Pigments in avocado tissue and oil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 54, p. 10151-10158, 2006.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v. 17, p. 87-97, 2014.
- AUNG, M. M.; CHANG, Y. S. Temperature management for the quality assurance of a perishable food supply chain. **Food Control**, v. 40, p. 198-207, 2014.
- AVILA-SOSA, R.; PALOU, E.; MUNGUÍA, M. T. J.; NEVÁREZ-MOORILLÓN, G. V.; CRUZ, A. R. N.; LÓPEZ-MALO, A. Antifungal activity by vapor contact of essential oils added to amaranth, chitosan, or starch edible films. **International Journal of Food Microbiology**, v. 153, p.66-72, 2012.
- BARBOSA, L. N. Propriedade antimicrobiana de óleos essenciais de plantas condimentares com potencial de uso como conservante em carne e hambúrguer bovino e testes de aceitação. 2010, 121 f. **Dissertação (Mestrado em Biologia Geral e Aplicada)** - Instituto de Biociências, Campus de Botucatu, UNESP, Botucatu.
- BARRERA-NECHA, L. L., BAUTISTA-BAÑOS, S., FLORES-MOCTEZUMA, H. E., ROJASESTUDILLO, A. Efficacy of essential oils on the conidial germination, growth of *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. and control of postharvest diseases in papaya (*Carica papaya* L.). **Plant Pathology Journal**, v. 7, p. 174-178, 2008.

BEZERRA, V. B. **Pós-colheita de frutos**. 1. ed. Macapá: Embrapa Amapá, 2003.

BILL, M.; SIVAKUMAR, D.; KORSTEN, S.; THOMPSON, A. K. The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. **Crop Protection**, v.64, 2014.159-167p.

BLAKEY, R. J.; BOWER, J. P.; BERTLING, I. Influence of water and ABA supply on the ripening pattern of avocado (*Persea americana* Mill.) fruit and the prediction of water content using Near Infrared Spectroscopy. **Postharvest Biology and Technology**, vol. 53, p.72–76, 2009.

BLAKEY, R. J.; TESFAY, S. Z.; MATHABA, N.; BERTLING, I.; BOWER, J. P. Some initial changes in “Hass” avocado (*Persea americana* Mill.) physiology due to ethephon. **International Journal of Postharvest Technology and Innovation**, v. 2, p. 334-344, 2012.

BRASIL, Brasília, DF. **Resolução - RDC nº 2, de 15 de janeiro de 2007**. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - Anvisa. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2007/rdc0002_15_01_2007.html>. Acesso em 11/03/2021.

CANTILLANO, F. Resfriamento na conservação das frutas e hortaliças. **EMBRAPA CLIMA TEMPERADO**. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95199/1/armazenamento-Cantill>>. Acesso em: 11/03/2021.

CHAVES, M. A., MENDONÇA, C. R. B., BORGES, C. D., PORCU M. O. Preparation of whole cookie using avocado pulp flour and oil. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.31, p.215-226, 2013.

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

COWAN, A. K.; WOLSTENHOLME, B. N. Avocado. **Encyclopedia of Food and Health**, p. 294–300, 2016.

COX, K. A.; MCGHIE, T. K.; WHITE, A.; WOOLF, A. B. Skin colour and pigment changes during ripening of Hass avocado fruit. **Postharvest Biology Technology**, vol. 31, p. 287-294, 2004.

CRIZEL, G. R.; MOURA, R. S.; OLIVEIRA, I. R.; MENDONÇA, C. R. B. Características físicas e químicas de abacates das variedades “Quintal” e “Hass”. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 17.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10., 2008, Pelotas. **Resumos...** Pelotas: UFPEL, 2008.

DAIUTO, E. R., TREMOCOLDI, M. A., SEVERINO, M. A., VIEITES, R. L., MINARELLI, P. H. Composição química e atividade antioxidante da polpa e resíduos de abacate ‘Hass’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, p. 417-424, 2014.

DAIUTO, E. R.; MINARELLI, P. H.; VIEITES, R. L.; ORSI, R. O. Própolis e cera vegetal na conservação de abacate 'Hass'. **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 33, n. 4, p. 1463-1474, 2012.

DONADIO, L. C. **Abacate para exportação**: aspectos técnicos da produção. 2. ed. Brasília: EMBRAPA: SPI, 1995.

DUARTE, M. C. T.; LEME, E. E.; DELARMELINA, C.; SOARES, A. A.; FIGUEIRA, G, M.; SARTORATTO, A. Activity of essential oils from Brazilian medicinal plants on *Escherichia coli*. **Journal of Ethnopharmacol**, v. 111, p.197-201, 2017.

EL FATTAH, M. A.; EL ZAHWEY; HARIDY, I. M.; EL DEEB, S. A. Effect of drying on the physicochemical properties and chemposition of lemongrass oil. **Menofly Journal Agricultural Research**, v. 17, p.1211-1230, 1992.

FAKHOURI, F. M.; GROSSO, C. Efeito de Coberturas Comestíveis na Vida Útil de Goiabas *in natura* (*Psidium guajava* L.) Mantidas sob Refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 6, p. 203-211, 2003.

FALGUERA, V.; QUINTERO, J. P.; JIMÉNEZ, A.; MUÑOZ, J. A.; IBARZ, A. Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, p. 292 – 303, 2011.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). 2011. Perdas globais de alimentos e desperdício de alimentos - Extensão, causas e prevenção. Roma: FAO. 38p.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). FAOSTAT. 2022. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 10 de janeiro 2022.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). Food Outlook. 2019. Disponível em: <www.fao.org/3/CA4526EN/CA4526EN.pdf>. Acesso em: 14 de dezembro de 2020.

FARIA, J. A. de; LIMA, M. N. de; ARAÚJO NETO, S. E. de; OLIVEIRA, E. B. de L.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de frutos de abacate cv. Fuerte tratados com revestimento natural. **Scientia Naturalis**, v. 1, p. 35-44, 2019.

FINGER, F. L.; VIEIRA, G. **Controle da perda pós-colheita de água em produtos hortícolas**. 2ª reimpressão. Viçosa: UFV, 2007.

FISCHER, I. H.; TOZZE JÚNIOR, H. J.; ARRUDA, M. C.; MASSOLA JÚNIOR, N.S. Pós-colheita de abacates Fuerte e Hass: características físicas e químicas, danos e controle de doenças. **The Journal Semina Ciências Agrárias**, v.32, p. 209-220, 2011.

FULGONI V. L.; DREHER, M. L.; DAVENPORT, A. J. Consumption of avocados in diets of US adults: NHANES 2006-2011. **Journal of The American Dietetic Association**, vol. 110, p. 30, 2010.

GARCIA, F.; LIN, W. J.; MELLANO, V.; PARDO, G. D. Effect of biopolymer coatings made of zein nanoparticles and ϵ -polylysine as postharvest treatments on the shelf-life of avocados (*Persea americana* Mill. Cv. Hass). **Journal of Agriculture and Food Research**, vol. 7, p. 100260, 2022.

GARNER, L.; KLEIN, G.; ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C. J. Response of evergreen perennial tree crops to gibberellic acid is crop load-dependent: II. GA₃ increases yield and fruit size of 'Hass' avocado only in the on-crop year of an alternate bearing orchard. **Scientia Horticulturae**, vol. 130, p. 753-761, 2011.

GAYET, J. P.; BLEINROTH, E. W.; MATALLO, M.; GARCIA, E. E. C.; GARCIA, A. E.; ARDITO, E. F. G.; BORDIN, M. R. **Abacate para exportação: Procedimentos de Colheita e Pós-colheita**. Brasília: EMBRAPA, 1995.

GUIMARÃES, L. G. de L. Estudo da estabilidade do efeito fungitóxico do óleo essencial de capim-limão (*Cymbopogon citratus* (D.C) Stapf). 2007. Tese - Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2007.

GUIMARAES, L. G. de L.; CARDOSO, M.G.; SOUSA, P.E.; ANDRADE, J.; VIEIRA, S.S. Atividades antioxidante e fungitóxica do óleo essencial de capim-limão e do citral. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.464-472, 2011.

HARICH, M.; MAHERANI, B.; SALMIERI, S.; LACROIX, M. Evaluation of antibacterial activity of two natural bio-preservatives formulations on freshness and sensory quality of ready to eat (RTE) foods. **Food Control**, vol. 85, p. 29-41, 2018.

HARRILL, R. **Using a refractometer to test the quality of fruits e vegetables**. 1 ed. Bellevue: Pineknoll Publishing. 1998.

HENZ, G. P. Postharvest losses of perishables in Brazil: what do we know so far? **Horticultura Brasileira**, vol. 35, p.6-13, 2017.

HLPE. 2014. Perdas e desperdícios de alimentos no contexto de sistemas alimentares sustentáveis. Um relatório do Painel de Especialistas de Alto Nível em Segurança Alimentar e Nutrição do Comitê sobre Segurança Alimentar Mundial. Roma: FAO. 116p.

HOFMAN, P. J.; STUBBINGS, B. A.; ADKINS, M. F.; CORCORAN, R. J.; WHITE, A.; WOOLF, A. B. Low temperature conditioning before cold disinfestation improves Hass avocado fruit quality. **Postharvest Biology Technology**, vol. 28, p. 123-133, 2003.

HORTIESCOLHA. **Programa de apoio a tomada de decisão do serviço de alimentação na escolha, aquisição, controle de qualidade e utilização de frutas e hortaliças frescas**. São Paulo: Departamento de Agroindústria, Alimentos e Nutrição da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo e do Centro de Qualidade em Horticultura - CEAGESP, [2020]. Disponível em:< <http://www.ceagesp.gov.br/entrepastos/servicos-entrepastagem/hortiescolha/abacate>> Acesso em: 15 dezembro 2020.

- KLUGE, R.A.; NACHTIGAL, J.C.; FACHINELLO, J.C.; BILHALVA, A.B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. 2. ed. Campinas: Livraria e Editora Rural. 2002.
- KOKETSU, M.; GONÇALVES, S. L.; GODOY, R.; LOPES, L. O.; DAISE & MORSBACH, N. Óleos essenciais de cascas e folhas de canela (*Cinnamomum verum* Presl) cultivada no Paraná. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, p. 281-285, 1997.
- LEONEL, S.; SAMPAIO, A. C. **Abacate: aspectos técnicos da produção**. São Paulo: Universidade Estadual Paulista: Cultura Acadêmica Editora, 2008. *E-book*. Disponível em: < https://issuu.com/livros-online.org/docs/abacate_aspectos_tecnicos >. Acesso em: 14 dezembro de 2020.
- LOPES, A. R.; DRAGUNSKI, D. C.; CAETANO, J.; FRANSISCO, C. B.; BONFIM JÚNIOR, L. F. Conservação de goiabas com revestimentos comestíveis de amido e caseína com extrato de barbatimão. **Engenharia na Agricultura**, v.26, p. 295-305, 2018.
- LUCAS, G. C. **Óleos essenciais no controle da pinta preta do tomateiro**. 2012. 92f. Tese (Doutorado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2012.
- LUENGO, R. F. A.; HENZ, G. P.; MORETTI, C. L.; CALBO, A. G. **Pós-colheita de hortaliças**. 1 ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2007.
- LUVIELMO, M. de M.; LAMAS, S. V. Revestimentos Comestíveis em Frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v.8, p. 8-15, 2012.
- MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H. S. Postharvest shelf-life extension of avocados using methyl cellulose-based coating. **Food Science of Technology**, vol. 38, p. 617-624, 2005.
- MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H. S.; MOALEMIVAN, M.; KUSHALAPA, A. C. Effect of pectin-based edible emulsion coating on changes in quality of avocado exposed to *Lasiodiplodia theobromae* infection. **Carbohydrate Polymers**, vol. 68, p. 341-349, 2007.
- MAGUIRE, K.M.; BANKS, N. H. Harvest date, cultivar, orchard and tree effects on water vapor permanence in apples. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v.125, p.100-104, 2000.
- MAGWAZE, L. S.; TEFAY, S. Z. A Review of destructive and non-destructive methods for determining avocado fruit maturity. **Food and Bioprocess Technology**, vol. 8, p. 1995-2011, 2015.
- MARQUES, S. S.; SANTOS, M. P.; ALVEZ, E. S. S.; VILCHES, T. T. B.; SANTOS, R.B.; VENTURA, J. A.; FERNANDES, P. M. B. Uso de óleos essenciais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides*, agente causal da antracnose em frutos do mamoeiro. **Papaya Brasil**, vol. 1, p. 591-593, 2003.

MERCIER, S.; VILLENEUVE, S.; MONDOR, M.; UYSAL, I. Time-temperatura management along the food cold chain: a review of recent developments.

Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, vol. 16, p. 647-667, 2017.

MEYER, M. D.; TERRY, L.A. Fatty acid and sugar composition of avocado, cv. Hass, in response to treatment with an ethylene scavenger or 1 methylcyclopropene to extend storage life. **Food Chemistry**, vol. 121, p. 1203-1210, 2010.

MICKELBART, M. V.; BENDER, G. S.; WITNEY, G. W.; ADAMS, C.; ARPAIA, M. L. Effects of clonal rootstocks on "Hass" avocado yield components, alternate bearing and nutrition. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 82, p. 460-466, 2007.

MONTES-BELMONT, R.; CARVAJAL, M. Control of *Aspergillus flavus* in maize with plant essential oils and their components. **Journal of Food Protection**, vol. 61, p. 616-619, 1998.

NERIO, L. S.; OLIVERO-VERBEL, J.; STASHENKO, E. Repellent activity of essential oils: a review. **Bioresource Technology**, v.101, p.372-8, 2010.

NUNES, R. S.; LIRA, A. M.; XIMENES, E; SILVA, J. A.; SANTANA, D. P.; **Scientia Plena**, vol. 1, 182-184, 2005.

OLIVEIRA, M. M. M.; BRUGNERA, D. F.; CARDOSO, M. G.; GUIMARÃES, L. G. L.; PICCOLI, R. H. Rendimento, composição química e atividade antilisterial de óleos essenciais de espécies de *Cymbopogon*. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**. v.13, p.8-16, 2011.

OZDEMIR, F.; TOPUZ, A. Changes in dry matter, oil content and fatty acids composition of avocado during harvesting time and post-harvest ripening period. **Food Chemistry**, vol. 86, p. 79 – 83, 2004.

PAIVA, E. P.; LIMA, M. S.; PAIXÃO, J. A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, vol. 10, p. 196-2011, 2009.

PALHANO, L. F.; VILCHES, T. T. B.; SANTOS, R. B.; ORLANDO, M. T. D.; VENTURA, J. A. FERNANDES, P. M. B. Inactivation of *Colletotrichum gloeosporioides* spores by high hydrostatic pressure combined with citral or lemongrass essential oil. International **Journal of Food Microbiology**, v.95, p.61-6, 2004.

PECH, J. C. Unravelling the mechanisms of fruit ripening and development of sensory quality through the manipulation of ethylene biosynthesis in melon. In: NATO ADVANCED RESEARCH WORKSHOP ON BIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY OF THE PLANT HORMONE ETHYLENE, 2002, Murcia. **Anais...**

PEGG, K.G.; COATES, L.M.; KORSTEN, L.; HARDING, R.M. Foliar, fruit and soil diseases. In: Whiley, A.W.; Schaffer, B.; Wolstenholme, B.N. (Eds.). **The avocado: botany, production and uses**. 1 ed. Wallingford: CAB Intl. Press, 2002.

PERUMAL, A. B.; NAMBIAR, R. B.; SELLAMUTHU, S.; EMMANUEL, R. S. Use of modified atmosphere packaging combined with essential oils for prolonging post-harvest shelf life of mango (cv. *Banganapalli* and cv. *Totapuri*). **LWT – Food Science and Technology**, vol. 148, p. 111662, 2021.

PICCININ, E.; PASCHOLATI, S. F.; DI PERO, R. M. Doenças abacateiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A. (Ed.) **Manual de fitopatologia: Doenças em plantas cultivadas**. 4. ed. São Paulo, SP: Agronômica Ceres, 2005.

PIGOZZI, M. T.; MENDES, F. Q.; CALDAS, J. N.; OLIVEIRA, I. R. N. de; FIALHO e MORAES, A. R.; FILHO, F. A. de S. E.; SOUSA, L. A. T. S.; SILVA, I. B. Qualidade pós-colheita de Banana revestida com Álcool Polivinílico e Amido. **Brazilian Journal of Development**, v.6, p.74637-74648, 2020.

PIGOZZI, M. T.; SILVA, V. M.; MENDES, F. Q.; OLIVEIRA, I. R. N.; MORAES, A. R. F.; LOPES, E. A. Post-harvest quality of papaya coated with polivinilic alcohol and maize starch. **Ciência e Agrotecnologia**, vol. 45, e019120, 2021.

PINTO, J. A. V.; BRACKMANN, A.; SCHORR, M. R. W.; VENTURINI, T. L.; THEWES, F. R. Indução de perda de massa na qualidade pós-colheita de pêssegos 'Eragil' em armazenamento refrigerado. **Ciência Rural**, vol. 42, p. 962-968, 2012.

PINTO, J. E. B. P.; LAMEIRA, O. L.; SANTIAGO, E. J. A de; SILVA, F. G. **Cultivo de plantas medicinais, aromáticas e condimentares**. 1 ed. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001.

PIO, L. A. S.; MAGALHÃES, D. S. Abacate: Brasil entre os líderes mundiais de produção. **Revista Campo & Negócios Online**. 2018. Disponível em: < <https://revistacampoenegocios.com.br/abacate-brasil-entre-os-lideres-mundiais-de-producao/>>. Acesso em: 9 dezembro 2020.

PORTE, A.; GODOY, R. L. O. Alecrim (*Rosmarinus Officinalis* L.): propriedades antimicrobiana e química do óleo essencial. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 19, p. 193-210, 2001.

RAMOS, K. **Óleos essenciais no controle de *Colletotrichum gloeosporioides***. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais). Universidade Camilo Castelo Branco. 52p. Fernandópolis, SP, 2014.

RIBEIRO, Y. L. L.; PIMENTA, M. F.; LEITE, B. H. G.; GOUVEIA, A. M. de S. Abacate: Condução do plantio à colheita. **Revista Campo e Negócios Online**. 2020. Disponível em:< <https://revistacampoenegocios.com.br/abacate-conducao-do-plantio-a-colheita/> >. Acesso em: 12/03/2021

ROSA, G. M. **Teor e composição de óleo essencial de capim-limão (*cymbopogon citratus* (dc) stapf) e tomilho (*thymus vulgaris* l.) submetidos a diferentes temperaturas e períodos de secagem**. 2013. Tese – Dissertação

(Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, 2013.

RUVINOV, I.; NGUYEN, C.; SCARIA, B.; VEGH, C.; ZAITOON, O.; BASKARAN, K.; MEHAIDLI, A.; NUNES, M.; PANDEY, S. Lemongrass extract possesses potent anticancer activity against human colon cancers, inhibits tumorigenesis, enhances efficacy of FOLFOX, and reduces its adverse effects. **Integrative Cancer Therapies**, vol. 18, p. 1-13, 2019.

SÁNCHEZ, A. A.; ESPINOSA, M. E.; VÁSQUEZ, E. N. O.; CAMBEROS, E. P.; VÁSQUEZ, R. S.; CARVANTES, E. L. Antimicrobial and antioxidant activities of Mexican oregano essential oils (*Lippia graveolens* H. B. K.) with different composition when microencapsulated in β cyclodextrin. **Letters in Applied Microbiology**, v.50, p.585-590, 2010.

SANTANA, I.; CASTELO-BRANCO, V. N.; GUIMARÃES, B. M.; SILVA, L. S.; PEIXOTO, V. O. S.; CABRAL, L. M. C.; FREITAS, S. P. F.; TORRES, A. L. Hass avocado (*Persea americana* Mill.) oil enriched in phenolic compounds and tocopherols by expeller-pressing the unpeeled microwave dried fruit. **Food Chemistry**, vol. 286, p. 354-361, 2019.

SANTOS, J. L. F.; ATAÍDE, E. M.; SANTOS, A. K. E.; SILVA, M. S. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de abacate. **Scientia Plena**, vol. 11, p. 120201- 120208, 2015.

SANTOS, M. A. Z.; ALICIEO, T. V. R.; PEREIRA, C. M. P.; RAMIS-RAMOS, G.; MENDONÇA, C. R. B. Profile of bioactive compounds in avocado pulp oil: influence of dehydration temperature and extraction method. **Journal of the American Oil Chemical Society**, vol. 91, p.19-27, 2014.

SARDUNI, F. F. F.; HANAFI, S. N.; IBRAHIM, S. F.; SHAHARUDDIN, S. Effect of pectin concentration on edible coated-*Musa acuminata* cv *Berangan* quality. **Materials Today: Proceedings**, vol. 31, p. 166-170, 2020.

SCHAFFER, B.; WOLSTENHOLME, B. N.; WHILEY, A. W. **The avocado: botany, production and uses**. 2 ed. Wallingford: CAB Intl. Press, 2013.

SHASANY, A. K.; LAL, R. K.; PATRA, N. K.; DAROKAR, M. P.; GARG, A.; KUMAR, S. Phenotypic and RAPD diversity among *Cymbopogon winterianus* Jowitt accessions in relation to *Cymbopogon nardus* Rendle, **Genet Resour Crop Evol**, v.47, p.553-562, 2000.

SILVA, J. S.; FINGER, F. L.; CORREA, P. C. **Armazenamento de frutas e hortaliças**. 1 ed. Viçosa: UFV, 2010.

SILVA, P. P. M.; OLIVEIRA, J. **Revestimentos comestíveis aplicados em frutas e hortaliças**. 2020. Laboratório de Frutas e Hortaliças. Departamento Agroindústria, Alimentos e Nutrição (ESALQ/USP). Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=3279912>>. Acesso em: 27 jan. 2021.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. **Farmacologia: da planta ao medicamento**. 4 ed. Porto Alegre: UFRGS, 2002.

SIVAKUMAR, D.; BAUTISTA-BAÑOS, S. A review on the use of essential oils for postharvest decay control and maintenance of fruit quality during storage. **Crop Protection**, v. 64, p. 27–37, 2014.

SOARES, A. G. Perdas pós-colheita de frutas e hortaliças. **Fórum Agronegócios da UNICAMP – Qualidade e Segurança de Alimentos**. Mesa Redonda – Qual o Tamanho do Desperdício. 2009.

TESFAY, S. Z.; MAGWAZA, L. S.; MBILI, N.; MDITSHWA, A. Carboxyl methylcellulose (CMC) containing moringa plant extracts as new postharvest organic edible coating for Avocado (*Persea americana* Mill.) fruit. **Scientia Horticulturae**, vol. 226, p. 201 – 207, 2017.

TOZZE JÚNIOR, H. J. **Antraconose do abacateiro: danos pós-colheita, caracterização do agente causal, quantificação de parâmetros da pré-penetração e monocíclicos e controle químico**. 2012. 124 f. Tese (Doutorado em Ciências – Área de concentração: Fitopatologia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP, 2012.

TYL, C.; SADLER, G. D. **pH and Titratable Acidity**. Nielsen (Ed.), Food Analysis, Springer International Publishing. 2017.

USDA (U.S. Department of Agriculture). (2011). Avocado, almond, pistachio and walnut Composition. Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 24. U.S. Department of Agriculture. Washington, DC.

VILLA-RODRÍGUEZ, J. A.; MOLINA-CORRAL, F. J.; AYALA-ZAVALA, J. F.; OLIVAS, G. I.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Effect of maturity stage on the content of fatty acids and antioxidant activity of ‘Hass’ avocado. **Food Research International**, vol. 44, p. 1231-1237, 2011.

WACHOWICZ, C. M.; CARVALHO, R. I. N. de. **Fisiologia Vegetal: Produção e Pós-Colheita**. 1 ed. Curitiba: Editora Champagnat, 2002.

WANG, M.; ZHENG, Y.; KHUONG, T.; LOVATT, C. J. Effect of harvest date on the nutritional quality and antioxidant capacity in ‘Hass’ avocado during storage. **Food Chemistry**, vol. 135, p. 694-698, 2012.

WANG, W.; TERRELL, R.; BOSTIC, L.G. Antioxidant capacities, procyanidins and pigments in avocados of different strains and cultivars. **Food Chemistry**, v.122, p. 1.193-1.198, 2010.

ZILLO, R. R.; SILVA, P. P. M.; OLIVEIRA, J. de; GLÓRIA, E. M da; SPOTTO, M. H. F. Carboxymethylcellulose coating associated with essential oil can increase papaya shelf life. **Scientia Horticulturae**, vol. 239, p. 70-77, 2018.

APÊNDICE A

Abacates com lesões fungos – Tratamento Controle – 21 dias



Abacates com lesões fungos – Tratamento Controle – 29 dias

