

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA – UNIFEV
ENGENHARIA AGRONÔMICA

ANGELA SILVA SOUZA
MATHEUS HENRIQUE DE BRITO PRATES

**PÓS-COLHEITA DE MORANGOS ‘ALBION’: BIOFILMES NA
CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS**

VOTUPORANGA
2025

ANGELA SILVA SOUZA
MATHEUS HENRIQUE DE BRITO PRATES

**PÓS-COLHEITA DE MORANGOS ‘ALBION’: BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO
DOS FRUTOS**

Monografia apresentada à UNIFEV - Centro
Universitário de Votuporanga, para obtenção do grau
de bacharel em Engenharia Agrônômica sob
orientação da professora Ma. Mariane Aparecida
Barbará Zanini

VOTUPORANGA-SP

2025

SOUZA, ANGELA SILVA.

PÓS-COLHEITA DE MORANGOS 'ALBION': BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS. / ANGELA SILVA SOUZA; MATHEUS HENRIQUE DE BRITO PRATES. - Votuporanga. Ed. do Autor, 2025.

32 p., 30cm. :il., tab.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Bacharelado) - UNIFEV - Centro Universitário de Votuporanga, Curso de ENGENHARIA AGRONÔMICA, 2025.

Orientadora: Prof^a. Ma. MARIANE APARECIDA BARBARÁ ZANINI.

1.Fragaria x ananassa. 2. Gelatina. 3. Menta. 4. Própolis. I. PRATES, MATHEUS HENRIQUE DE BRITO. II. Título.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOTUPORANGA – UNIFEV
ENGENHARIA AGRONÔMICA

ANGELA SILVA SOUZA
MATHEUS HENRIQUE DE BRITO PRATES

**PÓS-COLHEITA DE MORANGOS ‘ALBION’: BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO
DOS FRUTOS**

Aprovado 31 / 10 / 2025

Monografia apresentada à UNIFEV- Centro
Universitário de Votuporanga – para obtenção do
grau de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Documento assinado digitalmente
 **EPITACIO JOSE DE SOUZA**
Data: 11/12/2025 21:44:21-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Primeiro Examinador
Prof.º Dr. Epitácio José de Souza
Unifev

Documento assinado digitalmente
 **LAIS NAIARA HONORATO MONTEIRO**
Data: 11/12/2025 17:47:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Segundo Examinador
Prof.ª Dra. Laís Naiara Honorato Monteiro
UNIFEV

Documento assinado digitalmente
 **MARIANE APARECIDA BARBARA ZANINI**
Data: 11/12/2025 22:04:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Professora Orientadora
Prof.ª Ma. Mariane Aparecida Barbará Zanini

VOTUPORANGA
2025

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente a Deus, por ter me sustentado em cada etapa dessa jornada. Sua presença foi meu alicerce nos momentos de dúvida, cansaço e incerteza. Sem Ele, nada disso seria possível.

À minha mãe, que já não está entre nós, mas cuja presença sinto em cada conquista. Onde quer que esteja, está orgulhosa de mim. Sua força, amor e ensinamentos continuam vivos em mim e foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Este trabalho também é para você!

Aos meus familiares, que me apoiaram com palavras, gestos e orações, meu sincero obrigado. Cada demonstração de carinho foi combustível para continuar. E até mesmo àqueles que não acreditaram ou não estiveram presentes, deixo minha gratidão — pois, de certa forma, também me impulsionaram a seguir em frente e provar a mim mesma do que sou capaz.

Ao meu namorado, meu eterno companheiro, que esteve ao meu lado em todos os momentos - nos dias bons e, principalmente, nos difíceis. Seu apoio incondicional, paciência e amor foram fundamentais para que eu não desistisse. Obrigada por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei.

E, com imenso carinho e respeito, agradeço à minha orientadora professora Mariane Barbará, por sua dedicação, orientação e por acreditar no meu potencial. Sua sabedoria e incentivo foram essenciais para a construção deste trabalho.

A todos vocês, meu mais profundo e sincero agradecimento.

Angela Silva Souza

Agradeço primeiramente à Deus por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades e aos meus familiares, pelo amor, incentivo e paciência em todos os momentos dessa jornada acadêmica. Sem o apoio de vocês, nada disso seria possível.

Expresso também minha gratidão à professora Mariane Barbará, pela orientação, dedicação e disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos, contribuindo de forma essencial para a realização deste trabalho.

Matheus Henrique de Brito Prates

PÓS-COLHEITA DE MORANGOS 'ALBION': BIOFILMES NA CONSERVAÇÃO DOS FRUTOS

Angela Silva Souza¹
Matheus Henrique de Brito Prates²

Resumo

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é um fruto de alto valor comercial, mas extremamente perecível devido à sua estrutura delicada e intensa atividade metabólica pós-colheita, e por isso, a busca por métodos de conservação sustentáveis tem direcionado o desenvolvimento de biofilmes comestíveis. Este trabalho avaliou a eficiência de recobrimentos à base de gelatina, isolados ou combinados com extrato de própolis e óleo essencial de menta, na conservação do peso e na incidência de doenças pós-colheita de morangos 'Albion'. O experimento foi conduzido no Laboratório de Ciências Naturais LACIN/UNIFEV em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (Controle, Gelatina, Gelatina + Própolis, Gelatina + Menta e Gelatina + Própolis + Menta), com análises de perda de massa e severidade de doenças submetidas à ANOVA e Teste de Tukey. Os resultados para perda de massa demonstraram que o tratamento controle (sem biofilme) obteve o melhor desempenho, com o menor índice de perda. Contudo, na avaliação da severidade de doenças, o tratamento com Gelatina + Extrato de Própolis (T3) apresentou a menor severidade média (10,15 %), estatisticamente. Conclui-se que, para a manutenção do peso, a ausência de recobrimento foi a opção mais eficiente nas condições avaliadas. Entretanto, o desempenho do T3 sugere o potencial do biofilme de gelatina associado ao extrato de própolis para a redução da severidade de doenças pós-colheita, evidenciando a necessidade de ajustes estruturais e de formulação para que esses biofilmes possam atuar como um sistema de conservação integrado e eficaz.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*. Gelatina. Menta. Própolis.

Abstract

The strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) is a fruit of high commercial value but is extremely perishable due to its delicate structure and intense post-harvest metabolic activity. The search for sustainable preservation methods has driven the development of edible biofilms (coatings). This study evaluated the efficiency of gelatin-based coatings, alone or combined with propolis extract and mint essential oil, on the post-harvest weight conservation and disease incidence of 'Albion' strawberries stored under refrigeration for 12 days. The experiment was conducted using a completely randomized design with five treatments (Control, Gelatin, Gelatin + Propolis, Gelatin + Mint, and Gelatin + Propolis + Mint). Analyses for weight loss and disease severity were subjected to ANOVA and Tukey's test. Results for weight loss showed that the control treatment (no biofilm) achieved the best performance, with the lowest loss rate. However, in the evaluation of disease severity, the treatment with Gelatin + Propolis Extract (T3) presented the lowest average severity (10.15%), statistically outperforming other biofilm treatments. It is concluded that, for weight maintenance, the absence of coating was the most efficient option under the evaluated conditions. Nevertheless, the performance of T3 suggests the potential of the gelatin biofilm associated with propolis extract for reducing the severity of post-harvest diseases, highlighting the need for structural and formulation adjustments to allow these biofilms to act as an integrated and effective preservation system.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, Gelatin, Mint, Propolis.

¹ Centro Universitário de Votuporanga (Unifev). Votuporanga, São Paulo, Brasil. Bacharelado em Engenharia Agrônoma. angelass1901@gmail.com.

² Centro Universitário de Votuporanga (Unifev). Votuporanga, São Paulo, Brasil. Bacharelado em Engenharia Agrônoma. matheusindiapora@gmail.com.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Morangos (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch., cultivar Albion) recém chegados do produtor local.....	18
Figura 2: Morangos (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch., cultivar Albion) sendo separados após a pesagem para constituir as repetições.	19
Figura 3: Aplicação de biofilmes em frutos de morango (<i>Fragaria x ananassa</i> Duch.) ‘Albion’ (A), seguida de secagem em condições ambientais (B) e devidamente embalados após higienização e separação por repetições, representando o estágio imediatamente anterior à aplicação dos cinco tratamentos.....	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cinco tratamentos testados.....	20
Tabela 2: Análise de Variância (ANOVA) para o delineamento em parcelas subdivididas no tempo, avaliando o efeito dos Biofilmes (T1: Controle - sem biofilme; T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta) e dos Dias de Armazenamento sobre a Perda de Massa (%) em morangos ‘Albion’.	22
Tabela 3: Comparação de médias de Perda de Massa (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta.	23
Tabela 4: Comparação de médias de Perda de Massa (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta em função dos Dias de Armazenamento (4, 8 e 12 dias).	24
Tabela 5: Análise de Variância (ANOVA) para o delineamento em parcelas subdivididas no tempo, avaliando o efeito dos Biofilmes (T1: Controle - sem biofilme; T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta) e dos Dias de Armazenamento sobre a Severidade de doenças (%) em morangos ‘Albion’.	25
Tabela 6: Comparação de médias de Severidade de doenças (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta.	25
Tabela 7: Comparação de médias de Perda de Massa (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta em função dos Dias de Armazenamento (8 e 12 dias).	26

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1. OBJETIVO GERAL	11
1. Objetivos Específicos	11
2. DESENVOLVIMENTO	12
2.1 Pós-colheita de morango.....	12
2.2 Uso de biofilmes em morango	13
2.2.1 Gelatina.....	13
2.2.2 Óleos Essenciais	14
2.2.3 Benefícios e desafios do uso de biofilmes com óleos essenciais	15
2.3 Principais Doenças Pós-Colheita em Morangos	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é uma das frutas mais apreciadas mundialmente, tanto pelo seu sabor quanto pelo elevado valor nutricional, sendo fonte de compostos bioativos, vitaminas e minerais essenciais à saúde humana (Andrade Júnior et al., 2016). Contudo, trata-se de um fruto extremamente perecível, devido à elevada taxa respiratória e à ausência de uma casca protetora espessa, fatores que aceleram o amadurecimento e a deterioração logo após a colheita (Cecatto; e Lenz, 2022). A manutenção da qualidade pós-colheita do morango é, portanto, um desafio constante, exigindo métodos eficazes de conservação que assegurem a integridade física, química e sensorial do produto (Cantillano e Silva, 2010).

A fase de pós-colheita representa um dos principais gargalos na cadeia produtiva do morango, pois envolve etapas que influenciam diretamente a aparência, a textura e o sabor dos frutos. Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o manuseio inadequado e o armazenamento sob condições inadequadas de temperatura e umidade relativa resultam em perdas significativas, que podem ultrapassar 40% da produção total. Além dos danos físicos e fisiológicos, a suscetibilidade a doenças fúngicas, como o mofo-cinza *Botrytis cinerea* e *Rhizopus stolonifer*, exige severamente a movimentação, exigindo estratégias eficientes de controle (Feliziani; Romanazzi, 2016). Dessa forma, a busca por soluções que ampliem a vida útil do morango sem comprometer sua qualidade é de grande interesse técnico e comercial.

Diante da demanda por alimentos mais saudáveis e da necessidade de reduzir o uso de embalagens sintéticas e defensivos químicos, os biofilmes comestíveis surgem como uma tecnologia promissora (Armghan et al., 2022). Esses revestimentos formam uma barreira semipermeável ao redor do fruto, capaz de reduzir a perda de massa e as trocas gasosas, prolongando a vida útil do produto (Hassan et al., 2025).

Dentre as matrizes utilizadas para a elaboração desses biofilmes, a gelatina se destacou por suas propriedades de formação de filme, transparência e barreira a gases, apresentando resultados positivos na manutenção das características físico-químicas de morangos (Bertolo et al., 2025). No entanto, para ampliar a funcionalidade desses revestimentos, tem-se investigado a incorporação de compostos bioativos, como óleos essenciais e extratos naturais (Scapinello et al., 2020).

A adição de óleos essenciais em biofilmes visa agregar propriedades antimicrobianas e antioxidantes. Estudos indicam que o uso de óleos, como o de menta ou orégano, associados a uma matriz polimérica, pode inibir o desenvolvimento de patógenos e retardar a senescência dos frutos (Siqueira et al., 2021). Da mesma forma, a própolis, reconhecida por sua ação fungistática e bactericida, tem demonstrado potencial quando incorporada a filmes biodegradáveis, contribuindo para a segurança alimentar e conservação nutricional (Lima, 2022).

Embora existam pesquisas sobre o uso isolado desses componentes, a interação entre a gelatina, o extrato de própolis e o óleo essencial de menta na conservação de morangos da cultivar 'Albion' carece de maiores investigações. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de biofilmes à base de gelatina, enriquecidos com extrato de própolis e óleo essencial de menta, na manutenção do peso e na incidência de doenças pós-colheita em morangos.

1. OBJETIVO GERAL

Analisar a influência da utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morangos.

1.1 Objetivos Específicos

Avaliar a eficácia do uso de biofilmes comestíveis a base de gelatina, óleo essencial de menta e própolis na manutenção do peso de morangos e na incidência de doenças.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 Pós-colheita de morango

O morango (*Fragaria x ananassa*) é um híbrido resultante do cruzamento entre as espécies *F. chiloensis* Mill e *F. virginiana* Duch, com origem histórica ligada à introdução da espécie chilena na Europa por Amédée-François Frézier entre 1712 e 1714. Pertencente à família Rosaceae, o morangueiro é uma planta herbácea perene, caracterizada por um caule curto e lenhoso denominado coroa, de onde emergem folhas trifolioladas e o sistema radicular fasciculado. A morfologia da planta é marcada pela emissão de estolões, que são caules rastejantes responsáveis pela propagação vegetativa, e pela produção de frutos agregados, que são o resultado do desenvolvimento do receptáculo floral sendo a parte carnosa e comestível, enquanto os verdadeiros frutos são os aquênios na superfície (Antunes et al., 2016).

O (*Fragaria x ananassa* Duch.) é classificado como uma fruta altamente perecível, sobretudo devido à intensa taxa respiratória apresentada pelos frutos logo após a colheita. Essa característica metabólica acelera significativamente o amadurecimento e os processos de deterioração, comprometendo a qualidade sensorial e comercial dos morangos frescos (Andrade Júnior et al., 2016). Em estudo realizado por Cantillano e Silva (2010), destacam-se problemas frequentes como amolecimento rápido da polpa, escurecimento superficial e perda significativa de água, o que afeta diretamente a aparência e a aceitabilidade pelos consumidores.

A fragilidade estrutural do morango também implica atenção redobrada no manuseio pós-colheita. Devido à ausência de casca resistente, os frutos tornam-se suscetíveis ao desenvolvimento de danos mecânicos, que não apenas prejudicam sua aparência, mas também favorecem o crescimento de microrganismos patogênicos, potencializando perdas econômicas e nutricionais significativas (Cecatto e Lenz, 2022). Dessa forma, práticas cuidadosas e manejo adequado dos frutos após a colheita são essenciais para assegurar a manutenção das propriedades desejáveis, especialmente em mercados altamente exigentes.

Estratégias de conservação têm sido aplicadas com sucesso no prolongamento da vida útil do morango, destacando-se especialmente o resfriamento rápido após a colheita, que visa reduzir rapidamente o metabolismo dos frutos. A utilização de atmosferas modificadas e embalagens adequadas também têm demonstrado eficácia significativa na manutenção da

qualidade sensorial e nutricional, prevenindo a rápida deterioração e limitando perdas comerciais (Cantillano e Silva, 2010; Cecatto e Lenz, 2022).

É importante destacar que a etapa pós-colheita influencia não apenas a qualidade do morango em relação a suas características físicas e químicas, mas também tem um impacto direto na segurança alimentar. Andrade Júnior et al. (2016) salientam que a manipulação adequada, higiene criteriosa e armazenamento correto são etapas fundamentais para minimizar riscos microbiológicos, garantindo, além da qualidade sensorial, segurança ao consumidor final.

2.2 Uso de biofilmes em morango

Os biofilmes, ou coberturas comestíveis, são alternativas inovadoras para prolongar a vida útil dos frutos frescos, especialmente em morangos, devido à alta perecibilidade da fruta. Esses materiais são produzidos a partir de componentes naturais e biodegradáveis, promovendo não apenas a conservação física e química dos frutos, mas também contribuindo para uma cadeia produtiva mais sustentável (ALVES et al., 2024).

2.2.1 Gelatina

A gelatina, obtida a partir da hidrólise parcial do colágeno animal, tem demonstrado excelentes resultados na formação de biofilmes destinados à conservação pós-colheita de morangos. Sua utilização é promissora devido às propriedades como transparência, flexibilidade, permeabilidade seletiva aos gases e capacidade de aderir facilmente à superfície dos frutos (BERTOLO et al., 2025). A cobertura com gelatina atua formando uma barreira física contra perdas excessivas de água, o que reduz significativamente o processo de desidratação, mantendo a firmeza e o brilho natural do morango por um período mais longo.

Pesquisa recente realizada por Bertolo et al. (2025) demonstrou que biofilmes compostos por gelatina, quitosana e extrato de casca de romã aplicados em morangos reduziram a perda de massa em cerca de 11% e atrasaram a contaminação por fungos, estendendo a vida útil de 4 para até 8 dias sob refrigeração. Além disso, observou-se que essa cobertura preservou os compostos aromáticos da fruta, sem alterar suas características sensoriais originais.

Pesquisas nacionais indicam que a gelatina pode ser utilizada como carreadora de compostos antioxidantes e antimicrobianos, ampliando a proteção contra

microrganismos deterioradores. Friedrich (2014) avaliou o uso de biofilmes de gelatina enriquecidos com extrato de *Tetradenia riparia*, observando a formação de filmes mais espessos e resistentes, capazes de atuar como barreira protetora. O emprego desses revestimentos bioativos contribui para práticas mais sustentáveis na pós-colheita, pois aproveita resíduos agroindustriais e reduz a necessidade de defensivos sintéticos (Bertolo et al., 2025).

Outro ponto relevante é a associação da gelatina a polissacarídeos, como amido e quitosana, o que resulta em coberturas mais resistentes e com menor permeabilidade à umidade. Chitarra e Chitarra (2005) destacam que a combinação de diferentes biopolímeros favorece a manutenção da textura, do sabor e da coloração, prolongando a vida útil do morango e aumentando sua aceitação no mercado.

Além disso, a aplicação de gelatina em morangos minimamente processados contribui para conservar nutrientes essenciais. Revestimentos à base de gelatina têm sido eficazes na retenção de ácido ascórbico (Vitamina C) e compostos fenólicos durante o armazenamento, agregando valor funcional e atendendo à demanda por alimentos frescos e saudáveis (Friedrich, 2014).

2.2.2 Óleos Essenciais

A incorporação de óleos essenciais em coberturas à base de gelatina tem ganhado destaque no Brasil devido às propriedades antimicrobianas, antioxidantes e antifúngicas naturais desses compostos. Os óleos essenciais extraídos de plantas como canela, cravo-da-índia, orégano e alecrim têm sido investigados com sucesso, especialmente devido à sua eficácia contra fungos patogênicos comuns no morango, como *Botrytis cinerea* e *Rhizopus stolonifer*.

Segundo Siqueira et al. (2021), a aplicação de biofilmes de gelatina combinados com óleo essencial de orégano proporcionou uma notável diminuição na incidência de podridões em morangos armazenados, retardando o escurecimento, preservando a firmeza dos frutos e mantendo níveis mais altos de antioxidantes durante o período pós-colheita. Esse efeito é atribuído à ação sinérgica entre a barreira física da gelatina e o efeito antimicrobiano dos compostos fenólicos presentes no óleo essencial.

No caso do cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*), estudos relatam que seu óleo essencial apresenta elevado teor de eugenol, substância reconhecida por sua forte ação antifúngica. Korte e Favarão (2016) observaram que, embora a gelatina pura forme um bom

revestimento, a associação com extratos vegetais como o de cravo é fundamental para potencializar a preservação e tentar estender a vida útil em condições desafiadoras.

Outro exemplo relevante é o uso de extratos de plantas aromáticas e medicinais, como a *Tetradenia riparia* (falsa-mirra) ou alecrim-pimenta, que possuem compostos com elevado poder antioxidante. Friedrich (2014) constatou que biofilmes de gelatina enriquecidos com esses extratos formam coberturas mais espessas e resistentes, reduzindo a perda de massa dos morangos. Além disso, testes sensoriais indicam que revestimentos à base de gelatina apresentam alta aceitação pelo consumidor, sendo preferidos em comparação a outras matrizes como a cera de carnaúba, por manterem o sabor e a aparência brilhante da fruta.

2.2.3 Benefícios e desafios do uso de biofilmes com óleos essenciais

O uso de biofilmes enriquecidos com óleos essenciais para conservação de morangos traz benefícios que vão além da proteção física do fruto. A redução do uso de produtos químicos sintéticos é uma vantagem significativa, proporcionando maior segurança ao consumidor e reduzindo o impacto ambiental negativo associado às práticas convencionais (SILVESTRE et al., 2025). Além disso, essa abordagem tem demonstrado resultados positivos no mercado consumidor, cada vez mais atento a produtos considerados mais saudáveis e sustentáveis.

Por outro lado, desafios como a padronização das concentrações ideais dos óleos essenciais, bem como aspectos sensoriais que podem influenciar a aceitabilidade pelos consumidores, necessitam ser cuidadosamente avaliados. O aroma forte e característico de alguns óleos pode alterar a percepção do sabor natural do morango, exigindo testes sensoriais que assegurem equilíbrio entre eficácia e aceitabilidade (SCAPINELLO et al., 2020; REIS, 2022).

Entre as alternativas naturais, destaca-se também o uso de própolis, resina produzida pelas abelhas e reconhecida por sua ação antimicrobiana e antioxidante. Quando incorporado em biofilmes de gelatina ou associado a óleos essenciais, o extrato de própolis contribui para inibir o desenvolvimento de fungos e bactérias responsáveis pela deterioração dos morangos, prolongando sua vida de prateleira. Além disso, estudos nacionais evidenciam que própolis auxilia na preservação do valor nutricional e sensorial, mantendo o frescor e reduzindo perdas durante o armazenamento (LIMA, 2022; MORENO et al., 2020).

Por outro lado, a aplicação prática enfrenta o desafio da variabilidade na composição química da própolis, que depende da flora visitada pelas abelhas e da época de colheita, o que pode dificultar a padronização da atividade biológica dos biofilmes (REIS, 2022). Além disso, concentrações elevadas de própolis podem impactar a cor e o sabor dos morangos, reforçando a necessidade de definir formulações que garantam a proteção sem comprometer a aceitação sensorial (ABREU, 2021).

2.3 Principais Doenças Pós-Colheita em Morangos

O morango (*Fragaria* × *ananassa*) é um fruto altamente perecível, cuja qualidade pós-colheita pode ser severamente comprometida por doenças de origem fúngica, bacteriana e, em menor escala, fisiológica. De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a suscetibilidade do morango está relacionada à sua elevada atividade de água, à fina epiderme e ao elevado teor de açúcares e ácidos orgânicos, fatores que favorecem o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes logo após a colheita.

Entre as doenças de maior importância econômica destaca-se a podridão mole, causada por *Botrytis cinerea* (mofo-cinzento), responsável por perdas significativas durante o transporte e armazenamento. Segundo Feliziani e Romanazzi (2016), a *Botrytis* frequentemente estabelece infecções latentes ainda no campo, permanecendo inativa até o período pós-colheita, quando o amadurecimento do tecido e as condições de armazenamento favorecem seu desenvolvimento. A infecção provoca o colapso dos tecidos, cobrindo o fruto com um micélio cinza característico e espalhando-se rapidamente para frutos adjacentes (ninhos de podridão).

Outra enfermidade de relevância é a antracnose, provocada por espécies do gênero *Colletotrichum*, especialmente *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*. De acordo com Costa et al. (2014), embora a podridão por *Rhizopus* e o mofo-cinzento sejam predominantes, a antracnose causa lesões deprimidas, firmes e escuras (muitas vezes com massas de esporos alaranjados) que depreciam completamente o fruto para o mercado fresco. O patógeno é amplamente disseminado por respingos de água e apresenta difícil controle após a infecção. O uso de coberturas comestíveis contendo compostos bioativos, como óleos essenciais e própolis, tem sido estudado como alternativa ao uso de fungicidas sintéticos (Armghan, et al., 2022).

Além das infecções fúngicas, bactérias oportunistas, como *Pseudomonas* spp. e *Erwinia* spp., também podem causar podridões em frutos lesionados. Pinto (2018) destaca

que essas bactérias pectolíticas degradam a parede celular vegetal, resultando em uma podridão mole aquosa e com odor desagradável, sendo favorecidas por microambientes úmidos formados pela condensação em embalagens inadequadas. A manutenção rigorosa da cadeia de frio é crucial para inibir a proliferação desses organismos psicrotróficos.

Doenças fisiológicas, embora menos frequentes, também interferem na aparência e qualidade do morango. A descoloração superficial e o escurecimento enzimático, geralmente causados pela oxidação de compostos fenólicos, são acelerados por danos mecânicos e estresse térmico. Estudos de Sulaiman et al. (2022) demonstram que tecnologias de preservação, incluindo recobrimentos que limitam o contato com o oxigênio e contêm antioxidantes naturais, são eficazes em reduzir a atividade dessa enzima, preservando a cor vermelha vibrante e estendendo a vida útil do produto.

Dessa forma, observa-se que o controle de doenças pós-colheita em morangos depende de uma abordagem integrada, que envolva boas práticas agrícolas, manipulação higiênica, refrigeração adequada e uso de biofilmes funcionais. Conforme reforçam Trevisan et al. (2009), a combinação de refrigeração adequada com o uso de biofilmes funcionais (como à base de quitosana) atua não apenas como barreira física, mas também pode induzir mecanismos de resistência no fruto, reduzindo significativamente a incidência de patógenos como *Botrytis* e *Rhizopus* e garantindo a segurança alimentar.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido no Laboratório de Ciências Naturais (LACIN) localizado na Unifev, utilizando morangos da cultivar Albion, adquiridos de um produtor regional (Figura 1). Os frutos foram colhidos manualmente no estágio comercial de maturação, transportados cuidadosamente até o laboratório para posterior aplicação dos tratamentos (Tabela 1).

Figura 1: Morangos (*Fragaria x ananassa* Duch., cultivar Albion) recém chegados do produtor local.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2025).

Tabela 1: Descrição dos tratamentos para aplicação de biofilmes em frutos de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) ‘Albion’

TRATAMENTOS	BIOFILMES
T1	Controle (sem biofilme)
T2	Biofilme de gelatina
T3	Biofilme de gelatina + extrato de própolis (3%v/v)
T4	Biofilme de gelatina + óleo essencial de menta (3%v/v)
T5	Biofilme de gelatina + extrato de própolis (3%v/v) + óleo essencial de menta (3%v/v)

Os biofilmes foram preparados pela dissolução de gelatina incolor em água aquecida, posteriormente resfriada à temperatura ambiente. Para cada tratamento, os respectivos aditivos foram incorporados à solução de gelatina sob agitação.

Para o preparo dos biofilmes, foram aquecidos 150 mL de água em forno de micro-ondas da marca Consul com potência de (1.1 kW). Em seguida, a água aquecida foi utilizada para dissolver a gelatina em pó sendo adicionados posteriormente 200 mL de água em temperatura ambiente para cada sachê de gelatina (12g) incolor pois possui maior dissolução, menor custo e fácil obtenção no mercado local. Para cada tratamento, utilizou-se 100 mL da solução preparada (água aquecida + gelatina em pó + água natural). A seguir, foram adicionados os compostos bioativos conforme os tratamentos: 3 mL de extrato de própolis (*Apis mellifera*) e 3 mL de óleo de menta, todos medidos com auxílio de pipeta graduada. Para os ensaios, foram utilizados 80 morangos frescos, divididos em cinco tratamentos, cada tratamento composto por quatro repetições. Cada repetição foi constituída de uma bandeja de isopor contendo quatro morangos (Figura 2) pesados por balança analítica com precisão de quatro casas decimais e logo após foram pesados durante o experimento por uma balança digital com precisão de duas casas decimais.

Figura 2: Morangos (*Fragaria x ananassa* Duch., cultivar Albion) sendo separados após a pesagem para constituir as repetições.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2025).

Após o preparo das soluções, os morangos foram imersos por 2 minutos em cada tratamento, garantindo o recobrimento uniforme da superfície dos frutos (Figura 3A). Posteriormente, realizou-se a etapa de secagem natural (Figura 3B) e, em seguida, os frutos foram acondicionados em bandejas envolvidas com filme PVC *Facilita & Pronto* com trilho 28cm (Figura 3C). As amostras foram armazenadas sob refrigeração (aproximadamente 10 °C e UR de 90%) por 12 dias, sendo avaliadas ao longo do período experimental no dia da instalação do experimento e posteriormente aos 0, 4, 8 e 12 dias de armazenamento.

Figura 3: Aplicação de biofilmes em frutos de morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) ‘Albion’ (A), seguida de secagem em condições ambientais (B) e devidamente embalados após higienização e separação por repetições, representando o estágio imediatamente anterior à aplicação dos cinco tratamentos.



Fonte: Arquivo Pessoal, (2025).

A obtenção do peso dos frutos foi realizada pesando-se cada bandeja (repetição) por tratamento em balança com precisão de duas casas decimais. O peso da bandeja foi descontado e o resultado dividido por quatro para determinar o peso médio por fruto.

A incidência e a severidade de doenças fúngicas foram avaliadas visualmente nos dias 8 e 12 de armazenamento, em quatro morangos por repetição. Foi utilizada uma escala de severidade com base na proporção da área superficial do fruto afetada por sintomas fúngicos, onde: 0,25 representou 25% de área lesionada; 0,5, 50%; e 0,75, 75%. Para a análise estatística, a variável de resposta utilizada foi a Severidade Média de Doenças calculada por repetição (bandeja).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas no tempo (tratamentos em função dos dias de armazenamento). Os dados de porcentagem de perda de massa obtidos foram submetidos à análise estatística por meio de ANOVA, com as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A Severidade Média de Doenças também foi submetida à Análise de Variância (ANOVA) em delineamento de parcelas subdivididas no tempo, com o fator principal sendo os tratamentos (biofilmes) e o fator subparcela sendo o tempo (dias 8 e 12), e posterior comparação de médias pelo teste de Tukey a 1 e 5% de probabilidade. Os dados foram analisados utilizando o software AgroEstat (Barbosa; Maldonado Júnior, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância (Tabela 2) demonstrou efeito significativo ($p < 0,01$) dos tratamentos com biofilmes sobre a perda de massa dos morangos, assim como do tempo de armazenamento ($p < 0,05$), enquanto a interação entre os fatores não apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). Esses resultados indicam que tanto a formulação do biofilme quanto o período de estocagem influenciaram de maneira independente a perda de massa dos frutos

Tabela 2: Análise de Variância (ANOVA) efeito dos Biofilmes (T1: Controle - sem biofilme; T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta) e dos Dias de Armazenamento sobre a Perda de Massa (%) em morangos ‘Albion’.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Biofilmes	4	32995,04	8248,76	10,04**	0,0004
Resíduo(a)	15	12329,18	821,94	-	-
(Parcelas)	19	45324,23	-	-	-
Dias de armazenamento	2	4784,40	2392,20	4,07*	0,0274
Biofilmes x Dias de armazenamento	8	4754,65	594,33	1,01 ^{NS}	0,4491
Resíduo(b)	30	17644,48	588,14	-	-
Total	59	72507,77	-	-	-

Coefficiente de Variação para Parcelas: 101,99337

Coefficiente de Variação para Subparcelas: 86,276831

^{NS} = não significativo.

*Significativo a 1% de probabilidade.

** Significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 3, o tratamento 5 apresentou a maior perda de massa (67,82 %), seguido pelos tratamentos 4 (40,55 %) e 3 (18,38 %), enquanto os tratamentos 2 e 1 obtiveram as menores perdas, com 10,23 % e 3,54 %, respectivamente. As diferenças significativas evidenciam que os recobrimentos atuaram de forma distinta sobre a taxa de desidratação. A menor perda de massa foi observada no Tratamento 1 indica que a ausência de biofilme proporcionou um melhor desempenho em relação a conservação do peso, ao passo que a maior perda no tratamento 5 indica baixa eficiência na contenção da transpiração.

Tabela 3: Comparação de médias de Perda de Massa (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta.

Biofilmes	Perda de Massa (%)	Teste de Tukey (1%)
T5	67,824848	a
T4	40,553678	ab
T3	18,388544	bc
T2	10,233299	bc
T1	3,5460099	c

DMS(5%) = 36,1420

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

O comportamento observado está de acordo com Chitarra e Chitarra (2005), que descrevem o morango como um fruto altamente perecível, cuja epiderme fina e alta taxa respiratória o tornam vulnerável à perda de água. Quando o recobrimento não é adequadamente formulado ou aplicado, pode ocorrer o efeito inverso, intensificando a desidratação. Essa tendência também foi relatada por (Hassan et al., 2025), que verificaram aumento linear da perda de massa em morangos recobertos com filmes de baixa coesão estrutural.

Em relação ao tempo de armazenamento, os dados da Tabela 4 demonstram um incremento progressivo da perda de massa, com valores médios de 19,77% aos 4 dias, 24,06% aos 8 dias e atingindo 40,49% aos 12 dias. A análise estatística pelo Teste de Tukey (5%) indica que a perda de massa aos 12 dias (letra 'a') foi significativamente superior à observada aos 4 dias (letra 'b'), enquanto o período intermediário de 8 dias (letra 'ab') não diferiu estatisticamente dos extremos.

Esse aumento confirma a relação direta entre o tempo de estocagem e a desidratação, um fenômeno natural explicado pela fisiologia do morango. Segundo Alves et al. (2011), o morango mantém intensa atividade metabólica pós-colheita, e a perda de peso ocorre majoritariamente devido à transpiração e à respiração, processos que consomem as reservas do fruto e liberam água para o ambiente. Alves et al. (2024) reforçam que, independentemente do tratamento ou da concentração de amido utilizada nos revestimentos, a perda de massa tende a aumentar ao longo do período de armazenamento, sendo um parâmetro crítico para determinar a vida útil comercial do produto.

Tabela 4: Comparação de médias de Perda de Massa (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta em função dos Dias de Armazenamento (4, 8 e 12 dias).

Dias de armazenamento	Perda de Massa (%)	Teste de Tukey (5%)
12	40,492662	a
8	24,062096	ab
4	19,773069	b

DMS(5%) = 18,9064

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

No presente estudo, os biofilmes compostos apenas por gelatina apresentaram desempenho intermediário, enquanto a combinação com óleo essencial de menta resultou em perdas acentuadas. Esse resultado pode ser explicado pela natureza hidrofílica da gelatina, que possui elevada permeabilidade ao vapor d’água. Tal limitação assemelha-se à observada por Alves et al. (2011) em filmes de amido de milho, onde a alta solubilidade do polímero impediu uma impermeabilização eficaz, favorecendo a perda de massa e, em alguns casos, servindo até como substrato para microrganismos. Estudos recentes reforçam que a adição de polímeros de maior barreira, como nanocelulose ou quitosana, é necessária para melhorar a integridade de filmes hidrofílicos e reduzir a perda de massa.

Além da formulação, a técnica de aplicação exerce papel crucial. Filmes mal aderidos ou de espessura irregular perdem a função protetora, como salientam (Armghan et al. 2022). No presente trabalho, é provável que a dispersão heterogênea do óleo essencial na matriz de gelatina tenha comprometido a coesão do recobrimento, favorecendo a formação de microfissuras e facilitando a evaporação.

A análise de variância apresentada na Tabela 5 evidenciou efeitos significativos tanto dos tratamentos principais (biofilmes) quanto do tempo de armazenamento sobre a severidade de danos nos morangos. O fator “biofilmes” apresentou diferença significativa ($p = 0,0208$), indicando que as distintas formulações de biofilmes influenciaram diretamente o grau de deterioração dos frutos. O fator “dias de armazenamento” mostrou-se altamente significativo ($p = 0,0002$), revelando o impacto decisivo do tempo na evolução dos sintomas de doenças nos morangos. A interação entre os fatores também foi significativa ($p = 0,0300$), o que confirma que a eficiência dos biofilmes variou conforme o período de estocagem, demonstrando comportamento dinâmico entre formulação e tempo.

Tabela 5: Análise de Variância (ANOVA) para o delineamento em parcelas subdivididas no tempo, avaliando o efeito dos Biofilmes (T1: Controle - sem biofilme; T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta) e dos Dias de Armazenamento sobre a Severidade de doenças (%) em morangos ‘Albion’.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F	P
Biofilmes	4	1293,59	323,39	4,01*	0,0208
Resíduo(a)	15	1208,39	80,55	-	-
(Parcelas)	19	2501,99	-	-	-
Dias de armazenamento	1	430,66	430,66	24,05**	0,0002
Biofilmes x Dias de armazenamento	4	257,81	64,45	3,60*	0,0300
Resíduo(b)	15	268,55	17,90	-	-
Total	39	3459,02	-	-	-

Média Geral da Variável: 18,031250

Coefficiente de Variação para Parcelas: 49,777561

Coefficiente de Variação para Subparcelas: 23,466315

^{NS} = não significativo.

*Significativo a 1% de probabilidade.

** Significativo a 5% de probabilidade.

De acordo com a tabela 6, o tratamento T5 apresentou a maior severidade média (26,87 %) de doenças, diferindo estatisticamente do tratamento T3, que obteve o menor valor (10,15 %). Os tratamentos T1, T2 e T4 não diferiram entre si, o que sugere que pequenas variações na composição dos biofilmes não foram suficientes para alterar significativamente a resposta até o limite de significância.

Tabela 6: Comparação de médias de Severidade de doenças (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta.

Biofilmes	Severidade (%)	Teste de Tukey (1%)
T5	26,875000	a
T4	14,062500	ab
T3	10,156250	b
T2	20,312500	ab
T1	18,750000	ab

DMS(5%) = 13,8579

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

A análise das médias de severidade apresentada na Tabela 6 corrobora o comportamento superior do tratamento T3 (Gelatina + Extrato de Própolis), que registrou o menor índice de doença (10,15%), diferenciando-se estatisticamente do tratamento T5 pelo Teste de Tukey a 1% (letra 'b'). Essa formulação proporcionou uma barreira protetora mais eficiente, reduzindo a exposição do fruto a agentes oxidativos e patogênicos. Tal resultado alinha-se com o observado por Alves et al. (2011), que constataram que biofilmes enriquecidos com agentes antimicrobianos e estruturantes adequados (como amido de mandioca ou modificado) promovem uma proteção superior em comparação a filmes com alta solubilidade ou sem aditivos funcionais.

Por outro lado, o desempenho inferior de T5 (Gelatina + Própolis + Menta) é evidenciado pela maior média de severidade (26,87%), apresentando um valor estatisticamente superior ao T3 (letra 'a') e numérico superior até mesmo ao controle (18,75%). Essa ineficiência está possivelmente associada à baixa coesão estrutural causada pela mistura complexa de componentes voláteis na matriz do biofilme. Alves et al. (2011) alertam que, em certos casos, biofilmes ineficientes (como observado com o amido de milho em seus estudos) podem falhar na impermeabilização e até favorecer o desenvolvimento de microrganismos, atuando como meio de cultura em vez de barreira. Adicionalmente, Alves et al. (2024) reforçam que a concentração e a homogeneidade dos sólidos na solução filmogênica são cruciais; filmes mais espessos e uniformes (como os de 6% de amido) garantem maior integridade física, enquanto filmes descontínuos facilitam a degradação.

Quanto ao fator tempo de armazenamento (Tabela 7), a diferença entre os dois dias avaliados foi estatisticamente significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). O 12º dia de armazenamento, apresentou média de 21,31 % de severidade e no 8º dia, 14,75 %.

Tabela 7: Comparação de médias de Severidade de doenças (%) dos morangos ‘Albion’ sob diferentes formulações de Biofilmes Comestíveis: T1: Controle (sem biofilme); T2: Gelatina; T3: Gelatina + Extrato de Própolis; T4: Gelatina + Óleo Essencial de Menta; T5: Gelatina + Própolis + Menta em função dos Dias de Armazenamento (8 e 12 dias).

Dias de armazenamento	Perda de Massa (%)	Teste de Tukey (5%)
12	21,312500	a
8	14,750000	b

DMS (5%) = 2,8520

Letras minúsculas diferentes na coluna diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

Esse aumento é compatível com o processo natural de deterioração dos frutos ao longo do armazenamento, pois o metabolismo respiratório e a atividade enzimática continuam ativos após a colheita, promovendo degradação de açúcares, perda de turgor e suscetibilidade a patógenos. De acordo com Hassan, Zakaria, Othman, Abdel-Rahman e Saleh (2025), mesmo sob refrigeração, morangos tratados com biofilmes tendem a apresentar aumento significativo da severidade após dez dias, devido à ruptura parcial da película e ao acúmulo de condensação superficial.

Figura 4: Presença de Severidade de doenças (*Botrytis cinerea* e *Rhizopus stolonifer*)



Fonte: Arquivo Pessoal, (2025).

O prolongamento do armazenamento também intensifica a proliferação de fungos oportunistas como *Botrytis cinerea* e *Rhizopus stolonifer*, principais agentes de podridão pós-colheita em morangos (Figura 4). Alves et al. (2011) observaram que esses patógenos são agressivos e tendem a destruir os frutos rapidamente, especialmente em condições onde a barreira protetora é insuficiente ou inexistente. O comportamento identificado na presente pesquisa confirma essa tendência: a análise de variância (Tabela 5) demonstrou que o fator "Dias de armazenamento" exerce um efeito altamente significativo ($P=0,0002$) sobre a severidade das doenças, indicando que a deterioração avança progressivamente com o tempo, independentemente da formulação empregada.

O conjunto dos resultados demonstra que, embora os biofilmes possam retardar o início da infecção, sua eficiência interage com o tempo de exposição. A interação significativa entre "Biofilmes" e "Dias de armazenamento" ($P=0,0300$), observada na Tabela 5, sugere que a capacidade de proteção de cada tratamento varia ao longo do período de

estocagem. Alves et al. (2024) ressaltam que a durabilidade desse efeito protetor depende da integridade da camada superficial; em seus estudos, revestimentos mais espessos (6% de amido) mantiveram a qualidade visual por mais tempo do que filmes mais finos, que permitiram uma deterioração acelerada semelhante ao controle. Nesse contexto, o desempenho superior do tratamento T3 (Gelatina + Extrato de Própolis), comprovado pela menor média de severidade (10,15%) na Tabela 5, sugere que essa formulação apresentou uma composição mais equilibrada e estável. A presença da própolis parece ter reforçado a barreira contra a perda de massa e o ataque fúngico, indicando ser uma alternativa promissora para a redução de perdas, especialmente em curtos períodos de estocagem.

De modo geral, a significância simultânea dos fatores principais e da interação indica que a eficácia dos biofilmes está diretamente condicionada ao tempo, reforçando a importância de um sistema de conservação integrado, que associe recobrimentos comestíveis, refrigeração e práticas de manuseio adequadas. Essa visão é compartilhada por Chitarra e Chitarra (2005), que defendem a integração de múltiplas estratégias pós-colheita como forma de garantir a manutenção da qualidade e da segurança alimentar de frutos altamente perecíveis.

Portanto, conforme já destacado por Chitarra e Chitarra (2005), o uso de biofilmes deve ser entendido como parte de um sistema integrado de conservação - complementando, e não substituindo, práticas adequadas de refrigeração, embalagem e manuseio pós-colheita.

No presente estudo, embora o tratamento controle tenha apresentado ser a melhor opção para a conservação do peso, considerando as formulações testadas, percebe-se uma tendência a redução da incidência de doenças relacionada com a presença de biofilme a base de gelatina e propólis. No entanto, ainda carecem de ajustes para atender às exigências fisiológicas do morango, bem como o teste de concentrações e formulações dos biofilmes para serem utilizados como potenciais biofilmes na conservação do peso e na qualidade pós-colheita de morangos.

5. CONCLUSÃO

Para a manutenção do peso de morangos, a ausência de recobrimento foi a opção mais eficiente nas condições avaliadas. Entretanto, o desempenho do biofilme de gelatina associado ao extrato de própolis sugere o potencial para a redução da severidade de doenças pós-colheita, evidenciando a necessidade de ajustes estruturais e de formulação para que esses biofilmes possam atuar como um sistema de conservação integrado e eficaz.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Carla Taisa de Araújo. Desenvolvimento de biofilme comestível enriquecido com própolis vermelha aplicado no revestimento de acerola (*Malpighia emarginata*). 2021. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021. Disponível em : <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/5217> Acesso em: 15 nov. 2025
- ALVES, Kaua Eduardo Gaiozo et al. EFEITO DA PORCENTAGEM DE AMIDO EM BIOFILME PARA REVESTIMENTO DE MORANGO. 17o JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 14o SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS, v. 16, n. 1, 2024. Disponível em: <https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/view/2314> . Acesso em: 10 nov. 2025.
- ANDRADE JÚNIOR, Vicente Celestino; GUIMARÃES, Ailton Gonçalves; AZEVEDO, Alexandre Melo; PINTO, Nádia Aparecida Vieira Dias; FERREIRA, Mônica Aparecida Magalhães. Conservação pós-colheita de frutos de morangueiro em diferentes condições de armazenamento. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 34, n. 3, p. 405-411, 2016. Disponível em : <https://www.scielo.br/j/hb/a/qJQBRh7tTG97Cg5nfCw3CPb/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- ARMGHAN, Muhammad; IQBAL, Muhammad Waseem; MAQBOOL, Muhammad; QAYYUM, Azeem; KHAN, Tahir Ali; AHMAD, Muhammad Rafiq. Advances in edible coatings and films for extending postharvest shelf-life of fruits and vegetables. Journal of Food Processing and Preservation, v. 46, n. 10, e2107005, 2022. Disponível em : <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10942912.2022.2107005#abstract>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. Experimentação agrônômica & AgroEstat: sistema para análises estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Multipress, 2015. 396 p.
- BERTOLO, M. R. V. et al. Improvement of the physical-chemical, microbiological, volatiles and sensory quality of strawberries covered with chitosan/gelatin/pomegranate peel extract-based coatings. Food Chemistry, v. X, 2025 (in press). Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/biofilme-comestivel-a-base-de-extrato-da-casca-de-roma-aumenta-vida-util-de-morangos/53693>. Acesso em: 10 nov. 2025.
- CANTILLANO, Ruth Freire Feio; SILVA, Maria Marques da. Manuseio pós-colheita de morangos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 36 p. (Documentos, 318).
- CECATTO, Adriano Pasqualoto; LENZ, Ricardo Gregori. Comportamento pós-colheita de morangos frescos com o uso de cobertura comestível. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 10623-10636, 2022.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005.
- COSTA, H. et al. Doenças em pós-colheita de morango na região serrana do Espírito Santo. Incaper, Vitória, 2014. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/digital/bitstream/item/221/1/Doencas-em-pos-colheita-de->

[morango-na-regiao-serrana-do-Espirito-Santo-A2993-T4593-Comp.pdf.Acesso](#) em: 10 nov. 2025.

FELIZIANI, E.; ROMANAZZI, G. Postharvest decay of strawberry fruit: Etiology, epidemiology, and disease management. *Journal of Berry Research*, v. 6, n. 1, p. 47-63, 2016. Disponível em: <https://www.semanticscholar.org/paper/Postharvest-decay-of-strawberry-fruit%3A-Etiology%2C-FelizianiRomanazzi/7814539ed940c54ace2221b8436fb7b7030aafd2.Acesso> em: 10 nov.2025

FRIEDRICH, Jussara Carla Conti. Biofilmes a base de amido, gelatina e extrato de *Tetradenia riparia* na conservação de morango. 2014. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2014. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/3096.Acesso> em: 10 nov. 2025.

HASSAN, Arkan Mohammed et al. Extending the shelf life of strawberries: Physicochemical and antibacterial effects of carboxymethyl cellulose and gelatin coatings with lemon essential oil. *Food science & nutrition*, v. 13, n. 5, p. e70222, 2025. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40313802/>. Acesso em : 15 nov.2025

KORTE, Karollyne Portela; FAVARÃO, Simone Correia Molina. EFEITO DA GELATINA ASSOCIADA A EXTRATOS VEGETAIS COMO REVESTIMENTO COMESTÍVEL NA PÓS-COLHEITA DO MORANGO. *Revista Campo Digital*, v. 11, n. 1, 2016. Disponível em: <https://revista2.grupointegrado.br/revista/index.php/campodigital/article/view/1964.Acesso> em: 10 nov.2025

LIMA, Morgana Carine Santos de. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis à base de amido e gelatina incorporados com extrato de própolis vermelha. 2022. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) - Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, 2022. Disponível em: https://www.mdpi.com/2504-477X/8/12/515?utm_source. Acesso em: 15 nov. 2025

PINTO, U. M. Deterioração Microbiana dos Alimentos. Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação (ABIA), São Paulo, 2018. Disponível em : <https://www.abia.org.br/vsn/temp/z2018918ArtigoparaazeitesDeterioracaomicrobianadosalimentos11Set2018....pdf.Acesso> em: 10 nov. 2025.

REIS, Daniela. Óleos Essenciais: Potencial como conservantes de alimentos. 2022. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2022. Disponível em : <https://repositorio.ulisboa.pt/handle/10451/64298> Acesso em: 15 nov. 2025

SCAPINELLO, Jaqueline et al. Aplicação de óleos essenciais em alimentos: uma revisão sobre desafios e perspectivas. *Revista Acta Ambiental Catarinense*, v. 21, n. 1, p. 01–20, 2023. Disponível em : <https://bell.unochapeco.edu.br/revistas/index.php/acta/article/view/7740>. Acesso em: 10 nov.2025

SIQUEIRA, A. B. C. et al. Conservação de morangos revestido com cobertura comestível. *Revista da Fruta*, 2021. Disponível em: <https://www.revistadafruta.com.br/artigos-tecnicos/conservacao-de-morangos-revestido-com-cobertura-comestivel,401502.jhtml.Acesso> em: 10 nov. 2025.

SULAIMAN, A. et al. Control of Enzymatic Browning in Strawberry by Physical Food Preservation Methods. *Foods*, v. 11, 2022. Disponível em : <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/13/1942>. Acesso em: 10 nov. 2025.

TREVISAN, M. J. et al. Comportamento pós-colheita de frutos de morangueiro após a aplicação pré-colheita de quitosana e acibenzolar-S-metil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 789-795, 2009 Disponível em : <https://www.scielo.br/j/rbf/a/3tFZGBxsS64CHdwHdzvF6JB/?format=html&lang=pt>. Acesso em: 10 nov. 2025.