



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

REVESTIMENTO À BASE DE ÓLEO ESSENCIAL COMO FORMA DE  
CONSERVAÇÃO EM PÓS-COLHEITA DE MORANGO

VICTÓRIA CRISTINA GOMES COLMAN

Pombal – PB

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR  
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

VICTÓRIA CRISTINA GOMES COLMAN

REVESTIMENTO À BASE DE ÓLEO ESSENCIAL COMO FORMA DE  
CONSERVAÇÃO EM PÓS-COLHEITA DE MORANGO

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Rosilene Agra da Silva.

Co-orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. D. Sc. Alfredina dos Santos Araújo.

Pombal – PB

Novembro, 2023

C716r Colman, Victória Cristina Gomes.

Revestimento à base de óleo essencial como forma de conservação em pós-colheita de morango / Victória Cristina Gomes Colman. – Pombal, 2023.  
56 f. : il. Color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Profa. Dra Rosilene Agra da Silva, Profa. Dra Alfredina dos Santos Araújo”.

Referências.

1. Conservação de frutos. 2. Revestimento comestível. 3. Óleo essencial - Cravo da ídia. 4. Vida de prateleira. 5. *Fragraria x ananassa* Duch. I. Silva, Rosilene Agra da. II. Araújo, Alfredina dos Santos. III. Título.

CDU 664.85 (043)

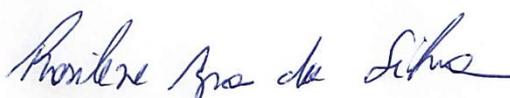
**DECLARAÇÃO DE AUTENTICIDADE**  
**VICTÓRIA CRISTINA GOMES COLMAN**

**REVESTIMENTO À BASE DE ÓLEO ESSENCIAL COMO FORMA DE  
CONSERVAÇÃO EM PÓS-COLHEITA DE MORANGO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado visando à obtenção de grau de graduado, e aprovado na forma final pela Banca Examinadora designada pela Coordenação da Unidade Acadêmica de Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, Campus Pombal – PB.

Aprovado em: 24 de novembro de 2023.

**BANCA EXAMINADORA:**



---

**Orientadora:** Profª D.Sc. Rosilene Agra da Silva  
CCTA/UAGRA – UFCG



---

**1º Examinador:** Profª D.Sc. Alfredina dos Santos Araújo  
CCTA/UATA – UFCG



---

**2º Examinador:** Prof. D.Sr. Luderlândio de Andrade Silva  
CCTA/PPGSA – UFCG

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, pela benção concedida a cada dia para dar início e continuidade a essa trajetória e que me fez forte quando pensei em fraquejar.

A minha mãe, Patrícia, pelo amor incondicional, orações, alegrias, vibrações positivas, carinho, apoio e confiança a mim dedicada. Ao meu pai e a minha família, que mesmo à distância me apoiaram na realização desta etapa da minha vida.

À minha orientadora, D. Sc. Rosilene Agra da Silva, pelo incentivo, compreensão, dedicação e engrandecimento a esta pesquisa e por ter acreditado na minha capacidade e desempenho.

À minha co-orientadora, D. Sc. Alfredina dos Santos Araújo por todo auxílio prestado para realização deste trabalho. Sou grata pela paciência, dedicação, valiosas contribuições e gentileza em solucionar diversas dúvidas que surgiram no decorrer desta pesquisa.

Aos amigos e colegas do laboratório do Centro Vocacional Tecnológico (CVT/UFCG/CCTA), Bruno, Amanda, Fernanda, Glória, Wesleyana, Eryck, Kênia, Yanara, Gustavo, Astrid, Déborah, Eugênia e todos que fazem parte da família CVT, que estão presentes no dia a dia e foram meu suporte, com ajudas e ensinamentos. Este trabalho não teria sido possível sem o apoio e encorajamento de todos vocês.

Aos amigos de Pombal-PB, Bren Carla, Larissa, Myllena, Fernanda, Priscilla, Willian, Flávia, Vitor, Renara, por se tornarem minha família e que me acompanharam ao longo desses anos, compartilhando experiências e incentivando-me nos momentos mais desafiadores, muito obrigada.

Aos profissionais da Universidade Federal de Campina Grande que gentilmente contribuíram com seus conhecimentos e me fizeram crescer profissionalmente e humanamente.

Por fim, gostaria de expressar minha mais profunda gratidão a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, tornaram possível a realização deste trabalho.

Meu eterno carinho e gratidão!

COLMAN, V. C. G. **Revestimento à base de óleo essencial como forma de conservação em pós-colheita de morango.** 2023. 57 p. TCC (Curso de Bacharel em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, campus Pombal – PB, 2023.

### RESUMO

O morango é valorizado no mercado devido ao seu apelo sensorial e benefícios para a saúde. No entanto, por ser um pseudofruto não climatérico, sua sensibilidade a danos mecânicos e patológicos limita sua comercialização em grande escala. Todavia, revestimentos comestíveis associados com óleos essenciais podem conferir propriedades antimicrobianas e antioxidantes que permitem prolongar a vida útil dos alimentos. Dessa forma, objetivou-se avaliar a vida de prateleira de morangos revestidos com diferentes formulações de óleo essencial de cravo da Índia durante 14 dias de armazenamento. As formulações utilizadas foram: F1 controle (morango *in natura*); F2 revestimento com amido e glicerol; F3, F4 e F5 adicionado 0,5%, 1% e 1,5% de óleo essencial de cravo da Índia, respectivamente. Os morangos foram armazenados sob refrigeração à 2°C e avaliados nos tempos 0, 7 e 14 dias. Foram avaliados os parâmetros de pH; Acidez Total Titulável (% em ácido cítrico); Teor de sólidos Solúveis (°Brix), Índice de Maturação (*ratio*); Vitamina C (mg/100g); Umidade (%); Cinzas (%); Flavonoides (mg/100g) e Antocianinas (mg/100g); e Perda de massa (%) para a caracterização físico-química, e Coliformes à 35°C e à 45°C (NMP/g); Fungos Filamentosos e Leveduras (UFC/g); e *Salmonella* sp. (sp/25g) para as análises microbiológicas dos morangos revestidos. A aplicação de revestimentos com óleos essenciais de cravo mostrou resultados significantes nos parâmetros de qualidade do pH, sólidos solúveis, umidade, cinzas, flavonoides e antocianinas e eficiência nas análises microbiológicas, retardando o crescimento de microrganismos e, conseqüentemente, prolongando sua vida útil.

**Palavras-chave:** Atividade biológica. *Fragraria x ananassa* Duch. Vida de prateleira.

### ABSTRACT

Strawberries are valued in the market due to their sensory appeal and health benefits. However, as it is a non-climacteric pseudofruit, its sensitivity to mechanical and pathological damage limits its commercialization on a large scale. Edible coatings associated with essential oils can provide antimicrobial and antioxidant properties that extend the shelf life of foods. Therefore, the objective was to evaluate the shelf life of strawberries coated with different formulations of clove essential oil during 14 days of storage. The formulations used were: F1 control (fresh strawberry); F2 coating with starch and glycerol; F3, F4 and F5 added 0.5%, 1% and 1.5% of clove essential oil, respectively. The strawberries were stored under refrigeration at 2°C and evaluated at 0, 7 and 14 days. pH parameters were evaluated; Total Titratable Acidity (% in citric acid); Soluble solids content (°Brix), Maturation Index (*ratio*); Vitamin C (mg/100g); Moisture (%); Ash (%); Flavonoids (mg/100g) and Anthocyanins (mg/100g); and Mass loss (%) for physical-chemical characterization, and Coliforms at 35°C and 45°C (MPN/g); Filamentous Fungi and Yeasts (CFU/g); and *Salmonella* sp. (sp/25g) for microbiological analyzes of coated strawberries. The application of coatings with clove essential oils showed significant results in the quality parameters of pH, soluble solids, humidity, ash, flavonoids and anthocyanins and efficiency in microbiological analyses, delaying the growth of microorganisms and, consequently, prolonging their useful life.

**Keywords:** Biological activity. *Fragraria x ananassa* Duch. Shelf Life.

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Morango <i>in natura</i> variedade San Andreas.....	10
2. Botões florais secos do cravo-da-índia.....	10
3. Processo de hidrodestilação utilizado para extração do óleo essencial do cravo-da-índia.....	11
4. Preparação e aplicação dos revestimentos comestíveis nos morangos.....	14
5. Morangos revestidos com diferentes formulações durante 14 dias de armazenamento.....	20

## LISTA DE TABELA

Tabela	Pág.
1. Concentrações do óleo essencial utilizadas para o preparo de cada formulação.....	13
2. Resultados das análises dos compostos bioativos presentes no óleo essencial do cravo-da-índia.....	17
3. Resultado da análise de colorimetria do óleo essencial do cravo-da-índia.....	18
4. Resultado da análise de pH dos morangos revestidos.....	21
5. Resultado da análise de Acidez Total Titulável (% de ácido cítrico) dos morangos revestidos.....	22
6. Resultado da análise de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) dos morangos revestidos.....	23
7. Resultado da análise de Índice de Maturação ( <i>IM-ratio</i> ) dos morangos revestidos.....	24
8. Resultado da análise de Vitamina C (mg/100g) dos morangos revestidos.....	25
9. Resultado da análise de Umidade (%) dos morangos revestidos.....	26
10. Resultado da análise de Cinzas (%) dos morangos revestidos.....	27
11. Resultado da análise de Flavonoides (mg/100g) dos morangos revestidos.....	27
12. Resultado da análise de Antocianinas (mg/100g) dos morangos revestidos.....	28
13. Resultado da análise de Perda de massa (%) dos morangos revestidos.....	29
14. Resultados de Coliformes à 35°C (NMP/g) dos morangos revestidos.....	30
15. Resultados de Coliformes à 45°C (NMP/g) dos morangos revestidos.....	31
16. Resultados de Salmonella (sp/25g) dos morangos revestidos.....	31
17. Resultados de fungos filamentosos e leveduras (UFC/g) dos morangos revestidos.....	32

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>E</b>
<b>rror! Indicador Não Definido .3</b>	
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos.....	3
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	4
3.1. Morango.....	4
3.2. Revestimentos comestíveis.....	5
3.3. Óleo essencial.....	6
3.4. Uso de revestimentos com óleo essencial de cravo-da-índia.....	8
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	10
4.1. Obtenção do material.....	10
4.2. Extração do óleo essencial de cravo-da-índia.....	10
4.3. Caracterização do óleo essencial de cravo-da-índia.....	11
4.3.1. Compostos fenólicos (mg/100g).....	11
4.3.2. Clorofila (µg/100g) e carotenoides (mg/100g).....	11
4.3.3. Flavonoides (mg/100g) e antocianinas (mg/100g).....	12
4.3.4. Colorimetria (L, a*, b*, C e H°).....	12
4.4. Produção dos revestimentos à base de óleo essencial de cravo-da-índia.....	12
4.5. Aplicação dos revestimentos e forma de condicionamento.....	13
4.6. Caracterização dos pseudofrutos revestidos.....	14
4.6.1. Caracterização físico-química.....	14
4.6.1.1. pH.....	14
4.6.1.2. Acidez Total Titulável (% de ácido cítrico).....	14
4.6.1.3. Teor de Sólidos Solúveis (°Brix).....	15
4.6.1.4. Índice de maturação (IM-ratio).....	15
4.6.1.5. Flavonoides (mg/100g) e Antocianinas (mg/100g).....	15
4.6.1.6. Vitamina C (mg/100g).....	15
4.6.1.7. Umidade (%).....	15
4.6.1.8. Cinzas (%).....	15
4.6.1.9. Perda de massa (%).....	15
4.6.2. Caracterização microbiológica.....	16
4.6.2.1. Coliformes à 35°C (NMP/g).....	16
4.6.2.2. Coliformes à 45°C (NMP/g).....	16
4.6.2.3. Fungos Filamentosos e leveduras (UFC/g).....	16
4.6.2.4. <i>Salmonella</i> sp (sp/25g).....	16
4.7. Análise estatística.....	16
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	17
5.1. Caracterização da extração do óleo essencial do cravo-da-índia.....	17
5.2. Caracterização físico-química dos morangos revestidos.....	19
5.3. Caracterização microbiológica dos morangos revestidos.....	30
<b>6. CONCLUSÕES</b> .....	33
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	34
<b>8. ANEXOS</b> .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria* × *ananassa* Duchesne) é um pseudofruto bastante popular e cultivado no mundo (Lopes, 2023). Seu consumo pode ser tanto *in natura* quanto industrializado na produção de iogurtes, bebidas, panificados, doces, sorvetes, geleias, entre outros (Lin et al., 2022; Vimercati et al., 2019).

Segundo dados da FAO (2023), a produção de morangos no Brasil em 2021, foi de 197 mil toneladas ocupando a 9ª posição no ranking de maiores produtores, ficando atrás de países como China (3,4 M t) e Estados Unidos (1,2 M t) (Antunes et al., 2023). Quanto à produção interna, a cultura tem um papel socioeconômico importante nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. O estado de Minas Gérias é o maior produtor com 92,2 mil toneladas, seguido pelos estados do Rio Grande do Sul (13,2 mil t) e Paraná (7,9 mil t) (IBGE, 2023).

O morango é muito apreciado por suas características de cor, sabor, aroma, textura e valor nutricional (Cantillano et al., 2017; Lopes, 2023). Contudo, é muito perecível, de curta vida pós-colheita, grande sensibilidade e susceptível a doenças, devido sua alta atividade metabólica (Alves et al., 2011). Diante disso, métodos de conservação são essenciais para aumentar a sua vida de prateleira.

Nos últimos anos, com o aumento na demanda por produtos naturais e saudáveis, atrelado à conscientização do consumidor em relação aos efeitos que os resíduos não biodegradáveis causam ao meio ambiente, surgiu a necessidade de pesquisas referentes aos revestimentos biodegradáveis (Hassan et al., 2018).

Os revestimentos comestíveis são uma tecnologia emergente que pode ser usada na conservação de frutos após a colheita (Assis & Brito, 2014). Os mesmos têm como finalidade prolongar a vida de prateleira do fruto conservando suas características físicas, químicas e organolépticas, além de contribuir para redução de trocas gasosas e perda de massa no fruto (Gomes, Resende & do Amaral, 2020).

A utilização de técnicas de conservação aliada às substâncias antimicrobianas de origem natural tais como óleos essenciais, pode ser uma alternativa viável e eficaz para a conservação de morangos (Korte & Favarão, 2016). Dessa forma, a utilização de óleos essenciais como alternativa de preservação, tem se tornado cada vez mais empregada na indústria alimentícia.

Os óleos essenciais são extraídos de plantas medicinais e possuem propriedades antimicrobianas, antioxidante e anti-inflamatórias, que os torna uma opção natural e eficaz para prolongar a vida útil dos alimentos (Oliveira et al., 2021).

No estudo conduzido por Borges et al., (2013), foi examinada a eficácia de uma cobertura comestível elaborada a partir de goma xantana e óleo essencial de sálvia para conservação de morangos. Os resultados indicaram que a conservação dos morangos foi ampliada pelo revestimento, além dos parâmetros microbiológicos e as avaliações de firmeza foram as análise que mostraram os benefícios do melhor revestimento.

Dentre as variedades de óleos essenciais, o cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum* [L] Merr. et Perry) destaca-se por possuir constituintes que predominam na sua composição como a presença de cerca de 85% de eugenol, responsável pela ação anestésica e antisséptica o que difere de diversos óleos essenciais (Affonso et al., 2012). Além disso, estudos comprovam a sua eficiência antioxidante e antimicrobiana nas bactérias, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* e *Bacillus cereus* de acordo com Qian e colaboradores (2022), sendo considerado um óleo de amplo espectro de ação.

Portanto, avaliar a viabilidade do uso de óleo essencial à base de cravo-da-índia como conservante natural no morango, pode ser uma alternativa promissora para atender as expectativas dos produtores e consumidores que buscam por alimentos mais saudáveis.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Geral**

Caracterizar e avaliar a conservação de morangos revestidos com óleo essencial de cravo-da-índia durante sua vida de prateleira, sob refrigeração.

### **2.2. Específicos**

- Realizar a caracterização físico-química do óleo essencial de cravo-da-índia;
- Elaborar diferentes formulações de revestimento à base de óleo essencial do cravo-da-índia e aplica-los em morangos;
- Realizar a caracterização físico-química e microbiológica dos morangos revestidos;
- Avaliar a qualidade e durabilidade de morangos com revestimento à base do óleo essencial de cravo-da-índia.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Morango

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duchesne) é uma angiosperma dicotiledônea pertencente à família *Rosaceae*, subfamília *Rosoidae* e gênero *Fragaria* L. No século XVIII, a espécie *F. x ananassa* surgia na França como resultado de um híbrido entre as espécies do Chile (*Fragaria chiloensis*) e a outra nativa do leste dos Estados Unidos (*Fragaria virginiana*) (Ameri et al., 2020).

Botanicamente, a parte que comumente conhecemos como "morango" é, na verdade, o receptáculo do botão floral, que aumenta de tamanho após a polinização e apresenta tons vermelhos. O morango, um pseudofruto não climatérico de coloração vermelho brilhante, aroma envolvente, textura e sabor ligeiramente acidificados possui propriedades com ação antioxidante, capacidade de diminuir a suscetibilidade a infecções, efeito diurético e atividade anti-inflamatória (Rocha et al., 2008). Além disso, o seu tamanho e doçura variam de acordo com a cultivar.

Os morangos apresentam atratividade tanto em termos visuais (cor e brilho), quanto em relação aos aspectos sensoriais (sabor, textura e odor). Além disso, esses pseudofrutos constituem uma fonte significativa de nutrientes, incluindo açúcares, proteínas, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras. Também se destacam por conter quantidades substanciais de compostos fitoquímicos que possuem propriedades antioxidantes (Botelho, 2019).

A qualidade dos morangos está diretamente relacionada a fatores de pré-colheita (condições edafoclimáticas, tratos culturais, adubação, irrigação, controle fitossanitário) e pós-colheita (ponto de maturação, cuidado no manuseio, umidade relativa e temperatura adequada de refrigeração). Por se tratar de um pseudofruto não-climatérico, o morango tem que ser colhido no ponto de maturação ideal para o consumo (Flores Cantillano & da Silva 2010). Após isso, são acondicionados em câmara fria na temperatura e umidade relativa ideal de cada produto para posterior comercialização (Carrasco; Gandra & Chim, 2019).

No entanto, de acordo com Flores Cantillano & da Silva (2010) por ser altamente perecível, os morangos tem vida útil de prateleira curta (aproximadamente 5 dias a 0–4°C), intensa atividade metabólica pós-colheita, sensibilidade aos danos mecânicos e susceptível às doenças e contaminação por microrganismos, sua comercialização se torna um desafio ocasionando perdas tanto nutricionais, quanto econômicas. Dessa forma, alguns meios estão sendo utilizados para prolongar a vida pós-colheita de morangos como a utilização de revestimentos comestíveis.

Estudos realizados por Andrade et al., (2022) comprovam que o uso de revestimentos ativos de baixo custo incorporados com óleo essencial de pimenta rosa para conservação de morango, foram efetivos para reduzir a perda de massa e o óleo de pimenta rosa inibiu o crescimento de fungos durante 15 dias de armazenamento refrigerado dos morangos. Barrazueta-Rojas et al., (2018) para os parâmetros físico-químicos de perda de massa, textura, sólidos solúveis, pH e acidez comprovaram a eficácia dos revestimentos comestíveis no manejo pós-colheita do morango variedade “*Oso Grande*”.

### **3.2. Revestimentos comestíveis**

Nos dias atuais, a indústria de alimentos busca reduzir cada vez mais a produção de embalagens que possam causar danos ambientais, com o uso de revestimentos comestíveis (Gómez-Guillén et al., 2009) que apresentam simplicidade, baixo custo, biodegradabilidade e pode ser aplicado como aditivos (antioxidantes, antimicrobianos e flavorizantes) em alimentos (Carrasco, Gandra & Chim, 2019).

Nessa perspectiva, a busca pelo uso de produtos naturais tem sido uma alternativa. De acordo com Casemiro (2016) estudos mostram que os produtos naturais têm qualidade efetiva na conservação dos alimentos e reduzem o uso de antioxidantes sintéticos, garantindo produtos mais naturais e, portanto, mais saudáveis.

Segundo Gonzalez-Aguilar e colaboradores (2010), o revestimento comestível pode ser definido como uma fina camada protetora aplicada à superfície de um produto a fim de formar uma barreira para evitar o contato direto com o meio externo. Tem como finalidade exercer um papel funcional e coadjuvante, contribuindo para retardar a perda de umidade, diminuir as trocas gasosas, aumentar a integridade estrutural, promovendo maior proteção física contra os danos mecânico, retém componentes voláteis, constituintes do odor e do sabor, além de atuar como veículo de aditivos alimentícios, como agentes antimicrobianos e antioxidantes (Salgado et al., 2015), aumentando a conservação dos frutos por mais tempo mantendo suas características físicas, químicas e sensoriais e, conseqüentemente, a vida de prateleira.

De acordo com a Agencia Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), não existe uma legislação específica para revestimentos comestíveis, e sim a Portaria nº 540 – SVS/MS, de 27 de outubro de 1997, que trata sobre o Regulamento técnico de Aditivos Alimentares e Coadjuvantes de Tecnologia de Fabricação que regulamenta para revestimentos considerados como ingredientes ou aditivos alimentícios que devem obedecer ao Decreto 55.871, de 26 de março de 1965 (Villadiego et al., 2005).

Os revestimentos são constituídos por proteínas (gelatina, albumina, glúten, zeína), polissacarídeos (amidos, pectina, celulose) e os lipídios (acetilados, ceras, e ácidos graxos) (Luvielmo & Lamas, 2012) ou a combinação desses compostos, criando uma barreira física que altera as trocas gasosas da fruta com o ambiente externo, reduzindo a taxa de respiração e atrasando o crescimento de microrganismos, assim, prolongando sua vida útil (MD Nor & Ding, 2020).

Diversos métodos são empregados para a aplicação de revestimentos em frutos, incluindo o uso de pincel, spray, escovação, leite fluidizado, e aplicação eletrostática, como descrito em estudos anteriores (Chlebowska Smigiel et al., 2007; Andrade et al., 2012; Silva-Vera et al., 2018). Contudo, a imersão dos frutos no revestimento se destaca como a técnica mais eficaz e conveniente por assegurar uma cobertura completa da superfície do fruto com a solução protetora.

Os revestimentos comestíveis podem atuar como matrizes encapsuladoras de compostos bioativos, como óleo essencial, com o potencial de aprimorar a qualidade dos produtos alimentícios ao permitir uma liberação controlada e prolongada de tais compostos (Calisto, 2021). Dessa forma, o óleo essencial, um composto natural, pode ser utilizado na incorporação em cobertura comestível com o objetivo de aprimorar suas propriedades.

### **3.3. Óleo essencial**

De acordo com as normas ISO 4720:2009 (ISO, 2018) e ISO 9235:2013 (ISO, 2013) os óleos essenciais são definidas como:

Produto obtido por destilação a vapor de partes de plantas (folhas, flores e ramos), por prensagem a frio de epicarpos (casca) de citrinos ou por destilação a seco, após separação da fase aquosa (se existir) por processos físicos (Lundgren, 2021, p. 28).

Essas substâncias contêm hidrocarbonetos terpênicos, alcoóis simples e terpênicos, fenilpropanóides, aldeídos, cetonas, fenóis, ésteres, éteres, óxidos, peróxidos, furanos, ácidos orgânicos, lactonas e cumarinas. Isso torna sua utilização ampla e diversa na indústria com sua utilização na conservação dos alimentos (Aguiar et al., 2014; Chevalier, Silva, Silva, Pizato & Cortez-Veja, 2016).

Os óleos essenciais são extraídos de partes de plantas e oferecem uma contribuição significativa para a preservação dos alimentos. Os terpenóides, presentes em sua composição possuem propriedades antioxidantes que impedem as reações de oxidação e hidrólise, evitando modificações indesejáveis nos alimentos. Além disso, os terpenos, ação antimicrobiana, atuam efetivamente sobre as principais bactérias, resultando em produtos mais saudáveis e com maior durabilidade (Assano et al., 2022; Masyita et al., 2022).

A sua constituição pode variar tanto qualitativamente, quanto quantitativamente devido a fatores internos e externos associados à origem botânica (variabilidade genética), a procedimentos de cultivo do vegetal (irrigação, adução, uso de agroquímicos), a métodos de extração e a condições ambientais (clima, temperatura, altitude, luminosidade, sazonalidade, fotoperiodismo, localização geográfica, horário da colheita) de acordo com a exposição da cultura e que influencia diretamente no seu rendimento (Simões, Schenkel & Mello, 2017; Silvestre et al., 2019; Faria & Retondo, 2006; Morais, 2009)

Suas principais características segundo Bueno e colaboradores (2023) são a sua volatilidade e estabilidade, portanto a sua exposição à luminosidade, oxigênio, temperatura, umidade podem favorecer a sua degradação mais rapidamente. Possui aroma agradável e intenso e quando extraídos sua coloração é incolor ou ligeiramente amarelada (Leão, 2022).

A atividade antimicrobiana dos óleos essenciais é predominantemente atribuída à sua natureza hidrofóbica, o que lhes permite atravessar a membrana celular dos microrganismos, tornando-a mais permeável e, conseqüentemente, resultando na morte celular devido à perda de íons e materiais celulares. Essa ação contra bactérias e fungos está correlacionada com os compostos majoritários presentes no óleo essencial, especialmente os compostos fenólicos, tais como o timol, carvacrol e eugenol, que se destacam como os mais ativos, especialmente contra bactérias gram-positivas (Cipriano, 2022).

Tariq e colaboradores (2019) afirmam que a atividade antifúngica dos óleos essenciais decorra do comprometimento da parede celular do alvo, resultando no estabelecimento de um potencial de membrana desfavorável para o fungo, bem como pela inativação de enzimas essenciais para o seu metabolismo. Quando incorporados em revestimentos comestíveis, os óleos essenciais tem a função de manter os componentes antimicrobianos e prolongar a vida de prateleira do produto (Souza et al., 2019).

Alguns óleos essenciais estão inclusos na "Geralmente Reconhecido como Seguro" (GRAS) da Food and Drug Administration (FDA) devido ser um produto origem natural e demonstrar eficácia como agentes antimicrobianos, confirmando a adequada utilização desses produtos na indústria alimentícia (Wen et al., 2016).

Estudos demonstram que a combinação de óleos essenciais com revestimento comestível pode apresentar uma estratégia promissora, sendo confirmado por Najjaa e outros autores (2020) onde avaliou atividade antimicrobiana do OE e obteve um excelente efeito inibitório da *E. coli*, em consequência da presença de seus compostos.

### 3.4. Uso de revestimentos comestíveis com óleo essencial de cravo-da-índia

O craveiro da Índia (*Syzygium aromaticum* [L] Merr. et Perry) pertence à família das Mirtáceas e sua árvore é nativa da Indonésia, foi disseminada pelos britânicos durante a colonização (Silvestri et al., 2010).

O cravo-da-índia possui um extenso número de espécies de árvores que possuem o porte arbóreo alto, copa verde e formato de pirâmide, podendo atingir até 15 metros de altura. Suas folhas possuem características ovais, aromáticas, opostas e de cor verde. As flores são pequenas dispostas em cachos com tom branco-amarelado mais ou menos impregnado de vermelho. Os frutos são do tipo baga com coloração avermelhada de formato alongado, suculento, comestível e forte aroma (Silvestri & Treichel, 2010; Affonso et al., 2012). Os botões florais são colhidos na forma madura e comercializados na forma de botão floral seco.

O botão floral do cravo contém aproximadamente 17% de óleo essencial e 4,5 a 6,0% contém o talo que o acompanha (Craveiro & Queiroz, 1993). Sua composição química é constituída principalmente por eugenol como seu componente majoritário, seguido de acetato de eugenol,  $\beta$ -cariofileno, ácido oleânico, e substâncias das classes: triterpeno, ceras vegetais, cetonas, resinas, taninos e esteróis (Calisto, 2021).

Em relação às atividades biológicas do eugenol, Oliveira & Arruda (2021) destacam as propriedades antibacteriana, antifúngica, antioxidante, anti-inflamatória, anestésica, antiviral, antihelmintos e anticancerígenas. O eugenol exerce sua ação ao inibir a síntese do ergosterol na membrana celular das células fúngicas, resultando no comprometimento de sua integridade e, conseqüentemente, morte celular (Singh et al., 2020).

Oliveira (2013) por meio de revestimento de amido de mandioca formulado com óleos essenciais de *Cinnamomum zeylanicum*, *Cymbopogon citratus*, *Syzygium aromaticum*, *Cymbopogon martinii* e *Thymus vulgaris*, controlaram a maturação e a incidência da antracnose em mamão. Dessa forma, o óleo essencial do cravo-da-índia torna-se uma alternativa viável por apresentar propriedades antifúngicas e antibacterianas

Holsbach et al., (2019) utilizando coberturas de amido de mandioca e óleo essencial de cravo em mamão formosa obteve resultados satisfatórios quanto a redução da perda de massa, manter a qualidade sensorial e retardar o crescimento microbiano, sendo eficientes na conservação de mamão. A aplicação do revestimento à base de amido, com ou sem óleo essencial de cravo-da-índia, demonstrou eficácia na extensão da vida útil da goiaba em

condições ambiente, aumentando seu período de conservação em até 10 dias após a colheita, de acordo com o estudo realizado por Coelho e colaboradores (2017).

#### **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

##### **4.1. Obtenção do material**

Os botões florais do cravo-da-índia foram adquiridos no comércio local da cidade de Pombal-PB e direcionados para os Laboratórios do Centro Vocacional Tecnológico (CVT) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), campus Pombal.

Os pseudofrutos de morangos, cultivar ‘*San Andreas*’ (Figura 1), utilizados neste estudo foram produzidos pela Fazenda Rancho Alegre na cidade de Barra da Estiva – Bahia na região da Chapada Diamantina, cuja produção é feita pelo sistema tipo semi-hidropônico.

**Figura 1.** Morango *in natura* variedade *San Andreas*



Fonte: Autor (2023).

Os morangos foram adquiridos de um revendedor local e levados para os laboratórios do CVT para seleção considerando uniformidade de tamanho, forma, aparência e ausência de danos mecânicos ou infecções por fungos visíveis. Posteriormente, foram sanitizados com solução de água clorada a 200ppm/15 minutos e lavadas novamente, em água corrente, para remoção do cloro residual.

##### **4.2. Extração do óleo essencial de cravo-da-índia**

Para a obtenção do óleo essencial de *Syzygium aromaticum*, foram utilizados 30g de botões florais desidratados (Figura 2), pesados e transferidos para um balão de 500 mL. Em seguida, foi adicionada água destilada na proporção de 10:100 (massa:volume).

**Figura 2.** Botões florais desidratados do cravo-da-índia.



Fonte: Autor (2023).

Os óleos essenciais foram extraídos por meio do processo de hidrodestilação por arraste a vapor, utilizando o extrator de Clevenger entre 4 a 6 horas (Figura 3). Após o processo de extração, o óleo essencial obtido no processo de centrifugação foi transferido para frascos de vidro âmbar com tampa rosqueada e armazenado sob refrigeração para evitar possíveis perdas de constituintes voláteis até o momento das análises e elaboração dos revestimentos.

**Figura 3.** Processo de hidrodestilação utilizado para extração do óleo essencial do cravo-da-índia.



Processo de A – Equipamento Clevenger; B – Extração do óleo essencial; C – Botões florais do cravo-da-índia.

Fonte: Autor (2023).

### 4.3. Caracterização do óleo essencial

#### 4.3.1. Compostos fenólicos totais (mg/100g)

Para a determinação de compostos fenólicos totais foi utilizado o método de *Folin & Ciocalteu* (Waterhouse, 2006). O extrato foi diluído na proporção de 1:50, com água destilada e em seguida filtrado. Desta solução 5  $\mu$ L foram colocados em tubos de ensaio e misturados com água, o reagente *Folin-Ciocalteu* e carbonato de sódio e aquecidos em banho-maria a 40°C por 30 min, e em seguida a absorbância foi medida a 765 nm em espectrofotômetro AAKER. O ácido gálico nas concentrações de 4,5 a 22,5 ( $\mu$ g/mL) foi o utilizado para construir a curva padrão.

#### 4.3.2. Clorofila Total ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ) e Carotenoides ( $\text{mg}/100\text{g}$ )

A determinação de clorofilas e carotenoides totais foi realizada seguindo a metodologia proposta por Lichtenthaler (1987). Aproximadamente 0,5 g de extrato foi colocado em um almofariz e macerado com 5 mL de acetona 80% e 0,2g de carbonato de cálcio. Em seguida o conteúdo foi centrifugado por 10 min a  $10^{\circ}\text{C}$  e 300 rpm, em centrífuga compacta QUIMIS e procedeu-se as leituras em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 470, 646 e 663 nm. As concentrações de clorofilas e carotenoides foram calculadas pelas seguintes equações:

$$\text{Clorofila a (mg/100g)} = [(12,21 A_{663} - 2,81 A_{646}) / \text{massa(g)}] * 0,1 \quad (\text{Equação 1})$$

$$\text{Clorofila b (mg/100g)} = [(20,13 A_{646} - 5,03 A_{663}) / \text{massa(g)}] * 0,1 \quad (\text{Equação 2})$$

$$\text{Clorofila Total } (\mu\text{g/g}) = [(17,3 A_{646} + 7,18 A_{663}) / \text{massa(g)}] \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{Carotenoides Totais } (\mu\text{g/g}) = [(1000 * A_{470} - 1,82 * C_a - 85,02 * C_b) / 198] \quad (\text{Equação 4})$$

#### 4.3.3. Flavonoides ( $\text{mg}/100\text{g}$ ) e Antocianinas ( $\text{mg}/100\text{g}$ )

O conteúdo de flavonoides e antocianinas foi determinado empregando-se o método de Francis (1982), utilizando a solução Etanol:HCl na proporção 85:15 (v/v). Aproximadamente 0,5 g do extrato foi macerado com 10 mL da solução citada anteriormente e mantido em repouso por 24 horas. Decorrido o período, foi centrifugado a  $5^{\circ}\text{C}$  por 5 min e 3000 rpm em centrífuga compacta QUIMIS. A leitura do sobrenadante foi realizada em espectrofotômetro nos comprimentos de onda 374nm e 535nm. As concentrações desses compostos foram calculadas por meio das seguintes equações:

$$\text{Flavonoides (mg/g)} = F_d * A_{374} / 76,6 \quad (\text{Equação 5})$$

$$\text{Antocianinas (mg/g)} = F_d * A_{535} / 98,2 \quad (\text{Equação 6})$$

Onde:  $F_d = 100 / (\text{massa(g)} / \text{Volume da diluição(mL)})$

#### 4.3.4. Colorimetria (L, a\*, b\*, C e H)

Para determinação do parâmetro cor foi utilizado um colorímetro CR 300 da Konica Minolta pelo sistema CIELAB, determinando a luminosidade, coordenadas a e b, cromaticidade, ângulo Hue, índice de cor e o escurecimento (Sensing, 2007; Camelo & Gomes, 2004).

### 4.4. Produção dos revestimentos a base de óleo essencial do cravo-da-índia

Na Tabela 1 estão presentes as concentrações utilizadas para cada formulação. Em relação aos componentes das formulações, utilizou o amido de milho, glicerina P.A 99,90% como agente plastificante e o óleo essencial dos botões florais do cravo-da-índia em diferentes

formulações. Foram preparadas cinco formulações baseadas de acordo com a metodologia proposta por Holsbach e colaboradores (2019) com algumas modificações.

**Tabela 1.** Concentrações do óleo essencial utilizadas para o preparo de cada formulação.

Formulações	Componentes			
	Amido de milho (g)	Glicerina (mL)	Água destilada (mL)	Óleo essencial de cravo (mL)
F1	-	-	-	-
F2	15	10	500	-
F3	15	10	500	0,5
F4	15	10	500	1
F5	15	10	500	1,5

Fonte: Autor (2023).

Foram aplicadas cinco formulações seguidos de três repetições, sendo:

Formulação 1 (F1): Controle (morangos *in natura*);

Formulação 2 (F2): morango + amido + glicerol;

Formulação 3 (F3): morango + amido + glicerol + óleo essencial de cravo-da-índia à 0,5%;

Formulação 4 (F4): morango + amido + glicerol + óleo essencial de cravo-da-índia à 1%; e

Formulação 5 (F5): morango + amido + glicerol + óleo essencial de cravo-da-índia à 1,5%.

#### 4.5. Aplicação dos revestimentos e forma de condicionamento

As soluções foram preparadas por dissolução lenta do amido em água destilada, sob agitação e aquecimento, até completa dissolução. Quando a temperatura da solução atingiu 50°C foram adicionados a glicerina e o óleo essencial de cravo-da-índia, sob agitação até solubilização completa. Após 30 minutos, a solução foi resfriada em banho de gelo.

Os morangos foram totalmente submersos nas soluções por 3 minutos e drenados para retirar o excesso de solução (Holsbach et al., 2019). Por fim, as amostras revestidas foram acondicionadas em bandejas de 20 x 15 x 1,5 cm de isopor. O número de morangos por bandeja foi padronizado com aproximadamente 100 g e as mesmas foram armazenadas sob refrigeração como pode ser observado na Figura 4.

**Figura 4.** Preparação e aplicação dos revestimentos comestíveis nos morangos.



Processo da preparação do revestimento com adição do (A) 15g do amido de milho, 500ml de água, (B e C) 10 ml de glicerina P.A 99,90%, (D) e as diferentes concentrações do óleo essencial de cravo-da-índia, seguidos de (E) aquecimento à 100°C até homogeneização. O (F) morango *in natura* foi (G) emergido na solução por 3 minutos e (H e I) transportados cerca de 100g dos mesmos para bandejas de acordo com cada formulação. Os mesmos foram submetidos ao (J) armazenamento a uma temperatura de 2°C.

Fonte: Autor (2023).

Os morangos revestidos com solução filmogênica nas formulações F1, F2, F3, F4 e F5 foram armazenados durante o período de 14 dias na temperatura de 2°C em BOD. As análises foram realizadas considerando o dia da elaboração do revestimento como dia 0 e após 7 e 14 dias de armazenamento.

#### **4.6. Caracterização dos pseudofrutos revestidos**

##### **4.6.1. Caracterização físico-química**

###### **4.6.1.1. pH**

O potencial hidrogeniônico (pH) foram determinados através do método potenciométrico, com pHmetro de bancada da marca Lucadema e modelo mPA, previamente calibrado com solução tampão de pH 4,00 e 7,00. Seguindo o método 017/IV do Instituto Adolf Lutz (2008).

###### **4.6.1.2. Acidez Total Titulável – ATT (% de ácido cítrico)**

Foi realizada por titulometria de neutralização, utilizando-se 50 mL de suco (3/47 mL água destilada) de morango, obtido por centrifugação. No momento da leitura, o suco foi colocado em erlenmeyer de 250 mL e três gotas de fenolftaleína a 1%. Procedeu-se a titulação

utilizando hidróxido de sódio 0,1 N, até o ponto de viragem, onde a solução ficou totalmente rósea seguindo o método 016/IV do Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.6.1.3. Sólidos Solúveis Totais – SST (°Brix)

As análises foram realizadas com o auxílio de um refratômetro portátil (Reichert). A leitura foi feita de forma direta, por meio da aplicação de uma gota de suco de morango, sobre o prisma do aparelho.

#### 4.6.1.4. Índice de maturação – IM-*ratio*

A análise do índice de maturação foi medida através da razão entre o teor de sólidos solúveis (°Brix) pela acidez total titulável (ATT), como expresso pela equação:

$IM = \text{Brix}/ATT$ .

#### 4.6.1.5. Vitamina C (mg/100g)

Foi pesado 3,0 g da amostra em um erlenmeyer, colocou 47 mL da solução de ácido oxálico sob agitação. Foi realizada a titulação com a solução de DFI até coloração rosada durante 15 segundos e anotou o volume gasto.

$\text{Mg de ácido ascórbico}/100\text{g} = (V \times F \times 100)/Pa$

Cálculos: Onde: V = volume gasto de DCFI utilizado para titular a amostra; F = fator da solução; Pa = Peso da amostra (g).

#### 4.6.1.6. Umidade (%)

Os teores de umidade foram determinados através do método de secagem a 105°C, em estufa de ar, de acordo com a metodologia 012/IV do Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.6.1.7. Cinzas (%)

O resíduo mineral fixo foi obtido pelo método gravimétrico preconizado pelo Instituto Adolf Lutz (2008).

#### 4.6.1.8. Teor de flavonoides totais (mg/100g) e Antocianinas (mg/100g)

Os Flavonoides e Antocianinas presentes nas amostras foram determinados segundo método desenvolvido por Francis (1982), onde se mede aproximadamente 1 g da amostra e em seguida adiciona-se cerca de 10 mL de solução extratora etanol 95%/HCl 1,5 N na proporção de 85:15. As amostras foram homogeneizadas e maceradas por 1 min, sendo em seguida transferidas para um tubo envolto em papel alumínio, ficando em repouso por 24 horas. Transcorrido o tempo, o material foi centrifugado (5°C por 5 min e 3000 rpm) e, posteriormente, filtrado. A absorbância da solução final produzida foi obtida em espectrofotômetro a 374 nm e 535 nm.

#### 4.6.1.9. Perda de massa (%)

A perda de massa foi obtida relacionando-se a diferença entre a massa inicial do morango minimamente processado e a massa obtida ao final de cada tempo de armazenamento, de acordo com a equação:

$$\text{Perda de massa} = [(massa\ inicial - massa\ final)/(massa\ inicial)] \times 100.$$

## **4.6.2. Caracterização Microbiológica**

### **4.6.2.1. Coliformes à 35°C (NMP/g)**

A partir dos tubos com leitura positiva do teste presuntivo, foi transferida uma alçada da cultura para o teste confirmatório no Caldo Verde Bile Brillhante, com período de incubação a 35°C de 24 a 48 horas, conforme a metodologia Silva, (2017).

### **4.6.2.2. Coliformes à 45°C (NMP/g)**

Para a quantificação de coliformes à 45°C foi utilizada a técnica do Número Mais Provável (NMP), incubados em banho-maria a 45°C/48 h, conforme a metodologia Silva, (2017).

### **4.6.2.3. Fungos filamentosos e leveduras (UFC/g)**

Foi utilizado o método de plaqueamento direto em superfície, em meio *Agar Batata Dextrose* (BDA) fundido e acidificado com ácido tartárico a 10%, posteriormente as placas foram incubadas a 35°C por 5 dias, segundo a metodologia recomendada (Silva, 2017).

### **4.6.2.4. *Salmonella sp* (sp/25g)**

Na determinação de presença/ausência de *Salmonella sp* sp/25g foi utilizado o método em superfície no meio de cultura *Salmonella Diferencial Ágar*, incubados e a temperatura de  $36 \pm 1$  °C/48 horas, segundo a metodologia recomendada (Silva, 2017).

## **4.7. Análise estatística**

As análises foram realizadas em triplicata, sendo os resultados expressos como média  $\pm$  desvio padrão (D.P.). Todos os cálculos foram realizados nos softwares Microsoft Office Excel 2010 e no programa ASSISTAT Versão 7.7 pt (Silva & Azevedo, 2016). Foram analisados através da aplicação da análise de variância (ANOVA). Diferenças foram consideradas significativas quando  $p < 0,05$ , utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Caracterização da extração do óleo essencial do cravo-da-índia.

Devido à ausência de legislação brasileira para o uso de óleos essenciais, não existe um conjunto de diretrizes estabelecido em relação a presença de compostos bioativos a serem seguidas. Na Tabela 2 encontram-se os resultados obtidos para as análises de Compostos Fenólicos (mg/100g), Clorofila Total ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ ), Carotenoides (mg/100g), Flavonoides (mg/100g) e Antocianinas (mg/100g) realizadas no óleo essencial de cravo-da-índia.

**Tabela 2.** Resultados das análises dos compostos bioativos presentes no óleo essencial do cravo da índia.

Compostos bioativos	Resultados
Compostos fenólicos (mg/100g)	2808,37 $\pm$ 0,01
Clorofila total ( $\mu\text{g}/100\text{g}$ )	215,41 $\pm$ 0,49
Carotenoides (mg/100g)	0,14 $\pm$ 0,02
Flavonoides (mg/100g)	2,90 $\pm$ 0,03
Antocianinas (mg/100g)	13,44 $\pm$ 0,20

Fonte: Autor (2023).

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 2, a quantificação dos compostos bioativos presentes no óleo essencial do cravo-da-índia demonstraram relevância com valor de 2808,37 mg/100g para o parâmetro compostos fenólicos, resultando em um óleo com potencial característico antioxidante e antimicrobiano. A presença desse componente nos óleos essenciais, segundo Galindo e colaboradores (2018) está diretamente relacionada à sua atividade antioxidante.

O principal composto bioativo presente nas folhas e botões florais do cravo é o eugenol que possui propriedades antibacterianas (Chaieb et al., 2007), antifúngicas e anti-inflamatórias (Rana; Kashmiri & Ahmad, 2010). Dessa forma, a determinação desses componentes é importante para a identificação da composição química da planta, por se tratar de um produto natural, além de conter substâncias que podem ser utilizadas para fabricação e enriquecimento de subprodutos.

Os resultados de clorofila total foi 215,41  $\mu\text{g}/100\text{g}$  e os valores para carotenoides foi 0,14 mg/100g. O resultado de concentração de clorofila pode ser relacionado ao tempo de extração em temperatura de ebulição, que foi capaz de oxidar um maior conteúdo do composto na amostra. Esses compostos são pigmentos naturais encontrados tanto em

organismos fotossintéticos quanto em alguns não-fotossintéticos. São comumente designados como pigmentos acessórios, integrando o complexo antena que precede o centro de reação fotossintética, onde desempenham o papel de amplificadores na absorção do espectro luminoso e desempenham um papel na proteção contra a exposição excessiva à luz (Reisser, 2022).

Com relação aos valores de flavonoides e antocianinas obteve-se resultados 2,90 mg/100g e 13,44 mg/100g, respectivamente. Flavonoides desempenham um papel importante como reguladores de respostas biológicas, indicando que a espécie possui considerável potencial antioxidante e antifúngico (Costa, 2016; Flambó, 2013), sendo relevante essa análise para o trabalho. De acordo com Palioto e colaboradores (2015), as antocianinas são reconhecidas por sua capacidade de conferir diversidade de coloração a frutos, folhas e flores, além de prevenir a oxidação da clorofila, inibindo assim a geração de radicais livres, o que, por sua vez, resulta em sua ação antioxidante.

Travassos (2021) avaliou a atividade antioxidante dos extratos de orégano e cravo-da-índia, obtendo resultados satisfatórios para o cravo, com teores de compostos fenólicos (344,38 mg/100g), flavonoides (594,86 mg/100g) e carotenoides (684,28 µg/100g), apresentando uma alta atividade antioxidante, com ótima quantidade de compostos fenólicos, flavonoides e carotenoides.

O óleo essencial extraído por hidrodestilação por arraste a vapor dos botões florais do *S. aromaticum* apresentou coloração amarelo pálido com elevada viscosidade e odor característico. Os resultados da análise de cor da extração do óleo essencial do cravo-da-índia estão presentes na Tabela 3, cujos parâmetros analisados foram luminosidade (L\*), as coordenadas a\* (intensidade de vermelho/verde) e b\* (intensidade de amarelo/azul), cromaticidade (C), índice de cor e ângulo de Hue (H°). A extração do óleo essencial do cravo-da-índia foi obtida um líquido amarelo transparente.

**Tabela 3.** Resultado da análise de colorimetria do óleo essencial do cravo-da-índia.

Amostra	Parâmetros				
	L*	a*	b*	C	H°
<b>Óleo essencial do cravo-da-índia</b>	34,5	+2,7	+16,7	17	80,8

Fonte: Autor (2023).

Para o parâmetro  $L^*$ , o qual caracteriza o grau de claridade da cor, variando do preto ao branco, indo de 0 (escuro) a 100 (claro), obteve o valor de 34,5. De acordo com Conti e colaboradores (2002), quando o valor de  $L^*$  é inferior a 29,24, isso indica uma coloração escura. Valores situados na faixa de 29,34 a 34,62 sinalizam uma condição intermediária, ao passo que valores superiores a 34,62 correspondem a colorações claras. Diante disso, pode-se afirmar que o óleo essencial do cravo-da-índia apresentou coloração intermediária.

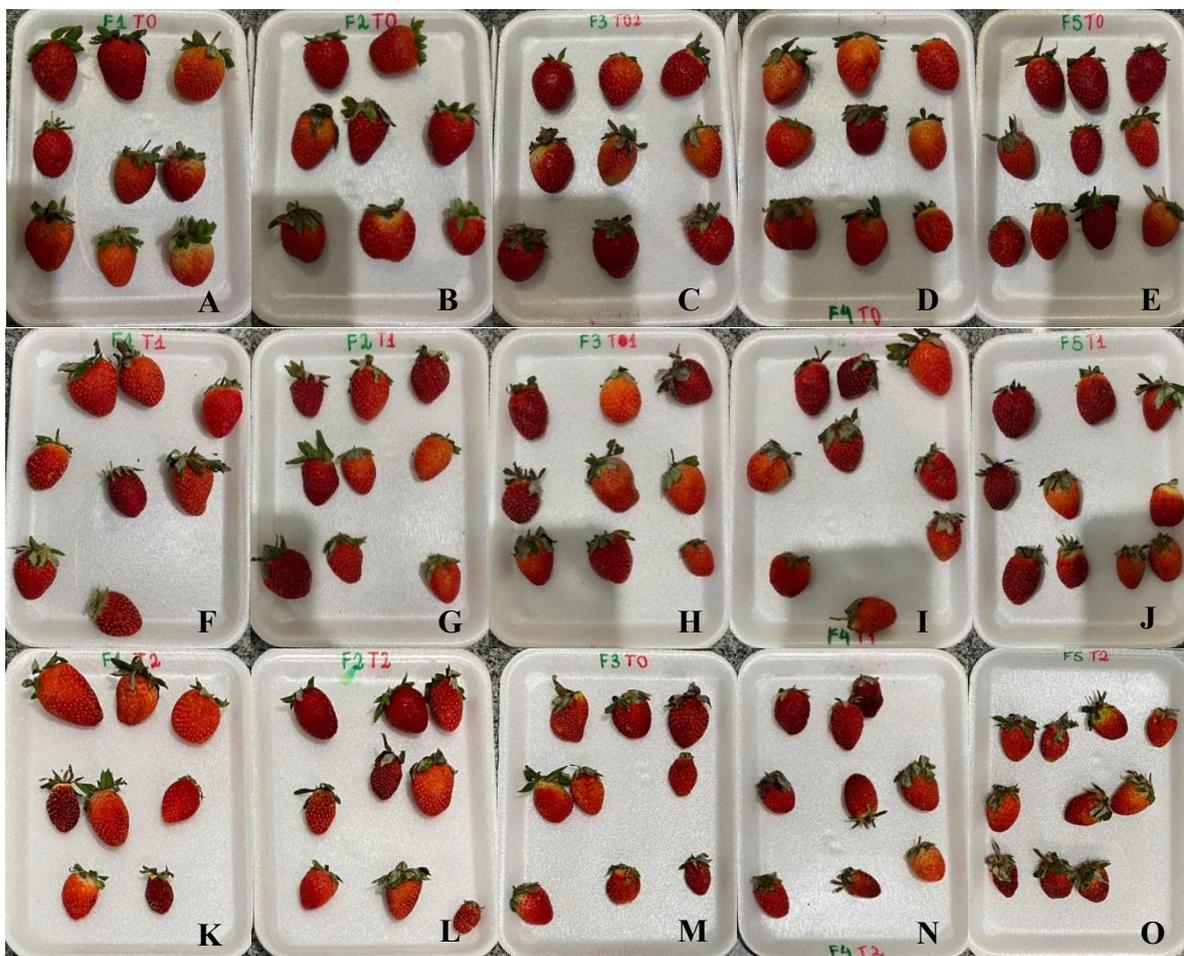
Com relação aos valores de  $a^*$  e  $b^*$ , onde  $a^*$  varia de verde ( $-a^*$ ) a vermelho ( $+a^*$ ) obteve valores de +2,7. Enquanto que para  $b^*$  varia de azul ( $-b^*$ ) a amarelo ( $+b^*$ ) com valores +16,7, indicando uma cor amarela na amostra.

O valor referente à cromaticidade ou intensidade da cor ( $C^*$ ) foi 17. Analisando a coloração expressa em ângulo Hue° que representa a tonalidade da cor da amostra, onde 0° representa o vermelho, 90° amarelo, 180° verde e 360° azul. Obteve um valor de 80°, ou seja, indicando tonalidade amarela clara na amostra de óleo essencial de cravo-da-índia.

## **5.2. Caracterização físico-química dos morangos revestidos.**

A Figura 5 representa os morangos revestidos com as diferentes formulações de óleo essencial de cravo para cada tempo de armazenamento (0,7 e 14 dias).

**Figura 5.** Morangos revestidos com diferentes formulações durante 14 dias de armazenamento.



As formulações 1 (controle), 2 (morango com revestimento), 3 (0,5% do OE), 4 (1% do OE) e 5 (1,5% do OE) nos tempos (A, B, C, D e E) 0, (F, G,H, I e J) 7 e (K, L, M, N e O) 14 dias de armazenamento. Fonte: Autor (2023).

O morango ao longo do processo de maturação passa por uma sequência de alterações físicas, químicas e bioquímicas, interferindo nas suas características intrínsecas de qualidade. A Tabela 4 apresenta os valores de pH em amostras de morangos revestidos com diferentes formulações de óleo essencial de cravo-da-índia.

O pH é um fator importante que pode influenciar diretamente no sabor, qualidade e durabilidade dos alimentos. Os valores do pH dos morangos revestidos variaram entre 3,32 e 3,77 demonstrando ter um pH ácido, o que normalmente ocorre nesse tipo de pseudofruto, isso ajuda a evitar o crescimento microbiano (Argañosa et al., 2008), prolongando sua vida útil.

Os resultados das amostras deferiram entre si tanto em relação ao tempo, quanto entre as formulações. Na formulação controle os valores aumentaram com 7 dias e depois decaíram com 14 dias. Enquanto que na F2 os valores decresceram continuamente durante o

armazenamento. Já nas demais formulações com óleo essencial (F3, F4 e F5) houve um decréscimo no tempo 7, seguido de um acréscimo no final do experimento.

**Tabela 4** – Resultados da análise de pH dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	3,57±0,15 <sup>abB</sup>	3,75±0,13 <sup>aA</sup>	3,59±0,05 <sup>abAB</sup>	3,49±0,03 <sup>bB</sup>	3,55±0,08 <sup>bB</sup>
7	3,65±0,02 <sup>aA</sup>	3,58±0,00 <sup>bA</sup>	3,49±0,01 <sup>bAB</sup>	3,33±0,03 <sup>cC</sup>	3,36±0,03 <sup>cBC</sup>
14	3,44±0,03 <sup>bB</sup>	3,32±0,07 <sup>cB</sup>	3,67±0,03 <sup>aA</sup>	3,73±0,03 <sup>aA</sup>	3,77±0,05 <sup>aA</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% (P<0,05) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No tempo 0, a F2 deferiu das demais por apresentar um pH mais elevado, conjuntamente com a F3. Com 7 dias de armazenamento, as formulações 1, 2 e 3 não deferiram entre si, onde os valores foram decrescendo. A F4 obteve o menor valor de pH com 3,33 no 7º dia de avaliação. Observou-se que as F3, F4 e F5 eleva o pH à medida que as concentrações com óleo essencial de cravo aumentam, com 14 dias de armazenamento.

Os valores obtidos no presente estudo é similar ao encontrado por Barros et al., (2020), com pH variando entre 3,13 e 3,62. Borges e colaboradores (2013), ao avaliar a conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia, também obtiveram resultados semelhantes para o parâmetro de pH.

As variações no pH pode estar relacionada às alterações bioquímicas dos ácidos orgânicos contidas nos pseudofrutos, que passam por um processo de oxidação. Essas mudanças costumam ser mais evidentes nos primeiros dias de análise, indicando que os revestimentos podem atenuar essas reações à medida que os compostos bioativos são liberados (Calisto, 2021), o que foi observado no presente trabalho.

A Tabela 5 exhibe os valores da acidez total titulável, medida em ácido cítrico, nos morangos cobertos com diferentes formulações de óleo essencial de cravo ao longo de um período de armazenamento de 14 dias.

Ao verificar a análise de variância, observou-se que houve interação significativa entre os dias de armazenamento para todas as formulações, apresentando um decréscimo até o 7º dia, seguido de um acréscimo até os 14 dias de armazenamento para o parâmetro acidez presentes nas amostras.

**Tabela 5** – Resultados da análise de Acidez Total Titulável (% de ácido cítrico) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	4,77±0,51 <sup>bAB</sup>	4,16±0,13 <sup>bBC</sup>	5,23±0,58 <sup>aA</sup>	3,73±0,19 <sup>bC</sup>	3,56±0,07 <sup>bC</sup>
7	2,99±0,29 <sup>cA</sup>	2,55±0,11 <sup>cA</sup>	2,60±0,29 <sup>bA</sup>	2,74±0,22 <sup>cA</sup>	2,48±0,19 <sup>cA</sup>
14	7,00±0,27 <sup>aA</sup>	6,54±0,10 <sup>aAB</sup>	5,04±0,11 <sup>aC</sup>	6,20±0,12 <sup>aB</sup>	6,04±0,24 <sup>aB</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% (P<0,05) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No tempo 0 a formulação 3 se sobressaiu das demais com acidez de 5,23% de ácido cítrico. Com 7 dias de armazenamento os não valores de acidez deferiram entre si. No tempo 14 as formulações 1 e 2 obtiveram resultados próximos com 7% e 6,54% de ácido cítrico, respectivamente. Da mesma forma ocorreu com as F4 e F5, não diferindo entre si. A F3 o valor foi reduzido (5,04% de ácido cítrico), diferindo das demais formulações.

Alguns autores como Holsbach et al., (2019), avaliando a vida útil de mamão formosa minimamente processado utilizando coberturas de amido de mandioca e óleo essencial de cravo, obtiveram em seu trabalho uma redução da ATT até o 7º dia, observando, também, uma pequena elevação até os 15 dias de armazenamento. Jonh (2022) e Santos et al., (2020) avaliando morangos com diferentes cultivares submetidos encontraram resultados abaixo do que apresentados nesse trabalho.

De acordo com Chitarra & Chitarra (2005) a acidez tende a decair rapidamente à medida que as frutas entram em processo de maturação; contudo, em situações particulares, é possível observar um ligeiro incremento nos níveis de acidez à medida que o processo de maturação avança e a atividade respiratória dos frutos permanece em níveis reduzidos, visando à preservação dos ácidos orgânicos. O que pode justificar acréscimos nos teores de ATT durante a parte final do experimento.

A Tabela 6 apresenta os valores de sólidos solúveis (°Brix) que corresponde a quantidade de sólidos, principalmente açúcares, encontrados nos morangos revestidos com óleo essencial de cravo, armazenados por 14 dias.

**Tabela 6** – Resultados da análise de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	7,53±0,05 <sup>cB</sup>	7,43±0,05 <sup>cB</sup>	8,36±0,11 <sup>cA</sup>	8,13±0,05 <sup>cA</sup>	8,43±0,05 <sup>cA</sup>
7	11,93±0,15 <sup>bB</sup>	12,30±0,30 <sup>bA</sup>	9,70±0,26 <sup>bC</sup>	12,26±0,23 <sup>bAB</sup>	8,80±0,26 <sup>bD</sup>
14	13,13±0,05 <sup>aC</sup>	14,86±0,05 <sup>aA</sup>	10,06±0,05 <sup>aD</sup>	14,33±0,05 <sup>aB</sup>	9,96±0,05 <sup>aD</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os morangos apresentaram diferenças significativas tanto entre as formulações quanto no período de armazenamento para o teor de sólidos solúveis durante o experimento, como pode ser observado na Tabela 6. Todas as formulações aumentaram os valores à medida que os morangos amadureceram, esse aumento do teor de sólidos solúveis totais contribui para aumento de açúcar no fruto.

As formulações com adição do óleo essencial de cravo obtiveram resultados maiores em relação as demais no tempo 0. Nos tempo 7 e 14 as formulações com maiores valores de açúcar foram as F2 e F4 e a de menor valor entre os tempos de armazenamento foi a F5 com 9,96°Brix.

Korte e Favarão (2016) encontraram valores inferiores avaliando o “Efeito da gelatina incolor e comercial associada a extratos vegetais como revestimento comestível na pós-colheita do morango”. Oliveira et al. (2017), obtiveram valores inferiores que variaram de 6,5 a 6,91°Brix, ao avaliarem morangos do cultivar San Andreas, em diferentes meses de avaliação. Os resultados encontrados corroboram com estudos realizados por Borges (2019) no seu trabalho “Revestimentos adicionados de óleos essenciais na conservação pós-colheita de mamão”.

A concentração de sólidos solúveis geralmente aumenta à medida que os frutos amadurecem, seja devido à biossíntese, à degradação de polissacarídeos ou à perda de massa, o que resulta em uma maior concentração desses compostos (Pereira et al., 2006). Dessa maneira os revestimentos influenciam positivamente para a preservação do teor de sólidos solúveis dos morangos.

A Tabela 7 apresenta os resultados para o parâmetro índice de maturação, que corresponde à relação entre Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável (SST/ATT),

indicando a proporção de açúcares e ácidos existentes no pseudofruto, ou seja, quanto maior a relação entre os sólidos solúveis e a acidez, maior é o grau de doçura.

**Tabela 7** – Resultados da análise de Índice de Maturação (IM-*ratio*) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	1,59±0,17 <sup>bC</sup>	1,78±0,04 <sup>bABC</sup>	1,61±0,18 <sup>bBC</sup>	2,18±0,11 <sup>bAB</sup>	2,37±0,05 <sup>bA</sup>
7	4,00±0,35 <sup>aBC</sup>	4,82±0,24 <sup>aA</sup>	3,75±0,39 <sup>aC</sup>	4,49±0,43 <sup>aAB</sup>	3,56±0,37 <sup>aC</sup>
14	1,87±0,06 <sup>bAB</sup>	2,27±0,03 <sup>bA</sup>	2,00±0,05 <sup>bAB</sup>	2,30±0,05 <sup>bA</sup>	1,43±0,39 <sup>cB</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

As amostras foram influenciadas pelo uso do revestimento, assim como pelo período de armazenamento, havendo interação significativa entre os fatores (Tabela 7). Ao longo dos 14 dias de armazenamento, observou-se um acréscimo nos valores até o 7º dia de armazenamento, com posterior decréscimo na variável. Em relação aos tratamentos, os maiores valores foi 2,37 (F5), 4,82 (F2) e 2,30 (F4) nos dias 0, 7 e 14, respectivamente.

De acordo com Šamec et al., (2016) e Souza et al., (2014) foram encontrados valores entre 1,10 e 12,27, respectivamente, para SST/ATT, alguns valores estando em conformidade ao desse estudo. Entretanto, Korte e Favarão (2016) obtiveram resultados entre 4,42 e 12,96, superiores aos obtidos no presente trabalho.

O índice de qualidade, representado pelo "*ratio*", reflete a doçura e o sabor do fruto, com base nos resultados de açúcar e acidez. De acordo com Cecatto et al. (2013), os morangos devem conter no mínimo 7ºBrix e não mais que 0,8% de ácido cítrico para serem considerados adequados para consumo *in natura*. Portanto, os resultados indicam que os morangos utilizados no experimento não atendem aos teores de acidez, porém, está dentro dos padrões para o teor de sólidos solúveis totais, evidenciando-se sabor mais doce e mais ácido.

A variação da Vitamina C (mg/100g) das amostras de morango ao longo da armazenagem estão presentes na Tabela 8.

**Tabela 8** – Resultados da análise de Vitamina C (mg/100g) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	9,93±0,11 <sup>aA</sup>	9,57±0,11 <sup>aAB</sup>	8,67±0,40 <sup>aB</sup>	6,18±0,67 <sup>aC</sup>	5,97±0,03 <sup>aC</sup>
7	6,33±0,57 <sup>bA</sup>	4,02±0,11 <sup>bC</sup>	4,53±0,11 <sup>bB</sup>	5,86±0,46 <sup>aA</sup>	4,64±0,00 <sup>bB</sup>
14	4,83±0,16 <sup>cA</sup>	5,64±0,56 <sup>bA</sup>	4,80±0,16 <sup>bA</sup>	5,33±0,50 <sup>aA</sup>	3,70±0,20 <sup>cB</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Para o parâmetro Vitamina C, os valores tiveram diferença significativa entre as formulações. Os resultados demonstram que no decorrer do tempo houve um leve decréscimo na quantidade de vitamina C presente nas amostras, com exceção das formulações F2 e F3. Porém, na formulação com 1% de óleo essencial a perda foi menor, não diferindo entre os tempos de armazenamento, indicando que houve uma melhor conservação nas suas características fisiológicas e nutricionais.

As formulações que tiveram maiores concentrações de vitamina C foram as F1, F2 e F3. Entre as formulações com óleo essencial, a que apresentou maior concentração foi a F3, com 7 dias de armazenamento. No final do experimento, a formulação que apresentou um menor teor foi a formulação 5 com 3,70 mg/100g de vitamina C.

O mesmo foi encontrado no experimento realizado por Yamashita e colaboradores (2006), onde seus valores também diminuíram, porém, a quantidade de vitamina C foi maior. De modo geral, a quantidade de vitamina C encontrada foi baixa, comparando com outras pesquisas. Por ser um nutriente muito sensível às condições de processamento e armazenamento, fatores como oxigênio, pH, luminosidade, temperatura, umidade, podem influenciar diretamente na sua estabilidade (Fennema, 1996).

De acordo com a pesquisa de Islan et al. (1993), essa diminuição ocorre em razão da elevada atividade da enzima ácido ascórbico oxidase durante o estágio pós-colheita. A redução nos níveis de vitamina C após a colheita pode ser atribuída à diminuição da capacidade dos vegetais em sintetizar esse ácido ao longo desse período (Gayon, 1972).

Os teores de umidade (%) dos morangos ao longo da armazenagem estão expressos na Tabela 9.

**Tabela 9** – Resultados da análise de Umidade (%) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	92,19±0,39 <sup>aA</sup>	91,39±0,18 <sup>aA</sup>	91,12±0,78 <sup>aA</sup>	92,15±0,46 <sup>aA</sup>	91,88±0,77 <sup>aA</sup>
7	89,12±0,48 <sup>bBC</sup>	88,92±0,67 <sup>bBC</sup>	92,13±0,85 <sup>aA</sup>	87,79±0,62 <sup>bC</sup>	89,46±0,64 <sup>bB</sup>
14	86,29±0,43 <sup>cA</sup>	81,33±0,70 <sup>cB</sup>	86,70±0,11 <sup>bA</sup>	85,90±0,63 <sup>cA</sup>	80,73±0,25 <sup>cB</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Houve um decréscimo gradual dos teores de umidade das amostras de morango ao decorrer do tempo, com exceção da formulação 2. Isso pode ter ocorrido devido à troca de umidade do pseudofruto em relação ao meio externo, já que as amostras não foram embaladas em bandejas com plástico filme.

As formulações não diferiram entre si no tempo 0 com valores variando entre 91,12% e 92,19% de umidade, diferentemente do tempo 7 e 14, onde houve mudança significativa entre os tratamentos. No tempo 7, a F3 deferiu das demais com 92,13% de umidade. As formulações F2 e F5 tiveram valores bem próximos, onde perderam mais umidade, cerca de 8% no final do tempo de armazenamento.

Lunkes, Wingert e Vogt (2019) encontraram valor de 93,18% ao avaliar morangos submetidos a diferentes métodos de desidratação osmótica e secagem. Botelho (2019) encontrou para a variedade de morango San Andreas resultados que ficaram entre 89 a 93% de umidade.

A Tabela 10 refere-se aos resultados do resíduo mineral fixo (cinzas) em porcentagem das amostras de morangos revestidos com óleo essencial do cravo-da-índia durante 14 dias de armazenamento.

Em relação à análise de cinzas para quantificar o teor de minerais presentes nas amostras, os valores variaram entre 0,32% e 0,85% não sofreram influência dos revestimentos, assim como não houve interação entre os fatores tempo e revestimento.

**Tabela 10** – Resultados da análise de Cinzas (%) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	0,38±0,05	0,45±0,04	0,42±0,00	0,32±0,03	0,42±0,03
7	0,35±0,02	0,51±0,02	0,39±0,06	0,44±0,07	0,47±0,03
14	0,57±0,20	0,85±0,30	0,65±0,21	0,63±0,30	0,61±0,25

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Esses resultados são condizentes com os observados por Lunkes, Wingert e Vogt (2019) que apresentou o teor de cinzas de (0,58 g/100g). De acordo com os padrões estabelecidos na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA, 2011), que estipula que morangos frescos devem conter 0,5 g de cinzas por 100 g, os resultados obtidos nesta pesquisa estão em conformidade até o 7º dia de armazenamento.

As Tabelas 11 e 12 são referentes aos teores de flavonoides (mg/100g) e Antocianinas (mg/100g) presentes nas amostras dos morangos com diferentes formulações e tempos de armazenamento.

**Tabela 11** – Resultados da análise de Flavonoides (mg/100g) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	20,88±0,00	24,04±0,26	32,92±0,30	36,49±0,01	38,21±0,03
7	14,09±0,00	13,47±0,00	26,39±0,00	18,69±0,00	15,36±0,03
14	27,67±0,00	29,62±0,09	44,73±0,26	37,13±0,01	28,90±0,01

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os flavonoides, que incluem as antocianinas, flavonas, flavonóis, flavanóis e flavanonas, constituem um grupo de compostos fenólicos detectáveis no morango em uma concentração de 38,17 mg de equivalentes de catequina por 100 g, conforme relatado por Souza et al. em 2014.

Durante o armazenamento, de maneira geral, pode-se observar na Tabela 11, que apesar da tendência de oscilação, não houve diferenças estatisticamente significativas ao longo deste período para o parâmetro flavonoides totais (mg/100g), nos morangos.

As antocianinas representam a subcategoria mais proeminente de flavonoides encontrados no morango, com teores que variam entre 1,50 mg CGE 100 g<sup>-1</sup> e 43,98 mg CGE 100 g<sup>-1</sup>, conforme descrito por Maksimović et al. (2015) e por Šamec et al. (2016), respectivamente, em amostras de morangos frescos.

**Tabela 12** – Resultados da análise de Antocianinas (mg/100g) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	113,91±0,23 <sup>bE</sup>	215,40±0,71 <sup>bC</sup>	240,34±0,20 <sup>aA</sup>	183,36±0,31 <sup>bD</sup>	226,47±0,00 <sup>aB</sup>
7	47,52±0,31 <sup>cE</sup>	132,51±0,23 <sup>cB</sup>	185,94±0,00 <sup>bA</sup>	126,06±0,20 <sup>cC</sup>	87,91±0,23 <sup>cD</sup>
14	197,41±0,11 <sup>aC</sup>	220,77±0,20 <sup>aB</sup>	126,27±0,40 <sup>cD</sup>	222,02±0,40 <sup>aA</sup>	109,50±0,11 <sup>bE</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% (P<0,05) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

No que concerne à presença de antocianinas que representa a pigmentação na cor vermelho, obteve-se na Tabela 12, diferença estatística significativa em decorrência da interação entre os tratamentos e período de armazenamento dos morangos, resultando em quantidades elevadas de antocianinas nas amostras. Essa elevação ocorreu principalmente ao final do experimento, onde foi obtida uma grande perda de umidade nos morangos.

A perda de umidade nos morangos pode concentrar as antocianinas, resultando em uma maior densidade desses compostos nos frutos. Isso ocorre porque a diminuição da água no morango aumenta a concentração dos solutos, incluindo as antocianinas, tornando-as mais visíveis e potencialmente mais intensas em sua coloração.

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 13, com relação à perda de massa dos morangos revestidos, obteve-se diferença estatística significativa em decorrência da interação entre as formulações e período de armazenamento para a variável perda de massa expressa em porcentagem. Pode-se verificar que em todos os tratamentos obteve-se expressiva perda de massa, porém, na formulação 4, no final do período de avaliação perdeu aproximadamente 30% de massa, valor considerado alto em relação as demais formulações.

**Tabela 13** – Resultados da análise de Perda de massa (%) dos morangos revestidos.

Dias	Tratamentos				
	F1	F2	F3	F4	F5
0	0±0,00 <sup>cE</sup>	0±0,20 <sup>cD</sup>	0±0,00 <sup>cC</sup>	0±0,00 <sup>cB</sup>	0±0,00 <sup>cA</sup>
7	21,00±0,00 <sup>bC</sup>	33,00±0,00 <sup>bA</sup>	27,00±0,00 <sup>bB</sup>	21,00±0,00 <sup>bC</sup>	27,00±0,00 <sup>bB</sup>
14	40,00±0,00 <sup>aE</sup>	45,00±0,00 <sup>aC</sup>	46,00±0,00 <sup>aB</sup>	52,00±0,00 <sup>aA</sup>	44,00±0,00 <sup>aD</sup>

Médias de 3 repetições ± desvio padrão, seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si, pelo Teste de Tukey a 5% ( $P < 0,05$ ) de probabilidade. (F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Resultados semelhantes foram documentados por Borges et al. (2013), Korte e Favarão (2016), assim como por Serpa et al. (2014) em uma estudo sobre a conservação pós-colheita de mangas utilizando fécula de mandioca preparada com óleo essencial de cravo e canela. Nesses estudos, observou-se que a perda de massa foi mais pronunciada em frutos revestidos com soluções filmogênicas contendo óleo essencial.

De acordo com um estudo realizado por Cardoso (2012), que investigou a qualidade do morango após a colheita e seu tratamento com uma combinação de cloreto de cálcio e hipoclorito de sódio, observou-se que a perda de massa, aumenta progressivamente durante o período de armazenamento, e esse aumento ocorre independentemente dos tratamentos empregados, bem como das condições de temperatura e umidade relativa do ar.

A redução de massa está diretamente ligada à diminuição de teor de água, a qual se configura como a causa primordial da degradação, originando manifestações visuais, como a murcha e o enrugamento, bem como modificações na estrutura, culminando na suavização e na perda de vitalidade (Lima, 2015). O declínio de peso em frutas ocorre durante o período de armazenamento em virtude do processo respiratório, bem como do deslocamento de umidade ocasionado pelas reações de oxidação (Kader, 2002).

As películas à base de amido possuem uma semipermeabilidade, o que possibilita a contínua respiração dos frutos e a consequente perda de massa (Santos et al., 2011). Os morangos, por sua vez, possuem uma epiderme sensível que oferece pouca resistência à evaporação de umidade, resultando em elevadas taxas de perda de massa durante o período de armazenamento.

### 5.3. Caracterização microbiológica dos morangos revestidos

A seguir estão presentes os resultados das análises microbiológicas realizadas nos morangos *San Andreas* revestido com óleo essencial de cravo-da-índia, durante 14 dias de armazenamento. Segundo a RDC nº12 da ANVISA (2001), os morangos *in natura* devem atender aos seguintes critérios microbiológicos: tolerância máxima de  $2 \times 10^3$  UFC.g-1 para coliformes à 45°C e ausência para *Salmonella* spp. em 25g.

Como observado na Tabela 14, os morangos da formulação 1 (controle) e 2 (revestido com glicerol e amido), apresentaram contaminação para coliformes à 35°C e coliformes à 45°C. Já os revestimentos com as formulações adicionados os óleos essenciais do cravo-da-índia apresentaram valores abaixo dos preconizados pela legislação para coliformes à 45°C, seguindo todas as premissas e os parâmetros exigidos pela legislação vigente (RDC n.12/2001).

As Tabelas 14 e 15 são referentes aos resultados dos parâmetros para coliformes à 35°C e à 45°C expresso em número mais provável por grama.

**Tabela 14** – Resultados de Coliformes à 35°C (NMP/g) dos morangos revestidos.

Formulações	Tempos de Armazenamento			Legislação
	0	7	14	
F1	< 1,8	4,0	2,0	
F2	2,0	4,5	4,0	
F3	2,0	< 1,8	2,0	-
F4	2,0	2,0	< 1,8	
F5	<1,8	2,0	< 1,8	

(F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

A alta contagem de coliformes, como as bactérias dos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*, pode indicar que o manipulador, o ambiente e utensílios utilizados estão em más condições higiênico-sanitária, além de sinalizar risco de contaminação cruzada no meio ambiente. Portanto, às boas práticas de higiene e segurança alimentar foram realizadas corretamente.

**Tabela 15** – Resultados de Coliformes à 45°C (NMP/g) dos morangos revestidos.

Formulações	Tempos de Armazenamento			Legislação
	0	7	14	
F1	< 1,8	2,0	2,0	
F2	2,0	2,0	2,0	
F3	2,0	< 1,8	2,0	2x10 <sup>3</sup>
F4	< 1,8	2,0	< 1,8	
F5	< 1,8	< 1,8	< 1,8	

(F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Quanto ao parâmetro *Salmonella* spp. em 25g., os resultados se encontram na Tabela 16, obtendo presença nas F1 e F2 e ausência nas formulações revestidas com óleo essencial de cravo, explicado pela utilização do óleo e a presença dos seus compostos. Dentre os microrganismos analisados, esta é importante, pois sugere a possível existência de *Salmonellas* patogênicas no produto examinado.

**Tabela 16** – Resultados de *Salmonella* (sp/25g) dos morangos revestidos.

Formulações	Tempos de Armazenamento			Legislação
	0	7	14	
F1	Presença	Presença	Presença	
F2	Presença	Presença	Presença	
F3	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
F4	Ausência	Ausência	Ausência	
F5	Ausência	Ausência	Ausência	

(F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Na Tabela 17 estão presentes os resultados para fungos filamentosos e leveduras em Unidade de Formação de Colônias (UFC/g) dos morangos revestidos.

A contagem de fungos e leveduras teve um aumento com o passar do tempo de análise até o tempo 7, sendo ausente com 14 dias de armazenamento. A maior contagem para fungos e leveduras foi na formulação controle. As formulações F3, F4 e F5 não

apresentaram contaminação e crescimento de fungos e leveduras no período de armazenamento, indicando que a utilização do óleo essencial de cravo é promissora para utilização como revestimento comestível, como ação antifúngica. A legislação sanitária não estabelece limite para a contagem de bolores e leveduras para morangos.

**Tabela 17** – Resultados de fungos filamentosos e leveduras (UFC/g) dos morangos revestidos.

Formulações	Tempos de Armazenamento			Legislação
	0	7	14	
<b>F1</b>	0,5	9,6	0	
<b>F2</b>	0	0,16	0	
<b>F3</b>	0	0	0	-
<b>F4</b>	0	0	0	
<b>F5</b>	0	0	0	

(F1) controle (morango *in natura*); (F2) com revestimento 15% de amido e 10% de glicerol; (F3) 15% de amido, 10% de glicerol e 0,5% de óleo essencial de cravo; (F4) 15% de amido, 10% de glicerol e 1% de óleo essencial de cravo; (F5) 15% de amido, 10% de glicerol e 1,5% de óleo essencial de cravo. Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Os resultados foram similares as pesquisas conduzidas por Holsbach et al., (2019) onde as concentrações de óleo essencial de cravo não apresentaram crescimento tanto para bolor e levedura, quanto para psicrotróficos. Os óleos essenciais combatem os fungos ao comprometer a parede celular, criando um ambiente de membrana desfavorável e inativando enzimas vitais para seu metabolismo.

A análise microbiológica realizada em morangos revestidos com óleo essencial de cravo da Índia foi relevante e satisfatória, demonstrando a eficácia do tratamento na preservação da qualidade microbiológica dos morangos que estão em conformidade com as normas e regulamentos estabelecidos pela legislação aplicável, o que é de extrema importância para garantir a segurança e a aceitabilidade do produto final e, conseqüentemente, prolongar a vida de prateleira.

## 6. CONCLUSÃO

O processo de extração do óleo essencial do *Syzygium aromaticum* por hidrodestilação por arraste a vapor acoplado ao sistema Clewenger em relação à composição físico-químicas do óleo extraído proporcionou bons resultados de voláteis com baixo custo.

A aplicação de revestimentos comestíveis com óleos essenciais de cravo obteve resultados significativos para os parâmetros de qualidade como pH, sólidos solúveis, umidade, cinzas, flavonoides e antocianinas não apresentaram efeito significativos ao longo do tempo de armazenamento

O revestimento contendo óleo essencial do cravo-da-índia em diferentes formulações (0,5%, 1% e 1,5%) inibiu o crescimento microbiano até os 14 dias de armazenamento refrigerado, quando comparado a amostra controle.

O uso do óleo essencial de cravo da Índia é uma estratégia viável e eficaz para garantir a qualidade, segurança e conservação dos morangos em retardar o crescimento de microrganismos e aumentar a vida de prateleira, diminuindo assim a utilização de aditivos sintéticos.

## 7. REFERÊNCIAS

AFFONSO, R. S. et al. Aspectos químicos e biológicos do óleo essencial de cravo da Índia. **Revista Virtual de Química**, v. 4, n. 2, p. 146-161, 2012. Disponível em: <<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/254/234>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

AGUIAR, U. N. et al. Preparação e Caracterização do Complexo de Inclusão do Óleo Essencial de *Croton zehntneri* com B-Ciclodextrina. **Química Nova**, Teresina, v. 37, n. 1, p. 50-55, 2014.

ALVES, A. I. et al. Qualidade de morangos envolvidos com revestimento comestível antimicrobiano à base de diferentes fontes de amido. **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 13, p. 8, 2011.

ALVES, R. T. et al. **A cultura do morangueiro no Distrito Federal**. 2. ed. Brasília- DF: EMATER - DF, 2019. 90 p. Disponível em: <[http://biblioteca.emater.df.gov.br/jspui/bitstream/123456789/91/1/A-Cultura-doMorangueiro\\_CM.pdf](http://biblioteca.emater.df.gov.br/jspui/bitstream/123456789/91/1/A-Cultura-doMorangueiro_CM.pdf)>. Acesso em: 18 jun. 2023.

AMERI, A. et al. Flowering times and some growth indicators of strawberry were affected by physical properties of the growing media. **Scientia Horticulturae**, v. 272, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109601>>. Acesso em: 18 jun. 2023.

ANDRADE, R. D.; SKURTYS, O.; OSORIO, F. A. Atomizing spray systems for application of edible coatings. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, Chicago, v. 11, n. 3, p. 323-337, 2012.

ANTUNES, L. E. C. et al. **Morangos: os desafios da produção brasileira**. Anuário HF 2023, Campo & Negócios, p. 92-94, 2023. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1153119>>. Acesso em: 16 de jun. 2023.

ARGAÑOSA, A. C. S. et al. Effect of cut-type on quality of minimally processed papaya. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.88, n.12, p.2050–2060, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jsfa.3309>>. Acesso em: 9 out. 2023.

ASSANO, C. D.; TONELOTI, V. C. **Uso de óleos essenciais na conservação dos alimentos: uma revisão**. 2022. 14 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Superior de Tecnologia em Alimentos) – Faculdade de Tecnologia (FATEC), Marília, 2022.

ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. de. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

BARRAZUETA-ROJAS, S. G. et al. Physicochemical properties and application of edible coatings in strawberry (*Fragaria x Ananassa*) preservation. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 71, n. 3, p. 8631-8641, 2018.

BARROS, S. L. et al. Qualidade físico-química e textural de geleias elaborados com morango, pimenta e Maltodextrina. **Research, Society and Development**, v. 9, n.1, e153911868, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1868>>. Acesso em: 9 out. 2023.

BIANCO, M. et al. Identification and quantification of phospholipids in strawberry seeds and pulp (*Fragaria × ananassa* cv San Andreas) by liquid chromatography with electrospray ionization and tandem mass spectrometry. **Journal of Mass Spectrometry**, v. 55, n. 11, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/jms.4523>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

BORGES, C. D. et al. Conservação de morangos com revestimentos à base de goma xantana e óleo essencial de sálvia. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 5, p. 1071-1083, Sept./Oct. 2013. Disponível em: < <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-946722>>. Acesso em: 10 out. 2023.

BORGES, S. C. O. **Revestimentos adicionados de óleos essenciais na conservação pós-colheita de mamão**. Dissertação (Pós-Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2019.

BOTELHO, M. A. R. **Avaliação das características físico-químicas do morango orgânico versus convencional, durante o período de armazenamento.** 2019. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2019. Disponível em: <<https://bdm.unb.br/handle/10483/27938>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

BRASIL. (2001). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Diário Oficial. Brasília, DF.

BRASIL. RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. **Regulamento Técnico Para Produtos De Vegetais, Produtos De Frutas E Cogumelos Comestíveis.** Brasília: Anvisa, 22 set. 2005. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/legislacao-por-categoria-de-produto>>. Acesso em: 25 outubro 2023.

BUENO, G. N. et al. Extração e caracterização de óleos essenciais do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllus*). **Journal of Exact Sciences – JES.** vol. 37, n.1, pp. 08-10 abr – jun, 2023.

CALISTO, Í. H. **Revestimentos comestíveis com óleos essenciais na preservação da qualidade pós-colheita de morangos: uma revisão.** Monografia de Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Paulo, 2021.

CAMELO, A.F.L.; GOMES, P.A. Comparasion of color indexes for tomato ripenings. **Horticultura Brasileira**, v.22, p.534-537, 2004.

CANTILLANO, R. F. F. et al. Qualidade Sensorial de Cultivares de Morango. Qualidade sensorial de cultivares de morango / Rufino Fernando Flores Cantillano... [et al.]. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p 22, 2017 (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518;265).

CARDOSO, L.M. Qualidade pós-colheita de morangos cv. ‘Diamante’ tratados com cloreto de cálcio associado a hipoclorito de sódio. **Alimentos e Nutrição**, v. 23, n.4, p. 583-588, out./dez. 2012.

CARRASCO, P. B.; GANDRA, E. A.; CHIM, J. F. Revestimentos comestíveis proteicos. **Brazilian Journal of Food Research**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 148, 2019. DOI: 10.3895/rebrapa.v10n3.9201. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/9201>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

CASEMIRO, R. C. **Estabilidade oxidativa e avaliação sensorial de emulsões com extrato de ervas antioxidantes**. 92 f. Dissertação Mestrado (Curso de Ciência e Tecnologia em Alimentos) – Universidade de São Paulo (USP), Piracicaba. 2016.

CECATTO, A. P. et al. Culture systems in the production and quality of strawberry

CHAIEB, K. et al. The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): a short review. **Phytotherapy Research**, v. 21, p. 501–506, 2007.

CHEVALIER, R. C. et al. Utilização de revestimento comestível à base de quitosana para aumentar a vida útil de melão minimamente processado. **Journal of Bioenergy and Food Science**, 3 (3), 130-138. DOI:10.18067/jbfs.v3i3.101. 2016.

CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2.ed. atualizada e ampliada, Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 785, 2005.

CHLEBOWSKA - SMIGIEL, A.; GNIEWOSZ, M.; SWINCZAK, E. An attempt to apply a pullulan and pullulan-protein coatings to prolong apples shelf-life stability. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, Poznan**, v. 6, n. 1, p. 49-56, 2007.

CIPRIANO, L. **Potencial antifúngico de nanoemulsões de óleo essencial de cravo-da-índia (*Syzygium aromaticum*)**. Trabalho de conclusão de curso (bacharel em Ciências Biológicas), Universidade Federal de São Carlos, São Paulo, 2022.

COELHO, C.C. de S. et al. Aplicação de revestimento filmogênico à base de amido de mandioca e de óleo de cravo-da-índia na conservação pós-colheita de goiaba ‘Pedro Sato’. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.25, n.06, p.479-490, Viçosa-MG, 2017.

CONTI, J. H.; MINAMI K.; TAVARES, F, C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, p.10-17, 2002.

COSTA, M. M. **Triagem fitoquímica e avaliação da atividade antioxidante da espécie *Hyptis pectinata***. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/18635>>. Acesso em: 5 out. 2023.

CRAVEIRO, A.A.; QUEIROZ, D.C. Óleos essenciais e química fina. **Quim. Nova**, 16, 224-228. 1993.

CULTIVARS. **Acta Scientiarum. Agronomy**, [S. l.], v. 35, n. 4, p. 471–478, 2013. DOI: 10.4025/actasciagron.v35i4.16552. Disponível em:<<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/16552>>. Acesso em: 13 out. 2023.

DE ANDRADE, C. M. et al. Avaliação de revestimentos ativos de baixo custo incorporados com óleo essencial de pimenta rosa para conservação de morango. In: Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos (CBCTA), 2022, Brasília. **Anais...** Brasília – DF, 2022. Disponível em: <<https://cdn.congresse.me/opmw0cuhi0r98ful3jzepn3uswvq>>. Acesso em: 21 jun. 2023.

FARIA, P.; RETONDO, C.G. **Química das Sensações**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2006.

FERREIRA, J. F. S.; LIU, X.; SUAREZ, D. L. Fruit yield and survival of five commercial strawberry cultivars under field cultivation and salinity stress. **Scientia Horticulturae**, v. 243, p. 401 - 410, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.07.016>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

FLAMBÓ, D. F. A. L. P. **Atividade biológica dos flavonoides: atividade antimicrobiana**. 2013. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Fernando Pessoa,

Porto, 2013. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/301334992.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2023.

FLORES CANTILLANO, R. F.; DA SILVA, M. M. Manuseio pós-colheita de morangos. 2010. Manuseio pós-colheita de morangos / Rufifi no Fernando Flores Cantillano e Médelin Marques da Silva – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 36 p. – (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 318).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). FAOSTAT: food and agricultural commodities production. 2023. Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>>. Acesso em: 16 de jun. 2023.

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

FRANCO, E. de O.; ULIANA, C.; LIMA, C. S. M. Características físicas e químicas de morango ‘San Andreas’ submetido a diferentes posicionamentos de slab, densidades de plantio e meses de avaliação. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, v.18, n.2.p. 115-120, 2017.

GALINDO, M. V. et al. Atividade antimicrobiana e antioxidante de filmes comestíveis de gelatina e quitosana adicionados de óleos essenciais. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 26, p. 1-9. 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.20396/san.v26i0.8653865>>. Acesso em: 02 out. 2023.

GAYON, P.R. Plant Phenolics. **Oliver and Boyd**, Edingurg, 1972.

GOMES, I. R.; RESENDE, É. D.; AMARAL, D. P. do. Uso de revestimento ativo em frutos: uma tecnologia emergente. In: CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO: DO CAMPO À MESA 2020, **Anais** [...]. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA: Instituto internacional Despertando Vocações, 2020. DOI: 10.31692/ICIAGRO.2020.0167. Disponível em: <<https://ciagro.institutoidv.org/ciagro/uploads/828.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2023.

GÓMEZ-GUILLÉN, M. C. et al. Fish Gelatin: a renewable material for developing active biodegradable films. **Food Science & Technology**, v. 20, p. 3-16, 2009.

GONZALEZ-AGUILAR, G.A. et al. Preserving quality of fresh-cut product using safe technologies. **Journal of Consumer Protection and Food safety**, v.5. p. 65-72, fev.2010.

HASSAN, B. et al. Avanços recentes em filmes e revestimentos comestíveis à base de polissacarídeos, lipídios e proteínas: uma revisão. **Revista internacional de macromoléculas biológicas**, v. 109, p. 1095-1107, 2018.

HOLSBACH, F. M. S. et al. Avaliação da vida útil de mamão formosa (*Carica papaya* L.) minimamente processado utilizando coberturas de amido de mandioca e óleo essencial de cravo. **Journal of Bioenergy and Food Science**, vol. 6, n. 4, p. 78-96, Macapá-AP, Brasil. 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos do Instituto Adolfo Lutz: Métodos físicos e químicos para análise de alimentos. 4 ed. São Paulo, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção agrícola - lavoura permanente. 2023. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/pesquisa/15/11863?tipo=cartograma&indicador=11864&ano=2020>>. Acesso em: 16 de jun. 2023.

ISLAN, M.N.; COLON, T.; VARGAS, T. Effect of prolonged solar exposure on the vitamin C contents of tropical fruits. **Food Chemistry**, Linton Road Barking, v. 48, p. 75-8, 1993.

JOHN, M. H. **Revestimento comestível de fécula de mandioca em pós-colheita de morangos**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) – Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Cerro Largo - RS, 2022.

KADER, A. A. Postharvest technology of horticultural crops. California: **University of California**, 2002.519p.

KORTE, K. P.; FAVARÃO, S. C. M. Efeito da gelatina incolor e comercial associada a extratos vegetais como revestimento comestível na pós-colheita do morango. **Campo Digital: Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v. 11, n. 1, p. 8-15, jan./jul., 2016.

LEÃO, J.; KLAFKE, A. T.; SOARES, J. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade físico-química de formulações fitocosméticas de uso tópico contendo óleo essencial de melaleuca (*Melaleuca alternifolia* Cheel. Myrtaceae). **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, 16(4): 443-455. e-ISSN: 2446-4775. 2022.

LIN, Y. et al. Joint transcriptomic and metabolomic analysis reveals differential flavonoid biosynthesis in a high-flavonoid strawberry mutant. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.3389/fpls.2022.919619>>. Acesso em: 15 de jun. 2023.

LOPES, G. de A. **Produtividade e qualidade de frutas de clones de morangueiro em sistema fechado de cultivo sem solo**. Originalmente apresentada como dissertação de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, 2023. Disponível em: <<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/28668>>. Acesso em: 15 de jun. 2023.

LUNDGREN, G. A. **Desenvolvimento e aplicação de revestimentos com goma arábica e óleo essencial de *Conyza bonariensis* (L.) Cronquist para controle de antracnose em banana**. Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Ciências da Nutrição, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2021.

LUNKES, E. L.; WINGERT, S.; VOGT, V. F. **Avaliação físico-química de morangos submetidos a diferentes métodos de desidratação osmótica e secagem**. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) – Instituto Federal de Santa Catarina, São Miguel do Oeste, 2019.

LUVIELMO, M. de M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, [S. l.], v. 8, n. 1, p. 8–15, 2012. DOI: 10.4013/ete.2012.81.02. Disponível em: <[http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos\\_tecnologicos/article/view/ete.2012.81.02](http://revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/ete.2012.81.02)>. Acesso em: 23 jun. 2023.

MAKSIMOVIĆ, J.D. et al. Variation in Nutritional Quality and Chemical Composition of Fresh Strawberry Fruit: Combined Effect of Cultivar and Storage. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.70, n.1, p.77–84, 2015.

MASYITA, A. et al. Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. **Food Chem.**, v. 13, p. 1-14, 2022.

MD NOR, S., & DING, P. Tendências e avanços no revestimento de biopolímero comestível para frutas tropicais: uma revisão. **Food Research International**. 2020.

MORAIS, L. A. S. Influência dos fatores abióticos na composição química dos óleos essenciais. **Hortic. Bras.**, v. 27, n. 2, ago. 2009.

NAJJAA, H. et al. Freeze-dried, oven-dried, and microencapsulation of essential oil from *Allium sativum* as potential preservative agents of minced meat. **Food Sci. Nutr.**, Tunisia, v. 8, n. 4, 2020.

OLIVEIRA, B. F. **Película de amido de mandioca, associada ou não, a óleos essenciais no controle pós-colheita da antracnose em mamão**. Dissertação de mestrado em Fitopatologia, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2013.

OLIVEIRA, C. D. et al. Utilização dos óleos essenciais nos alimentos: uma revisão. In: Inovação, Gestão e Sustentabilidade na Agroindústria, Congresso Internacional de Agroindústria (CIAGRO) II, 2021. **Anais [...]**, Recife. 2021.

OLIVEIRA, N. S.; ARRUDA, E. L. Estudos *In silico* sobre as atividades anticancerígenas do Eugenol presente no Cravo Da Índia (*Syzygium aromaticum*). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, e27910414165, 2021 (CC BY 4.0). ISSN 2525-3409. 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14165>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

PALIOTO, G. F. *et al.* Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* (Linn) (noni) cultivados no Pará. **Revista Brasileira de**

**Plantas Mediciniais.** v.17, n.1, p. 59-66, 2015. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S151605722015000100059](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S151605722015000100059)>. Acesso em: 7 out. 2023.

PEREIRA, M. E. C. et al. Amadurecimento de mamão Formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e Agrotecnológica**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1116-1119, 2006.

PINELI, L. de L. de O. **Qualidade e potencial antioxidante *in vitro* de morangos *in natura* e submetidos a processamentos.** Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

QIAN, Y. F. et al. *In-Vitro* study on the antibacterial and antioxidant activity of four commercial essential oils and *in-situ* evaluation of their effect on quality deterioration of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) during cold storage. **Foods**, v. 11, n. 16, p. 1-15, 2022.

RANA, T.; KASHMIRI, M. A.; AHMAD, N. Studies of antioxidant activity of essential oils of Umbelliferae Family. **Pakistan Journal of Science**, v. 62, p. 67–70, 2010.

REISSER, P.L. **Putativas inter-relações entre a síntese de carotenóides, ácido abscísico, flavonoides e ácido L-ascórbico durante a maturação de morangos (*Fragaria x ananassa* cv. San Andreas).** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2022.

ROCHA, D. A. et al. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 1124-1128, 2008. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400046>>. Acesso em: 29 out. 2023.

SALGADO, P. R. et al. Edible films and coatings containing bioactives. **Current Opinion in Food Science**, v. 5, p. 86-92, 2015.

ŠAMEC, D. et al. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. **Food Chemistry**, London, v. 194, p.828-834, 2016.

SANTOS, A. E. O. et al. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas ‘Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 508–531, 2011.

SANTOS, A. N. et al. Caracterização física e físico-química de morangos San Andreas produzidos sob sistemas orgânico e convencional. **Revista Cultura Agronômica**. Ilha Solteira, v.29, n.3, p.379-388, 2020.

SERPA, M. F. P. et al. Conservação de manga com uso de fécula de mandioca preparada com extrato de cravo e canela. **Ceres**, v. 61, n. 6, 2015.

SILVA, F. de A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *Afr. J. Agric. Res*, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016. DOI: 10.5897/AJAR2016.11522

SILVA, N. et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4ª edição. São Paulo: Livraria Varela, 2017.

SILVA-VERA, W. et al. Study of Spray System Applications of Edible Coating Suspensions Based on Hydrocolloids Containing Cellulose Nanofibers on Grape Surface (*Vitis vinifera* L.). **Food and Bioprocess Technology**, v. 11, n. 8, p. 1575–1585, 2018.

SILVESTRE, W. P. et al. Pervaporation in the separation of essential oil components: a review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 93, p. 42–52, 2019.

SILVESTRI, J. D. F. et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, vol. 57, n. 05, p. 589- 594, set-out, 2010. Disponível em: <

<https://www.scielo.br/j/rceres/a/tgjGTK5Lj95w5HdfHMPnN9N/?lang=pt>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; MELLO, J. C. P. de. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2017.

SINGH, P. et al. Inhibitory effect of clove oil nanoemulsion of Fumosin isolated from maize kernels. **LWT - Food Science and Technology**, p. 110237, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.110237>>. Acesso em: 29 jun. 2023.

SOUZA, E. L. et al. An Analysis of the Published Literature on the Effects of Edible Coatings Formed by Polysaccharides and Essential Oils on Postharvest Microbial Control and Overall Quality of Fruit. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, n. 6, p. 1947–1967, 2019.

SOUZA, V.R. et al. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**, v.156, n.1, p.362–368, 2014.

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS - **TACO** / NEPA – UNICAMP.- 4. ed. rev. e ampl. Campinas: NEPA- UNICAMP, 2011. 161 p. Disponível em <[http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco\\_4\\_edicao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf?arquivo=taco\\_4-versao\\_ampliada\\_e\\_revisada.pdf](http://www.nepa.unicamp.br/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=taco_4-versao_ampliada_e_revisada.pdf)>. Acesso em 25 out. 2023.

TARIQ, S. et al. A comprehensive review of the antibacterial, antifungal and antiviral potential of essential oils and their chemical constituents against drug-resistant microbial pathogens. **Microbial Pathogenesis**, [S. l.], p. 103580, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.micpath.2019.103580>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

TRAVASSOS, J. P. do R. B. **Avaliação da Atividade Antioxidante dos Extrato de Orégano (*Origanum Vulgare*) e Cravo-da-Índia (*Syzygium Aromaticum*) em Mortadela Mista**. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2021.

VILLADIEGO, A. M. D. et al. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios/ edible films and coatings for the preservation of food products. **Ceres**, [S. l.], v. 52, n. 300, 2005. Disponível em: <<http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3040>>. Acesso em: 23 jun. 2023.

VIMERCATI, W. C. et al. Effect of temperature on drying kinetic in foam mat and anthocyanin degradation in strawberry. **Brazilian Journal of food technology**, v. 22, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.22118>>. Acesso em: 15 de jun. 2023.

WEN, P. et al. Encapsulation of cinna mon essential oil in electrospun nanofibrous film for active food packaging. **Food Control**, v. 59, p. 366–376, 2016.

YAMASHITA, F. et al. Morangos embalados com filme de Policloreto de Vinila (PVC). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 429-436, jul./set. 2006.

## ANEXOS

Tabela 1. Análise de variância para o parâmetro pH

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	0.11025	0.05513	12.0131**
Fator 2 (F2)	4	0.02069	0.00517	1.1271 ns
Int. F1xF2	8	0.78539	0.09817	21.3938**
Tratamentos	14	0.91633	0.06545	14.2632 **
Resíduo	30	0.13767	0.00459	
Total	44	1.05400		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

Quadro de análise de Acidez Total Titulável

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	91.52587	45.76294	620.6172 **
Fator 2 (F2)	4	4.04686	1.01171	13.7204 **
Int. F1xF2	8	8.72473	1.09059	14.7901 **
Tratamentos	14	104.29746	7.44982	101.0312 **
Resíduo	30	2.21213	0.07374	
Total	44	106.50959		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

Quadro de análise de Teor de Sólidos Solúveis

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	157.40578	78.70289	3372.9810 **
Fator 2 (F2)	4	51.08800	12.77200	547.3714 **
Int. F1xF2	8	48.72533	6.09067	261.0286 **
Tratamentos	14	257.21911	18.37279	787.4054 **
Resíduo	30	0.70000	0.02333	
Total	44	257.91911		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

Quadro de análise de Índice de Maturação

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	47.64592	23.82296	388.8123**
Fator 2 (F2)	4	2.82360	0.70590	11.5209**
Int. F1xF2	8	3.43695	0.42962	7.0118**
Tratamentos	14	53.90647	3.85046	62.8430**
Resíduo	30	1.83813	0.06127	
Total	44	55.74460		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

#### Quadro de análise de Vitamina C

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	96.26617	48.13309	251.7948 **
Fator 2 (F2)	4	24.97532	6.24383	32.6629 **
Int. F1xF2	8	34.99538	4.37442	22.8836 **
Tratamentos	14	156.23688	11.15978	58.3792 **
Resíduo	30	5.73480	0.19116	
Total	44	161.97168		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

#### Quadro de análise de Umidade

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	451.37748	225.68874	673.2333 **
Fator 2 (F2)	4	51.06079	12.76520	38.0788 **
Int. F1xF2	8	84.05408	10.50676	31.3418 **
Tratamentos	14	586.43298	41.89231	124.9655 **
Resíduo	30	10.02633	0.33523	
Total	44	596.45931		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

#### Quadro de análise de Cinzas

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	0.61809	0.30905	12.8829 **
Fator 2 (F2)	4	0.14914	0.03729	1.5543 ns
Int. F1xF2	8	0.07022	0.00878	0.3659 ns
Tratamentos	14	0.83745	0.05982	2.4936 *
Resíduo	30	0.71967	0.02399	
Total	44	1.55712		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

#### Quadro de análise de Flavonoides

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	4332.72734	2166.36367	2.7006 ns
Fator 2 (F2)	4	4246.08624	1061.52156	1.3233 ns
Int. F1xF2	8	3936.97402	492.12175	0.6135 ns
Tratamentos	14	12515.78759	893.98483	1.1144 ns
Resíduo	30	24065.74607	802.19154	
Total	44	36581.53366		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

Quadro de análise de Antocianinas

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	72943.76368	36471.88184	392987.74 **
Fator 2 (F2)	4	51615.36987	12903.84247	139040.04 **
Int. F1xF2	8	88981.31409	11122.66426	119847.69 **
Tratamentos	14	213540.44764	15252.88912	164351.22 **
Resíduo	30	2.78420	0.09281	
Total	44	213543.23184		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )

Quadro de análise de Perda de massa

FV	GL	SQ	QM	F
Fator 1 (F1)	2	15425.76046	7712.88023	00045668370 **
Fator 2 (F2)	4	165.57600	41.39400	245096.05 **
Int. F1xF2	8	361.93200	45.24150	267877.30 **
Tratamentos	14	15953.26846	1139.51918	6747153.02 **
Resíduo	30	0.00507	0.00017	
Total	44	15953.27353		

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade ( $p < 0,1$ )

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade ( $0,1 \leq p < 0,5$ )

ns não significativo ( $p \geq 0,5$ )