

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

EDSON RIBEIRO JUNIOR

**Revestimento com óleo essencial de tomilho e canela para
conservação pós-colheita de goiabas.**

CAMPINAS/SP
2024

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

EDSON RIBEIRO JUNIOR

**Revestimento com óleo essencial de tomilho e canela para
conservação pós-colheita de goiabas.**

Trabalho de Graduação apresentado por **Edson Ribeiro Junior**, como pré-requisito para a conclusão do Curso Superior de Tecnologia em processos químicos, da Faculdade de Tecnologia de Campinas, elaborado sob a orientação da Prof. Dra. **Haydée Siqueira Santos** e coorientação da Prof. Dra. **Juliana Pedrilho Foltin**.

CAMPINAS/SP
2024

FICHA CATALOGRÁFICA
CEETEPS - FATEC Campinas - Biblioteca

R484r

RIBEIRO JUNIOR, Edson

Revestimento com óleo essencial de tomilho e canela para conservação pós-colheita de goiabas. Edson Ribeiro Junior. Campinas, 2024.

53 p.; 30 cm.

Trabalho de Graduação do Curso de Processos Químicos
Faculdade de Tecnologia de Campinas.

Orientador: Profa. Dra. Haydée Siqueira Santos.

1. Fruticultura. 2. Pós-colheita. 3. Óleo essencial. I. Autor.
II. Faculdade de Tecnologia de Campinas. III. Título.

CDD 664.3

Catálogo-na-fonte: Bibliotecária: Aparecida Stradiotto Mendes – CRB8/6553

TG PQ 24.2

Edson Ribeiro Junior

**Revestimento com óleo essencial de tomilho e canela para
conservação pós-colheita de goiaba**

Trabalho de Graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos, pelo CEETEPS / Faculdade de Tecnologia – Fatec Campinas.

Campinas, 03 de dezembro de 2024.

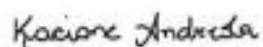
BANCA EXAMINADORA



Haydée Siqueira Santos
Fatec Campinas



Regianne Fontana
Fatec Campinas



Kaciane Andreola
ITAL Campinas

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Edson e Andrea, obrigado por me ensinarem a superar os desafios com coragem e determinação.

À minha orientadora Profa. Dra Haydée Siqueira Santos, pela orientação e por me guiar no árduo processo de pesquisa, pelo apoio e pelas correções.

À minha coorientadora Profa. Dra. Juliana Pedrilho Foltin, pelas conversas e amizade.

Ao Eng. Agrônomo José Maria Monteiro Sigríst, pela doação de livros e teses impressas que enriqueceram em muito essa pesquisa.

Aos técnicos de laboratório Giovanni Augusto e Maryelle Gobatto da Faculdade de Tecnologia de Campinas, pela ajuda no preparo da solução e por me acompanhar nas pesagens.

À técnica de alimentos Jaqueline Sampaio do Instituto de Tecnologia de Alimentos, por me auxiliar nas análises de cor instrumental, pH e sólidos solúveis.

Agradeço também aos membros da banca por suas valiosas sugestões, muito obrigado!

RESUMO

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma fruta tropical valorizada por seu sabor e alto valor nutricional, rica em vitaminas A e C, fibras e antioxidantes. Com o aumento da demanda global, sua exportação tornou-se economicamente importante, especialmente para países tropicais e subtropicais. No entanto, o transporte e armazenamento apresentam desafios, pois é crucial preservar a qualidade pós-colheita para manter suas características físicas, químicas e sensoriais. Neste estudo, investigaram-se três tratamentos (T1 - óleo essência de tomilho, T2 - óleo essência de canela e T3 - óleo essência de tomilho e canela) em dois grupos de goiabas (Grupos A - 1 camada de revestimento e B - 2 camadas de revestimento), para avaliar a influência de cada tratamento na preservação da qualidade das frutas. Em seguida, foi avaliada a influência dos tratamentos na massa fresca, pH, teor de sólidos solúveis (°Brix) e parâmetros colorimétricos, indicadores essenciais para a manutenção da qualidade. No Tratamento 1 (T1), a perda de massa foi de 19,43% no Grupo A e 18,01% no Grupo B, com níveis de pH próximos ao controle. O teor de sólidos solúveis teve leve redução, e a cor apresentou escurecimento no Grupo B, enquanto o Grupo A manteve luminosidade semelhante ao controle. O Tratamento 2 (T2) mostrou maior perda de massa, com 25,19% no Grupo A, pH de 3,70 no Grupo B, e teor de sólidos solúveis reduzido, especialmente no Grupo B ($3,37 \pm 0,71$ °Brix). A aparência visual foi preservada com maior luminosidade em ambos os grupos. O Tratamento 3 (T3) apresentou perdas de massa de 20,35% no Grupo A e 21,19% no Grupo B, com valores de pH mais altos e teor de sólidos solúveis inferior ao controle. A luminosidade foi reduzida no Grupo B, e tons esverdeados foram observados em ambos os grupos.

Palavras-chave: fruticultura; pós-colheita; óleo essencial.

ABSTRACT

The guava (*Psidium guajava* L.) is a tropical fruit prized for its sweet flavor and high nutritional value, rich in vitamins A and C, fiber, and antioxidants. With growing global demand, its export has become economically significant, especially for tropical and subtropical countries. However, transportation and storage pose challenges, as it is essential to preserve post-harvest quality to maintain its physical, chemical, and sensory characteristics. In this study, three treatments (T1, T2, and T3) were investigated across two groups of guavas (Groups A and B) to evaluate the effectiveness of each treatment in preserving fruit quality. Subsequently, impacts on fresh weight, pH, soluble solids content (°Brix), and colorimetric parameters were analyzed, as these are essential indicators for quality maintenance. In Treatment 1 (T1), weight loss was 19.43% in Group A and 18.01% in Group B, with pH levels close to the control. Soluble solids content showed a slight reduction, and color presented darkening in Group B, while Group A maintained luminosity similar to the control. Treatment 2 (T2) showed greater weight loss, with 25.19% in Group A, a pH of 3.70 in Group B, and a reduced soluble solids content, especially in Group B (3.37 ± 0.71 °Brix). Visual appearance was preserved with higher luminosity in both groups. Treatment 3 (T3) showed weight losses of 20.35% in Group A and 21.19% in Group B, with the highest pH values among all groups and a soluble solids content lower than the control. Luminosity was reduced in Group B, and greenish hues were observed in both groups.

Keywords: fruit production; post-harvest; essential oil.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tratamento 1 (Óleo essencial de tomilho).....	33
Figura 2. Tratamento 2 (Óleo essencial de canela).....	33
Figura 3. Tratamento 3 (Óleo essencial de tomilho e canela).....	34
Figura 4. Tratamento 3 (Óleo essencial de tomilho e canela).....	34
Figura 5. Tratamento 1 (Óleo essencial de tomilho).....	36
Figura 6. Tratamento 2 (Óleo essencial de canela).....	34
Figura 7. Tratamento 3 (Óleo essencial de tomilho e canela).....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Esquematização das amostras.....	32
Tabela 2. Porcentagem da perda de massa fresca das goiabas.....	35
Tabela 3. Porcentagem da perda de massa fresca das goiabas.....	39
Tabela 4. Análises físico-químicas dos tratamentos.....	40

LISTA DE ABREVIações

F1	Formulação 01
F2	Formulação 02
T1	Tratamento 1 (Óleo essencial de tomilho)
T2	Tratamento 2 (Óleo essencial de canela)
T3	Tratamento 3 (Óleo essencial de tomilho e canela)
GA	Goiaba com 1 camada de revestimento
GB	Goiaba com 2 camadas de revestimento
GC	Goiaba Controle

Sumário

AGRADECIMENTOS	3
RESUMO	6
ABSTRACT	7
1 INTRODUÇÃO.....	12
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA/PROBLEMÁTICA	13
1.3 OBJETIVOS.....	13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 Fisiologia do amadurecimento de frutos	14
2.2 Goiaba (<i>Psidium Guajava L.</i>)	16
2.3 Determinação do ponto de colheita da goiaba.....	17
2.4 Danos pós-colheita	18
2.5 Perdas pós-colheita	19
2.6 Impactos ambientais e socioeconômicos das perdas	20
2.7 Métodos de Conservação	21
2.7.1 Refrigeração, congelação e ultracongelação de frutas	21
2.7.2 Pasteurização de frutas	22
2.7.3 Desidratação, secagem, liofilização de frutas	22
2.7.4 Irradiação de frutas	23
2.7.5 Aditivos	23
2.7.6 Branqueamento de frutas.....	24
2.8 Desenvolvimento de revestimento para frutas	24
2.9 Composição dos revestimentos	26
3. Óleos essenciais.....	27
3.1 Óleo essencial de tomilho (<i>Thymus vulgaris L.</i>).....	28
3.1.2 Óleo essencial de canela (<i>Cinnamomum cassia</i>)	28
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1 MATERIAIS.....	29
4.2 MÉTODOS.....	29
4.2.1 Preparação dos revestimentos.....	29
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS FRUTAS REVESTIDAS.....	30
4.3.1 Perda de massa fresca dos frutos.....	30

4.3.2 Número de camadas do revestimento nos frutos.....	30
4.3.3 Análise da cor instrumental dos frutos recobertos e não recobertos:.....	30
4.3.3.1 Cromaticidade	31
4.3.3.2 Diferença total de cor (ΔE).....	31
4.3.4 Análise de Sólidos Solúveis (°brix) e pH dos frutos	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1 Resultados do teste preliminar.....	31
5.1.1 Análises visuais dos frutos revestidos e não revestidos	31
5.1.2 Perda de massa fresca dos frutos revestidos e não revestidos	34
5.2 Fase Final do Experimento.....	35
5.2.1 Análises visuais dos frutos revestidos e não revestidos.....	35
5.2.2 Perda de massa fresca dos frutos revestidos e não revestidos	38
5.2.3 Caracterizações físico-químicas dos frutos recobertos e não recobertos	40
6. CONCLUSÃO.....	43
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Na fruticultura, como em qualquer ramo de produção agropecuária, as variáveis ambientais tornam-se fundamentais, sendo obrigatoriamente respeitadas pela cadeia de negócios, do campo até o consumidor final. A rastreabilidade e, muitas vezes, a certificação de boas práticas socioambientais se tornam uma constante (Graziano, 2017).

Este setor está entre os principais geradores de renda, emprego e desenvolvimento rural do agronegócio nacional (BRASIL, 2022). A importância econômica da fruticultura está relacionada com o impacto social para o agricultor familiar, bem como, para o desenvolvimento regional (Galeano *et. al.*, 2022)

As frutas integram uma dieta nutritiva, mas seu consumo também favorece o sistema agroalimentar e de toda cadeia produtiva, contribuindo para a biodiversidade, a sustentabilidade ambiental, a geração de empregos e renda de agricultores (Sabião e Brugnara, 2021).

As frutas podem ser classificadas em climatéricas e não-climatéricas, conforme a sua atividade respiratória após a colheita. As frutas climatéricas possuem rápido e acentuado aumento na atividade respiratória e síntese de etileno durante o amadurecimento, ao passo que as não-climatéricas, não apresentam este pico (Bron e Jacomino, 2007).

Estimativas apontam que 1,3 bilhões de toneladas de alimentos são perdidos ou desperdiçados anualmente no planeta, configurando-se como um dos principais problemas enfrentados pela agricultura mundial, sobretudo no setor de hortifrutí (CEPEA, 2018).

Santos *et. al.* (2020) relataram que o alto índice de perdas ocasiona uma série de impactos ambientais e socioeconômicos, reduzem a disponibilidade do alimento, afetam negativamente a geração de recursos para os produtores e aumentam os preços para os consumidores. Soares (2017) destaca que o desperdício muitas vezes ocorre dentro das casas, quando alimentos ainda próprios para o consumo são descartados devido à sua aparência.

As alternativas tecnológicas disponíveis atualmente para uma melhor preservação, baseiam-se no uso de embalagens poliméricas impermeáveis, derivados de petróleo não biodegradáveis e na manutenção constante de ambientes refrigerados (Assis e Brito, 2014).

1.2 JUSTIFICATIVA/PROBLEMÁTICA

Diante da necessidade de aumentar a conservação pós-colheita de frutos de goiaba, preferencialmente com a utilização de produtos naturais, o presente trabalho avaliou a utilização de óleos essenciais de tomilho e canela como revestimento para proporcionar esse resultado.

1.3 OBJETIVOS

Objetivo Geral:

Desenvolver um revestimento à base de amido, óleos essenciais de tomilho e canela e glicerol para aumentar a conservação pós-colheita das goiabas

Objetivos Específicos:

- Avaliar a perda de massa de fresca dos frutos;
- Avaliar os sólidos solúveis e pH dos frutos revestidos e não revestidos;
- Avaliar a cor instrumental dos frutos revestidos e não revestidos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Fisiologia do amadurecimento de frutos

As frutas são divididas em dois grupos diferentes: frutas climatéricas e não climatéricas, onde respectivamente as climatéricas podem ser colhidas no estágio “verde”, mas completamente desenvolvidas porque podem atingir o estágio maduro ou pronto para consumo após serem destacadas da planta. Já as não-climatéricas são frutos que só completam o amadurecimento quando permanecem na planta, uma vez que quase não apresentam aumento da produção de etileno depois de colhidos (Biale, 1960). Oliveira e Mendes (2021) destaca que essa classificação é atribuída através de suas diferenças na taxa de respiração e produção de etileno, que podem alterar as práticas de preservação pós-colheita dependendo do fruto.

Para que uma planta possa completar seu ciclo vital, várias etapas devem ser cumpridas: crescimento, maturação e senescência (Goulart, 2012). No estudo de Sigris (1988) durante a fase de crescimento, os frutos estão quase sempre perdendo água. Na verdade, eles podem até diminuir de volume durante os períodos mais quentes e secos do dia, repondo a umidade perdida à noite. Neste período ele recebe açúcares que são gerados pela fotossíntese, os quais são acumulados no fruto (Anese e Fronza, 2015). A pré-maturação compreende o estágio de desenvolvimento que antecede a maturação incluindo o período entre a floração e a colheita, a maturação corresponde a uma sequência de mudanças fisiológicas, bioquímicas e estruturais do fruto, finalizando a condição que os torna comestíveis (Regô *et. al.*, 2023).

Ainda dentro do ciclo vital dos frutos, o amadurecimento é o evento que os tornam aptos para o consumo, sendo um processo irreversível, intermediário entre o final do desenvolvimento e o início da senescência. Como apontado por Almeida (2005) o etileno é o hormônio amplamente conhecido como o forte regulador da maturação/amadurecimento de frutas climatéricas e podendo agir também em frutos não climatéricos, como é o caso do avermelhamento de morango.

Sendo um gás de fórmula C_2H_4 produzido durante o amadurecimento de frutos climatéricos e conhecido como fito hormônio da fruta, sendo sua ação eficaz em concentrações muito baixas (ppm, $\mu L L^{-1}$) (Soares, 2018). Johnson e Ecker (1998)

esclarecem que o etileno é um gás que afeta muitos processos durante o desenvolvimento vegetal, incluindo a germinação, a senescência de flores e folhas, a abscisão foliar, a morte celular programada, e as respostas a agentes estressores.

Sendo um hormônio gasoso produzido em todas as partes dos vegetais superiores, a taxa de produção de etileno depende do tipo de tecido e do estágio de desenvolvimento deste. A emissão desse fito hormônio é expressiva durante a abscisão foliar e a senescência da flor, bem como, durante o amadurecimento dos frutos (Azevedo e Santos, 2011). Modulando diversos processos metabólicos envolvidos no amadurecimento de frutos, coordenando a expressão gênica que envolve o aumento da taxa respiratória, a degradação de clorofila e a síntese de carotenoides na casca do fruto, a interconversão de açúcares, o aumento na atividade de enzimas que degradam a parede celular e até mesmo a produção autocatalítica de etileno (Gray *et. al.*, 1992).

O processo final chamado senescência é onde ocorre a morte dos tecidos, por serem degradativos, e que ocorrem após a maturidade fisiológica (Chitarra e Chitarra, 2005).

Assis; Britto e Forato (2009, p.8) compreendem

[...] que os tecidos das folhas, caules, raízes, quando destacados da planta mãe, respiram numa determinada taxa mais estável ou sofrem um declínio na taxa de respiração com o início da senescência. Após a colheita há uma interrupção neste balanço gasoso, ocorrendo um alto influxo do oxigênio com proporcional perda do CO₂, a respiração se torna o principal processo fisiológico, pois essas partes não estão mais ligadas à planta mãe e dependem das reservas metabólicas para sobreviver.

As células continuam produzindo enzimas e outras substâncias vitais, mas a intensidade das reações bioquímicas pode levar rapidamente à senescência dos tecidos, aumentando a suscetibilidade à perda de umidade e ao desenvolvimento de microrganismos (Chitarra e Chitarra, 2005).

Outros hormônios vegetais que regulam o amadurecimento de frutos são a auxina, giberelinas e citocininas. O hormônio auxina controla e interfere em muitos processos que estimulam a divisão, a expansão e a diferenciação (Hobbie, 1998). Sendo o principal fito hormônio regulador do desenvolvimento vegetal, incluindo morfogênese e respostas adaptativas e nas palavras de Casanova-Sáez e Voss (2019) essa regulação se dá de maneira dose dependente, ou seja, há necessidade

de sutil regulação da concentração de auxina na escala vegetal de células, tecidos e órgãos.

A giberelina é um hormônio vegetal que pode ser encontrado nas raízes das plantas, nas folhas jovens, nas sementes em fase de germinação e nos frutos, o hormônio tem atuação no crescimento do caule e das folhas vegetais onde regulam a altura, desenvolvimento dos frutos, na floração e no retardamento do envelhecimento dos tecidos vegetais (Lavagnini *et. al.*, 2014).

De acordo com Brault e Maldiney (1999) as citocininas são hormônios que estão envolvidos no controle de importantes e diversos processos de desenvolvimento vegetal, fazendo parte do controle da divisão celular, desenvolvimento de cloroplastos, diferenciação de gemas, iniciação e desenvolvimento de brotos, crescimento e senescência de folhas.

2.2 Goiaba (*Psidium Guajava L.*)

A *psidium guajava l.* conhecida como goiaba, é uma fruta climatérica e originária da América tropical, pertence à família *Myrtaceae*, composta por mais de 130 gêneros e 5000 espécies de arbustos e árvores verdes durante o ano, podendo atingir de 2 a 10 metros de altura, mas raramente atinge os 5 metros de altura. As flores saem sempre nos ramos novos, são brancas e perfumadas e por isso, é uma das árvores que mais atrai insetos e passarinhos no pomar, a abelha doméstica ou europa, *Apis mellifera*, é o principal polinizador das flores da goiabeira (Abreu *et. al.*, 2012).

Pode ser encontrada em diversas regiões brasileiras, assim como em regiões florestadas, como na Amazônia, apresentando-se em forma de árvores ribeirinhas. A liderança estadual na produção de goiaba tem sido revezada nos últimos anos por Pernambuco e São Paulo. Os dois estados, juntos, representam quase 70% da produção nacional da fruta (Simião, 2021). Ressaltando que entre as mais variadas utilizações dos araçazeiros, sendo plantas do gênero *Psidium*, destacam-se o aproveitamento doméstico dos frutos e da madeira, além do uso da raiz, casca, folha na medicina popular (Campos, 2010).

Contendo um fruto carnoso do tipo baga com polpa doce-acidulada e levemente aromático, internamente apresenta um mesocarpo de textura firme e 4 a 5 lóculos,

cheios por uma massa de consistência pastosa onde contém numerosas sementes pequenas e muito duras. Os frutos contêm, além dos nutrientes essenciais, de 2 a 5 vezes mais vitamina C do que a laranja, além de também ser uma boa fonte de cálcio, fósforo e ferro, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis. A coloração da casca em frutos maduros varia de verde e amarela e a polpa varia do branco ao vermelho intenso, passando pelo amarelo e rosa (Costa e Costa, 2003).

Gonzaga-neto e Soares (1995) compreendem que a goiaba é uma das principais matérias-primas utilizadas pela indústria brasileira de conservas, permitindo várias formas de aproveitamento: purê ou polpa, néctar, suco, compota, sorvete e doce. A produção de polpas de frutas congeladas tem-se destacado como uma importante alternativa para o aproveitamento de frutas durante a safra, permitindo a estocagem das polpas fora da época de produção dos frutos in natura.

O seu processo de amadurecimento ocorre de forma mais rápida após a colheita, o que gera mudanças mais rápidas na coloração, textura, aroma, sabor entre outras características. Quando maduras, as goiabas colhidas apresentam período de conservação de um a dois dias e assim inviabilizando a sua comercialização para determinadas localidades (Manica *et. al.*, 2000). Quanto mais avançado é o estágio de maturação mais intensas são as reações catabólicas que vão levar a deterioração do fruto, e essas reações vão aumentar a sensibilidade, tornando esses frutos mais susceptível a injúrias e contaminação por fungos e bactérias (Chen *et. al.*, 1980).

A época de colheita se concentra nos meses de janeiro a abril nos estados do Sudeste, porém em pomares que utilizam tecnologias modernas, como adubação correta, irrigação, podas e desfolhantes, as colheitas podem ser feitas durante oito a doze meses por ano (Pimentel, 2007).

2.3 Determinação do ponto de colheita da goiaba

Para a determinação do ponto de colheita das frutas, para a maioria dos produtores a maturação dos frutos baseia-se na coloração da casca, que é considerada como índice de referência, embora muitas vezes, a coloração não seja indicativa da constituição química da polpa (Bleinroth, 1988). Atualmente os fruticultores usam equipamentos para determinar o ponto de colheita dos frutos, indo além da

observação visual, tais dispositivos quantificam características como teor de açúcares, amido, cor da epiderme, acidez/pH e firmeza da polpa (Anese e Fronza, 2015).

De acordo com Bleinroth (1988, p. 01-19, apud Decker, 1952, p.22) o ponto de colheita adequado da goiaba irá depender do destino que se pretende dar a ela, sendo que frutas destinadas ao suprimento de mercados distantes, ou à industrialização em outros centros deverão ser colhidas firmes, ou seja, antes que adquiram a textura macia característica da fruta. O ponto ideal de colheita dos frutos da goiabeira varia de acordo com o tamanho, consistência e coloração da casca do fruto, que podem diferir entre cultivares, tratos culturais, idade da planta e época do ano, e deve ocorrer a coleta nos horários mais frescos do dia para preservar a qualidade dos frutos. É importante que os frutos não fiquem em contato direto com o solo e nem fiquem expostos a condições adversas durante a colheita (Berci, Oliveira e Lima, 2018).

Pimentel (2012) compreende que as goiabas classificadas como frutos ótimos, são aquelas com peso considerável, formato arredondado a oblongo para utilização de doces em fatia, com alta porcentagem de acidez, coloração da polpa de rosada-escura a vermelha, altos teores de pectina, baixa porcentagem de umidade, baixa porcentagem de sementes e grande quantidade de polpa.

2.4 Danos pós-colheita

De acordo com Chitarra e Chitarra (1990) são vários os fatores de pré-colheita que afeta a qualidade final do produto após a colheita, assim sendo a qualidade está relacionada com numerosos fatores, os quais são: pH do solo, plantio, espaçamento, irrigação, adubação, controle de plantas daninhas, podas; fatores climáticos como: temperatura, umidade, radiação, precipitação e vento.

Senhor *et. al.* (2009) compreende que safras que foram afetadas com doenças ou pragas no campo podem ter produtos com aparência relativamente normal na colheita, apresentando, porém, deterioração mais rápida no armazenamento e comercialização, por isso a higiene no campo é um fator primordial.

Sigrist (1988) define que a perda de qualidade devido distúrbios fisiológicos é frequentemente causada por condições de “stress”, quer no período que precede como no que procede à colheita.

Chitarra e Chitarra (2005) compreende que injúrias mecânicas causadas por impacto, compressão e corte, e as podridões são comumente observadas após a colheita de frutas e hortaliças, sendo responsáveis pela redução da qualidade e, conseqüentemente, desvalorização comercial dos produtos. Além de alterar a aparência dos frutos, estimulam a produção do etileno, acelerando o amadurecimento e reduzindo a vida útil dos frutos (Kluge *et. al.*, 2002).

Além dos danos causados pela colheita, o transporte é possivelmente a principal causa dos diversos danos mecânicos que acontecem nos produtos hortifrutícolas. A intensidade desses problemas varia com a distância a ser percorrida, o tipo de produto transportado, a embalagem utilizada, entre outros fatores (Soares e Freire-Júnior, 2018).

Barkai-Golan (2001) define que as doenças pós-colheita se caracterizam inicialmente por manchas necróticas que afetam a parte externa e interna do fruto e podem ser separadas em duas categorias baseadas na infecção pelo patógeno onde infecções típicas são ocasionadas por patógenos que infectam os frutos após a colheita e latente quando a infecção ocorre em frutos imaturos antes da colheita.

2.5 Perdas pós-colheita

O período de pós-colheita, ou seja, aquele que se estende da colheita até o consumo do produto, é caracterizado por grandes perdas da qualidade mercadológica, causadas por deteriorações pós-colheita (Chouldbury *et. al.*, 2001).

Sigrist (1983) compreende que as práticas do manuseio pós-colheita são tão importantes quanto as práticas culturais. De nada adiantaria a utilização da moderna tecnologia agrícola visando o aumento da produção de alimentos, se eles não fossem aproveitados pelo homem.

A Agenda 2030 traz em seu Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 12 - Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, a meta 12.3: "Até 2030, reduzir pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita." (Caisan, 2018).

Segundo definição da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), Perdas e Desperdício de Alimentos (PDA) se referem à redução da disponibilidade de alimentos para consumo humano ao longo da cadeia de

abastecimento alimentar, sobretudo nas fases de produção, pós-colheita e processamento (Caisan, 2018).

As perdas pós-colheita ocorrem globalmente e afeta tanto países em desenvolvimento quanto desenvolvidos, mas de maneiras distintas. Enquanto nos países em desenvolvimento as perdas ocorrem principalmente devido a deficiências na colheita, embalagens, logística e infraestrutura, nos países desenvolvidos o desperdício é mais relacionado ao comportamento dos consumidores e à falta de coordenação nas cadeias produtivas (Gustavsson *et. al.*, 2011).

Anualmente, cerca de 1,3 bilhão de toneladas de alimentos são perdidos ou desperdiçados, o que representa mais de 30% da produção mundial destinada ao consumo humano. Essas perdas e desperdícios têm impactos significativos na Segurança Alimentar e Nutricional (SAN), manifestando-se principalmente pela redução da disponibilidade de alimentos, aumento dos preços, redução dos ganhos econômicos ao longo das cadeias alimentares e uso insustentável de recursos naturais, afetando tanto a geração atual quanto futuras gerações (Ferreira, 2017).

Freire e Soares (2014, p.1-5) compreendem que

[...] muitas vezes, as perdas de alimentos podem ser significativamente reduzidas por meio da capacitação dos agricultores em boas práticas agrícolas ou em manuseio pós-colheita e/ou com a implementação de ações nas diferentes etapas da produção, começando com as práticas de pré e pós-colheita, passando por todas as etapas da produção e comercialização, até o consumo. Isto aumenta a compreensão do mercado por esses atores, permitindo um planejamento mais eficiente, economia de escala e melhoria na capacidade de comercialização do que é produzido.

2.6 Impactos ambientais e socioeconômicos das perdas

Para Belik (2018) pesquisas realizadas pela SIK (The Swedish Institute for Food and Biotechnology) comprovaram que 1/3 dos alimentos produzidos anualmente eram perdidos ou desperdiçados com efeitos negativos para o meio ambiente e para economia, o que resultava em enormes custos para todo o sistema produtivo.

A diminuição da disponibilidade de alimentos é um problema que se agrava com a expansão da população mundial, acentuando ainda mais o problema da desnutrição. Sendo essencial reduzir as perdas que ocorrem em todas as etapas da cadeia alimentar, desde a produção até o consumo (Soares e Freire-Júnior, 2018).

Parry, Bleazard e Okawa (2015) compreendem que o desperdício de alimentos ocorre mais por meio de ações intencionais, enquanto a perda de alimentos não é intencional. Na classe média baixa, há peculiaridades nos hábitos de compra, estoque e preparo de alimentos que aumentam o desperdício. O alimento é visto como um sinal de status e os laços sociais são fortalecidos pelo preparo de refeições generosas sempre que possível (Porpino, 2018).

As causas da perda e do desperdício de alimentos em países de baixa renda estão relacionadas a limitações financeiras, de gestão e técnicas na produção e colheita de produtos, nas dificuldades de armazenamento e refrigeração em condições climáticas difíceis (calor e umidade elevados), na embalagem ineficaz e nas estruturas de comercialização deficientes (Peixoto e Pinto, 2016).

A redução do desperdício de alimentos é a forma mais sustentável de diminuir perdas de recursos naturais. E reduzir o desperdício de alimentos pela metade per capita mundial, em nível de varejo e do consumidor, é uma das metas relacionadas aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável aprovados pelas Nações Unidas (Santos *et. al.*, 2020).

2.7 Métodos de Conservação

2.7.1 Refrigeração, congelação e ultracongelação de frutas

O armazenamento em refrigeração tem como objetivo prolongar a vida útil das frutas baseado no controle dos processos fisiológicos e bioquímicos. Tendo como foco conservar as características das frutas, sua qualidade durante o transporte e bem como o armazenamento, sendo preservado a um nível mínimo a respiração, a produção e ação do etileno e a perda de água, além de retardar a maturação e senescência. A refrigeração, em goiabas, além de reduzir a respiração e a biossíntese do etileno, também ocorre a inibição das reações enzimáticas, minimizando o crescimento de microrganismos patogênicos (Borges *et. al.*, 2014; Mostafidi *et. al.*, 2020; Morgado *et. al.*, 2022).

Lopes; Mattietto e Menezes (2005) definem que o congelamento é um dos processos mais indicados para a preservação de propriedades químicas, nutricionais e sensoriais de frutas, no entanto, apresenta custos de produção, transporte e armazenamento relativamente elevados. Onde microrganismos não são

considerados, pois estes não crescem em temperaturas usuais de congelamento (-18 °C).

Magnussen *et. al.* (2009, apud Almeida, 2021, p.35) descreve que o objetivo da técnica de ultracongelamento é que o produto congelado mantenha a qualidade nutricional do produto fresco. Este método de conservação é o menos destrutivo comparativamente a outros métodos. A degradação das vitaminas tem um maior impacto no valor nutricional ao invés da degradação das proteínas e dos lipídios.

2.7.2 Pasteurização de frutas

Em um processo de pasteurização, um alimento líquido é aquecido até uma dada temperatura de pasteurização, mantido nesta temperatura por um determinado intervalo de tempo e então é rapidamente resfriado. O objetivo deste tratamento térmico é o de inativação de micro-organismos patogênicos, micro-organismos deterioradores e/ou enzimas indesejadas (Benze e Gut, 2012).

Segundo a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) (2021) a pasteurização é um processo clássico de tratamento térmico para conservação de alimentos, sendo muito utilizado em polpas e produtos à base de frutas, produzindo um aquecimento com temperaturas abaixo de 100°C, o que modifica as características sensoriais e químicas dos produtos de formas mais atenuadas.

2.7.3 Desidratação, secagem, liofilização de frutas

Fellows (2006) compreende que a desidratação, ou secagem, é um dos métodos mais antigos de conservação dos alimentos, onde é realizada por um processo térmico que remove parte ou quase a totalidade da água de frutas, sendo eficaz por estender a vida de prateleira dos alimentos, diminuir volume, peso e, também, reduzir custos durante seu transporte e estocagem, quando estes são expostos ao calor sob temperatura controlada, por evaporação, sendo a secagem em estufa um exemplo dessa operação.

Se apresentando como uma ferramenta importante para o desenvolvimento de novos produtos derivados de frutas, com valor agregado e propriedades nutricionais bastante significativas. Onde o objetivo principal da secagem é a redução do teor de água presente no alimento, com conseqüente inibição do crescimento microbiano responsável pela deterioração dos alimentos (Travaglini *et. al.*, 1993).

Ratti (2001) compreende que a liofilização é uma técnica de secagem que retira a umidade contida no material através do congelamento da parte líquida e posterior sublimação do gelo. Por trabalhar com baixas temperaturas e, geralmente sob vácuo, esse processo é recomendado para materiais termo sensíveis, materiais biológicos (fungos, enzimas, tecidos, sangue, cobaias), alimentos (sucos, carnes, legumes, frutas) e produtos químicos; gerando produtos de qualidade superior quando comparados às outras técnicas de secagem (Marques, 2008).

2.7.4 Irradiação de frutas

Sigrist e Madi (2003) compreendem que a irradiação é utilizada como um método de preservação de alimentos, tanto “in natura”, como os processados industrialmente. O método consiste em submeter os alimentos, já embalados ou a granel, a uma quantidade minuciosamente controlada de radiação ionizante.

Segundo o IPEN (Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares) (2012) às autoridades de vigilância sanitária de 37 países, incluindo o Brasil, aprovaram a irradiação de 40 tipos distintos de alimentos, que englobam especiarias, grãos, carne de frango, frutas e legumes.

No processo de irradiação de alimentos, apenas os raios gama entram em contato com o produto sem qualquer risco de contaminação radioativa. As doses de radiação são quantificadas em termos de energia absorvida pelo produto irradiado (Neves; Manzione e Vieites, 2002).

Para a Embrapa Agroindústria de Alimentos (2021) a irradiação elimina (ou inativa) larvas de insetos, parasitas, fungos e bactérias presentes nos alimentos, os quais poderiam transmitir doenças. Além disso, ela permite inibir ou retardar alguns processos fisiológicos, como o brotamento e o amadurecimento.

2.7.5 Aditivos

Scherer; Rybka e Godoy (2008) definem que na produção de alimentos, os aditivos alimentares oferecem papel fundamental, sendo para sua conservação, melhorar suas características organolépticas (textura, cor, sabor, aroma) como também auxiliam na manutenção ou na progressão do seu valor nutricional. A utilização dos aditivos possui ação antioxidante eficaz para o controle do

escurecimento enzimático, inibindo a atividade da polifenoloxidase (PPO), que é a principal responsável pelo escurecimento enzimático (Felippin, 2019).

Os conservadores mais utilizados para alimentos são os propionatos, ácido sórbico e seus sais, ácido benzóico e seus sais, ésteres do ácido p-hidroxibenzoico; nitritos e nitratos, dióxido de enxofre e seus derivados, ácido bórico e tetraborato de sódio e ácido deidroacético (Torrezan, 2021).

2.7.6 Branqueamento de frutas

O branqueamento é um processo que tem o intuito a inativação de enzimas principalmente em frutas e hortaliças, que irão receber tratamentos posteriores que normalmente causam degradação de nutrientes e/ou deterioração do alimento durante seu preparo (Estelles, 2003).

Dentre, suas utilidades, destacam-se a inativação de enzimas causadoras do escurecimento, a fixação da cor, aroma e sabor da fruta, a eliminação de ar dos tecidos evita oxidações, aumento do rendimento do produto, garantia de maior eficiência energética, controle de temperatura, eliminação de sabores estranhos, menores perdas de substâncias solúvel em água, menores volumes de efluentes, facilidade de limpeza e esterilização, torna a consistência da fruta firme e tenra, reduzir a carga microbiana superficial, e aumenta a qualidade e vida útil do vegetal (Pereda e Rodrigues, 2005).

2.8 Desenvolvimento de revestimento para frutas

A qualidade de um produto alimentício depende das suas características sensoriais, nutricionais e higiênicas, que mudam durante a estocagem e comercialização (Villadiego *et. al.*, 2005). Debeaufort; Quezada-Gallo e Voilley (1998) compreendem que é necessária uma embalagem adequada para a conservação e comercialização do produto, por ter um papel preponderante na manutenção da qualidade do alimento.

Se tornando um tópico de interesse na indústria alimentícia, o uso de revestimentos e filmes se destaca devido ao seu potencial para evitar a deterioração dos alimentos e pela característica de biodegradabilidade (Luvielmo e Lamas, 2012).

Hardenburg (1967, p.15-51) explica

[...] que a aplicação de revestimentos e coberturas em produtos naturais, incluindo frutas e hortaliças, para prolongar sua conservação não é uma prática recente. Desde o século 13, na China, emulsões de óleos minerais têm sido utilizadas para preservar frutos cítricos e outros produtos perecíveis durante o transporte em longas distâncias.

Na década de 1950, a cera de carnaúba tornou-se o principal produto introduzido para preservar os frutos. Contudo, devido à aparência fosca resultante de sua aplicação, polietileno e parafinas foram adicionados para se obter um melhor resultado visual. Já na década de 1960 vernizes processados a partir de gomas solúveis em água se tornam populares no revestimento de cítricos e frutas em geral (Assis; Britto e Forato, 2009).

Maia *et. al.* (2000) define que os revestimentos comestíveis, também chamados de coberturas comestíveis, atuam principalmente como barreira a gases e vapor de água, modificando a atmosfera interna dos frutos, diminuindo a sua degradação e aumentando sua vida de prateleira. Cao; Fu e He (2007) definem que revestimentos comestíveis podem ser preparados a partir de proteínas, polissacarídeos, lipídeos ou a combinação desses componentes.

Klahorst (1999) define que filmes e revestimentos comestíveis são apresentados em formas diferentes, como filme, é uma fina película formada separadamente do alimento e depois aplicada sobre ele. Como revestimento é aplicado diretamente sobre a superfície do alimento, ocorrendo, após a secagem, a formação de uma fina película (Guilbert; Gontard e Gorris, 1996).

Tendo como grande importância dos filmes e revestimento é a sua biodegradabilidade, para que um material seja chamado de biodegradável, ele deve ser degradado completamente por microrganismos em compostos naturais, como água, metano, hidrogênio e biomassa (Krochta e DeMulder-Johnston, 1997).

Krochta e DeMulder-Johnston (1997) compreendem que o processo de biodegradação envolve duas etapas, a despolimerização, que é a clivagem da cadeia do polímero, e a mineralização para carbono, água e sais.

A função de uma cobertura comestível é atuar como uma barreira à perda de umidade, controlar a respiração do fruto e evitar contaminações microbiológicas e químicas. O uso de películas com esse propósito constitui vantagem econômica, evitando a necessidade de estocagem em atmosfera controlada que implicaria em custos operacionais e de utilização de equipamentos (Stülp *et. al.*, 2012).

2.9 Composição dos revestimentos

O amido é um polissacarídeo formado por amilose e amilopectina. A amilose é uma macromolécula constituída de 250 a 300 resíduos de D-glicopiranosose, ligadas por pontes glicosídicas alfa-1,4, que conferem à molécula uma estrutura helicoidal. Sendo um derivado do milho, é um versátil carboidrato amplamente usado na culinária e na indústria. Suas principais propriedades incluem a capacidade de espessar líquidos, gelatinizar sob calor e água, melhorar texturas em alimentos, estabilizar produtos, atuar como agente de revestimento crocante e ser livre de glúten. Sua neutralidade de sabor e habilidade de manter a consistência após o congelamento o tornam uma escolha popular na culinária. Sendo um ingrediente multifuncional, o amido de milho desempenha um papel fundamental na preparação de uma variedade de pratos e produtos alimentícios (Brito, 2011).

É obtido de diversos vegetais, pois representa suas reservas energéticas (Beatriz *et al.*, 2011). O amido é uma das substâncias naturais mais abundantes. Silva *et. al.* (2006) compreendem que o emprego industrial de amido se deve à sua característica única de poder ser usado diretamente na forma de grânulos, de grânulos intumescidos, na forma dispersa, como filme obtido da secagem de uma dispersão ou após extrusão, depois da conversão a uma mistura de oligossacarídeos ou a glucose, que pode ser isomerizada enzimaticamente para frutose. Dependendo do tipo, o amido pode, entre outras funções, facilitar o processamento, servir como espessante em sopas, caldos e molhos de carne, fornecer sólidos em suspensão e textura, ser ligante em embutidos de carne, estabilizante em molhos de salada, ou ainda proteger os alimentos durante o processamento (Guilbolt e Mercier, 1985; Cereda, 2002).

O aquecimento de suspensões de amido em excesso de água (>60%) causa uma transição irreversível denominada gelatinização. Sendo um processo que ocorre quando os grânulos de amido se expandem e se rompem na presença de água e calor entre temperaturas de 64°C a 72°C (Cereda, 2002). Devido às propriedades de gelatinização e retrogradação, o amido propicia a criação de películas resistentes e transparentes. Quando aplicadas na superfície dos vegetais, essas películas de amido incrementam seu apelo visual, conferindo-lhes brilho. Além disso, aumentam a vida de prateleira dos vegetais e alteram sua permeabilidade a gases (Damasceno *et. al.*, 2003).

Para Corradini *et. al.* (2007) o amido granular não possui característica termoplástica. No entanto, quando submetido à pressão, cisalhamento, temperaturas na faixa de 90°C a 180°C e na presença de um plastificante como água e/ou glicerol, o amido se transforma em um material fundido.

Segundo Beatriz *et. al.* (2011) o glicerol, também conhecido como glicerina, é um composto orgânico incolor e doce, usado em alimentos, medicamentos, cosméticos e diversas indústrias devido à sua capacidade de reter água e solubilidade em várias substâncias. É um álcool triídrico com diversas aplicações, incluindo alimentação, farmacêutica, cuidados pessoais e indústria. A fórmula química do glicerol é $C_3H_8O_3$, e sua estrutura consiste em três grupos hidroxila (OH) ligados a um esqueleto de propano, formando um tri álcool. Essa estrutura faz dele um álcool poliol.

O glicerol pode ser obtido de várias fontes, sendo a mais comum a hidrólise de gorduras e óleos, um processo que quebra os ésteres das moléculas de lipídio, liberando glicerol e ácidos graxos. Também pode ser obtido a partir da fermentação de açúcares ou de resíduos da indústria de biodiesel (Peiter *et. al.*, 2016).

3. Óleos essenciais

Os óleos essenciais são substâncias naturais complexas e aromáticas, geralmente incolores, voláteis, lipossolúveis e menos densas que a água. Sendo produzidos como produtos secundários do metabolismo de plantas aromáticas, presentes em várias partes das plantas, como raízes, folhas, flores, caules, cascas e frutos (Bakkali *et. al.*, 2008).

Trajano *et. al.* (2009) compreende que óleos essenciais que são extraídos de plantas condimentares têm sido considerados uma fonte segura de antimicrobianos naturais, já que não apresentam risco à saúde do consumidor. Diversas pesquisas têm reportado o efeito inibitório dos óleos essenciais sobre diferentes micro-organismos contaminantes de alimentos.

Desempenham na natureza um importante papel na proteção das plantas como agentes antivirais, antibacterianos, antifúngicos, inseticidas e contra herbívoros (Araújo *et. al.*, 2015).

Durço (2021, p.1-2, apud Assano e Toneloti, 2022, p.5) entende que o uso de óleos essenciais como uma opção promissora, uma vez que esses compostos são

utilizados desde épocas mais remotas nas práticas alimentares e terapêuticas e ainda dispõem de propriedades físico-químicas que fortalecem seu uso na produção de alimentos.

Sendo utilizados como conservantes naturais em alimentos, os óleos essenciais têm ganhado destaque na indústria alimentícia reduzindo a necessidade de aditivos químicos. Controlam a contaminação por patógenos e microrganismos deteriorantes, prolongando a vida útil dos produtos nas prateleiras (Proestos; Sereli e Komaitis, 2006).

3.1 Óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris* L.)

O tomilho (*Thymus vulgaris* L.) é uma planta da família Lamiaceae que compreende 150 gêneros, com cerca de 2800 espécies distribuídas em todo o mundo, sendo o maior centro de dispersão a região do Mediterrâneo (Jakiemiu *et. al.*, 2020).

Dimas (2023) cita que pesquisadores descreveram diversos estudos que indicam ações antifúngica, antibacteriana, anti-inflamatórias, anticâncer, hepatoprotetoras e antioxidantes, ainda que mais estudos clínicos de grande porte sejam necessários.

Salehi *et. al.* (2019) destacam as ações bioativas do consumo de tomilho, especialmente quando utilizado na forma de óleo essencial. Sugerindo que o óleo essencial de tomilho tem grande potencial de aplicação na indústria de alimentos, particularmente no desenvolvimento de embalagens bioativas, devido à sua capacidade de promover a preservação dos alimentos.

Santamarina *et al.* (2017) em seu estudo pode identificar Timol, seguido de p-cimeno, carvacrol e γ -terpineno, principais compostos do óleo essencial de tomilho. Com base em seus resultados pode-se afirmar que o óleo essencial de tomilho representa uma alternativa natural viável para o controle de fungos na fase de colheita e pós-colheita, contribuindo para prolongar a vida útil dos produtos agrícolas.

3.1.2 Óleo essencial de canela (*Cinnamomum cassia*)

A canela (*Cinnamomum cassia*) tem sido amplamente utilizada como especiaria, bem como na medicina tradicional à base de ervas em todo o mundo e tem uma longa história de uso como tempero e agentes aromatizantes (Figueiredo *et. al.*, 2018).

O óleo essencial de canela é obtido por destilação a vapor das folhas, talos e casca da *Cinnamomum cassia*, uma espécie de pequena árvore da família das Lauraceae, conhecida pelos nomes comuns de canela-aromática, canela-chinesa, cássia-chinesa (Silva *et. al.*, 2020).

Han, Yu, Wang, (2018) em seu estudo verificaram que a incorporação do Óleo Essencial de Canela aumentou a espessura, a permeabilidade ao vapor de água, a permeabilidade ao oxigênio e o alongamento dos filmes e reduziu significativamente o teor de umidade e a resistência à tração.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

O amido de milho e as goiabas de polpa vermelha foram adquiridas no comércio popular de Hortolândia-São Paulo. O óleo essencial de tomilho na WNF- Essencial Oils (São Paulo/SP), o óleo essencial de canela na ViaAroma (Porto Alegre – RS) e o glicerol ($C_3H_8O_3$) P.A. de massa molar 92,09 g/mol foi adquirido da empresa Synth (Diadema, Brasil).

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Preparação dos revestimentos

Foi realizado um teste preliminar no dia 10 de junho de 2024, com a produção da solução filmogênica no laboratório de química geral. A primeira formulação testada foi a de 2% de amido de milho, 0,60% de glicerol e 0,02% de óleo essencial em relação a 500ml de solução. Com base na formulação 01 foram realizados os testes com as goiabas de polpa vermelha, sendo preparados três soluções para os tratamentos: uma solução F1 de T1 (óleo essencial de tomilho), uma solução F1 de T2 (óleo essencial de canela) e uma solução F1 de T3 (óleo essencial de tomilho e canela) 1:1.

As soluções foram preparadas da seguinte forma: inicialmente, o amido foi homogeneizado com água destilada, sob aquecimento a 70°C e agitação constante por 15 minutos. Simultaneamente, o glicerol foi homogeneizado com água destilada, também sob aquecimento a 70°C e agitação constante por 15 minutos. Em seguida, as duas soluções foram combinadas, e os óleos essenciais foram incorporados à

mistura resultante, mantendo a agitação constante por mais 15 minutos para garantir uma mistura uniforme.

A F2 dos tratamentos também foram realizadas no dia 10 de jun. de 2024, consistiu em 8% de amido de milho, 2,5% de glicerol e 0,1% do óleo essencial. No teste definitivo realizado no dia 30 de julho de 2024, no laboratório de química geral prosseguimos com os testes utilizando a formulação 02.

4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS FRUTAS REVESTIDAS

4.3.1 Perda de massa fresca dos frutos

O processo de perda de massa fresca dos frutos recobertos e não recobertos foi realizado por gravimetria, nos períodos correspondentes a 0, 14 e 21 dias utilizando uma balança analítica. O percentual de perda de massa fresca do fruto (P_{massa}) pode ser calculado utilizando a massa inicial do fruto (m_i) e a massa final do fruto (m_f) sendo expresso na Equação 1.

$$P_{massa} = \frac{(m_i - m_f) \times 100}{m_i} \quad \text{eq. 1}$$

4.3.2 Número de camadas do revestimento nos frutos

A variação do número de camadas consistiu na imersão das goiabas na solução, onde a variação de mergulho foi de 1 a 2. Cada imersão foi considerada como uma camada. O tempo de submersão foi de 2 a 3 minutos e foi aguardado 1 minuto para secagem.

4.3.3 Análise da cor instrumental dos frutos recobertos e não recobertos:

As análises de cor foram realizadas no tempo de 21 dias nos frutos recobertos e não recobertos por meio de 9 leituras diretas de reflectância das coordenadas L^* , a^* e b^* utilizando a escala CIELAB L^* , com o emprego do colorímetro (Konica Minolta CR-10, Osaka, Japão). Na análise a escala L^* (Luminosidade) varia de 0 a 100, onde 0 é completamente preto e 100 é completamente branco, a escala a^* (Tendência ao vermelho/verde) vai do verde (valores negativos) ao vermelho (valores positivos) e a escala b^* (Tendência ao amarelo/azul) vai do azul (valores negativos) ao amarelo (valores positivos) (Embrapa, 2017).

4.3.3.1 Cromaticidade

O Cromo (C^*), é considerado o atributo quantitativo do colorido, sendo usado para determinar o grau de diferença de uma tonalidade em comparação com uma cor cinza com a mesma leveza. Quanto maiores os valores de croma, maior será a intensidade de cor de amostras percebidas por humanos. A cromaticidade é calculada a partir dos valores das escalas de cor a^* e b^* em sistemas de análise de cor, como o espaço de cor CIELAB, utilizando a Equação 2 descrita por McGuire (1992).

$$C_* = \sqrt{a_*^2 + b_*^2} \quad \text{eq. 2}$$

4.3.3.2 Diferença total de cor (ΔE)

As mudanças de cor podem ser medidas como o módulo do vetor de distância entre os valores iniciais da cor e as coordenadas de cores reais. Indica a magnitude da diferença de cores entre as amostras com revestimentos e sem revestimento, a diferença total de cor foi calculada utilizando a Equação 3 descrita por Pathare, Opara e Al-Said (2013).

$$\Delta E = \sqrt{\Delta a_*^2 + \Delta b_*^2 + \Delta L_*^2} \quad \text{eq. 3}$$

4.3.4 Análise de Sólidos Solúveis (°brix) e pH dos frutos

Os sólidos solúveis foram determinados por refratômetro Atago 3840 PAL-(alpha) Wide Range Digital Hand-Held Pocket Refractometer expressos em °Brix, por método descrito por Carvalho *et. al.* (1990). A análise foi realizada em triplicata e o resultado expresso em média e desvio padrão. O teor de sólidos solúveis (SS) foi determinado a partir da leitura do °Brix. O pH foi determinado diretamente em potenciômetro Digimed DM 20, sendo todas as análises realizadas em triplicata e o resultado expresso em média e desvio padrão.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Resultados do teste preliminar

5.1.1 Análises visuais dos frutos revestidos e não revestidos

A formulação 1 dos tratamentos que abrange os T1 (óleo essencial de tomilho), T2 (óleo essencial de canela) e T3 (óleo essencial de tomilho e canela) não apresentou a textura, viscosidade e aparência desejadas. Isso porque após a imersão

da fruta na solução e a secagem de 1 minuto, foi constatado que não houve a formação de uma película, a formulação dos reagentes não formou uma solução viscosa e aderente à superfície da fruta. Na formulação 2 do T3, foram ajustadas as concentrações dos componentes da formulação o que gerou uma solução viscosa, com a textura e aparência desejada e sendo está a formulação escolhida para os seguintes testes.

Para a variação do número de camadas do revestimento no fruto foram adquiridas 12 goiabas, dos quais 3 foram imersas na solução 1 do T1, 3 no T2, 3 no T3 e 3 na solução 2 do T3. Os testes foram feitos em triplicatas para as três soluções em que o grupo A (GA) é a goiaba de 1 camada, o grupo B (GB) é a goiaba de 2 camadas e o grupo C (GC) é a goiaba controle, como esquematizado na Tabela 1.

Tabela 1. Esquematização das amostras.

Tratamentos	Grupos		
	A	B	C
1	1 Camada	2 Camadas	Controle
2	1 Camada	2 Camadas	Controle
3	1 Camada	2 Camadas	Controle

Fonte: Autor, 2024.

As goiabas postas para a secagem com a F1 dos tratamentos 1, 2 e 3 devido a sua baixa viscosidade não escorre e não houve o acúmulo de solução na superfície da fruta, assim não criando a película protetora. Já para a F2 do tratamento 3 devido ao aumento dos reagentes em comparação a F1 houve o escorrimento da solução, o acúmulo na superfície da fruta e a formação da película protetora.

Os resultados das análises visuais dos frutos é apresentado a seguir, onde podemos observar as goiabas revestidas com o tempo de 0, 7 e 14 dias com todas as soluções. O revestimento com a formulação 1 do tratamento 1 houve diferenças entre as goiabas revestidas e a goiaba controle em relação a aparência e brilho devido a não formação da película protetora, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1. Tratamento 1 (Óleo essencial de tomilho).

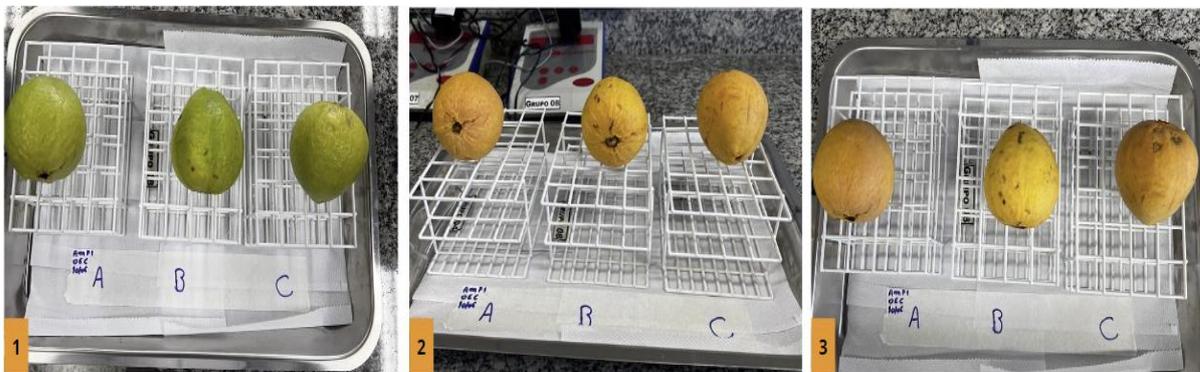


1) Amostras com 0 dias; 2) Amostras com 7 dias; 3) Amostras com 14 dias.

Fonte: Autor, 2024.

As goiabas revestidas na formulação 1 do tratamento 2 não apresentaram um resultado satisfatório. As goiabas do grupo A (1 camada), grupo B (2 camadas) e grupo C (controle) visualmente não tiveram nenhuma diferença, ou seja, as goiabas revestidas apresentaram a mesma coloração da goiaba não revestida, conforme observado na Figura 2.

Figura 2. Tratamento 2 (Óleo essencial de canela).



1) Amostras com 0 dias; 2) Amostras com 7 dias; 3) Amostras com 14 dias.

Fonte: Autor, 2024.

Nas goiabas da formulação 1 do tratamento 3 durante os 14 dias de observação notou-se o surgimento de podridões no sétimo dia nas goiabas do grupo A (1 camada) e do grupo C (controle), enquanto a goiaba do grupo B (2 camadas de revestimento) manteve uma aparência e cor esperadas. No décimo quarto dia as goiabas GA, GB e GC estavam visivelmente deterioradas, sendo observados na Figura 3.

Figura 4. Tratamento 3 (Óleo essencial de tomilho e canela).

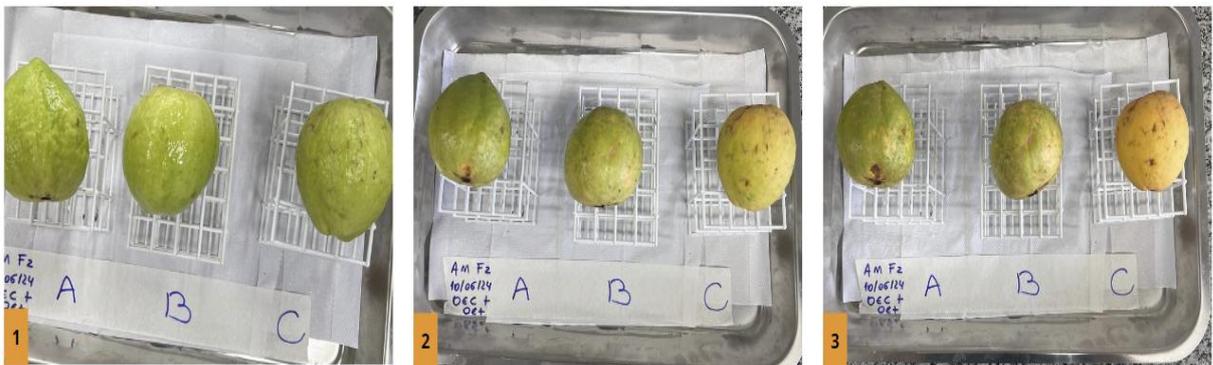


1) Amostras com 0 dias; 2) Amostras com 7 dias; 3) Amostras com 14 dias.

Fonte: Autor, 2024.

As goiabas imersas na formulação 2 do tratamento 3 foram as que apresentaram diferenças positivas. Deixando a goiaba A (1 camada de revestimento) e goiaba B (2 camadas de revestimento) com textura, brilho e aparência com melhor aspecto do que a goiaba C (controle) na observação por 14 dias. Quando comparou-se o resultado do mesmo grupo com a formulação 1, houve uma evidente diferença entre as goiabas com revestimento e a goiaba sem revestimento. Onde esses resultados são apresentados a seguir na Figura 4.

Figura 11. Tratamento 3 (Óleo essencial de tomilho e canela).



1) Amostras com 0 dias; 2) Amostras com 7 dias; 3) Amostras com 14 dias.

Fonte: Autor, 2024.

5.1.2 Perda de massa fresca dos frutos revestidos e não revestidos

A Tabela 2 mostra a perda de massa fresca das goiabas revestidas e não revestidas. Na formulação 1 dos tratamentos 1, 2 e 3 (respectivamente óleo essencial de tomilho, canela e tomilho + canela), observou-se que a falta de reagentes no tratamento 1 resultou em pequena perda de massa fresca nas goiabas A, B e C, sem

diferença evidente entre as goiabas revestidas e os controles. No tratamento 2, as goiabas revestidas apresentaram maior perda de massa em relação aos controles. Já no tratamento 3, as goiabas revestidas com 2 camadas tiveram os melhores resultados. Na formulação 2 do tratamento 3, as goiabas revestidas apresentaram menor perda de massa ao longo dos 14 dias de observação.

Tabela 2. Porcentagem da perda de massa fresca das goiabas.

Formulação 01			
% Perda de massa fresca			
Tratamento	Grupos		
	A	B	C
T1	21,69	19,16	21,29
T2	26,15	24,89	23,68
T3	37,87	24,23	39,21
Formulação 02			
% Perda de massa fresca			
Tratamento	A	B	C
T3	21,71	23,05	27,04

Fonte: Autor, 2024.

5.2 Fase Final do Experimento

5.2.1 Análises visuais dos frutos revestidos e não revestidos

A análise visual dos frutos foram realizadas nos dias 0, 14 e 21 dias. Para melhor visualização nos tempos de pesagem foram tiradas fotografias apresentadas na Figura 5.

Conforme pode ser observado na figura 5, no tratamento 1 no dia 0 todos os grupos estavam com as frutas com os aspectos de recém-colhidas, sem qualquer sinal de descoloração ou deterioração. No 14^o dia, começaram a surgir diferenças notáveis entre os grupos. O grupo A, com uma camada de revestimento, mostrou uma preservação melhor em relação ao grupo B e C, com mínima descoloração e a textura das frutas permanecendo firme. Por outro lado, o grupo B, com duas camadas de revestimento, apresentou uma leve descoloração na superfície das frutas e algumas áreas apresentaram consistências mole evidentes. O grupo controle, sem revestimento, já apresentava sinais significativos de deterioração, com manchas escuras e várias áreas amolecidas. No 21^o dia, essas diferenças tornaram-se ainda

mais pronunciadas. O grupo A, com 1 camada de revestimento, apresentou menor deterioração em comparação ao grupo B, mantendo a estrutura e aparência das frutas por mais tempo. As frutas do grupo B exibiam deterioração visível, com manchas escuras mais protuberantes e áreas amolecidas espalhadas por toda a fruta, levando a uma perda de integridade estrutural. As frutas do grupo controle apresentaram a maior taxa de deterioração, com manchas escuras cobrindo parte da superfície e textura completamente comprometida.

Figura 5. Tratamento 1 (Óleo essencial de tomilho).



Grupos A, B e C com 0, 14 e 21 dias.

Fonte: Autor, 2024.

Conforme pode ser observado na Figura 6, no tratamento 2 no dia 0 todas as frutas dos grupos estavam frescas e em perfeitas condições, sem qualquer alteração de cor ou sinais de degradação. Após 14 dias, surgiram diferenças evidentes. No grupo A, que recebeu uma camada de revestimento, houve uma alteração de cor na superfície e as frutas começaram a apresentar áreas mais macias, além do aparecimento de manchas. O grupo B, com duas camadas do mesmo revestimento, teve o mesmo desempenho do grupo A. Já o grupo controle, sem qualquer proteção,

mostrava o mesmo resultado dos grupos anteriores. No 21º dia, as distinções ficaram ainda mais claras. As frutas do grupo A mostraram degradação, com manchas escuras maiores e perda de firmeza, comprometendo sua integridade. As do grupo B, com duas camadas de revestimento, apresentaram menor deterioração, porém com uma leve perda de sua estrutura e aparência. Por outro lado, as frutas do grupo controle estavam em estado avançado de deterioração, com manchas cobrindo grande parte da superfície e textura completamente comprometida.

Figura 6. Tratamento 2 (Óleo essencial de canela).



Grupos A, B e C com 0, 14 e 21 dias.

Fonte: Autor, 2024.

Conforme observado na Figura 7, no tratamento 3, no dia 0 todos os grupos exibiam frutas frescas e intactas, sem qualquer sinal de mudança de cor ou degradação. No 14º dia, tanto o grupo A quanto o grupo B conseguiram manter suas frutas em ótimo estado, sem variação na textura ou surgimento de descoloração relevante, porém com leves manchas. Apesar disso as frutas estavam preservadas, com boa aparência e consistência. Por outro lado, o grupo C já apresentavam sinais de deterioração, representado pela coloração amarelada e várias áreas amolecidas.

No 21º dia, as frutas dos grupos A e B mantiveram-se bem conservadas, sem mudanças na textura, permanecendo firmes e sem descoloração perceptível. Em contraste, as frutas do Grupo C mostraram uma deterioração mais acentuada, com grandes manchas escuras cobrindo boa parte da superfície e a textura bastante comprometida, indicando uma perda significativa da integridade estrutural.

Figura 7. Tratamento 3 (Óleo essencial de tomilho e canela).



Grupos A, B e C com 0, 14 e 21 dias.

Fonte: Autor, 2024.

5.2.2 Perda de massa fresca dos frutos revestidos e não revestidos

A Tabela 3, seguida da análise detalhada, apresenta a perda de massa fresca que foi avaliada em percentual para cada grupo e tratamento, com o objetivo de identificar como as condições experimentais influenciaram na preservação dos frutos ao longo do tempo. Os resultados mostraram variações entre os grupos A e B, enquanto o grupo C apresentou uma perda constante em todos os tratamentos.

Tabela 3. Porcentagem da perda de massa fresca das goiabas.

Perda da massa fresca (%)			
Tratamentos	Grupos		
	A (1 camada)	B (2 camadas)	C (Controle)
1	19,43	18,01	24,79
2	25,19	22,19	24,79
3	20,35	21,19	24,79

Fonte: Autor, 2024.

No grupo A, observou-se uma perda de massa fresca de 19,43% no Tratamento 1, de 25,19% no Tratamento 2 e de 20,35% no Tratamento 3. Esses dados indicam que o Tratamento 2 foi o mais agressivo, resultando na maior perda de massa, enquanto o Tratamento 1 foi o mais eficaz em preservar a massa fresca das goiabas. A variação entre os tratamentos sugere que o grupo A foi sensível às diferentes condições impostas, com uma maior perda de massa no Tratamento 2, possivelmente devido ao recobrimento no momento da imersão e secagem do revestimento.

O Grupo B apresentou um padrão de perda de massa semelhante ao Grupo A, porém com valores absolutos um pouco menores. A perda de massa fresca foi de 18,01% no Tratamento 1, de 22,19% no Tratamento 2 e de 21,19% no Tratamento 3. Assim como no Grupo A, o Tratamento 2 resultou na maior perda de massa, enquanto o Tratamento 1 foi o mais eficaz em reduzir essa perda. A diferença entre os tratamentos, embora evidente, foi menos pronunciada no Grupo B, sugerindo que este grupo foi menos suscetível às variações experimentais.

Já o Grupo C apresentou um comportamento distinto em relação aos outros grupos. A perda de massa fresca foi constante em 24,79% para os três tratamentos, o que indica que as goiabas deste grupo, estão em um estágio mais avançado de senescência. Ao comparar os tratamentos entre os grupos, evidenciou-se que o Tratamento 2 foi o mais agressivo para os Grupos A e B, levando a maiores perdas de massa fresca. Por outro lado, o Tratamento 1 foi o mais eficaz em minimizar a perda de massa, registrando as menores porcentagens de perda de massa em ambos os grupos. O Tratamento 3 apresentou resultados intermediários, sendo mais agressivo que o Tratamento 1, mas menos impactante que o Tratamento 2.

5.2.3 Caracterizações físico-químicas dos frutos recobertos e não recobertos

A Tabela 4 apresenta os resultados das análises físico-químicas e colorimétricas para os diferentes tratamentos (Controle, T1, T2 e T3), divididos em dois grupos de análise (GA e GB) e um grupo controle (GC). Foram avaliados o pH, °Brix (sólidos solúveis), e os parâmetros colorimétricos L* (luminosidade), a* (componente vermelho/verde), b* (componente amarelo/azul), C* (croma, ou saturação da cor) e ΔE (diferença de cor em relação ao controle).

Esses parâmetros são essenciais para compreender as alterações causadas pelos tratamentos na composição e aparência das amostras, fornecendo indicações importantes sobre a estabilidade e o impacto visual dos mesmos.

Tabela 4. Análises físico-químicas dos tratamentos.

Tratamentos	Grupos	pH	°Brix	L*	a*	b*	C*	ΔE
Controle	GC	3,77	3,91	60,13	14,44	52,75	54,75	-
		±	±	±	±	±		
		0,01	0,70	7,53	1,60	10,10		
T1	GA	3,75	3,62	60,51	-8,22	40,31	41,31	25,85
		±	±	±	±	±		
		0,02	0,40	6,35	3,27	6,66		
	GB	3,83	3,47	52,63	11,86	32,69	34,87	21,57
		±	±	±	±	±		
		0,01	0,35	2,81	1,84	2,77		
T2	GA	3,74	3,81	64,00	8,38	52,09	52,78	7,19
		±	±	±	±	±		
		0,01	1,10	7,13	1,20	9,43		
	GB	3,70	3,37	66,54	7,63	55,79	56,4	9,83
		±	±	±	±	±		
		0,03	0,71	1,34	3,14	1,67		
T3	GA	3,92	3,41	62,48	-5,22	40,40	40,74	23,33
		±	±	±	±	±		
		0,01	0,81	1,36	0,98	1,96		
	GB	3,90	3,03	58,24	-6,21	36,11	36,65	26,57
		±	±	±	±	±		
		0,01	0,47	4,03	0,32	4,08		

Fonte: Autor, 2024.

A análise dos resultados obtidos revelou variações nos parâmetros físico-químicos e colorimétricos das amostras submetidas aos diferentes tratamentos, destacando-se o impacto diferencial entre os grupos experimentais (GA e GB) comparados ao controle (GC). Observou-se que, no geral, as alterações entre os grupos variaram conforme o tipo de tratamento, afetando aspectos como acidez, teor

de sólidos solúveis e características de cor, fundamentais para a qualidade sensorial e visual do produto.

Em relação ao pH, o controle (GC) apresentou um valor de $3,77 \pm 0,01$. Nos grupos experimentais, o tratamento T1 resultou em um pH de $3,75 \pm 0,02$ para o grupo GA e de $3,83 \pm 0,01$ para o grupo GB. Esse ligeiro aumento no grupo GB sugere uma tendência de redução da acidez em comparação ao controle, mas sem mudanças significativas. No tratamento T2, o pH foi de $3,74 \pm 0,01$ no grupo GA, próximo ao controle, enquanto o grupo GB apresentou um valor levemente inferior ($3,70 \pm 0,03$), indicando uma tendência muito discreta à acidificação no grupo B. No tratamento T3, os valores de pH foram os mais elevados entre todos os grupos, com $3,92 \pm 0,01$ em GA e $3,90 \pm 0,01$ em GB, representando uma redução da acidez em comparação ao controle. De modo geral, as variações de pH entre os tratamentos foram mínimas, sugerindo que os procedimentos aplicados não alteraram de forma relevante a acidez das amostras. A leve elevação do pH em T3 pode estar relacionada a interações com compostos que modificam ligeiramente o equilíbrio ácido-base das amostras.

Quanto ao teor de sólidos solúveis, medido em °Brix, o controle apresentou um valor de $3,91 \pm 0,70$. O tratamento T1 demonstrou uma leve redução no °Brix em ambos os grupos experimentais, com valores de $3,62 \pm 0,40$ para GA e $3,47 \pm 0,35$ para GB, sendo esta diminuição mais acentuada no grupo B. Esse resultado sugere que o tratamento pode ter causado uma pequena degradação de açúcares ou outros compostos solúveis, reduzindo o teor total de sólidos, especialmente no grupo GB. No tratamento T2, o grupo GA registrou $3,81 \pm 1,10$, muito próximo ao controle, enquanto o grupo GB exibiu o valor mais baixo de °Brix entre todos os grupos ($3,37 \pm 0,71$), o que indica uma perda mais expressiva de sólidos solúveis neste grupo. No tratamento T3, ambos os grupos experimentais apresentaram valores de °Brix inferiores ao controle, com GA em $3,64 \pm 0,81$ e GB em $3,53 \pm 0,47$, reforçando a tendência observada de redução no teor de sólidos solúveis, especialmente no grupo B. Assim, os resultados indicam que os tratamentos aplicados nos grupos B, em particular, podem estar promovendo uma perda significativa de compostos solúveis, possivelmente devido a reações de degradação.

No que diz respeito aos parâmetros colorimétricos, a luminosidade (L^*) foi inicialmente de $60,13 \pm 7,53$ no controle. No tratamento T1, o grupo GA apresentou uma luminosidade similar ao controle, com $60,51 \pm 6,35$, enquanto o grupo GB

apresentou um valor de L^* mais baixo ($52,63 \pm 2,81$), indicando uma coloração mais escura. Esse escurecimento no grupo B sugere a formação de compostos que absorvem mais luz, possivelmente devido a reações de Maillard ou à oxidação de pigmentos naturais. No tratamento T2, tanto GA ($64,00 \pm 7,13$) quanto GB ($66,54 \pm 1,34$) apresentaram valores de luminosidade superiores ao controle, indicando um efeito de clareamento nas amostras, especialmente no grupo B, onde a clareza foi mais pronunciada. No tratamento T3, o grupo GA teve um valor de L^* ligeiramente superior ao controle ($62,03 \pm 1,36$), enquanto o grupo GB registrou uma diminuição da luminosidade ($58,24 \pm 4,03$), refletindo uma tendência ao escurecimento. Em resumo, os dados de L^* sugerem que T1 e T3 no grupo B causaram uma maior perda de luminosidade (escurecimento), enquanto o tratamento T2 promoveu uma maior claridade nas amostras.

A análise do parâmetro a^* , que indica a coloração vermelha (valores positivos) ou verde (valores negativos), também revelou diferenças interessantes entre os tratamentos. O controle apresentou um valor de a^* de $14,44 \pm 1,60$, indicando uma tonalidade avermelhada. No tratamento T1, o grupo GA apresentou um valor negativo de a^* ($-8,22 \pm 3,27$), indicando uma mudança para uma tonalidade esverdeada, enquanto o grupo GB manteve uma coloração vermelha mais leve, com $11,86 \pm 1,84$. Isso sugere que o tratamento aplicado ao grupo A de T1 foi capaz de transformar os compostos presentes, resultando em uma cor verde. No tratamento T2, o valor de a^* em GA foi de $8,20 \pm 1,20$ e em GB foi de $7,63 \pm 1,34$, ambos ainda com tonalidade vermelha, mas menos intensa que o controle, o que indica uma leve desintensificação do vermelho. No tratamento T3, tanto GA quanto GB apresentaram valores negativos de a^* ($-5,27 \pm 0,88$ e $-6,21 \pm 0,36$, respectivamente), indicando uma coloração verde em ambos os grupos. Dessa forma, as variações no parâmetro a^* demonstram que T1 e T3 influenciaram fortemente a tonalidade das amostras, com uma mudança para verde, principalmente nos grupos A.

A análise do componente amarelo/azul (b^*), que reflete a intensidade da cor amarela, revelou que o controle tinha um valor de b^* de $52,75 \pm 10,10$. No tratamento T1, o grupo GA apresentou uma diminuição para $40,31 \pm 6,66$, enquanto o grupo GB teve uma redução ainda maior ($32,69 \pm 2,77$), indicando uma perda da tonalidade amarela, mais pronunciada no grupo B. O tratamento T2 apresentou valores próximos ao controle para o grupo GA ($52,09 \pm 9,43$), enquanto o grupo GB apresentou um leve

aumento ($55,79 \pm 1,67$), sugerindo que esse tratamento preserva melhor a tonalidade amarela das amostras. No tratamento T3, ambos os grupos apresentaram redução, com GA em $40,74 \pm 0,32$ e GB em $36,65 \pm 0,56$, indicando novamente uma redução na intensidade do amarelo. Esses resultados mostram que os tratamentos T1 e T3 causaram uma diminuição significativa da tonalidade amarela, especialmente no grupo GB, enquanto T2 parece preservar melhor esta característica.

O croma (C^*), que representa a saturação da cor, também apresentou variações em relação ao controle, que tinha um valor de $54,75 \pm 7,53$. No tratamento T1, o grupo GA apresentou um valor de C^* de $41,31 \pm 3,27$ e o grupo GB teve $34,87 \pm 2,77$, ambos significativamente inferiores ao controle, indicando uma redução na saturação da cor e tornando-a menos vibrante. No tratamento T2, o grupo GA apresentou um valor próximo ao controle ($52,78 \pm 9,25$), enquanto o grupo GB teve um leve aumento ($56,4 \pm 1,87$), indicando uma cor mais intensa. No tratamento T3, os valores foram novamente reduzidos, com GA em $40,74 \pm 0,32$ e GB em $36,65 \pm 0,56$, sugerindo uma diminuição da intensidade da cor.

A diferença de cor (ΔE), que representa a mudança visual em relação ao controle, mostrou valores altos nos tratamentos T1 e T3, especialmente em GA (25,85 e 26,57, respectivamente), indicando diferenças muito grandes ($\Delta E > 10$) e facilmente perceptíveis ao olho humano comum. No tratamento T2, o grupo GA apresentou um menor ΔE (7,19), ainda perceptível ao olho humano comum ($\Delta E > 3$), mas representando uma alteração de cor menos acentuada em relação ao controle.

Em síntese, os dados indicam que o tratamento T2 teve o menor impacto nas características de cor, especialmente no grupo A, preservando a aparência das amostras mais próxima ao controle. Em contrapartida, os tratamentos T1 e T3, principalmente nos grupos B, causaram escurecimento, perda da coloração e alteração para tonalidades esverdeadas, sugerindo uma transformação mais pronunciada dos compostos responsáveis pela cor.

6. CONCLUSÃO

Os três tratamentos avaliados apresentam características distintas, refletindo suas diferentes eficiências e impactos na qualidade das goiabas. O Tratamento 1 destacou-se como o mais promissor devido à sua capacidade de preservar a massa

fresca, manter os níveis de acidez e açúcares próximos ao controle, além de causar apenas alterações visuais leves e aceitáveis. Por outro lado, o Tratamento 2, embora tenha preservado uma aparência mais clara e atrativa, foi o mais agressivo quanto à perda de massa e alterou significativamente a acidez, especialmente no Grupo A. O Tratamento 3 apresentou resultados intermediários, com menor preservação da massa fresca e mudanças de cor que podem ser menos atrativas para os consumidores.

Diante desses resultados, o Tratamento 1 surge como a alternativa mais promissora para conservação pós-colheita de goiabas, equilibrando preservação física e manutenção da qualidade visual. No entanto, para uma escolha definitiva, seria essencial complementar o estudo com análises sensoriais detalhadas e estatísticas robustas. Além disso, a avaliação do impacto dos tratamentos em outros aspectos da qualidade, como textura e sabor, pode fornecer informações adicionais para a implementação prática dessas soluções.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu, J.R.; Santos, C.D.; Abreu, C.M.P.; Castro, E.M. 2012 - Histochemistry and morphoanatomy study on guava fruit during ripening. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 32, n.1, p.179-186.

Almeida, D.P.F. (2005). **Etileno em Pós-Colheita**. Departamento de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita - Pós-Graduação em Fruticultura - Instituto Superior de Agronomia.

Almeida, M. I. C. **Processo de ultracongelamento nas diferentes áreas de produção da Nutriva**, p. 1-68, Mestrado em Engenharia Alimentar, Escola Superior AGRÁRIA Instituto Politécnico de Coimbra, Portugal, 2021.

Anese, Rogério de Oliveira; Fronza, Diniz **Fisiologia Pós-Colheita em Fruticultura**, UFSM: Santa Maria - RS, 2015, p. 18.

Araújo *et. al.* Composição química e susceptibilidade do óleo essencial de óregano (*origanum vulgare* L., família *lamiaceae*) frente à cepas de *escherichia coli*, *staphylococcus aureus* e *salmonella choleraesuis*, Curitiba, v. 33, n. 1, p. 73-78, jan./jun. 2015.

Assano, A. C. D.; Toneloti, V. C. Uso de óleos essenciais na conservação dos alimentos – uma revisão, **Repositório Institucional do Conhecimento do Centro Paula Souza (RIC-CPS)**, Marília-SP, p.5, 2022.

Assis, O. B. G.; Britto, D.; Forato, L. A. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. ed. 1. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação Agropecuária, 2009.

Assis, O.B.G.; Britto, D. Coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 17, n. 2, p. 87-97, 2014.

Azevedo, Inga Gonçalves; Santos, Clara-Luz da Aurora. Influência do etileno e da h⁺-atpase durante o amadurecimento de frutos. **Ciência Biológicas e da Saúde**, Rio de Janeiro, v. 1, n.1, p. 1-9, 2011. Disponível em: https://ojs3.perspectivasonline.com.br/biologicas_e_saude/article/view/509/421. Acesso em: 08 mar. 2024.

Bakkali, F.; Averbeck, S.; Averbeck, D.; Idaomar, M. Biological effects of essential oils – A review. **Food and Chemical Toxicology**, v.46, p. 446–475, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2007.09.106>.

Barkai-golan, R. Postharvest diseases of fruits and vegetables: development and control. Amsterdam: **Elsevier**, 2001. 418p.

Beatriz, A.; Araujo, Y. J. K.; Lima, D. P. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Quím. Nova**, v. 34, n. 2, p. 306-319, 2011.

Belik, Walter. Rumo a uma estratégia para a redução de perdas e desperdício de alimentos. *Ln: Zaro, Marcelo. Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios*. Caxias do Sul-RS: EDUCS, 2018. p.11.

Benze, R.V.; Gut, J. A. W. Distribuição de letalidade no tratamento térmico contínuo de sucos de frutas em pasteurizador a placas, **COBEQ**, 2012, p. 1-10. Búzios-RJ.

Berci, G.; Oliveira, S.; Lima, A. P. C. Perdas pós-colheita na cultura da goiabeira, Centro Universitário UNIFAFIBE de Bebedouro – SP, 2018.

Biale, J.B. Respiration of fruits. *Ln: RHULAND, W. Handbuch der Pflanzenphysiologie*. P. 536-586. 1960.

Bleinroth, Ernesto Walter. Determinação do ponto de colheita de frutas. *Ln: Bleinroth, Ernesto Walter. Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais*. Campinas: ITAL, 1988. p. 01-19.

Borges, T. F. M. R.; Schuina, G. L.; Silva, W. A.; Chaves, C. R.; Ribeiro, M. C. B. Conservação pós-colheita de chuchu branco armazenado sob atmosfera modificada passiva e refrigeração. *Magistra*, v.26, p. 1101-1105, 2014.

Brasil, Rio de Janeiro, EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, 2021.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Registro Nacional de Cultivares – RNC, 2022. Disponível em: https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php. Acesso em: 7 mai. 2024

Brault, M.; Maldiney, R. Mechanisms of cytokinin action. **Plant Physiol Biochem.** v.37, n.5, p. 403-412, 1999.

Brito, G. F. et al. Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. **Revista eletrônica de materiais e Processos**, v. 6, n. 2, p. 127-139, 2011.

Bron, I. U.; Jacomino, A. P. Classificação de frutos por “climatério” é conceito em extinção? **Visão Agrícola**, n. 7, jan- jun, 2007.

Caisan, Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional. II Plano Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional. Brasília, set., 2018.

Campos, L.Z.O. **Etnobotânica do gênero Psidium L. (Myrtaceae) no cerrado brasileiro. Ano de obtenção:** 2010. 86p. Dissertação (Tese de Mestrado) - Universidade de Brasília, Brasília.

Cao, N.; Fu, Y.; He, J. Preparation and physical properties of soy protein isolate and gelatin composite films. **Food Hydrocolloids**, Oxford, v. 21, p. 1153-1162, 2007.

Carvalho, C. R. L.; Mantovani, D. M.; Carvalho, P. R. N.; Moraes, R. M. Análises Químicas de Alimentos (Manual Técnico). Campinas: Biblioteca do ITAL, 1990.

Casanova-sáez, Rubén; Voss, Ute. Auxin Metabolism Controls Developmental Decisions in Land Plants. **Trends in Plant Science**, [S. l.], v. 24, n. 8, p. 741–754, 2019. DOI: 10.1016/j.tplants.2019.05.006. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2019.05.006>.

CEPEA—Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. Anuário Hortifruti Brasil: Top 10 do consumo de HF. **Hortifruti Brasil**, n. 176, p.34, 2018.

Cereda, M.P. Propriedades gerais do amido. São Paulo, Fundação Cargill, 221 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas, v. 1) 2002.

Chen, P. M.; Mellenthin, W. M.; Richardon, D.G. A comparative study of “d” and “Bosc” pears in relation to maturity and postharvest life (Abstr.) **HortScience**, Alexandria, v.15, n.1, p.1. 1980.

Chitarra, M. I. F.; Chitarra, A.B. Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. 2.ed. Lavras: Editora UFLA, 2005. 785p.

Chitarra, M.I.F.; Chitarra, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manejo. 2 ed. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 320p.

Chouldbury *et. al.* Deteriorações pós-colheita, **Revista Brasileira de Fruticultura**, 2001.

Corradini *et. al.* Amido Termoplástico, Embrapa Instrumentação Agropecuária São Carlos, SP 2007.

Costa, A.F.S.; Costa, A.N. Tecnologias para produção de goiaba. Vitória: Incaper, 2003. 341p

Damasceno, S.; Oliveira, P. V. S. de; Moro, E.; Macedo Júnior, E. K.; Lopes, M. C.; Vicentine, N. M. Efeito da aplicação de película de fécula de mandioca na conservação pós-colheita de tomate. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n.3, p. 377-380, 2003.

Debeaufort, F.; Quezada-gallo, J.A. & Voilley, A. Edible Films and Coatings: Tomorrow Packaging: A Review. **Critical Reviews in Food Science**. P.299-313, 1998.

Decker, J.S. A cultura da goiabeira. Secretaria da Agricultura. Diretoria de Publicidade Agrícola, São Paulo, p. 22, 1952.

Dimas, Arthur Victor da Silva. **Quitosana fúngica associada a óleos vegetais na preservação do caju: estudo comparativo entre óleos de licuri (*syagrus coronata*) e tomilho (*thymus vulgaris*)**. 2023. Dissertação (Mestrado em Nutrição) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

Durço, B.B.- Tendências e desafios da aplicação dos óleos essenciais em produtos de origem animal. **Revista Agronomy Food Academy**, mar, p. 1-2, 2021.

EMBRAPA. Colorimetria: Parte 4 - Capítulo 1, 2017 Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1084379/1/Parte4cap1Colorimetria....pdf>. Acesso em: 07 ago. 2024.

Estelles; R. S.; **Importância do controle da temperatura e do tratamento térmico na preservação dos nutrientes e da qualidade dos alimentos**. 2003. 32 f. Monografia (Especialização em Qualidade em Alimentos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2003. Disponível em: Acesso em: 28 mar. 2024.

Felippin, Bruna Letícia. **Aditivos para a redução do escurecimento enzimático de escarola minimamente processada**. 2019. 23 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2019.

Fellows, P. J. Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Práticas. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

Ferreira, Marcos David. Redução nas perdas pós-colheita em frutas e hortaliças: Um grande desafio. *Ln: Júnior, Lourenço Magnoni et al. JC na Escola Ciência, Tecnologia e Sociedade: Mobilizar o Conhecimento para Alimentar o Brasil*. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017. p 38-45.

Figueiredo et. al Óleo essencial da Canela (Cinamaldeído) e suas aplicações biológicas. **ResearchGate**, 2018. Disponível em: < https://www.researchgate.net/profile/Luis-Claudio-Nascimento-Da-Silva/publication/325459376_Oleo_essencial_da_Canela_Cinamaldeido_e_suas_aplicacoes_biologicas/links/5b90f864a6fdcce8a4c954ca/Oleo-essencial-da-Canela-Cinamaldeido-e-suas-aplicacoes-biologicas.pdf?_sg%5B0%5D=started_experiment_milestone&origin=journalDetail&_rtd=e30%3D>. Acesso em: 25. mai. 2024.

Freire-junior, M.; Soares, A. G. Orientações quanto ao manuseio pré e pós-colheita de frutas e hortaliças visando à redução de suas perdas, EMBRAPA AGROINDÚSTRIA: Rio de Janeiro-RJ, 2014, p. 1-5.

Galeano *et. al.* Cadeia produtiva da goiaba no Espírito Santo, **Fruticultura Capixaba**, v.8, Vitória- ES, Incaper, 2023.

Gonzaga-neto, L.; Soares, J. M.A cultura da goiaba. **INFOTECA-e**, 1995. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/114146>. Acesso em: 26 mar. 2024.

Goulart, Patrícia de Fátima Pereira. Fisiologia Pós-colheita. *Ln: Silva, José Carlos; Silva, Arejacy Antônio Sobral. SUSTENTABILIDADE PRODUTIVA DO CERRADO.* Minas Gerais: Composer, 2012. p.242.

Gray, J.; Picton, S.; Shabeer, J.; Schuch, W.; Grierson, D. Molecular biology of fruit ripening and its manipulation with antisense genes. **Plant Molecular Biology**, v. 19, n. 1, p 69-87, 1992.

Graziano, Xico. Fruticultura Sustentável no Brasil. *Ln: Zucoloto, Moisés; BONOMO, Robson. Fruticultura Tropical: Diversificação e consolidação: Aleges-ES, 2017, p. 14.*

Guilbert, S.; Gontard, N.; Gorris, G. M. Prolongation of the Shelf-life of Perishable Food Products using Biodegradable Films and Coatings. **Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie**, p.7-10, 1996.

Guilbot, A.; Mercier, C. Starch. In: The polysaccharides, v. 3, p 209-273, 1985

Gustavsson, J.; Cederberg, C.; Sonesson, U.; Van Otterdijk, R.; Meybeck, A. Global Food Losses and Food Waste Section (Study conducted for the International Congress "Save Food!" at Interpack 2011, Düsseldorf, Germany) (FAO, Rural Infrastructure and Agro-Industries Division, 2011), 2011. 29 p.

Han, Y.; Yu, M.; Wang, L. Physical and antimicrobial properties of sodium alginate/carboxymethyl cellulose films incorporated with cinnamon essential oil. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 15, p. 35-42, 2018;

HARDENBURG, R. E. Wax and Related Coatings for Horticultural Products: a bibliography. Agriculture Research Service Bulletin, 15-51, Washington, DC, 1967.

Hobbie, L. J. Auxin: molecular genetic approaches in Arabidopsis. **Plant Physiology and Biochemistry**, Paris, v. 36, p.91-102, 1998.

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN), *Irradiação de Alimentos*, Disponível em: https://www.ipen.br/portal_por/portal/interna.php?secao_id=731, Acesso em: 21 mar. 2024.

Jakiemiu, Elizabete Aparecida Ruzza; Scheer, Agnes de Paula; Souza de Oliveira, Juarez; Côcco, Lilian Cristina; Itsuo Yamamoto, Carlos; Deschamps, Cícero Estudo da composição e do rendimento do óleo essencial de tomilho (*Thymus vulgaris* L.)

Semina: Ciências Agrárias, vol. 31, núm. 3, jul. – set., 2010, pp. 683-688
Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Brasil

Johnson P.R.; Ecker J.R. The ethylene gas signal transduction pathway: a molecular perspective. *32*: 227-254, 1998.

Klahorst, S. J. Applications: Credible Edible Films. **Food Product Design**. P.1-6. September 1999.

Kluge, R.A.; Nachtigal, J.C.; Fachinello, J.C.; Bilhalva, A.B. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2002. 214p.

Krochta, J.M.; DeMulder-Johnston, C. Edible and biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. **Food Technology**, p.61-74, 1997.

Lavagnini, C. G *et al* FISILOGIA VEGETAL - HORMÔNIO GIBERELINA. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia – FAEF**, v.25, n.1, p.48-52, Garça-SP, jun. 2014.

Lopes, A. S.; Mattietto, R. A; Menezes, H. C. Estabilidade da polpa de pitanga sob congelamento, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 2005, p. 1-7.

Luvielmo, M. M.; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas, **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, vol. 8, N. 1, p. 8-15, jan/jun 2012.

Magnussen, O. M., Hemmingsen, A. K. T., Hardarsson, V., Nordtvedt, T. S., & Eikevik, T. M. (2009). Freezing of Fish. In **Frozen Food Science and Technology**. <https://doi.org/10.1002/9781444302325.ch7>.

Maia, L.H.; Porte, A.; Souza, V.F. 2000. Filmes comestíveis: aspectos gerais, propriedades de barreira, umidade e oxigênio. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 18(1):105-128.

Manica, I.; Icuma, I. M.; Junqueira, N.T.V.; Salvador, J.O.; Moreira, A.; MALAVOLTA, E. *Fruticultura Tropical-Goiaba*. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 373p.

MARQUES, L. G. **LIOFILIZAÇÃO DE FRUTAS TROPICAIS**, p.1-293, Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Centro de ciências exatas e de tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

Morgado *et al* Refrigeração e atmosfera modificada na conservação de frutas: uma breve revisão, **Scientific Electronic Archives**, v.15, p. 1-6, 2022.

Mostafidl, M.; Sanjabi, M. R.; Shirkhan, F.; Zahedi, M. T. A review of recent trends in the development of the microbial safety of fruits and vegetables. **Trends in Food Science & Technology**, v. 103, p. 321-332, 2020.

Neves, L.C.; Manzione, R.L.; Vieites, R.L. Radiação gama na conservação pós-colheita da nectarina (*Prunus persica* var. *nucipersica*) frigo conservada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 676-679, 2002.

Oliveira, V. C.; Mendes, F. Técnicas de preservação pós-colheita de frutas e hortaliças: uma revisão narrativa, Viçosa-MG, p.1-16, 2021.

Parry, A.; Bleazard, P.; Okawa, K. Preventing food waste: case studies of Japan and the United Kingdom. OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, n. 76, OECD Publishing, 2015.

Pathare, P. B.; Opara, U. L.; Al-Said, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. **Food Bioprocess Technology**. v. 6, p. 36–60, 2013.

Peiter *et. al.* Alternativas para o uso do glicerol produzido a partir do biodiesel, **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.5, n.4, 2016.

Peixoto, M.; Pinto, H. S. Desperdício de alimentos: Questões socioambientais, econômicas e regulatórias, Brasília-DF, BOLETIM LEGISLATIVO Nº 41, fev. 2016.

Perdas e desperdício de alimentos [recurso eletrônico]: estratégias para redução / relator Evair Vieira de Melo; consultores legislativos: Rodrigo Dolabella (coordenador), Marcus Peixoto, Alberto Pinheiro. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2018. – (Série cadernos de trabalhos e debates; n. 3 e-book).

Pereda, J. A. O.; Rodrigues, M. I. C.; Álvarez, L.F.; Sanz, M. L. G.; Minguillón, G. D. G. F.; Perales, L. H.; Cortecero, M. D. S.; Tecnologia de alimentos – Componentes e processos; Porto Alegre: Artmed, 2005. v.1.

Pimentel, G. Fruticultura Brasileira. 13. ed São Paulo: Nobel, 2012. 441p.

Pimentel, Rodrigo Meirelles de Azevedo. **Qualidade pós-colheita da goiaba vermelha (*Psidium guajava* L.) submetida ao tratamento quarentenário por irradiação gama**. 2007. Tese de doutorado (Engenharia Nuclear na Agricultura) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

Porpino, Gustavo. Quais os porquês do desperdício de alimentos entre consumidores? Compreendendo o comportamento do consumidor para delinear soluções. *Ln: ZARO, Marcelo. Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios*. Caxias do Sul-RS: EDUCS, 2018. p.87.

Proestos, C.; Sereli, D.; Komaitis, M. Determination of phenolic compounds in aromatic plants by RP-HPLC and GC-MS. **Food Chemistry**, v. 95, n. 1, p. 44–52, 2006.

RATTI, C. “Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review”, **Journal of Food Engineering**, 49, pp. 311-319, 2001.

Regô *et. al.* **Fisiologia e manejo pós-colheita de flores, frutos e hortaliças**, João Pessoa- PB, Editora UFPB, 2023.

Revista Pesquisa FAPESP, 2011. Disponível em:

<<http://revistapesquisa.fapesp.br/en/2011/10/01/edible-packaging/>>. Acesso em 20 set. 2023.

Sabião, R. R.; Brugnara, E. C. A valorização das frutas. **Agropecuária Catarinense**, [S. l.], v. 34, n. 3, p. 5–6, 2021. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/rac/article/view/1203>. Acesso em: 7 mai. 2024.

Salehi, B. et al., Thymus spp. plants - Food applications and phytopharmacy properties. **Trends in Food Science & Technology**. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.01.020>

Santamarina, M. P. et al. Bioactivity of essential oils in phytopathogenic and post-harvest fungicontrol. **Natural product research**, v. 31, n. 22, p. 2675-2679, 2017.

Santos *et. al.* (2020). Food losses and waste: reflections on the current brazilian scenario. **Brazilian Journal of Food Technology**, 23, e2019134. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.13419>.

Santos, K. L. *et al* Perdas e desperdícios de alimentos: reflexões sobre o atual cenário brasileiro. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 23, 2020.

Scherer, R.; Rybka, A. C. P.; Godoy, H. T. Determinação simultânea dos ácidos orgânicos tartárico, málico, ascórbico e cítrico em polpas de acerola, açaí e caju e avaliação da estabilidade em sucos de caju. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1137-1140, 2008.

Senhor *et al* Fatores de pré e pós-colheita que afetam os frutos e hortaliças em pós-colheita, **REVISTA VERDE DE AGROECOLOGIA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL TENTÁVEL GRUPO VERDE DE AGRICULTURA ALTERNATIVA**, Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil) v.4, n.3, p. 13 - 21 julho/setembro de 2009.

Sigrist, José Maria Monteiro. Distúrbios fisiológicos e pelo frio. *Ln: BLEINROTH, Ernesto Walter. Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais*. Campinas: ITAL, 1988. p.43.

Sigrist, José Maria Monteiro. Perdas Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças. *Ln: Cereda, Marney Pascoli; Sanches, Luiz. Manual de Armazenamento e Embalagem: Produtos Agropecuários*. Piracicaba: Fepaf, 1983, p. 1-33.

Sigrist, José Maria Monteiro. Transpiração. *Ln: Bleinroth, Ernesto Walter. Tecnologia pós-colheita de frutas tropicais*. Campinas: ITAL, 1988. p. 29.

Sigrist, José Maria Monteiro; Madi, Luís Fernando Ceribeli. **1º Seminário Internacional Irradiação de Alimentos**. Campinas: ITAL, 2003.

Silva *et. al.* Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil, **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 26(1): 188-197, jan.-mar. 2006.

Silva, L.; Moraes, L.; Bender, S.; Taglietti, M. Desenvolvimento de um fotoprotetor com óleo essencial de canela. **FAG JOURNAL OF HEALTH (FJH)**, v. 2, n. 4, p. 434-439, 20 dez. 2020.

Simião, J. Goiaba, a fruta Nativa do Brasil que conquistou o mundo, **Revista da Fruata**, Lages-SC, 2021.

Soares, A.G. Desperdício de alimentos no Brasil – um desafio político e social a ser vencido, 2017 Disponível em: <<http://atividaderural.com.br/artigos/508fc56454d19.pdf>>. Acesso em: 25 set. 2023.

Soares, Antônio Gomes; Freire-júnior, Murillo. Perdas de frutas e hortaliças relacionadas às etapas de colheita, transporte e armazenamento. *Ln*: Zaro, Marcelo. **Desperdício de alimentos: velhos hábitos, novos desafios**. Caxias do Sul-RS: EDUCS, 2018. p.22.

Stülp *et al* Conservação e qualidade de mirtilo orgânico utilizando revestimento comestível a base de fécula de mandioca, **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 06, n. 01: p. 713-721, 2012.

Torrezan, R. Conservação por aditivos, Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2021, Rio de Janeiro, Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/tipos-de-processos/conservacao-por-aditivos#:~:text=Uma%20defini%C3%A7%C3%A3o%20bastante%20conhecida%20para,nas%20boas%20pr%C3%A1ticas%20de%20fabrica%C3%A>, Acesso em: 21 mar. 2024.

Travaglini, D. A.; Neto, M. P.; Bleinroth, E. W.; Leitão, M. F. F. Banana passa: princípios de secagem, conservação e produção industrial. Campinas: ITAL, 1993, 73p.

Villadiego *et al* Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios, **Revista Ceres**, v.2, n. 300, p. 1-23, 2005.