



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL  
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

**ADAILMA AMÉRICO DE OLIVEIRA MENDONÇA**

**REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
FRUTOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**PETROLINA - PE  
2023**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO  
CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL  
PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

**ADAILMA AMÉRICO DE OLIVEIRA MENDONÇA**

**REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE  
FRUTOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Monografia apresentada ao curso de Pós-graduação *Lato Sensu* em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas, ofertado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista.

Orientadora: Dra. Ana Elisa Oliveira dos Santos

**PETROLINA - PE  
2023**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

M539 Mendonça, Adailma Américo de Oliveira.

Revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de frutos : Uma revisão bibliográfica / Adailma Américo de Oliveira Mendonça. - Petrolina, 2023.  
47 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas) -Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina Zona Rural, 2023.  
Orientação: Prof. Dr. Ana Elisa Oliveira dos Santos.

1. Pós-colheita. 2. Frutas. 3. Hortaliças-fruto. 4. Conservação. I. Título.

CDD 631.56

---



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA**  
**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO SERTÃO PERNAMBUCANO**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**CAMPUS PETROLINA ZONA RURAL**  
**PÓS-GRADUAÇÃO LATO SENSU EM PÓS-COLHEITA DE PRODUTOS HORTIFRUTÍCOLAS**

A monografia “REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA”, autoria de Adailma Américo de Oliveira Mendonça, foi submetida à Banca Examinadora, constituída pelo IFSertãoPE, como requisito parcial necessário à obtenção do título de Especialista em Pós-colheita de Produtos Hortifrutícolas, outorgado pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano – IFSertãoPE.

Aprovado em 19 de outubro de 2023.

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Ana Elisa Oliveira dos Santos**

Assinado de forma digital por Ana Elisa  
Oliveira dos Santos  
Dados: 2023.10.20 08:36:12 -03'00'

---

Prof. Dra. Ana Elisa Oliveira dos Santos – IFSertãoPE



Documento assinado digitalmente  
**SERGIO TONETTO DE FREITAS**  
Data: 23/10/2023 07:37:50-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr Sérgio Tonetto de Freitas – EMBRAPA Semiárido  
(1º Examinador)

Aline  
Rocha:94533229549

Assinado de forma digital por  
Aline Rocha:94533229549  
Dados: 2023.10.20 11:34:11 -03'00'

---

Prof. Dra. Aline Rocha – IFSertãoPE  
(2ª Examinadora)



Documento assinado digitalmente  
**JANE OLIVEIRA PEREZ**  
Data: 23/10/2023 08:54:53-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dra. Jane Oliveira Perez – IFSertãoPE  
(3ª Examinadora)

Dedico este trabalho de conclusão de curso ao meu esposo Amauri, que foi capaz de suportar todos os meus momentos de dificuldades até aqui. Com muita gratidão no coração por fazer parte da minha vida. Gratidão infinita meu querido.

## **AGRADECIMENTOS**

Esta fase da minha vida é extremamente especial e não posso deixar de expressar minha gratidão a Deus por toda a força, ânimo e coragem que Ele me proporcionou para alcançar minha meta.

Gostaria de expressar minha imensa gratidão à minha orientadora e coordenadora do curso, Ana Elisa, e ao Instituto Federal do Sertão Pernambucano, por me receber de braços abertos e por todas as condições que me proporcionaram durante o tempo de aprendizado enriquecedor. Aos professores, reconheço o enorme esforço, paciência e sabedoria que demonstraram. Foram eles que me forneceram recursos e ferramentas para que eu pudesse me desenvolver um pouco mais a cada dia.

É claro que não poderia esquecer minha família: esposo Amauri, meu filho Vinícius, nora Cláudia, e os netinhos Anna Victória, Anna Gabriela e Vinícius Filho, meus irmãos, Fátima, Regina e Ailton, pois foram eles que me incentivaram e inspiraram com seus gestos e palavras à superar todas as dificuldades.

À todas as pessoas que, de alguma forma, me ajudaram e acreditaram em mim, gostaria de expressar minha gratidão eterna, pois sem elas isso não teria sido possível.

“Um ladrão rouba um tesouro, mas não furta a inteligência. Uma crise destrói uma herança, mas não uma profissão. Não importa se você não tem dinheiro, você é uma pessoa rica, pois possui o maior de todos os capitais: a sua inteligência. Invista nela. Estude!”

Augusto Cury

## RESUMO

As estratégias de preservação pós-colheita foram desenvolvidas com a finalidade de prolongar a durabilidade dos frutos. A ênfase está em empregar métodos que promovam o aumento da vida útil destes, porém, preservando simultaneamente os componentes nutricionais. O objetivo deste trabalho foi elaborar uma revisão bibliográfica sobre revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de frutos. Sendo estudadas pesquisas referentes a aplicação de revestimentos feitos à base de quitosana, gel de aloe vera, hidroxipropilmetilcelulose, pectina, amidos de mandioca e batata, lipídios, proteínas, cera de abelha, poliaminas, alginato de sódio com ou sem aditivos adicionados a esses revestimentos. As coberturas comestíveis em frutos tem como finalidade prolongar a preservação de suas propriedades físico-químicas e fitoquímicas, permitindo a manutenção dessas características. Essa melhoria ocorre através da alteração da atmosfera interna e externa ao redor do fruto contribuindo para diminuir a taxa de respiração, preservando níveis elevados de acidez, retardando o processo de amadurecimento e facilitando a conservação dos mesmos. Um exemplo são os polissacarídeos que desempenham um papel fundamental como matrizes na produção de coberturas comestíveis, destacando-se as gomas, os amido, as pectinas, celulosas, quitosanas, gelatinas, gel de aloe vera e hidroxipropilmetilcelulose. Essas matérias-primas reduzem a perda de umidade das frutos, conservam sua cor e firmeza. A aplicação de coberturas comestíveis nas frutos também permite a incorporação de substâncias bioativas com propriedades funcionais. Este estudo investigou a extensão dos resultados a respeito da vida útil dos frutos por meio da aplicação de coberturas comestíveis. Concluindo que a exploração desses recursos biodegradáveis torna-se uma alternativa para a conservação pós-colheita de frutos. Sendo que, os revestimentos comestíveis analisados possuem propriedades eficientes para conservação do valor nutricional, físico e químicos desses frutos. Porém o que vai validar se funciona ou não será a formulação e concentração destes revestimentos.

**Palavras-Chave:** Frutas. Hortaliças-fruto. Conservação.

## ABSTRACT

Post-harvest preservation strategies were developed with the aim of prolonging the shelf life of the fruits. The emphasis is on employing methods that promote an increase in their useful life, while simultaneously preserving the nutritional components. The objective of this work was to prepare a bibliographical review on edible coatings in post-harvest fruit conservation. Research is being studied regarding the application of coatings made from chitosan, aloe vera gel, hydroxypropylmethylcellulose, pectin, cassava and potato starches, lipids, proteins, beeswax, polyamines, sodium alginate with or no additives added to these coatings. The use of these poorly equipped foods can interfere sensorially and nutritionally. Edible coatings on fruits aim to prolong the preservation of their physicochemical and phytochemical properties, allowing the maintenance of these characteristics. This improvement occurs through alteration of the internal and external atmosphere around the fruit, helping to reduce the rate of respiration, preserving high levels of acidity, delaying the ripening process and facilitating their conservation. An example are polysaccharides that play a fundamental role as matrices in the production of edible coatings, notably gums, starch, pectins, celluloses, chitosans, gelatins, aloe vera gel and hydroxypropylmethylcellulose. These raw materials reduce moisture loss in fruits, preserve their color and firmness. The application of edible coatings to fruits also allows the incorporation of bioactive substances with functional properties. This study investigated the extent of results regarding fruit shelf life through the application of edible coatings. Concluding that the exploitation of these biodegradable resources becomes an alternative for the post-harvest conservation of fruits and vegetables. Therefore, the edible coatings analyzed have efficient properties for preserving the nutritional, physical and chemical value of these fruits. However, what will validate whether it works or not will be the formulation and concentration of these coatings.

**Keywords:** Fruit. Vegetable-fruit. Conservation.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADH - enzima álcool desidrogenase  
ATT - acidez total titulável  
AVG - gel de aloe vera  
CA - cera de abelha  
CMC - carboximetilcelulose  
CO<sub>2</sub> - dióxido de carbono  
CTS - quitosana  
HPMC - hidroxipropilmetilcelulose  
IAL - Instituto Adolfo Lutz  
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IFSertãoPE - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão  
Pernambucano  
LEO - óleo essencial de limão  
M/V - Massa de soluto pelo volume da solução.  
O<sub>2</sub> - oxigênio  
PAL - enzima fenilalanina amônia-liase  
PAM - Produção Agrícola Municipal  
PAs - poliaminas  
Pec - pectina  
pH - potencial hidrogeniônico  
POD - enzima peroxidase  
PPO - enzima polifenoloxidase  
Put - putrescina  
Spd - triamina espermidina  
Spm - tetraamina espermina  
SST - sólidos solúveis totais  
SST/ATT - relação teor de sólidos solúveis totais/acidez total titulável

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	10
2 OBJETIVOS .....	12
2.1 Objetivo geral.....	12
2.2 Objetivos específicos .....	12
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	12
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	13
4.1 Aspectos gerais na conservação pós-colheita de frutos.....	13
4.2 Fisiologia do desenvolvimento dos frutos.....	14
4.3 Conceitos de revestimentos comestíveis .....	16
4.4 Formulações de revestimentos comestíveis na pós-colheita de frutos.....	18
4.4.1. Revestimentos comestíveis à base de cera de carnaúba .....	20
4.4.2 Revestimento comestível à base amidos .....	21
4.4.3 Revestimentos comestíveis à base de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC) .....	22
4.4.4 Revestimento comestível à base de quitosana .....	23
4.4.5 Revestimento comestível à base de poliaminas (PAs).....	24
4.4.6 Revestimento comestível à base de Aloe vera .....	25
4.4.7 Revestimento comestível à base de pectina .....	26
4.4.8 Revestimento comestível à base de proteínas.....	27
4.4.9 Revestimento comestível à base de alginato de sódio.....	28
4.4.10 Óleos essenciais adicionados aos revestimentos comestíveis.....	28
4.5 Aplicação de revestimentos comestíveis na pós-colheita de frutos .....	29
5 CONCLUSÕES .....	35
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

## 1 INTRODUÇÃO

As técnicas de conservação pós-colheita surgiram com o objetivo de aumentar o tempo de vida útil de frutos (PAREEK, 2016). O incentivo está em utilizar e aplicar técnicas que permitam o aumento da vida útil, ao mesmo tempo em que conservam os compostos nutricionais, garantindo a boa aceitação pelos consumidores. Existem diversas técnicas utilizadas, tais como tratamentos térmicos, atmosfera controlada, embalagens ativas e/ou inteligentes, filmes biodegradáveis e revestimentos (RODRIGUES, 2019).

Os revestimentos comestíveis consistem em uma fina camada de matéria-prima, aplicada ao produto, cuja a principal finalidade é de criar uma barreira entre os elementos internos e externos, diminuindo trocas gasosas e perdas, além de melhorar as propriedades mecânicas e proporcionar efeitos antimicrobianos ou antioxidantes, aumentando, assim, a vida útil dos alimentos (PASCALL; LIN, 2013).

Algumas características são necessárias para que um revestimento seja considerado de boa qualidade, tais como: impedir a perda das qualidades sensoriais; reduzir as atividades bioquímicas; evitar a entrada e proliferação microorganismos; evitar contaminação e o desenvolvimento de doenças; obter uma cobertura semi-permeável que reduz as trocas gasosas e atrase a senescência e ser transparente, inodoro e insípido (PAVLATH, 2009).

A aplicação de filmes biodegradáveis na superfície de alimentos, como frutas e hortaliças, é viável, uma vez que esses filmes possuem uma fina camada de material biopolimérico comestível, podendo ser aplicados tanto em alimentos in natura quanto minimamente processados. Eles criam uma barreira semi-permeável que tem como objetivo principal criar uma membrana entre o produto e o ambiente, reduzindo a permeação de gases essenciais para a atividade respiratória. Além disso, podem ser utilizados como carreadores de componentes ou conservantes, criando uma barreira contra a imobilização e infestação de patógenos (HASSAN et al., 2018).

Isso destaca a necessidade de desenvolver novas tecnologias que mantenham a qualidade dos produtos pós-colheita. Nesse sentido, a extração de revestimentos comestíveis a partir de diferentes frutos e resíduos, tem oferecido matérias-primas de baixo custo, mostrando-se como uma alternativa para a produção desses revestimentos. Atendendo o médio e o pequeno produtor, em especial os

agricultores da agricultura familiar.

Com esse intuito, o presente trabalho apresenta um breve revisão bibliográfica com informações sobre a utilização de revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de frutos.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma revisão bibliográfica sobre revestimentos biodegradáveis comestíveis, na conservação pós-colheita de frutos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Referenciar diferentes revestimentos comestíveis, na pós-colheita de frutos.
- Verificar as vantagens e desvantagens desses revestimentos na conservação pós-colheita de frutos.
- Descrever os resultados obtidos em estudo com revestimentos comestíveis, visando prolongar a vida útil de prateleira de frutos.

## **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho refere-se a uma revisão bibliográfica sobre aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de frutos.

A busca por esses materiais foi realizada com a ajuda do Google Acadêmico, utilizando bases de dados como Scielo e Scopus. A coleta dos artigos foi feita de forma qualitativa, de acordo com o objetivo geral da revisão, com um recorte temporal, de 20 anos, abrangendo o período de 2003 a 2023, preferencialmente. Senso utilizados a maioria artigos escritos em português. As palavras-chave utilizadas para encontrar os artigos essenciais nesta revisão foram: "conservação de frutas e hortaliças-fruto", "biopolímero", "revestimentos comestíveis" e "oxidação lipídica".

## **4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **4.1 Aspectos gerais na conservação pós-colheita de frutos**

O Brasil ocupa a terceira posição como maior produtor mundial de frutos, ficando atrás apenas da China e da Índia, de acordo com a ABRAFRUTAS – Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados (2022). Devido à extensa área territorial e à diversidade climática, o país favorece o cultivo de diversas espécies em diferentes regiões (ABRAFRUTAS, 2023).

Porém o setor das hortícolas é difícil afirmar qual posição ele ocupa pois enfrenta uma carência significativa de dados quantitativos, principalmente devido à predominância da produção realizada por pequenos e médios agricultores no Brasil. Como a agricultura familiar desempenha um papel fundamental nessa atividade, a disponibilidade de dados secundários específicos para esse segmento é bastante limitada, o que torna um desafio significativo a tarefa de quantificar toda a cadeia de produção de hortaliças (ABRAFRUTAS, 2022).

Esses alimentos apresentam uma alta perecibilidade, o que representa um desafio para a pós-colheita desses produtos e em especial para a exportação (GUASSO, 2015). Aproximadamente, cerca de 30 a 40% dos frutos produzidos no Brasil são perdidos durante a etapa de pós-colheita, sendo afetadas ou danificadas por insetos, microorganismos e condições inadequadas durante o transporte, armazenamento e comercialização (HASSAN et al., 2018). É importante destacar que essas perdas ocorrem desde o momento da colheita e ao longo de toda a cadeia produtiva, incluindo embalagem, transporte, armazenamento e vendas no atacado, varejo e consumo. Apesar de significativas, essas perdas são negligenciadas, com a falta de dados científicos precisos; não sendo possível mensurar de fato a quantidade de perdas totais em uma região ou país; o que dificulta a obtenção de números reais (ROSA et al., 2018).

As perdas podem ser classificadas em três categorias: bióticas (causadas por doenças patogênicas), abióticas (decorrentes de distúrbios fisiológicos ou desordens) e físicas (principalmente danos mecânicos). Geralmente, os países menos desenvolvidos apresentam maiores perdas devido a técnicas inadequadas de colheita, armazenamento e transporte, bem como a características fisiológicas dos

produtos (HOLT et al., 1983; HASSAN et al., 2018).

Para fazer a escolha certa em relação às técnicas pós-colheita adequadas, é essencial compreender a fisiologia dos frutos e considerar toda a logística envolvida na cadeia, a fim de evitar problemas decorrentes de manuseio inadequado, transporte ineficiente e armazenamento precário (WATSON et al., 2015; ROSA et al., 2018).

Algumas dessas tecnologias incluem o uso de embalagens com atmosfera modificada, armazenamento em atmosfera controlada, aplicação de revestimentos comestíveis, implementação de sistemas de rastreabilidade, além do desenvolvimento de variedades geneticamente melhoradas para aprimorar tanto a qualidade sensorial quanto a nutricional dos produtos (ROSA et al., 2018).

## **4.2 Fisiologia do desenvolvimento dos frutos**

De acordo com a definição tradicional, o fruto é descrito como o ovário que se desenvolve e contém sementes maduras. Além disso, é possível conceituá-lo como um órgão constituído por um ou mais ovários desenvolvidos, aos quais podem se juntar outras estruturas acessórias. Ao amadurecer, frutos de diversas espécies desenvolvem cores vibrantes, aromas agradáveis e tornam-se suculentos, o que os torna atrativos para animais que apreciam seu sabor e se alimentam deles. (BEVILACQUA, 2013). As Hortaliças-fruto podem ser consumidas verde ou madura, toda ou em parte. Algumas são: melancia, pimentão, quiabo, ervilha, tomate, jiló, berinjela, abóbora (VILAS BOAS et al., 2001).

O processo de desenvolvimento do fruto é composto por quatro fases distintas: crescimento, maturação, amadurecimento e senescência. Durante a fase de crescimento, ocorre uma rápida divisão ou alongamento celular. Já a fase de maturação é caracterizada por alterações físicas e químicas que afetam diretamente a qualidade sensorial do fruto. A maturação ocorre de forma sobreposta à fase de crescimento e culmina no amadurecimento do fruto, quando este se torna apropriado para o consumo, devido a modificações desejáveis em sua aparência, sabor, aroma e textura (VILAS BOAS et al., 2001).

As fases do desenvolvimento dos frutos são caracterizadas por alterações na estrutura, fisiologia e bioquímica das células, culminando na maturação, amadurecimento e, por fim, na senescência. O amadurecimento é a etapa final da maturação, marcada pelo amolecimento da polpa e desenvolvimento do aroma e

sabor dos frutos (LUVIELMO; LAMAS, 2013).

Os frutos apresentam diferentes comportamentos em relação à síntese de etileno e à respiração durante o amadurecimento, o que pode acelerar o processo de deterioração. Esses frutos podem ser classificados em dois grupos: climatéricos e não-climatéricos. Os frutos climatéricos são caracterizados por apresentarem um aumento repentino na taxa de respiração e na síntese de etileno durante o seu desenvolvimento. Geralmente, a colheita dos frutos climatéricos ocorre quando ainda estão verdes, com o objetivo de facilitar o manuseio e prolongar seu tempo de conservação. Por outro lado, os frutos não-climatéricos não apresentam esse aumento na taxa respiratória e na produção de etileno; portanto nos frutos não-climatéricos o amadurecimento adequado só ocorrerá quando o fruto ainda estiver ligado na planta, ou seja, só podem ser colhidos quando atingirem o nível de maturação adequado para consumo (BARRY; GIOVANNONI, 2007).

O estágio de maturação desempenha um papel crucial no desenvolvimento do sabor sendo um dos principais fatores que influenciam a composição química e o valor nutricional das frutas, especialmente aquelas que são climatéricas. À medida que o fruto amadurece, em especial as frutas, ocorre um aumento gradual na concentração de açúcares, uma redução na acidez e a biossíntese de compostos voláteis responsáveis pelo aroma e sabor característicos dos produtos. Essas mudanças ocorrem ao longo do processo de maturação, até que esteja completamente madura (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A vida curta dos frutos ocorre devido à composição do alimento, à atividade de água e principalmente, a fatores externos como temperatura, luz e oxigênio. Para auxiliar na conservação desses alimentos, os processos que influenciam sua deterioração devem ser controlados, e o desafio principal é alcançar isso sem prejudicar as características nutritivas e sensoriais. Opções como remoção de umidade, acidificação e adição de açúcar e conservantes são alternativas inviáveis, pois comprometem as principais características dos alimentos (TORREZAN, 2018).

Em busca de soluções para prolongar a vida útil dos frutos, estão sendo estudadas novas tecnologias baseadas em embalagens comestíveis e biodegradáveis. Essas estão ganhando destaque, pois aumentam a vida útil de prateleira dos frutos e ajudam a reduzir o uso de plásticos, que têm sido responsáveis pelo aumento da poluição nos últimos anos. Isso ocorre porque o uso de plásticos e

filmes à base de petróleo é amplamente utilizado para embalar esses alimentos (CARVALHO; PLÁCIDO, 2022).

### **4.3 Conceitos de revestimentos comestíveis**

A aplicação de revestimentos comestíveis em frutos tem sido explorada de maneira benéfica para reduzir a taxa de respiração e a perda de umidade dos alimentos. A taxa de respiração está inversamente relacionada à vida útil desses itens. Isso ocorre devido à transmissão de compostos respiratórios que influenciam os processos metabólicos vinculados a parâmetros de qualidade, como firmeza, teor de açúcar, aroma e sabor. Isso é alcançado pela diminuição da velocidade da taxa de respiração e das reações bioquímicas de deterioração (SALTVEIT, 2016).

A temperatura também exerce um impacto significativo nessas taxas, pois, conforme a regra de Van't Hoff, a velocidade de reações biológicas aumenta de 2 a 3 vezes para cada aumento de 10 °C na temperatura de armazenamento (SALTVEIT, 2016). Embora não elimine diretamente os microrganismos, a refrigeração contribui para reduzir seu ciclo de reprodução, retardando assim a deterioração dos alimentos (VIEIRA, 2014).

Existem diferenças na nomenclatura entre revestimento comestível e filme comestível. O revestimento comestível é uma solução aplicada diretamente no fruto a ser protegido. Já o filme comestível é uma película fina formada a partir de uma solução aplicada ao fruto. Atualmente, os materiais utilizados nesses revestimentos podem ser classificados em duas categorias: hidrofóbicos, que são indicados para frutas com alta taxa de transpiração e que sofrem principalmente desidratação; e hidrofílicos, mais adequados para superfícies brilhantes e fatiadas, com maior molhabilidade ou presença de cargas superficiais. Esses materiais têm afinidade com a água, preservando o aspecto hidratado e a superfície brilhante dos produtos (ZARITZKY, 2011).

Os revestimentos comestíveis necessitam atender a uma série de requisitos essenciais, incluindo propriedades de barreira adequadas para água, gases e outras substâncias relevantes; capacidade de solubilidade em água e gordura; cor e aparência adequadas; além de propriedades mecânicas e reológicas satisfatórias. Uma característica crucial deles é a não toxicidade, o que se torna especialmente

importante quando são aplicados em frutos in natura, seja em sua forma inteira ou minimamente processada. Produtos frescos são bastante sensíveis à perda de água, resultando em enrugamento, perda de turgescência e deterioração da textura. Portanto, é relevante que esses revestimentos possuam propriedades de barreira eficazes contra a perda de água. Algumas propriedades gerais dos revestimentos comestíveis são função antimicrobiana (fungos e bactéria); propriedades térmicas, mecânicas e óticas; substâncias relevantes (solubidade); barreiras de gases, aroma e desidratação; não toxicidade (ARQUELAU et al., 2019).

Além disso, a escolha do tipo de plastificante e aditivos utilizados nos revestimentos comestíveis também requer análise criteriosa, uma vez que esses elementos podem modificar suas propriedades. Diversos estudos têm sido conduzidos para aprimorar as características físicas, mecânicas e de barreira tanto dos revestimentos como dos filmes comestíveis, utilizando diferentes matrizes, como amido, quitosana, farinha etc. (NALLAN CHAKRAVARTULA et al., 2019).

Os filmes biodegradáveis e os revestimentos comestíveis têm se destacado significativamente devido às suas vantagens em comparação com os polímeros sintéticos amplamente utilizados na indústria de embalagens de alimentos, como o poliestireno, polietileno e cloreto de polivinila. Esses polímeros são comumente empregados para preservar produtos lácteos, carnes e vegetais frescos. No entanto, a crescente atenção voltada para os filmes biodegradáveis e os revestimentos comestíveis se deve ao fato de que eles oferecem benefícios superiores (DEHGHANI et al., 2018).

De acordo com Sharifimehr et al. (2019) os revestimentos comestíveis têm a finalidade de reduzir a atividade metabólica e a perda de água, melhorando o aspecto visual e prolongando a vida útil de produtos hortifrutícolas. Os filmes e revestimentos comestíveis são considerados inovações no campo das embalagens ativas biodegradáveis, podendo proporcionar maior segurança, propriedades funcionais e sensoriais, além de preservar a qualidade dos alimentos embalados.

Para Tavassoli-Kafrani et al. (2016), tanto os revestimentos comestíveis quanto os filmes comestíveis podem ser empregados como portadores de agentes antimicrobianos, oferecendo várias vantagens em relação aos revestimentos convencionais. Essas vantagens incluem melhor espalhamento, difusividade e solubilidade. O desempenho desses depende dos materiais utilizados, bem como de

suas principais características. Fatores como solubilidade, densidade, viscosidade, tensão superficial, entre outros, influenciam as propriedades de barreira, mecânicas e óticas desses revestimentos.

É importante notar que, comparados aos filmes sintéticos, os revestimentos e filmes comestíveis geralmente apresentam uma permeabilidade e propriedades mecânicas menos eficientes, o que limita seu uso a aplicações específicas. Nesse sentido, é fundamental entender que eles não têm o propósito de substituir completamente as embalagens tradicionais. Acredita-se que a fusão de ambos trará a proteção adequada para os alimentos podendo ser aprimorada por meio da combinação de embalagens comestíveis para a primeira camada que são as cascas e embalagens não comestíveis para evitar danos mecânicos. A utilização de embalagens secundárias é frequentemente necessária por motivos higiênicos e de manuseio (SHARIFIMEHR et al., 2019).

Portanto, a seleção dos filmes e materiais de revestimento deve ser feita considerando o tipo de alimento a ser protegido. Em linhas gerais, os lipídios são utilizados para reduzir a transmissão de água; polissacarídeos são empregados para controlar a difusão de oxigênio e outros gases, enquanto os filmes à base de proteínas fornecem estabilidade mecânica (COSTA et al., 2018).

#### **4.4 Formulações de revestimentos comestíveis na pós-colheita de frutos**

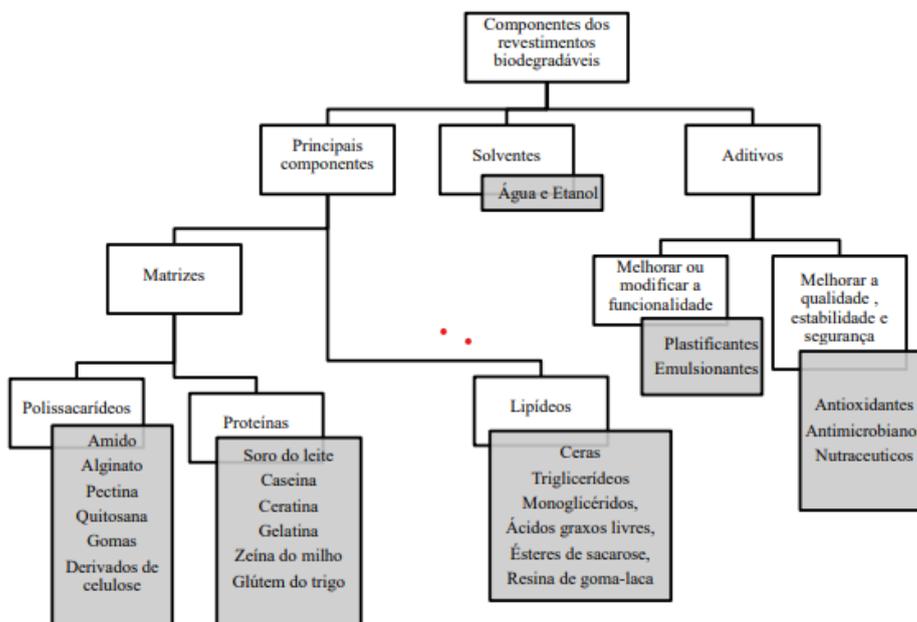
Observa-se um avanço na fabricação de revestimentos comestíveis, envolvendo a utilização de amidos, proteínas, lipídios, ou a combinação de outras coberturas comestíveis e aditivos. Um exemplo ilustrativo é o emprego de extratos de ervas, tais como gel de *Aloe vera*, extrato de Capim-limão e Alecrim, entre outros. Essas plantas apresentam propriedades antimicrobianas e contêm vitaminas, antioxidantes e minerais essenciais (HASSAN et al., 2018). A aplicação de filmes e coberturas comestíveis varia em termos de procedimento: as coberturas são diretamente aplicadas e formadas sobre o alimento, ao passo que os filmes são previamente formados de maneira separada e, posteriormente, aplicados sobre o produto.

Segundo Carvalho Filho (2000), tanto filmes quanto coberturas comestíveis referem-se a camadas finas de material que são aplicadas sobre os alimentos, podendo ser feitas por meio de imersão ou pulverização. Alguns dos principais

componentes dos revestimentos comestíveis estão no fluxograma abaixo (Figura 1).

O fluxograma a seguir apresenta as etapas, de maneira simplificada, do preparo e utilização das coberturas comestíveis nos produtos vegetais.

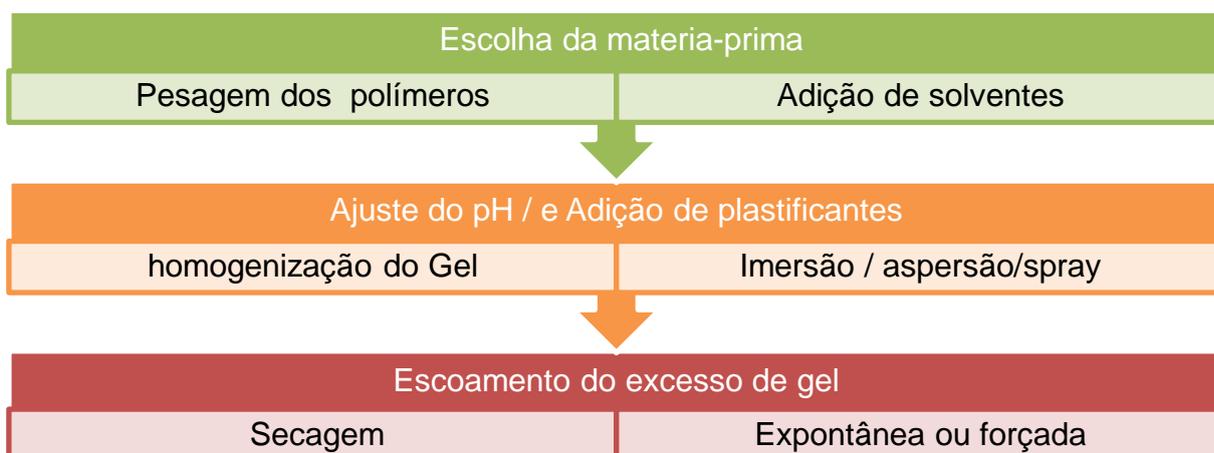
Figura 1: Componentes dos revestimentos biodegradáveis



Fonte: Salgado et al. (2015)

A formação de filmes e revestimentos comestíveis pode ocorrer por meio de um dos seguintes mecanismos: I - fusão e solidificação: que é aplicada para gorduras sólidas e ceras; II - coacervação simples: na qual um hidrocolóide disperso em solução aquosa é precipitado, podendo ser alcançado através da evaporação de um solvente (secagem), pela adição de um soluto não eletrólito, que provoque a precipitação ou combinação dos componentes, ou ainda pela modificação do pH da solução; III - coacervação complexa: que consiste em obter a precipitação pela mistura de duas soluções de hidrocolóides com cargas elétricas opostas; IV - gelificação ou coagulação térmica: onde as macromoléculas são submetidas ao aquecimento, levando à desnaturação, formação de gel e precipitação; V - interferência entre duas substâncias que interagem, resultando na formação de um polímero complexo (VILLADIEGO et al., 2005).

Figura 2: Etapas para utilização de revestimentos comestíveis



Fonte: Elaborado pela autora (2023)

#### 4.4.1. Revestimentos comestíveis à base de cera de carnaúba

Os lipídios demonstram uma eficaz capacidade de resposta à perda de umidade, sendo a cera de carnaúba destacada como um dos biopolímeros lipídicos mais eficientes nesse aspecto (JORGE; LUNARDI, 2005). Essas ceras consistem em ésteres provenientes da combinação de ácidos carboxílicos com álcoois de cadeia longa. Em geral, apresentam maior rigidez e fragilidade, são menos oleosas em comparação com as gorduras, e exibem maior resistência à hidrólise e à decomposição, desempenhando, portanto, um papel protetor significativo (VIEIRA, 2003).

Desde os anos 30, diversas ceras, incluindo a de carnaúba, a de abelha, a de parafina, entre outras, têm sido comercialmente empregadas como revestimentos protetores para frutos frescos. Essa prática visa reduzir a abrasão da superfície durante a manipulação da fruto (LAWRENCE; IYENGAR 1983; WARTH, 1986). A aplicação da cera de carnaúba é autorizada pela Anvisa e pelo FDA (Food and Drug Administration, EUA), e possui alto valor comercial (FREITAS et al., 2019).

A cera de carnaúba é originária da carnaubeira (*Copernicia prunifera*), uma planta característica do Nordeste brasileiro, com maior predominância nos Estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte. Essa cera tem sido comercializada por várias empresas com marcas variadas, diversas proporções e combinações. É possível utilizar essa cera em produtos nos quais a casca é consumida, uma vez que não apresenta qualquer ameaça à saúde. Além de conferir brilho, a cera de carnaúba reduz a perda de umidade e de componentes voláteis dos produtos, sendo facilmente

removida com água, quando necessário (HAGENMAIER; BAKER, 1994; FREITAS et al., 2019).

A cera de carnaúba é amplamente utilizada e conhecida na conservação de frutos. É considerada uma cera natural de alta dureza, com um ponto de fusão maior do que qualquer outra cera natural, e tem baixa solubilidade. Além disso, a cera de carnaúba tem sido empregada como aditivo alimentar, desempenhando funções como regulador de acidez, agente de massa, entre outros, frequentemente incorporada a outras ceras para aumentar o ponto de fusão, a dureza, a resistência e o brilho. (MOTAMEDI et al., 2018; FREITAS et al., 2019).

Esta cera é reconhecida como uma substância Generally Recognized as Safe (GRAS) e é autorizada para uso em revestimentos de frutas e legumes frescos, em gomas de mascar, em confeitos, molhos, com a única restrição sendo a observância das boas práticas de fabricação (HERNANDEZ, 1991).

#### **4.4.2 Revestimento comestível à base amidos**

Algumas técnicas têm sido utilizadas para minimizar as perdas pós-colheita de produtos hortícolas entre as quais está a aplicação superficial de solução de amido de milho e fécula de mandioca gelatinizadas que, quando desidratadas, podem formar películas resistentes e transparentes (ROCHA et al., 2014).

O amido é o segundo polímero mais abundante no planeta após a celulose, é constituído por moléculas de glicose dispostas em forma linear (amilose) e ramificada (amilopectina). Sua utilização é amplamente difundida devido à sua versatilidade, abundância, baixo custo e propriedades protetoras benéficas, especialmente na preservação de frutas e hortaliças (TAPPIBAN et.al., 2018).

Contudo, devido às variações no tamanho de partícula, forma, composição de amilopectina e amilose, cristalinidade, entre outros fatores, nas diferentes fontes de amido vegetal, os filmes produzidos a partir desses amidos como matrizes apresentam propriedades consideravelmente distintas (WANG et. Al., 2017; BASIAK, 2017).

A obtenção do biofilme a base de amido baseia-se no princípio da geleificação desse produto, que ocorre através da diluição em água a 70°C. Os biofilmes apresentam geralmente bom aspecto, não são pegajosos, são brilhantes e transparentes, melhorando o aspecto visual dos frutos e não são tóxicos, podendo,

portanto, ser ingeridos juntamente com o produto tratado. Além disso, podem ser removidos com água e apresentam-se como um produto comercial de baixo custo (CEREDA et al., 1995 citados por HENRIQUE; CEREDA, 1999).

O revestimento filmogênico à base de amido é um tipo de película que pode proteger o produto embalado contra agentes microbiológicos, danos físicos e trocas gasosas, aumentando assim sua vida útil (ROCHA et al., 2014).

De acordo com Bonilla et al. (2013) as películas produzidas de amido apresentam um vasto potencial devido às suas propriedades econômicas, flexibilidade, transparência, biodegradabilidade e caráter comestível, no entanto, apresentam diversas limitações, incluindo alta permeabilidade ao vapor de água, notável hidrofília e insuficiente resistência mecânica, especialmente em termos de alongamento até a ruptura, levando à fragilidade em ambientes de baixa umidade.

Embora esse polissacarídeo tenha amplas aplicações industriais, é importante mencionar que enfrenta desafios em termos de propriedades mecânicas e resistência à umidade. Portanto, ajustes e modificações em suas propriedades físico-químicas são frequentemente realizados para adaptá-lo ao produto final (DAI et al., 2019).

Por conseguinte, a incorporação de agentes plastificantes é necessária para aprimorar suas propriedades, e o glicerol é um dos compostos comumente empregados para esse propósito (DOMJÁN et al., 2009; LI et al., 2015).

#### **4.4.3 Revestimentos comestíveis à base de hidroxipropilmetilcelulose (HPMC)**

HPMC é um tipo de éter de celulose solúvel em água amplamente utilizado devido às suas propriedades de formação de película. É um polímero semissintético caracterizado por uma estrutura principal semelhante à celulose, mas com a presença de substituintes metoxila e hidroxipropila nas unidades de glicose, modificando assim, suas propriedades e solubilidade. Tem um impacto mínimo no sabor e aroma dos alimentos, sendo reconhecido como um aditivo alimentar E464 pelo Conselho Relativo aos Aditivos Alimentares da Comissão Europeia, conforme estabelecido no Regulamento nº 1130/2011 (WRONA et al., 2017).

Os revestimentos elaborados com HPMC são desenvolvidos com o intuito específico de controlar a passagem de oxigênio (O<sub>2</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>),

resultando na criação de um ambiente que retarda o processo de amadurecimento da fruto, ao suprimir a respiração, metabolismo e a expressão de genes associados à senescência (TRAN et al., 2015).

Sua alta impermeabilidade aos gases limita sua aplicação como revestimento vegetal quando utilizado isoladamente. No entanto, quando combinado com cera de abelha em diferentes concentrações, forma uma matriz polimérica semipermeável aos gases e com ótimas propriedades de barreira à água. Essa combinação resulta em um revestimento com características distintas e um grande potencial para uso em frutas frescas pós-colheita (PÉREZ-GAGO et al., 2002).

O HPMC não oferece uma barreira eficaz contra a perda de água devido à sua natureza hidrofílica (SOTHORNVIT, 2009). Uma abordagem para aprimorar a eficácia de um revestimento é a combinação de materiais lipídicos com polissacarídeos, resultando na formação de revestimentos compostos (PEREZ-GAGO E KROCHTA, 2005).

Porém é crucial considerar que concentrações reduzidas de oxigênio podem induzir a respiração anaeróbica, potencialmente resultando na produção de sabores e odores indesejáveis. Portanto, ao desenvolver revestimentos comestíveis à base de HPMC, é importante ponderar cuidadosamente sobre a concentração a ser empregada na sua produção (BENÍTEZ et al.; 2014).

#### **4.4.4 Revestimento comestível à base de quitosana**

Segundo Cerqueira et al. (2011) a quitosana é um polissacarídeo de origem natural, amplamente disponível no comércio a um custo acessível. Esse aminopolissacarídeo é obtido da desacetilação da quitina, presente naturalmente em crustáceos, insetos e fungos.

Devido à sua natureza como um polímero natural, biodegradável, amplamente disponível e não tóxico, a quitosana tem sido sugerida como um material atrativo para várias aplicações, especialmente em campos como engenharia, biotecnologia e medicina (GALINDO et al., 2020).

Suas aplicações mais comuns incluem seu uso como alimento funcional, substância hipoglicêmica, agente de remoção de impurezas em tratamento de água, promotor de regeneração de tecidos epiteliais, analgésico e redutor de lipídeos plasmáticos. Além disso, esse polímero pode ser empregado como um filme plástico

antimicrobiano para cobrir frutas e vegetais frescos (SANTOS, 2012).

Ao ser utilizado como revestimento em vegetais, a quitosana pode desempenhar uma dupla função na interação entre patógeno e hospedeiro. Isso se traduz na sua capacidade de manifestar atividade antifúngica, atrasando o crescimento micelial, reduzindo a germinação de conídios e causando alterações morfológicas no tubo germinativo de algumas espécies de fitopatógenos. Além disso, a quitosana pode induzir a ativação de mecanismos bioquímicos de defesa na planta, como o aumento na produção de compostos fenólicos e a redução da atividade de enzimas como a polifenoloxidase (LIU et al., 2007).

Conhecida por sua atividade antimicrobiana, exercendo essa ação por meio de uma interação eletrostática entre os grupos amino carregados positivamente e as cargas negativas presentes na superfície da célula bacteriana, interferindo na integridade da membrana e restringindo seu processo de replicação. Esse revestimento tem sido amplamente utilizado para proteger frutas e suas partes contra desidratação, redução da respiração, manutenção da firmeza e preservação da coloração (GALINDO et al., 2020).

De acordo com Ali et al. (2011) ao ser aplicada sobre a superfície dos frutos, a quitosana cria uma película semipermeável que contribui para diminuir a taxa de respiração, preservar a firmeza e a coloração, além de prevenir a desidratação dos vegetais. Dessa maneira, ela desempenha um papel significativo em mitigar as modificações que ocorrem no período pós-colheita.

#### **4.4.5 Revestimento comestível à base de poliaminas (PAs)**

As poliaminas (PAs), principalmente a diamina putrescina (Put), a triamina espermidina (Spd) e a tetraamina espermina (Spm), são compostos orgânicos presentes em todos os organismos vivos (HANDA; MATTOO, 2010). As PAs também desempenham um papel nos processos de desenvolvimento das plantas, como morfogênese, amadurecimento de frutas e resposta a estresses bióticos e abióticos (ZIOSI et al., 2006).

A biossíntese envolve a interação complexa entre duas classes de hormônios, poliaminas e etileno, que desempenham diversas funções no crescimento e desenvolvimento das plantas. A comunicação entre esses elementos ocorre em vários níveis, e relatos de diferentes autores frequentemente apresentam perspectivas

contrastantes (HANDA; MATTOO, 2010).

Pesquisas realizadas em ambientes controlados indicam que poliaminas têm a capacidade de reprimir a produção de etileno em diversos frutos e partes vegetativas. Em contrapartida, o etileno demonstra a habilidade de diminuir a concentração de poliaminas (HANDA; MATTOO, 2010).

No entanto a síntese do etileno e das poliaminas estão associada à incorporação do grupo aminopropil da S-adenosilmetionina (SAM) que em certas condições acontece uma competição pela SAM podendo limitar a produção de etileno ou das poliaminas (BUCHANAN et al., 2000).

O mecanismo pelo qual as poliaminas exercem sua ação antienvhecimento pode estar relacionado à sua interação com a membrana, prevenindo assim peroxidação lipídica e os processos proteolíticos. Além disso, essas substâncias podem inibir a síntese de etileno, um hormônio ligado ao envelhecimento, ao inibir a enzima ACC sintase (BESFORD et al., 1993).

De acordo com Lee e colaboradores (1997), as poliaminas inibem a produção de etileno ao reduzir a atividade da sintase do ACC e da oxidase do ACC. Em contrapartida o etileno pode inibir a formação de poliaminas ao reduzir a atividade da descarboxilase da arginina (ADC) e da descarboxilase do SAM (SAMDC) (BESFORD et al., 1993).

#### **4.4.6 Revestimento comestível à base de Aloe vera**

O gel de Aloe vera (AV) é extraído das folhas da planta *aloe vera* é uma planta suculenta tropical da família *Aloaceae*. O gel resultante é denso, sem cor e é enriquecido com polissacarídeos, aminoácidos, carboidratos, vitaminas, sais minerais, ácidos orgânicos e compostos fenólicos. Adicionalmente, exibe propriedades anticancerígenas, antioxidantes, anti-inflamatórias e antimicrobianas (MAAN et al., 2021).

O gel de *Aloe vera* atua como uma barreira eficaz contra a produção de oxigênio e umidade, levando à diminuição da taxa respiratória em frutas climatéricas. Além disso, ele desempenha um papel crucial no controle das alterações de cor e exibe propriedades antifúngicas. Portanto, emerge como uma alternativa promissora para substituir os biopolímeros sintéticos. O gel de Aloe vera é amplamente empregado em revestimentos de produtos vegetais devido às suas propriedades

antimicrobianas e capacidade de reduzir a perda de umidade e água (YOUSUF et al, 2021).

#### **4.4.7 Revestimento comestível à base de pectina**

A origem do nome pectina deriva do grego "pectos", que significa gelatinizado ou solidificado. Sua descoberta ocorreu em 1790, por Nicolas Louis Vauquelin, mas, foi por volta de 1824 que o químico francês Henri Braconnot descobriu que essa substância, proveniente das frutas, apresentava propriedades gelificantes (VORAGEN et al., 2009).

De acordo com Valés et al. (2015) a pectina é um polissacarídeo de elevado peso molecular, de coloração branca e estrutura amorfa e coloidal, presente em frutas cítricas e possui características espessantes e emulsionantes, além da habilidade de solidificar-se e formar um gel.

A pectina é uma fibra dietética solúvel em água, que possui diversos graus de metoxilação. É um biopolímero composto principalmente por ácido D-galacturônico, unido por ligações glicosídicas  $\alpha$ -(1-4) e resíduos de éster metil ácido galacturônico (VORAGEN et al., 2009).

A pectina é amplamente reconhecida como um coloide, e devido ao seu caráter hidrofílico, devido à presença de grupos polares, ela tem a capacidade de reter uma grande quantidade de água, resultando em uma solução viscosa. Comercialmente, a pectina pode ser processada com açúcares ou amido (VORAGEN et al., 2009).

Os revestimentos comestíveis à base de pectina demonstram uma excelente capacidade de bloqueio ao oxigênio e dióxido de carbono, contribuindo para a preservação do aroma e exibindo boas propriedades mecânicas. Contudo, sua eficácia na prevenção da perda de água é limitada devido à natureza hidrofílica.

É importante notar que os revestimentos comestíveis feitos exclusivamente com pectina pura podem favorecer o crescimento microbiano. Isso ocorre porque a pectina é utilizada como fonte de carbono por bactérias, fungos filamentosos e leveduras (GUTIERREZ-PACHECO et al., 2016).

#### **4.4.8 Revestimento comestível à base de proteínas**

As proteínas empregadas na criação de revestimentos comestíveis ou filmes comestíveis provêm de fontes animais (como a caseína, proteína concentrada ou isolada do soro do leite, colágeno, gelatina e albumina do ovo) ou vegetais (como milho, soja, trigo, semente de algodão, amendoim e arroz). O principal processo para a geração desses filmes proteicos envolve a desnaturação da proteína, induzida por calor, solventes ou alterações de pH, seguida pela união das cadeias peptídicas por meio de novas interações intermoleculares (DEHGHANI et al., 2018).

Esses filmes aderem de forma eficaz a superfícies hidrofílicas dos produtos agrícolas, podendo agir como barreiras para a difusão de oxigênio e dióxido de carbono, sem restringir o movimento da água. Em contraste com polissacarídeos e proteínas, os lipídios não se qualificam como biopolímeros e, portanto, não têm a capacidade de criar filmes coesos por si só. Em vez disso, eles são usados como revestimentos ou combinados com biopolímeros para formar filmes compostos, conferindo uma barreira superior ao vapor de água, devido à sua baixa polaridade (SPASOJEVIĆ et al., 2019).

Um exemplo são os revestimentos a base de gelatinas derivadas das fibras do colágeno, uma glicoproteína contendo pequenas quantidades de galactose e glicose, encontrada na pele, tendões, cartilagens, ossos e tecidos de diversos animais, incluindo suínos, bovinos, frango e escamas de peixes. A gelatina é um polímero composto por uma variedade de aminoácidos distintos, sendo notáveis a presença proeminente de glicina, prolina e hidroxiprolina, os quais desempenham um papel crucial nas suas características gelificantes (POVERENOV et al., 2014; JAMRÓZ et al., 2019).

Devido à sua produção via hidrólise do colágeno, a composição de aminoácidos e estrutura química da gelatina são amplamente influenciadas pelo tipo de colágeno empregado. A gelatina possui propriedades anfífilas, ou seja, sua estrutura contém grupos de aminoácidos hidrofílicos e hidrofóbicos que tendem a migrar para a superfície em soluções aquosas, diminuindo a tensão superficial. Isso resulta em diversas aplicações da gelatina, como estabilização de espumas e emulsões (LUCENA et al., 2017). Essa proteína exhibe propriedades altamente favoráveis na formação de películas, demonstrando-se uma barreira externa eficaz que impede significativamente as interações com o ambiente circundante (JAMRÓZ

et al., 2019).

#### **4.4.9 Revestimento comestível à base de alginato de sódio**

O alginato de sódio é um tipo de polissacarídeo frequentemente empregado na criação de revestimentos comestíveis. Isso se deve às suas características de biodegradabilidade, compatibilidade com organismos vivos, baixa toxicidade e habilidade de formar filmes. Além disso, esse composto químico tem sido utilizado na formulação de diversos produtos alimentícios, pois possui propriedades que permitem a formação de géis e a espessamento de maneira eficaz (NAIR et al., 2020).

O alginato de sódio é obtido a partir de algas marinhas marrons (*Phaeophyceae*) é amplamente conhecido por suas propriedades espessantes, geleificantes e estabilizantes. Sua estrutura consiste em um copolímero linear composto por resíduos de ácido  $\beta$ -D-manurônico (M) e ácido  $\alpha$ -L-gulurônico (G) ligados por ligações glicosídicas (1,4) (NAIR et al., 2020).

Os revestimentos desenvolvidos a partir de alginato de sódio exibem transparência, uniformidade e solubilidade em água. Além disso, esses revestimentos apresentam menor permeabilidade a gorduras, óleos e oxigênio. Essa reduzida permeabilidade tem o potencial de atrasar a oxidação lipídica e a perda de umidade em diversos frutos, contribuindo para a diminuição da perda de massa e do crescimento microbiano (MAHCENE et al., 2020; XU et al., 2020).

A aplicação desses revestimentos também pode desempenhar um papel importante como tecnologia pós-colheita. Isso ocorre porque eles podem retardar o processo de respiração, o amadurecimento e a deterioração microbiana, resultando em um prolongamento do período de armazenamento (PARREIDT et al., 2019).

#### **4.4.10 Óleos essenciais adicionados aos revestimentos comestíveis**

Os óleos essenciais são extraídos de plantas através de técnicas como hidrodestilação, destilação a seco ou métodos mecânicos. Devido à sua capacidade de evaporar facilmente à temperatura ambiente, esses óleos também são referidos como óleos etéricos ou óleos voláteis (SAFITRI et al., 2020).

Além disso, outros óleos essenciais e extratos, como o óleo de gengibre, o óleo de cravo-da-índia, o óleo de hortelã, são utilizados em revestimentos comestíveis

para frutas e hortaliças. Essas ervas são fontes naturais de vitaminas, minerais e antioxidantes que oferecem benefícios para a saúde, atuando como nutracêuticos e medicamentos (HASSAN et al., 2018)

Óleos essenciais são misturas complexas de compostos voláteis produzidos em diversas partes de plantas aromáticas, como folhas, caules, frutos e flores. Essas substâncias são armazenadas em células secretoras, cavidades, canais, células epidérmicas ou tricomas glandulares (MANCIANTI; EBANI, 2020).

Sua relevância para as plantas é notável, conferindo resistência a doenças e proteção contra micro-organismos fitopatogênicos. Além disso, desempenham papéis importantes como inibidores de germinação, na atração de polinizadores e na regulação da perda de água e temperatura (FENG; ZHENG, 2007).

Eles possuem várias propriedades bioativas, tais como: antimicrobiana, efeito conservante, antioxidante, alelo químico, anticancerígeno, antiobesidade e terapêutico (MANCIANTI; EBANI, 2020). Os óleos essenciais têm várias propriedades biológicas com grande potencial para aplicação em alimentos.

Contudo, sua característica volátil à temperatura ambiente pode levar à toxicidade em altas concentrações para os seres humanos e à alteração das características sensoriais dos alimentos devido aos seus intensos aromas. Para contornar esses aspectos desfavoráveis, a utilização de óleos essenciais em revestimentos comestíveis se apresenta como uma opção viável (HAYES; MARKOVIC, 2002).

#### **4.5 Aplicação de revestimentos comestíveis na pós-colheita de frutos**

Pesquisas têm demonstrado o potencial da utilização de revestimentos comestíveis à base de diversos componentes, na conservação pós-colheita de produtos vegetais.

A seguir, serão descritas algumas dessas pesquisas, levando-se em consideração o produto vegetal, o revestimento empregado e os resultados obtidos (Quadro 1).

**Quadro 1: Resumo de aplicação dos principais revestimentos comestíveis e seus respectivos resultados**

REFERÊNCIA	Revestimento	MÉTODO DE APLICAÇÃO / PRINCIPAIS PARÂMETROS ANALISADOS	RESULTADOS DOS PRINCIPAIS PARÂMETROS
<b>BOTREL et al. (2010)</b>	Amido, lactato de cálcio e L-cisteína em pera Williams	Imersão: 3 minuto. Teor sólidos solúveis; acidez titulável e Ph; perda de massa.	A ação da cisteína na inibição do escurecimento enzimático foi observada nos tratamentos 2 e 3, que apresentaram valores de deltaE significativamente menores em relação ao controle (C). Além disso, a contagem de psicotrófilos e enterobactérias foi significativamente reduzida nos tratamentos 2 e T em comparação com o controle, indicando uma menor proliferação de microrganismos. Esses resultados sugerem que o revestimento à base de amido incorporado com lactato de cálcio e L-cisteína pode prolongar a vida de prateleira de peras minimamente processadas, contribuindo para a sua conservação por mais tempo.
<b>SANTOS et al. (2011)</b>	Biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho em mangas 'Tommy Atkins'	Imersão: 1 minuto Perda de massa (%); sólidos solúveis (SS); acidez titulável; pH e firmeza da polpa.	O uso de biofilmes de fécula de mandioca a 2% e amido de milho a 4% reduziram a perda de massa, mantiveram a firmeza e melhoraram o aspecto visual, permitindo um armazenamento por mais tempo sem perda da qualidade dos frutos.
<b>COUTO et al. (2015)</b>	Alginato em pimentão verde	Imersão: 1 minuto Perda de massa; firmeza; atividade da enzima pectinametilesterase.	Os resultados mostraram que os pimentões revestidos com 3% e 1% de alginato de sódio apresentaram maior firmeza em comparação com o grupo de controle, além de uma menor atividade da enzima pectinametilesterase e menor perda de massa fresca ao longo do período de armazenamento. Isso sugere que o uso do revestimento à base de alginato de sódio foi efetivo para conservar a qualidade dos pimentões durante o armazenamento
<b>FONSECA et al. (2016)</b>	Amido de mandioca, alginato de sódio e carboximetilcelulose em goiaba 'pedro sato'	Imersão: 1 minuto Glicose; sólidos solúveis totais; acidez total titulável; pH; Vitamina C; Carotenóides totais; Licopeno e $\beta$ -caroteno.	Independentemente do revestimento aplicado, as goiabas 'Pedro Sato' demonstraram maiores níveis de vitamina C após um período prolongado de armazenamento de 22 dias. Por outro lado, os revestimentos comestíveis feitos de amido e alginato mostraram eficácia em retardar o processo de amadurecimento das goiabas 'Pedro Sato' armazenadas por quatro dias em refrigeração, seguidos de três dias em temperatura ambiente. No que se refere ao conteúdo de licopeno (um antioxidante) e $\beta$ -caroteno (precursores de vitamina A no organismo humano), as goiabas revestidas com amido de mandioca apresentaram as maiores quantidades durante os períodos de armazenamento mais prolongados.
<b>SILVA (2017)</b>	Adição do adjunto óleo de buriti, fécula de mandioca	Imersão: 1 minuto Perda de massa; sólidos solúveis; pH ; acidez titulável e análise microbiológica.	Os revestimentos à base de fécula e pectina ofereceram condições adequadas para o consumo de melancias até o oitavo dia após o processamento, enquanto no caso do melão, apenas os revestimentos de pectina e pectina com óleo de buriti

	e pectina + óleo de buriti em melancia e melão		garantiram a estabilidade microbiológica até o quarto dia de armazenamento. o óleo de buriti não apresentou atividade antimicrobiana nos revestimentos comestíveis utilizados neste estudo.
<b>JONGSRI (2017)</b>	Quitosana + espermidina na doença e qualidades da antracnose em manga 'Nam Dok Mai'	Imersão: 1 minuto Conteúdo de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ; compostos fenólicos totais; Atividade da fenilalanina amônia-liase; atividade da quitinase; atividade de β-1,3-glucanase; atividades de peroxidase; total sde proteínas; Teor de pectina solúvel; firmeza; acidez titulável; teor sólidos solúveis total.	Os resultados mostraram que os frutos inoculadas <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> e revestidas com 1% de CTS combinada com 0,1 ppm de SPD apresentaram a menor área de desenvolvimento de lesões (0-1 cm), enquanto as frutas inoculadas sem revestimento exibiram a deterioração fúngica mais severa (4-5 cm). Além disso, as frutas tratadas com a combinação de CTS e SPD demonstraram uma resposta de defesa da planta mais pronunciada em comparação com o controle e os demais tratamentos. Isso foi evidenciado pela produção elevada de H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> e compostos fenólicos durante o armazenamento, bem como pela indução de atividades de enzimas de defesa, como quitinase, β-1,3-glucanase e peroxidase.
<b>DALLAGNOL LORENÇO (2017)</b>	Fécula de mandioca e antifúngicos naturais em morangos	Imersão: 1 minuto Avaliação da aparência e incidência de <i>Botrytis cinérea</i> ; cor; Perda de massa; Sólidos solúveis; pH e acidez titulável.	Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e observações visuais quanto à infestação fúngica e aparência demonstraram que o grupo tratado apenas com a película de fécula de mandioca foi mais eficaz. No entanto, os grupos tratados com a película adicionada de extratos vegetais não se mostraram mais efetivos que o controle, exceto em algumas amostras tratadas com gengibre. Acredita-se que a baixa interação entre os extratos vegetais e a fécula de mandioca resultou na formação de fissuras na película após a aplicação nos frutos, o que poderia tornar a superfície do fruto suscetível ao ataque fúngico
<b>OLIVEIRA (2020)</b>	Hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha em caju	Imersão: 1 minuto Perda de massa; firmeza; análise de cor; clorofila total; acidez titulável; sólidos solúveis e ratio; açúcares solúveis e redutores; ácido ascórbico; compostos fenólicos totais; atividade antioxidante; taninos totais; peroxidação lipídica; atividade da superóxido dismutase; atividade da catalase; atividade das polifenoloxidase; enzima álcool desidrogenase e as antocianinas.	Os revestimentos mostraram-se eficazes no controle do envelhecimento dos cajus, mantendo a cor, firmeza, teor de sólidos solúveis, acidez, relação entre componentes, açúcares e ácido ascórbico, além de reduzir a perda de massa e o teor de taninos nos frutos revestidos. Dentre os tratamentos testados, aquele com HPMC na concentração de 20g.; 100g-1 de cera de abelha demonstrou ser o mais recomendado para possíveis aplicações comerciais, pois proporcionou um acréscimo de quatro dias na vida útil dos cajus.
<b>PANAHIRAD et al., (2020)</b>	Pectina em ameixa ( <i>Prunus domestica</i> L. cv. "Golden Drop")	Imersão: 1 minuto Medição de acidez titulável; firmeza; vitamina C; sólidos solúveis totais; pH e perda de peso; Compostos fenólicos totais; antocianina total e conteúdo de flavonoides; atividade antioxidante total;	As concentrações de 1% e 1,5% de pectina foram eficazes em aumentar o conteúdo de compostos fenólicos totais e teor de flavonoides, respectivamente, enquanto as outras concentrações tiveram efeitos semelhantes ao grupo de controle. De modo geral, o revestimento comestível à base de pectina a uma concentração de 1,5% apresentou os melhores resultados para a maioria dos parâmetros medidos. Levando em consideração os efeitos do revestimento

		atividades de peroxidase; polifenol oxidase e poligalacturonase total .	comestível à base de pectina nas características antioxidantes dos frutos de ameixa, sua aplicação pode ser considerada como um método promissor para conservar o valor nutricional desses frutos.
<b>SOUZA (2020)</b>	Conservação de mangas 'palmer' com recobrimento comestível de hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha	Imersão: 1 minuto Taxa respiratória; atividade da enzima álcool desidrogenase; acidez titulável; sólidos solúveis e "ratio"; açúcares solúveis e redutores; coloração da casca e da polpa; perda de massa fresca; firmeza; ácido ascórbico; compostos fenólicos totais; flavonoides; carotenoides; atividade antioxidante; atividades de peroxidase e peroxidação lipídica.	Os resultados obtidos na condição ambiente demonstraram que os revestimentos foram eficazes no controle do amadurecimento, preservando a cor da casca e da polpa, a acidez, a firmeza, os sólidos solúveis, o "ratio", os açúcares e o ácido ascórbico. Além disso, os revestimentos reduziram a perda de massa e a incidência de doenças, sem induzir a produção de etanol, mantendo os frutos em estágio pré-climatérico por 15 dias, o que resultou em um aumento de pelo menos 6 dias na vida útil das frutas. O tratamento com 20% de cera de abelha (CA) foi considerado o mais adequado para possíveis aplicações industriais nessa condição de armazenamento.
<b>JESUS FILHO et al. (2020)</b>	Aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de uvas/ Fécula de batata, amido de milho e gelatina	Imersão: 5 minutos Perda de massa; firmeza; análise de cor; antocianinas; acidez titulável; sólidos solúveis e ratio; açúcares Solúveis; sólidos solúveis/acidez total titulável; textura; dureza; coesividade; mastigabilidade; gomosidade; índice de elasticidade e adesividade.	Ao longo do período de armazenamento, todos os revestimentos resultaram em um aumento do pH e uma redução da acidez nas uvas, alcançando uma estabilização após certo tempo, o que não ocorreu para as uvas não revestidas (controle). As uvas sem revestimentos e as revestidas com amido de milho apresentaram maiores reduções nas antocianinas totais. As uvas revestidas foram percebidas sensorialmente de forma diferente em relação à amostra controle. Quanto aos parâmetros de textura, as uvas revestidas com gelatina mostraram menor variação na dureza e uma diminuição da elasticidade em todos os tratamentos. Em comparação com todas as amostras estudadas, a gelatina proporcionou melhores resultados, uma vez que as uvas revestidas com esse material apresentaram maior estabilidade durante os 20 dias de armazenamento.
<b>PINSETTA JUNIOR (2018)</b>	Recobrimento comestível com hidroxipropilmetilcelulose e agentes antiescurecimento em berinjela minimamente processada	Aspersão com pistola: 30 psi de pressão. Perda de massa fresca; firmeza; índice de brancura; Composição gasosa do interior das embalagens; determinação de acetaldeído e etanol; Compostos fenólicos totais; atividade da enzima peroxidase; atividade da enzima polifenoloxidase; atividade da enzima fenilalanina amônia-liase; microrganismos aeróbios mesófilos; coliformes totais e <i>E. Coli</i> .	Os resultados mostraram que o recobrimento com HPMC+40% de cera de abelha reduziu a atividade das enzimas responsáveis pelo escurecimento da berinjela. Além disso, a adição de 0,5% de ácido cítrico ou 1% de ácido ascórbico ao revestimento resultou em menor síntese de compostos fenólicos e menor atividade enzimática relacionada ao escurecimento.

<b>FARINA et al. (2020)</b>	Uso de revestimento comestível à base de gel de <i>Aloe vera</i> com aditivos naturais antiescurecimento e antioxidantes para melhorar a qualidade pós-colheita da maçã 'Fuji' recém-cortada	Pulverizadas: 2 minutos Teor sólidos solúveis; Acidez titulável e Ph ; perda de massa fresca, firmeza. Análise sensorial :aparência; cor da polpa; firmeza; cheiro de maçã; cheiro herbáceo; cheiro de suco; cheiro de semente; se havia odor desagradável; doçura; acidez; amargo; adstringente; crocância ;aspereza; suculência;sabor de maçã; sabor herbáceo; sabor a suco; sabor da semente; se havia sabor desagradável ; avaliação global.	os tratamentos com AVG/HPMC e AVG/LEO atrasaram significativamente os parâmetros relacionados à perda de qualidade pós-colheita. O tratamento AVG/HPMC apresentou um efeito retardador, enquanto o tratamento AVG/LEO atrasou os processos de escurecimento, mantendo uma excelente cor durante o armazenamento refrigerado. Em relação aos compostos próximos, os tratamentos não alteraram sua concentração nos tecidos das fatias de maçã. As análises sensoriais não revelaram efeitos prejudiciais no sabor, aroma ou textura das fatias de maçã tratadas. Os dados obtidos no estudo evidenciaram o efeito positivo do gel de Aloe vera em combinação com LEO e HPMC na qualidade das fatias de maçã como uma técnica inovadora e sustentável para preservar sua qualidade durante o armazenamento refrigerado.
<b>SAPELLI et al. (2020)</b>	Conservação pós-colheita de pêssegos com aplicação de revestimentos aditivados de extrato de erva-mate/fécula de mandioca	Imersão: 30 segundos Teor sólidos solúveis; acidez titulável; perda de massa fresca; coloração da epiderme; firmeza; avaliação <i>in vivo</i> : incidência; índice de infecção; proteínas; peroxidase de guaiacol; polifenoxidase.	Os resultados mostraram que o uso dos revestimentos reduziu a perda de massa dos frutos em 50%, aumentou o teor de sólidos solúveis e intensificou a coloração vermelha dos pêssegos, tornando-os mais atrativos para o consumidor. Além disso, os frutos revestidos apresentaram um aumento na atividade da enzima peroxidase, e o tratamento com aditivo de 15% de extrato de erva-mate inibiu o desenvolvimento da podridão parda nos pêssegos.
<b>OLIVEIRA (2020)</b>	Avaliação físico-química do abacate ( <i>Persea americana</i> mill.) com uso de revestimento comestível produzido à base da pectina do pomelo ( <i>Citrus grandis</i> )	Acidez titulável; teor sólidos solúveis; cor; pressão de turgescência; firmeza; perda de massa fresca.	Os resultados demonstraram que os abacates revestidos apresentaram melhor desempenho em comparação com o grupo controle, especialmente nos parâmetros de perda de massa e teor de sólidos solúveis. Isso sugere que o uso do revestimento foi satisfatório e benéfico para a qualidade dos abacates durante o período de armazenamento.
<b>MACHADO (2020)</b>	Conservação pós-colheita de pimenta de cheiro ( <i>Capsicum</i> ) com aplicação de revestimento à base de pectina extraída do albedo de pomelo	Imersão: 30 minutos Teor sólidos solúveis; Cor; pressão de turgescência e perda de massa.	Os resultados mostraram que as pimentas com revestimento apresentaram melhores resultados em relação às pimentas não revestidas para todos os parâmetros avaliados, exceto para a perda de massa, onde não houve diferença significativa. O revestimento mostrou-se eficaz na manutenção da qualidade das pimentas de cheiro, aumentando a vida útil, pois a película retardou o processo de amadurecimento.
<b>ALMEIDA (2021)</b>	Conservação pós-colheita de abobrinha revestida com cobertura comestível de fécula de	Imersão: 1 minuto Perda de massa (%); sólidos solúveis (SS); acidez titulável; pH e relação SS/AT.	observou-se um comportamento inverso, onde as amostras com 0% de fécula de mandioca apresentaram uma melhor aparência e textura, e os parâmetros físico-químicos exibiram uma tendência linear.

	mandioca/fécula de mandioca		
<b>CARVALHO et al. (2022)</b>	Efeitos da aplicação de revestimentos biodegradáveis na conservação pós-colheita de tomate/de fécula de mandioca + glicerol	Imersão: 1 minuto Colorimetria da casca; perda de massa fresca; firmeza; teor de sólidos solúveis totais; acidez total titulável ; relação SST/ATT e pH.	Os revestimentos à base de fécula de mandioca na concentração de 5% e fécula de mandioca na concentração de 5% combinada com glicerol na concentração de 1% se destacaram na preservação de alguns atributos de qualidade, como perda de massa, firmeza, acidez e cor da casca. Conclui-se que esses revestimentos são alternativas viáveis para preservar a qualidade pós-colheita de tomates quando mantidos em condições de temperatura ambiente.

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

## 5 CONCLUSÕES

- Alguns revestimentos comestíveis apresentam efeitos positivos em prolongar a vida útil de frutos, conferindo-lhes segurança, além de serem biodegradáveis e isentos de toxicidade.
- A utilização dos revestimentos comestíveis tem eficácia quanto a minimização de perda de massa, sem causar alterações substanciais nos frutos, ao mesmo tempo em que, revelam potencial para aprimorar a preservação dos mesmos.
- A eficiência dos revestimentos dependerá do tipo de fruto, estágio de maturação e da formulação e concentração das matérias-primas e aditivos utilizadas.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAFRUTAS. IBGE projeta expansão da produção de frutas no País nos próximos anos. Brasília: **ABRAFRUTAS**, 2023. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/2022/01/ibge-projeta-expansao-da-producao-de-frutas-no-pais-nos-proximos-anos/>>. Acesso em jul 2023.

ABRAFRUTAS. Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo. Associação Brasileira dos Produtores e Exportadores de Frutas e Derivados. Brasília: **ABRAFRUTAS**, 2022. <<https://abrafrutas.org/2019/03/brasil-e-o-terceiro-maior-produtor-de-frutas-do-mundo-diz-abrafrutas/>>. Acesso em jul 2023.

AGRIANUAL: Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: **FNP Consultoria & Agroinformativos**, 2018.

ALI, A., MUHAMMAD, M. T. M., SIJAM, K., SIDDIQUI, Y. Effect of chitosan coatings on the physicochemical characteristics of Eksotika II papaya (*Carica papaya* L.) fruit during cold storage. **Food Chemistry**, 2011. 124, 620–626.

ALMEIDA, J. C. Conservação pós-colheita de abobrinha revestida com cobertura comestível de fécula de mandioca, Urutaí: **A Nutritime Revista Eletrônica**. Vol. 18, Nº 03, maio/jun de 2021. ISSN: 1983-9006

ARQUELAU, P. B. F.; SILVA, V. D. M.; GARCIA, M. A. V. T.; ARAÚJO, R. L. B.; FANTE, C. A. Characterization of edible coatings based on ripe “Prata” banana peel flour. **Food Hydrocolloids**, 2019. 89, 570–578. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2018.11.029>> Acesso em jul 2023.

BARRY C.S., GIOVANNONI J.J. Ethylene and fruit ripening. **Journal of Plant Growth Regulation**, 2007. 26: 143-159.

BOLETIM HORTIGRANJEIRO. Brasília: **Conab**, 2021. v.7, n.5,

BASIAK, W.; LENART, A.; DEBEAUFOR, T, F. Effect of starch type on the physico-chemical properties of edible films. **Int. J. Biol. Macromol**, 2017. 98. 348-356.

BENÍTEZ, S.; SORO, L.; ACHAERANDIO, I.; SEPULCRE, F.; PUJOLÁ, M. Combined effect of a low permeable film and edible coatings or calcium dips on the quality of fresh-cut pineapple. **Journal of Food Process Engineering**. 2014. 37: 91-99.

BESFORD, R. T.; RICHARDSON, C. M.; CAMPOS, J. L.; TIBURCIO, A. F.. Effect of polyamines on stabilization of molecular complexes in thylakoid membranes of osmotically stressed oat leaves. **Plant**, 1993. 189: 201–206.

BEVILACQUA, H. E. C. R. Classificação das hortaliças. Capítulo I - Classificação das hortaliças. Rio de Janeiro: **OrganicsNet**, 2013. Disponível em: <[https://www.cdn.ciorganicos.com.br/wpcontent/uploads/2013manualhorta\\_1253891788.pdf](https://www.cdn.ciorganicos.com.br/wpcontent/uploads/2013manualhorta_1253891788.pdf)>. Acesso em jul 2023.

BONILLA, J.; TALÓN, E.; ATARÉS, L.; VARGAS, M.; CHIRALT, A. Effect of the incorporation of antioxidants on physicochemical and antioxidant properties of wheat starch–chitosan films. **Journal of Food Engineering**, 2013. v. 118, n. 3, p. 271-278,

BOTREL, D. A. et al. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, 2010. v.40, n.8, p.1814-1820.

BRANDÃO FILHO, J.U.T., FREITAS, P.S.L., BERIAN, L.O.S., and GOTO, R., comps. Hortaliças-fruto [online]. Maringá: EDUEM, 2018, 535 p. ISBN: 978-65-86383-01-0. <https://doi.org/10.7476/9786586383010>.

BUCHANAN, B.B.; GRUISSEM, W.; JONES, R.L. Biochemistry & Molecular Biology of Plants. 1ed. American Rockville, Maryland, USA: **Society of Plant Physiologists**, 2000.p. 911-915.

CARVALHO FILHO, C. D. **Conservação de cerejas (*Prunus avium* L.),cv.'Ambrunés', utilizando coberturas comestíveis**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. 180 f.

CARVALHO, A. S. S.; PLÁCIDO, G. R. Embalagens comestíveis para frutas e vegetais: aspectos de segurança de alimentos. **Food Safety Brazil**, 2022. Disponível em: <<https://foodsafetybrazil.org/embalagens-comestiveis-para-frutas-e-vegetais-aspectos-de-seguranca-de-alimentos/>>. Acesso em jul 2023.

CARVALHO, S. A.; FIGUEIREDO NETO, A.; COSTA, M. S.; COSTA, J. D. S.; PEREIRA FILHO, A.; ARAGÃO, C. A. **Effects of the application of biodegradable coatings on post-harvest tomato conservation**. Research, Society and Development 2022. [S. l.], v. 11, n. 9, p. e59011931677. DOI: 10.33448/rsd-v11i9.31677. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31677>>. Acesso em: ago. 2023.

CERQUEIRA, T.S., JACOMINO, A.P., SASAKI, F.F., ALLEONI, A.C.C. Recobrimento de goiabas com filmes proteicos e de quitosana. **Bragantia**, 70(1): 216-221. 2011

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

CHITRAVATHI K, CHAUHAN OP, RAJU PS; Postharvest shelf-life extension of green chillies (*Capsicum annuum* L.) using shellac-based edible surface coatings. **Postharvest Biology and Technology**, 2014. 92: 146–148.

COSTA, M. J.; MACIEL, L. C.; TEIXEIRA, J. A.; VICENTE, A. A.; CERQUEIRA, M. A. Use of edible films and coatings in cheese preservation: Opportunities and challenges. **Food Research International**, 2018. 107, 84–92. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2018.02.013>> Acesso em jul 2023.

COUTO, H. G. S. A.; SENA, E. O. A.; PAIXAO, A. R. C.; SILVEIRA, M. P. C.;

SANTOS, P. L. S.; CARNELOSSI, M. A. G.; OLIVEIRA JUNIOR, L. F. G. **Efeito do uso de revestimento comestível a base de alginato na conservação de pimentão verde**. Aracaju: In: Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças, 2015.

DAI, L.,ZHANG, J.; CHENG, F. Effects of starches from different botanical sources and modification methods on physicochemical properties of starch-based edible films. **Int J Biol Macromol**, 2019. 1,132, 897-905.

DALLAGNOL, KHAROLINE J.P.L; LORENÇO, Anderso Luiz. **Desenvolvimento e Avaliação de Revestimento Comestível com Adição de Antifúngicos Naturais para a Proteção de Morangos**. 58 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR. Francisco Beltrão. 2017.

DEHGHANI, S., HOSSEINI, S. V., & REGENSTEIN, J. M.; Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chemistry**, 240, 505–513. 2018  
<https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2017.07.034>

DHALL, R.K.; Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. **Crit. 458 Rev. Food Sci. Nutr.** 2013. 53(5), 435-450.

DOMJÁN, A.; BAJDIK, J.; PINTYE-HÓDI, K. Understanding of the plasticizing effects of glycerol and PEG 400 on chitosan films using solid-state NMR Spectroscopy. **Macromolecules**, 2009. v.42, n.13, p.4667-4673,

FARINA, V.; PASSAFIUME, R.; TINEBRA, I.; PALAZZOLO, E.; SORTINO, G. Use of *Aloe vera* Gel-Based Edible Coating with Natural Anti-Browning and Anti-Oxidant Additives to Improve Post-Harvest Quality of Fresh-Cut “Fuji” Apple. Palermo, Italy: **Agronomy-Basel**, 2020. v. 10, n. 4, p. 18, DOI: 10.3390/agronomy10040515.

FENG, W., ZENG, X. Essential oils to control *Alternaria alternata* in vitro and in vivo. **Food Control**, 2007. 18, 1126-1130.

FONSECA, M. J. O. ; Soares, A. G.; Barboza, H. T. G., Carvalho, M. A. G., Neves Júnior, A. C. V.; **Uso de revestimento comestível para extensão da vida útil da goiaba ‘pedro sato’**; *Reveng*, 101-110p. Engenharia na agricultura, viçosa - mg, V.24 N.2, MARÇO / ABRIL 2016.

FOOD INGREDIENTS. Dossiê gomas. **Rev. Fi.**, 2015. n.32.

FREITAS, C.A.S.; SOUSA, P.H.M.; SOARES, D.J.; SILVA, J.Y.G.; BENJAMIN, S.R.; GUEDES, M.I.F; Carnauba wax uses in food – a review. **Food Chemistry**, 2019. v.291, p.38-48. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.133>.

GALINDO, M. V., PAGLIONE, I. S., COELHO, A. R., LEIMANN, F. V., SHIRAI, M. A.. Produção de nanopartículas de quitosana e aplicação como revestimento em blendas de amido de mandioca e poli(ácido láctico). **Research, Society and Development**, 2020. 9, 3-15.

GUASSO, L.Z. Padronização, classificação e preferências de consumo de frutas e hortaliças na Ceasa/RS. Porto Alegre: Abril, 2015.

GUTIERREZ-PACHECO, M. M.; ORTEGA-RAMIREZ, L. A.; CRUZVALENZUELA, M. R.; SILVAESPINOZA, B. A.; GONZALEZ-AGUILAR, G. A.; AYALA-ZAVALA, J. F. Chapter 50- Combinational approaches for antimicrobial Packaging: Pectin and cinnamon leaf oil. In: Barros-Velázquez, J. **Antimicrobial food packaging**, 2016. p. 609e617.

HAGENMAIER, R. D., BAKER, R. A. Wax microemulsions and emulsions as citrus coating. **Journal of Agriculture Food Chemistry**, 1994. v. 42, n. 4, p. 899-902.

HANDA A. K.; MATTOO, A. K. Differential and functional interactions emphasize the multiple roles of polyamines in plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, 2010. v. 48, n. 7, p. 540- 546.

HASSAN, B.; CHATHA, S. A. S.; HUSSAIN, A. I.; ZIA, K. M.; AKHTAR, N.; Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. Faisalabad, Pakistan: **International Journal of Biological Macromolecules**, 2018. V. 109, p. 1095–1107, DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097.

HAYES, A. J., MARKOVIC, B. **Food Chem**, 2002.40:535.

HENRIQUE C. M; CEREDA M .P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas. **Ciênc. Tecnol. Aliment**. 1999. 19: 231-233.

HERNANDEZ, E.; BAKER, R. A. Candelilla wax emulsion, preparation and stability. **Journal of Food Science**, 1991. v. 56, n. 5, p. 1392-1387.

HOLT, J.F.; SCHOOR, D.; MUIRHEAD, I.F. Post-harvest quality control strategies for fruit and vegetables. **Agricultural Systems**, 1983. n.10, p.21- 37. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-311632-1.X5031-1>>. Acesso em: jun. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sidra. Censo Agropecuário, 2017. Disponível em:<<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6722>>. Acesso em: 25 jun. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sidra. Produção Agrícola Municipal (PAM)**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: jun. 2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos de análise de alimentos**. São Paulo, 2008. 4ª ed.

JAMRÓZ, E., KULAWIK, P., KRZYSCIAK, P., CWIERTNIA, K. T., JUSZCZAK, L. Intelligent and active furcellaran-gelatin films containing green or pu-erh tea extracts: Characterization, antioxidant and antimicrobial potential. **International Journal of Biological Macromolecules**, 2019.122, 745-757.

JESUS FILHO, M.; MACIEL, K. S.; TEIXEIRA, L. J. Q.; TEIXEIRA, L. J. Q.; Aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de uvas, tecnologia de alimentos: tópicos físicos, químicos e biológicos. Guarujá: **Editora Científica Digital**, 2020. Volume 3, p. 38-53 nov. 10.37885/201001695.

JONGSRI, P.; ROJSITTHISAK, P.; WANGSOMBOONDEE, T.; SERAYPHEAP, K. Influence of chitosan coating combined with spermidine on anthracnose disease and qualities of 'Nam Dok Mai' mango after harvest. **Scientia Horticulturae**, 2017. v.224, p.180– 187.

JONG-WHAN, R.; HWAN-MAN, P; CHANG-SIK, H. Bio-nanocomposites for food packaging applications. **Progress in Polymer Science**, v.38, p.1629- 1652, 2013

LAWRENCE J. F.; IYENGAR, JR. Determination of paraffin wax and mineral oil on fresh fruits and vegetables by high temperature gas chromatography. **J Food Saf**, 1983. v. 5, n. 3, p. 119–29,

LEE, M.M.; LEE, S.H.; PARK, K.Y. Effects of spermine on ethylene biosynthesis in cut carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) flowers during senescence. **Journal of Plant Physiology**, 1997. 151: 68-73,

LI, J.; YE, F.; LIU, J.; ZHAO, G. Effects of octenylsuccination on physical, mechanical and moisture-proof properties of stretchable sweet potato starch film. **Food Hydrocolloids**, 2015. v. 46, p. 226-232.

LIU, J., TIAN, S., MENG, X., XU, Y. Effects of chitosan on control of postharvest diseases and physiological responses of tomato fruit. **Postharvest Biology and Technology**, 2007. 44, 300-306.

LUCENA, C. A. A., COSTA, S. C., ELEMEN, G. R. A., MENDONÇA, E. A. M., OLIVEIRA, E. E. Desenvolvimento de biofilmes à base de xilana e xilana/gelatina para produção de embalagens biodegradáveis. **Polímeros**, 2017. 27, 35-41.

LUVIELMO, M. M; LAMAS, S. V. **Revestimentos comestíveis em frutas**. Universidade Federal de Pelota, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2013.

MAAN, A.A., AHMED, Z.F.R., KHAN, M.K.I., RIAZ, A., NAZIR, A. *Aloe vera* gel, an excellent base material for edible films and coatings. **Trends in Food Science & Technology**, 2021.116, 329–341.

MACHADO, A. L. V. **Conservação pós-colheita de pimenta de cheiro (Capsicum) com aplicação de revestimento à base de pectina extraída do albedo de pomelo**. 2020. 41 p. Monografia (Curso de Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

MAHCENE, Z.; KHELIL, A.; HASNI, S.; AKMAN, P.K.; BOZKURT, F.; BIRECH, K.; GOUDJIL, M.B.; TORNUK, F. Development and characterization of sodium alginate based active edible films incorporated with essential oils of some medicinal plants. **Int. J. Biol. Macromol**, 2020, v.145, p. 124–132.

MANCIANTI, F., EBANI, V.V., “Biological activity of essential oils”. *Molecules* 2020, 25(3):678.

MIRANDA M. **Atividade antifúngica de extratos e óleo essencial de gengibre em revestimentos nanoestruturados de cera de carnaúba na conservação pós colheita de tangerina e mamão**. Araraquara: Universidade estadual paulista júlio de mesquita filho, programa: alimentos e nutrição, 2020. (33004030055p6)

MOTAMEDI, E.; NASIRI, J.; MALIDARREH, T.R.; KALANTARI, S.; NAGHAVI, M.R.; SAFARI, M. Performance of carnauba wax-nanoclay emulsion coatings on postharvest quality of ‘Valencia’ orange fruit. *Scientia Horticulturae*, 2018. v.240, p.170-178. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.002>.

NAIR, M. S. et al. Enhancing the functionality of chitosan-and alginate-based active edible coatings/films for the preservation of fruits and vegetables: A review. Guildford: **International Journal of Biological Macromolecules**, 2020. v. 164, p. 304-320, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.07.083>.

NALLAN CHAKRAVARTULA, S. S., CEVOLI, C., BALESTRA, F., FABBRI, A., & DALLA ROSA, M. Evaluation of drying of edible coating on bread using NIR spectroscopy. *Journal of Food Engineering*, 2019. 240, 29–37. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JFOODENG.2018.07.009>

NO, H. K., MEYERS, S. P., PRINYAWIWATKUL, W., XU, ZApplications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods: A review. *Journal of Food Science*, 2007. 72: 87-100.

OLIVEIRA K. T. E. F. **Recobrimento comestível a base de hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha na conservação pós-colheita de caju**. Dissertação de mestrado Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus de Jaboticabal, 2020.

OLIVEIRA, L. C. da S. **Avaliação físico-química do abacate com uso de revestimento comestível produzido à base da pectina do pomelo**. 2020. 38p. Trabalho de Curso (Curso de Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2020.

ORREZAN, R. FRUTAS. Tecnologia de Alimentos. **Embrapa Agroindústria de Alimentos**, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacaotecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/frutas>> Acesso em: jul. 2023.

PANAHIRAD, S.; NAGHSHIBAND-HASSANI, R.; MAHNA, N. Pectin-based edible coating preserves antioxidative capacity of plum fruit during shelf life. Tabriz, Iran: **Food Science and Technology International**, 2020. p. 10,. DOI: 10.1177/1082013220916559.

PAREEK, S. (Ed.). Postharvestripeningphysiologyoffruits. Innovations in postharvesttechnology series. Boca Raton: **CRC Press**, 2016. 664p.

PARREIDT, T. S. et al. The development of a uniform alginate-based coating for cantaloupe and strawberries and the characterization of water barrier properties. **Foods**, 2019. [s.l.], v. 8, p. 203. <https://doi.org/10.3390/foods8060203>.

PASCALL, M.A.; LIN, S.J. The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. **Food Processing & Technology**, 2013. 4: e116.

PAVLATH, A.E.; ORTS, W. Edible Films and Coatings: Why, What and How?. In K.C. Huber, M.E. Embuscado (Eds.). Springer, New York: **Edible Films and Coatings for Food Applications**, 2009. p. 1-23.

PEREIRA V. DA S., G. **Aproveitamento sustentável dos resíduos de pescado para obtenção de revestimentos/filmes, aplicação na conservação póscolheita de goiabas (psidium guajava l.), estudo da estabilidade e funcionalidade desses filmes**. Glauce Vasconcelos da Silva Pereira. — 2021. 168 f.

PÉREZ-GAGO, M. B.; ROJAS, C.; DEL RÍO, M. A. Effect of lipid type and amount of edible hydroxypropyl methylcellulose-lipid composite coatings used to protect postharvest quality of mandarins cv. Fortune. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 2903-2910, 2002.

PEREZ-GAGO M.B.; KROCHTA J.M. **Innovations in Food Packaging**. Elsevier. 2005.

PINSETTA JUNIOR, J.S; **Recobrimento comestível com hidroxipropilmetilcelulose e agentes antiescurecimento em berinjela minimamente processada**. –Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2018

POVERENOV, E., RUTENBERG, R., DANINO, S., HOREV, B., RODOV, V. Gelatin-chitosan composite films and edible coatings to enhance the quality of food products: Layer-by-layer vs. Blended formulations. **Food and Bioprocess Technology**, 2014. 7, 3319–3327.

PRODANOV, CLEBER CRISTIANO; FREITAS, ERNANI CESAR. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico- 2ª Edição**. Editora Feevale, 2013.

ROCHA GO, FARIAS M.G., CARVALHO C.W.P., ASCHERI J.L.R., GALDEANO M.C. Filmes compostos biodegradáveis a base de amido de mandioca e proteína de soja. **Polímeros**. 2014; 24: 587-595.

RODRIGUES, A. A. M. **Revestimentos e filmes biodegradáveis de diferentes fontes amiláceas: Caracterização e aplicação pós-colheita em manga**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia – PB. 2019.

ROSA, C.I.L.F.; MORIBE, A.M.; YAMAMOTO, L.Y.; SPERANDIO, D. Pós-colheita e comercialização. In: BRANDÃO FILHO, J.U.T.; FREITAS, P.S.L.; BERIAN, L.O.S;

SAFITRI et al. "Refining citronella oil (*Cymbopogon nardus* L) by utilizing sunlight using solar cells (photovoltaics)". IOP Conf. Ser. **Mater. Sci. Eng.** 854:12051. 2020.

SALGADO, P. R.; ORTIZ, C. M.; MUSSO, Y. S.; DI GIORGIO, L.; MAURI, A. N. Edible films and coatings containing bioactives. **Current Opinion in Food Science**, 2015. v. 5, p. 86-92.

SANTOS, N.S.T., AGUIAR, A.J.A.A., OLIVEIRA, C.E.V., SALES, C.V., SILVA, S.M., SILVA, R.S., STAMFORD, T.C.M., SOUZA, E.L. Efficacy of the application of a coating composed of chitosan and *Origanum vulgare* L. essential oil to control *Rhizopus stolonifer* and *Aspergillus niger* in grapes (*Vitis labrusca* L.). **Food Microbiology**, 2012. 32, 345-353.

SANTOS, A.E.O. dos; ASSIS, J.S. de ; BERBERT, P.A.; SANTOS, O.O. dos; BATISTA, P. F.; GRAVINA, G. A.. Influência de biofilmes de fécula de mandioca e amido de milho na qualidade pós-colheita de mangas 'Tommy Atkins'. **Agrária**. Recife. v. 6, p. 508-513, 2011.

SAPELLI, K. S.; FARIA, C. M. D. R.; BOTELHO, R. V. Postharvest conservation of peaches with the use of edible coatings added with yerba mate extract. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2020. 23, e 2019. 044. DOI: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04419>.

SHARIFIMEHR, SHAHRZAD; SOLTANIZADH, NAFISEH; GOLI, HOSSEIN; AMIR, SAYED. Effects of edible coating containing nano-emulsion of Aloe vera and eugenol on the physicochemical properties of shrimp during cold storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2019. [S. l.], v. 99, n. 7, p. 3604–3615.

SILVA, A. F. **Revestimentos Comestíveis na Aplicação em Melancia e Melão: adição do adjunto óleo de buriti e vida de prateleira**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Tocantins como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Biotecnologia. Gurupi - TO, 2017.

SOTHORNVIT, R. Effect of hydroxypropyl methylcellulose and lipid on mechanical properties and water vapor permeability of coated paper. **Food Research International**, 2009. 42: 307–311.

SOUSA, F. F. de. **Conservação de mangas 'Palmer' com recobrimento comestível de hidroxipropilmetilcelulose e cera de abelha**. Fagner Freires de Sousa. -- Jaboticabal, 2020. 93 p.

SALTVEIT, M. E. Respiration metabolism. In: UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks**. Washington: USDA, 2016. p. 68-75.

SPASOJEVIĆ, L.; KATONA, J.; BUČKO, S.; SAVIĆ, S. M.; PETROVIĆ, L.; MILINKOVIĆ BUDINČIĆ, J.; SHARIPOVA, A. Edible water barrier films prepared from aqueous dispersions of zein nanoparticles. **LWT**, 2019. 109, 350–358. DOI:

<https://doi.org/10.1016/J.LWT.2019.04.038>.

TAVASSOLI-KAFRANI, E., SHEKARCHIZADEH, H., & MASOUDPOUR-BEHABADI, M). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. **Carbohydrate Polymers**, 2016. 137, 360–374. Doi: <https://doi.org/10.1016/J.CARBPOL.2015.10.074>.

TAPPIBAN, P., SMITH, D. R., TRIWITAYAKORN, K., BAO, J., Recent understanding of starch biosynthesis in cassava for quality improvement: A review. **Trends in Food Science & Technology**, 2018. 83, 167-180.

TRAN DT, VERLINDEN BE, HERTOOG M, NICOLAÏ BM. Monitoring of extremely low oxygen control atmosphere storage of “Greenstar” apples using chlorophyll fluorescence. **Scientia Horticulturae**, 2015. 184: 18–22.

TORREZAN, R., PACHECO, I. S., SILVA, P. S. da, FREITAS, S. C. de; SÁ. D. de. G. C. F. de. **Aproveitamento do albúmen sólido de coco verde para a elaboração de cocadas adicionadas de frutas tropicais**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 26., Belém, 2018. O uso consciente da biodiversidade: perspectivas para o avanço da ciência e tecnologia de alimentos. **Anais...** Belém: SBCTA, 2018, 7 p. CBCTA. 13 a 16 ago. 2018.

VALDÉS, A.; BURGOS, N.; JIMÉNEZ; A.; GARRIGÓS, M. C. Review: Natural Pectin Polysaccharides as Edible Coatings. **Coatings**, 2015. v. 5, p. 865-886.

VIEIRA, T. M. F. S. **Obtenção de cera de cana-de-açúcar a partir de subproduto da indústria sucro-alcooleira: extração, purificação e caracterização**. 2003. 139f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

VILAS BOAS, E.V. de B., ALVES, R.E., FILGUEIRAS, H.A.C., MENEZES, J.B. Características da fruta. In: MATSUURA, F.C.A.U., FOLEGATTI, I.S. Banana: Pós-colheita. Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2001, p.15- 19.

VILLADIEGO, ALBA MANUELA DURANGO; SOARES, NILDA FÁTIMA FERREIRA; ANDRADE, NÉLIO JOSÉ; PUSCHMANN, ROLF; MINIM, VALÉRIA PAULA RODRIGUES; CRUZ, RENATO. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, 2005. [S. l.], v. 52, n. 300, p. 221–244,

VORAGEN, A. G. J.; COENEN, G.-J.; VERHOEF, R. P. & SCHOLS, H. A.-STRUCT. **CHEM**, 2009. 20, p.263. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11224-009-9442-z>

WANG K.; WANG, R. W.; YE, A.; LIU, J.; XIAO, LIU, Y.; ZHAO, Y. Mechanical properties and solubility in water of corn starch-collagen composite films: Effect of starch type and concentrations, **Food Chem.**, 2017. 216.,209-216.

WARTH, A. H. The chemistry and technology of waxes. New York: **Reinhold Publishing Corp**, 1986. 37 p.

WATSON, J. A.; TREADWELL, D.; SARGENT, S. A.; BRECHT, J. K.; PELLETIER, W. Postharvest storage, packaging and handling of specialty crops: a guide for Florida small farm producers. Florida: **University of Florida**, 2015. P. 1-19.

WRONA, Magdalena et al. Development and characterisation of HPMC films containing PLA nanoparticles loaded with green tea extract for food packaging applications. Zaragoza: **Carbohydrate Polymers**, 2017. p. 108-117.

XU, L. et al. Preparation and characterization of antifungal coating films composed of sodium alginate and cyclolipopeptides produced by *Bacillus subtilis*. Guildford: **International Journal of Biological Macromolecules**, 2020. v. 143, p. 602-609. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.12.051>.

YOUSUF, B., WU, S., SIDDIQUI, M.W. **Incorporating essential oils or compounds derived thereof into edible coatings**: Effect on quality and shelf life of fresh. 2021. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421000042>>. Acesso em: jul. 2023.

ZARITZKY, N. Edible coating to improve food quality and safety. In: AGUILERA, J. M.; SIMPSON, R.; WELTI-CHANES, J.; BERMUDEZ AGUIRRE, D.; BARBOSA-CÁNOVAS, G. (Ed.). New York: Springer: **Food engineering interfaces**, 2011. p. 631-660

ZIOSI, V.; NOFERINI, M.; FIORI, G.; TADIELLO, A.; TRAINOTTI, L.; CASADORO, G.; COSTA, G. A new index based on vis spectroscopy to characterize the progression of ripening in peach fruit. **Postharvest Biol. Technol**, 2008, 49, 319–329.