



REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS A BASE DE AMIDO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

EDIBLE STARCH-BASED COATINGS IN POST-HARVEST STORAGE OF FRUIT: A BIBLIOGRAPHICAL REVIEW

REVESTIMIENTOS COMESTIBLES A BASE DE ALMIDÓN EN LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE FRUTAS: UNA REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Adailma Américo de Oliveira Mendonça¹, Gilbson Angelim Fernandes², Ana Elisa Oliveira dos Santos³

^{1,2} Pós-graduandos do Curso de Especialização em Pós-colheita de Produtos Hirtifrutícolas do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE); emails: adailma.007@gmail.com e gilbsonfernandes@gmail.com

³ Docente e orientadora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano (IFSertãoPE); email: ana.oliveira@ifsertaope.edu.br

Resumo: Diversos tipos de revestimentos comestíveis têm sido avaliados nas últimas décadas para aumentar a vida útil de frutas, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas e de umidade, além de poder prevenir a contaminação microbiana. As matérias-primas utilizadas na obtenção de filmes devem ser abundantes, de baixo custo, biodegradáveis e renováveis. Podendo ser citados os polissacarídeos, os lipídeos e as proteínas, sozinhos ou combinados, sendo que cada um apresenta vantagens e desvantagens. Em virtude disso, o presente trabalho tem como principal objetivo abordar os revestimentos comestíveis a base de amido divulgados na comunidade científica.

Palavras-chave: Conservação. Polissacarídeos. Frutas.

Abstract: Several types of edible coatings have been evaluated in recent decades to increase the shelf life of fruits, contributing to the preservation of texture and nutritional value, reducing gas and moisture exchanges, and potentially preventing microbial contamination. Raw materials used in film production should be abundant, low-cost, biodegradable, and

227



renewable. Polysaccharides, lipids, and proteins can be mentioned, alone or combined, each presenting advantages and disadvantages. Therefore, the main objective of this work is to address starch-based edible coatings as disclosed in the scientific community.

Keywords: Conservation. Polysaccharides. Fruits.

Resumen: En las últimas décadas se han evaluado diversos tipos de revestimientos comestibles para aumentar la vida útil de las frutas, contribuyendo a la preservación de la textura y el valor nutricional, reduciendo los intercambios gaseosos y de humedad, y pudiendo prevenir la contaminación microbiana. Las materias primas utilizadas en la obtención de películas deben ser abundantes, de bajo costo, biodegradables y renovables. Se pueden mencionar los polisacáridos, los lípidos y las proteínas, solos o combinados, cada uno con ventajas y desventajas. Por lo tanto, el presente trabajo tiene como objetivo principal abordar los revestimientos comestibles a base de almidón divulgados en la comunidad científica.

Palabras clave: Conservación. Polisacáridos. Frutas.

1 Introdução

Em busca de soluções para prolongar a vida útil das frutas, estão sendo estudadas novas tecnologias baseadas em embalagens comestíveis e biodegradáveis, 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 (CARVALHO; PLÁCIDO, 2022).

Visando o desenvolvimento sustentável e a redução de perdas pós-colheita, a demanda por novos materiais e tecnologias que minimizem os danos ao meio ambiente aumentou consideravelmente. Dessa forma, os revestimentos comestíveis são inseridos nesse contexto, pois são feitos de polímeros naturais, principalmente proteínas e polissacarídeos, sendo este último aplicado extensivamente, devido à sua comestibilidade e excelente biocompatibilidade (JORGE et al., 2013; K.S. et al., 2020 citados por BARBOZA et al., 2022).

De acordo com Pascall & Lin (2013) 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.

Os revestimentos amplamente utilizados são a base de amido, pectina, quitosana, alginato, entre outros. Na indústria alimentícia, os revestimentos podem ser aplicados por diferentes métodos, como pulverização, imersão ou aplicação com pincéis, seguido de uma etapa de secagem para revestimentos hidrocoloidais ou esfriamento para revestimentos à base de lipídeos (MALI et al., 2010).

Para Assis e Britto (2014), o emprego de revestimentos alternativos não apresenta somente o objetivo de substituir o uso dos materiais convencionais de embalagens ou mesmo eliminar definitivamente o emprego do frio, mas sim o de apresentar uma atuação funcional e coadjuvante, contribuindo para a preservação da textura e do valor nutricional, reduzindo as trocas gasosas superficiais e a perda ou ganho excessivo de água, tornando cada vez mais divulgada e avaliada como uma alternativa viável para elevar o tempo de conservação dos frutos.

Com esse intuito, o presente trabalho apresenta uma breve revisão bibliográfica com informações sobre a utilização de revestimentos comestíveis a base de amido na conservação pós-colheita de frutas. Para tanto, utilizou-se materiais publicados em periódicos, compreendendo o período de publicação do ano de 2010 a 2023. De acordo com o objetivo deste estudo, o tipo de pesquisa utilizado foi o descritivo, de cunho qualitativo, por meio do estudo bibliográfico do tema, já elaborados por outros autores.

2 Revisão Bibliográfica

O emprego de coberturas comestíveis na conservação de frutas na condição pós-colheita, sejam intactas ou minimamente processadas, tem sido preconizado como uma tecnologia emergente e de grande potencial, sendo que, as matérias-primas empregadas na formação das coberturas e revestimentos comestíveis podem ter origem animal ou vegetal, ou formarem um composto com a combinação de ambas. Os mesmos autores descrevem que polissacarídeos, ceras (lipídios) e proteínas são as classes de materiais mais empregados, e a



escolha, depende fundamentalmente das características do produto a ser revestido e do principal objetivo almejado com o revestimento aplicado (ASSIS; BRITTO, 2014).

Para Barros (2019), a aplicação de produtos ou processos ecológicos, como o uso de revestimentos alternativos, atendem à demanda de produção por alimentos de qualidade superior e sem intoxicação do homem e do ambiente.

Tavassoli-Kafrani et al. (2016) ressaltam ainda que, os revestimentos e 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. No entanto, 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.

Sharifimehr et al. (2019) destacam que, comparados aos filmes sintéticos, os revestimentos e filmes comestíveis geralmente apresentam uma permeabilidade e propriedades mecânicas menos eficientes que as embalagens tradicionais, o que limita seu uso a aplicações específicas. 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).

Como conceito de revestimento comestível, o mesmo consiste em uma fina camada de material comestível onde há a formação de filme diretamente na superfície do produto, enquanto o filme comestível consiste em uma camada fina pré-formada, feita de material comestível, que pode ser colocado sobre ou entre os componentes dos alimentos, podendo ser usados como capas, envoltórios ou camadas de separação. A principal diferença entre estes dois sistemas alimentares é que o revestimento comestível é aplicado na forma líquida no alimento, por vários métodos, incluindo imersão, revestimento e pulverização, sendo considerados parte do produto alimentar final e não devem conferir cor, odor, sabor, e textura adicionais ao produto revestido. Já os filmes comestíveis, são preparados separadamente,



sendo moldados como folhas sólidas para em seguida, serem aplicados à superfície do alimento como um invólucro nos produtos alimentícios (BARBOZA et al., 2022; EOM et al., 2018; TAVASSOLI-KAFRANI et al., 2016; VALENCIA-CHAMORRO et al., 2011).

Carrasco et al (2019) descrevem que os polissacarídeos são considerados como filmes hidrofílicos, apresentando boa barreira a gases, além de proporcionar eficientes propriedades mecânicas de água, modificando a atmosfera interna dos frutos diminuindo a degradação e aumentando a vida de prateleira, atuando eficientemente contra deterioração natural. Alguns exemplos dos polissacarídeos são a celulose, a quitina, a goma xantana, a goma guar, a pectina, o amido e os polissacarídeos polieletrólitos, como a carboximetilcelulose, a quitosana, o alginato etc. Os materiais hidrofílicos normalmente apresentam boa solubilidade em meio aquoso, favorecendo uma melhor dispersão do soluto e uma formação mais homogênea do filme. Dependendo da estrutura química, podem formar géis ou até mesmo requerer alterações químicas para uma completa solubilização (ASSIS; BRITTO, 2014).

Para Barboza et al. (2022), entre os polissacarídeos, o amido é o material adequado para a produção em grande escala de revestimentos devido ao baixo custo, a abundância e as excelentes propriedades de formação de filmes. No entanto, suas propriedades de resistência mecânica são extremamente frágeis e requerem a adição de outros materiais, tais como lipídios e gomas. Dai et al. (2019) reforçam que, embora esse polissacarídeo tenha amplas aplicações industriais, enfrenta desafios em termos de propriedades mecânicas e resistência à umidade, sendo necessário ajustes e modificações em suas propriedades físico-químicas.

Bonilla et al. (2013) descrevem que 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.

Para Barboza et al. (2022), amido, celulose e seus derivados, pectina, quitosana, alginato, carragena, pululana e goma de gelano são os principais materiais polissacarídeos



testados como materiais de embalagem comestíveis. Dentre esses, utilizados na elaboração de revestimentos comestíveis, o amido é o material adequado para a produção em grande escala de revestimentos devido ao baixo custo, a abundância e as excelentes propriedades de formação de filmes. Enquanto as propriedades óticas (transparentes, incolores), sensoriais (sem sabor, insípidas, inodoras) e de barreira (permeabilidade ao O₂ e CO₂) os carboidratos são geralmente considerados ideais para a formação de revestimentos, já suas propriedades de resistência mecânica são extremamente frágeis e requerem a adição de outros materiais, tais como lipídios e gomas, para melhorar as suas propriedades mecânicas.

O amidopode ser obtido de diversas fontes vegetais, comocereais, raízes e tubérculos, e também de frutas e legumes, no entanto, a extração em nível comercial de amido se restringe aos cereais, raízes e tubérculos. O amido é o polissacarídeo de reserva dos vegetais e está armazenado sob a forma de grânulos, que apresentam certo grau de organização molecular, o que confere aos mesmos um caráter parcialmente cristalino, ou semicristalino, com graus de cristalinidade que variam de 20 a 45% (YOUNG, 1984 citado por MALI et al, 2010).

A busca por revestimentos para alimentos produzidos a partir de recursos renováveis vem sendo crescente nos últimos anos, devido ao baixo custo, o fácil acesso e a biodegradabilidade, fatores esses que tornam o amido um dos biopolímeros mais utilizados para a produção de revestimentos para frutas (MALI et al, 2010), podendo ser citados, a fécula de mandioca e o amido de milho.

De acordo com Rocha et al. (2014), os revestimentos comestíveis a base de amido tem demonstrado alta eficácia, sendo o segundo polímero mais abundante no planeta após a celulose, 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. 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.



Trabalhos realizados por Thakur et al., 2019; Basaiak et al., 2019; Coelho et al., 2017; Fonseca et al. 2016 e Júnior et al., 2012, relataram a eficiência dos revestimentos comestíveis a base de amido, combinados ou não, a plastificantes ou outros aditivos. Para Barboza et al. (2022), os plastificantes são agentes de baixo peso molecular que são incorporados em materiais formadores de filme para diminuir as forças intermoleculares entre as cadeias poliméricas, o que resulta em maior flexibilidade, alongamento e tenacidade do filme. No entanto, eles também podem aumentar a permeabilidade do filme, sendo os mais utilizados a sacarose, glicerol, sorbitol, propilenoglicol, polietilenoglicol, ácidos e monoglicéridos. A água também atua como plastificante para filmes comestíveis de polissacarídeo e proteína.

De acordo com Mali et al. (2010), além dos plastificantes já mencionados, outros tipos de aditivos podem ser incorporados às formulações dos revestimentos comestíveis a base de amido, como os agentes antimicrobianos, vitaminas, antioxidantes, aromatizantes e pigmentos.

Para Rocha et al. (2014) a aplicação superficial de solução de amido de milho e fécula de mandioca gelatinizadas em frutas, podem formar películas resistentes e transparentes, sendo que, o princípio da geleificação do amido ocorre através da diluição em água a 70°C e os biofilmes formados, 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.

Luvielo & Lamas (2012) ressaltam que, dentre as matérias-primas utilizadas para confecção de revestimentos e filmes comestíveis, destaca-se a fécula de mandioca, frequentemente, empregada em função de sua boa resistência, transparência, baixo custo, além de poder ser ingerida junto com o produto protegido por ser atóxico.

Com o intuito de obter formulações de revestimentos comestíveis para a conservação pós-colheita de frutas, vários autores testaram revestimentos comestíveis a base de amido, com ou sem aditivos, em diversas frutas (mamão, manga, pera, morango, uva, goiaba, pêssego, etc) e obtiveram resultados positivos, justificando o uso dos mesmos (SAPELLI et al., 2020; JESUS FILHO et al., 2020; DALLAGNOL LORENÇO, 2017; SILVA, 2017;

FONSECA et al., 2016; PEGO et al., 2015; BOTREL et al., 2010 e SANTOS et al., 2011), conforme informações abaixo (TABELA 1).

Tabela 1: Informações de pesquisas relevantes com aplicações de revestimentos comestíveis a base de amido em frutas

Referência	Composição do revestimento/ tipo de fruta revestida	Método de aplicação / Principais parâmetros analisados	Resultados relevantes
SAPELLI et al. (2020)	Fécula de mandioca + extrato de erva-mate/ Pêssegos.	Imersão/ 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; polifenoloxidase.	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.
JESUS FILHO et al. (2020)	Fécula de batata, amido de milho e gelatina/ Uvas.	Imersão/ 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.
DALLAGNOL LORENÇO (2017)	Fécula de mandioca e antifúngicos naturais/ Morangos.	Imersão/ 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

			<p>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.</p>
SILVA (2017)	Adição do adjunto óleo de buriti, fécula de mandioca e pectina + óleo de buriti/ Melancia e melão.	Imersão/ 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 garantiram a estabilidade microbiológica até o quarto dia de armazenamento. Já o óleo de buriti não apresentou atividade antimicrobiana nos revestimentos comestíveis utilizados neste estudo.
FONSECA et al. (2016)	Amido de mandioca, alginato de sódio e carboximetilcelulose/ Goiaba.	Imersão/ Glicose; sólidos solúveis totais; acidez total titulável; pH; vitamina C; Carotenóides totais; Licopeno e β -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 e β -caroteno, as goiabas revestidas com amido de mandioca apresentaram as maiores quantidades durante os períodos de armazenamento mais prolongados.
PEGO et al. (2015)	Fécula de mandioca/ Mamão	Imersão/ Perda de massa; sólidos solúveis; acidez titulável; relação SS/AT; cor da casca pH e firmeza da polpa.	As concentrações de fécula entre 4,5% e 6% contribuíram para o amadurecimento mais lento dos frutos de mamão 'Sunrise solo', devido à redução das taxas metabólicas, prolongando a vida útil pós-colheita em quatro a seis dias. A utilização de películas comestíveis à base de fécula de mandioca por ser um



			produto natural, tem futuro promissor na substituição de ceras comerciais, sendo necessários novos estudos com intuito de avaliar diferentes formulações.
BOTREL et al. (2010)	Amido, lactato de cálcio e L-cisteína/ Peras minimamente processadas.	Imersão/ Teor de sólidos solúveis; acidez titulável; pH e perda de massa.	Houve ação da cisteína na inibição do escurecimento enzimático. Além disso, a contagem de psicotróficos e enterobactérias foi significativamente reduzida, 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.
SANTOS et al. (2011)	Fécula de mandioca e amido de milho/ Mangas.	Imersão/ Perda de massa; sólidos solúveis; acidez titulável; relação SS/AT; cor da casca; 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.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Arqueleuat al. (2019) descrevem que os produtos frescos são bastante sensíveis à perda de água, resultando em enrugamento, perda de turgescência e deterioração da textura, portanto, é relevante que os revestimentos possuam propriedades de barreira eficazes contra a perda de água. 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. Neste contexto, 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).

De acordo com Assis e Britto (2014) a qualidade de um produto natural depende de vários fatores, entre os quais as propriedades organolépticas e nutricionais, e as condições de higiene, muitas dessas relacionadas com o armazenamento e a comercialização. O emprego de coberturas e revestimentos comestíveis protetores, embora seja ainda um processo em desenvolvimento, tem apresentado, nas últimas décadas, resultados bastante significativos,



como uma prática auxiliar na conservação de produtos perecíveis e, principalmente, daqueles minimamente processados, cujo tempo de prateleira é consideravelmente reduzido em função dos processos aos quais esses produtos foram submetidos.

Considerações finais

Revestimentos comestíveis a base de amido, são alternativas viáveis para a conservação pós-colheita de frutas, apesar de apresentarem, principalmente, alta permeabilidade ao vapor de água e insuficiente resistência mecânica, necessitando dessa forma, de plastificantes ou outros aditivos que melhorem essas características.

4 Referências Bibliográficas

- ANDRES GALINDEZ; DAZAA, L. D.; HOMEZ-JARA, A.; EIM, V. S.; VÁQUIO, H. A. Characterization of ulluco starch and its potential for use in edible films prepared at low drying temperature. **Carbohydrate Polymers**, 215, 143–150, 2019.
- ASSIS, O. B. G.; BRITTO, D. Revisão: coberturas comestíveis protetoras em frutas: fundamentos e aplicações. **Revista Brasileira de Tecnologia de Alimentos**. Curitiba, v. 17, n. 2, p. 87, 2014.
- BASIAK, E.; LINKE, M.; DEBEAUFORT, F.; LENART, A.; GEYER, M. Dynamic behaviour of starch-based coatings on fruit surfaces. **Postharvest Biology and Technology**, 147, 166–173, 2019.
- BARBOZA, H.T.G.; SOARES, A.G.; Ferreira, J.C.S.; SILVA, O.F. Filmes e revestimentos comestíveis: conceito, aplicação e uso na pós-colheita de frutas, legumes e vegetais. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, e9911931418, 2022
- BARROS, W.K.F.C.; CARVALHO, F.L. de C.Júnior, L.B.B.; SOUSA, R.R.; Veras, F.H.C.; SOUSA, P.H. da S.; LOBO, R.F. de S.Utilização de revestimentos alternativos na conservação pós-colheita de mamão “Sunrise solo”. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas-TO, v. 5, e019002, 2019.
- 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.
- 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.

CARRASCO, P.B.; GANDRA, E.A.; CHIM, J.F. Revestimentos comestíveis proteicos. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 10 n. 3, p. 148-160, 2019.

COELHO, C. C. de S.; FONSECA, M. J. de O.; SOARES, A. G.; CAMPOS R. D. S.; FREITAS-SILVA, O. Aplicação De Revestimento Filmogênico À Base De Amido De Mandioca E De Óleo De Cravo-Da-Índia Na Conservação Pós-Colheita De Goiaba ‘Pedro Sato’. 2017. **Revista Engenharia Na Agricultura - Reveng**, 25(6), 479–490.

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. 2018. **Food Research International**, 107, 84–92.

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.

EOM, H.; CHANG, Y.; LEE, E.; CHOI, H.-D.; HAN, J. Development of a starch/gum-based edible coating for rice cakes to retard retrogradation during storage. **LWT**, 97, 516–522, 2018.

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.

GALO, J. Q. B.; SOUZA, M. L.; KUSDRA, J. F.; MATTIUS, C. F. M. Conservação pós-colheita de mamão „Sunrise solo“ com uso de quitosana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 2, p.305-312, Junho 2014.

JORGE, T. de S.; SOARES, A. G. FONSECA, M. J. de O.; BARBOSA, H. T. G.; JUNIOR, M. F.; OLIVEIRA, A. H., ... BARBOSA, W. J. **Evaluation of Packaging and Edible Coating on Postharvest Strawberry**. 7th International Postharvest Symposium, (November), 533–538, 2013.

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 .Guaruja: **Editora Científica Digital**, 2020. Volume 3, p. 38-53 nov. 10.37885/201001695.



- K.S., J.; JOSE, J.; Li, T.; THOMAS, M.; SHANKREGOWDA, A. M., SREEKUMARAN, S., ... THOMAS, S. Application of novel zinc oxide reinforced xanthan gum hybrid system for edible coatings. **International Journal of Biological Macromolecules**, 151, 806–813. 2020.
- LUVIELMO, M. M; LAMAS, S. V. **Revestimentos comestíveis em frutas**. Universidade Federal de Pelota, Pelotas, Rio Grande do Sul, 2013.
- MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.31, n.1, p. 137-156, 2010.
- NALLAN CHAKRAVARTULA, S. S.; CEVOLI, C.; BALESTRA, F.; FABBRI, A.; DALLA ROSA, M. Evaluation of drying of edible coating on bread using NIR spectroscopy. 2019. **Journal of Food Engineering**, 240, 29–37.
- PASCALL, M.A.; LIN, S.J. The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. **Food Processing & Technology**, 2013. 4: e116.
- PEGO, N. J; AMBROSIO, M; NASCIMENTO, S. D; FECHI, R. L; KRAUSE, W. Conservação pós-colheita de mamão ‘Sunrise Solo’ com revestimento comestível a base de fécula de mandioca. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 11 n.21; p. 629, 2015.
- ROCHA G.O.; 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.
- 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**. 32, 345-353, 2012.
- 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.
- 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**, [S. l.], v. 99, n. 7, p. 3604–3615, 2019.



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.

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, p. 68-75, 2016.

TAVASSOLI-KAFRANI, E., SHEKARCHIZADEH, H., & MASOUDPOUR-BEHABADI, M). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. **Carbohydrate Polymers.** 137, 360–374, 2016.

THAKUR, R.; PRISTIJONO, P.; SCARLETT, C. J.; BOWYER, M.; SINGH, S. P.; VOUNG, Q.V. Starch-based films: Major factors affecting their properties. **International Journal of Biological Macromolecules,** 132, 1079–1089, 2019.

VALENCIA-CHAMORRO, S. A., PALOU, L., DELRIO, M. A.; PÉREZ-GAGO, M. B. Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** 51(9), 872–900. 2011.