



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA

CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

CURSO DE AGRONOMIA

PAULA CINTIA ALEXANDRE DA SILVA

**FILMES E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS DE AMIDOS À BASE DE
FONTES NÃO TRADICIONAIS E APLICAÇÃO EM GOIABAS 'PALUMA'**

AREIA

2023

PAULA CINTIA ALEXANDRE DA SILVA

**FILMES E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS DE AMIDOS À BASE DE
FONTES NÃO TRADICIONAIS E APLICAÇÃO EM GOIABAS 'PALUMA'**

Trabalho de Conclusão de Curso a ser apresentado à
Coordenação do Curso de Agronomia, do Centro de
Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba,
como requisito, parcial à obtenção do título de Engenheiro
Agrônomo.

Orientadora: Prof^a Dr^a Adriana Ferreira dos Santos

Areia

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586f Silva, Paula Cintia Alexandre da.

Filmes e revestimentos comestíveis de amido à base de fontes não tradicionais e aplicações em goiabas 'paluma' / Paula Cintia Alexandre da Silva. - Areia:UFPB/CCA, 2023.
67 f. : il.

Orientação: Adriana Ferreira dos Santos.
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Agronomia. 2. Biopolímeros. 3. Atmosfera modificada. 4. Conservação. I. Santos, Adriana Ferreira dos. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(02)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE AGRONOMIA

DEFESA DO TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aprovada em 14/06/2023.

“FILMES E REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS DE AMIDOS À BASE DE FONTES NÃO TRADICIONAIS E APLICAÇÕES EM GOIABAS ‘PALUMA’”

Autor: PAULA CINTIA ALEXANDRE DA SILVA

Banca Examinadora:

Adriana Ferreira dos Santos

Orientadora: Prof.^a Dra. Adriana Ferreira dos Santos
DSER- CCA – UFPB - PB

1º Examinador: Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias
DSER- CCA – UFPB - PB

Éllyda Thamirys de Lima Pereira

2º Examinador: Esp. Éllyda Thamirys de Lima Pereira
-Engenheira de Alimentos-Especialista em Tecnologia de Alimentos
DSER- CCA – UFPB - PB
PB

AREIA
2023

*A todos que me ajudaram a chegar até aqui.
Dedico.*

AGRADECIMENTOS

A minha mãe Renata Alexandre da Silva que sempre fez de tudo por mim e mesmo longe sempre me apoiou e cuidou de mim.

Ao meu pai Pedro Jose da Silva e a Simone Farias, por todos os conselhos, ensinamentos e suporte para que eu pudesse concluir esse trabalho.

Aos meus irmãos Wesley, Henrique e David por ter cuidado da nossa família enquanto estive longe.

A minha avó Francisca Caetano de Souza (*in memoriam*) por todo o seu carinho e zelo.

Aos meus queridos amigos de curso Mirelly Coêlho e Severino de Carvalho Neto que desde o início foram verdadeiros anjos na minha vida, sempre me encorajando e me apoiando, fazendo com que esta fosse uma das melhores fases da minha vida.

Ao meu namorado Thiago da Silva Cruz por seu carinho, atenção e dedicação, amizade, que mesmo nos momentos difíceis esteve presente.

Aos meus colegas de curso, com quem convivi intensamente durante os últimos anos, pelo companheirismo e pela troca de experiência que me permitiram crescer não só como pessoa, mas também como formando.

A minha querida orientadora Prof^a Dr^a Adriana Ferreira dos Santos por todo apoio, compreensão e ensinamentos. Pela disponibilidade e jeito simples, fazendo dos encontros momentos tranquilos de conversas. Ter a senhora como minha orientadora foi um privilégio que a vida me ofertou.

Ao laboratório de Tecnologia em Produtos Agropecuários (LTPA) por todo o suporte que possibilitou a realização deste trabalho. Em especial ao meu grupo de pesquisa, Diego, Patrícia e Alessandra e a Técnica do Laboratório Élyda.

A Prof^a Dr^a Silvanda de Melo Silva, que me orientou nos primeiros anos de iniciação científica, sendo um exemplo de profissional que me inspirou.

Ao laboratório de Biologia e Tecnologia Pós-Colheita (LBTPC) que contribuíram com minha formação, sempre compartilhando aprendizados, experiências e amizade. Alex, Kagi, Eduardo, Tatiana, Mariany, Fernando, Pricilla, Natália, Jardel, Albert, Bárbara, Bruno e demais que passaram pelo LBTPC.

A todos os funcionários do Departamento de Solos, que me ajudaram a desenvolver meu trabalho.

A Raquel e a Elizabeth por me acompanharem durante meus dias de escrita, me motivando a não desanimar.

À banca examinadora Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias e a Especialista Élyda Thamirys de Lima Pereira pelas contribuições na finalização e melhorias deste trabalho.

A Universidade Federal da Paraíba, essencial no meu processo de formação profissional, e por tudo o que aprendi ao longo dos anos do curso.

Tenho que agradecer a todos, pois nunca me negaram apoio e cumplicidade nessa fase da minha vida. Saibam que nunca irei esquecer todos os consolos e palavras de carinho. Manifesto nessas simples palavras a minha eterna gratidão.

RESUMO

O uso dos recobrimentos para frutos tem como finalidade de imitar a barreira natural cuticular, visando a redução da respiração através das trocas gasosas com o meio, retardando a sua senescência, contribuindo na conservação pós-colheita. Os frutos da goiabeira ainda sofrem com entraves no mercado, por conta da sua perecibilidade, sendo necessário o uso de tecnologias que viabilizem sua conservação na pós-colheita. O presente trabalho teve como objetivo extrair, caracterizar filmes à base de amidos de fontes não-tradicionais e utilizar na aplicação como recobrimentos comestíveis em goiabas 'Paluma'. Foi realizada a extração em três fontes de amidos não-tradicionais: sementes do abacate, de pitomba e de jambo vermelho. A partir dos amidos foram caracterizadas 6 formulações das soluções filmogênicas na obtenção dos filmes. A melhor identificação das soluções filmogênicas com melhores potenciais para recobrimentos foram utilizados como recobrimentos nas goiabas 'Paluma'. As goiabas foram imersas em três formulações da solução filmogênica e uma controle e acondicionados em bandejas de poliestireno expandido e recobertos com filme de cloreto de polivinila, durante um período de 12 dias (0, 3, 6, 9 e 12), sob condições ambiente, avaliados quanto às características subjetivas de aparência, físicas e físico-químicas. O delineamento foi inteiramente casualizado, onde para os seis biofilmes foram obtidos pela técnica de casting, com 3 repetições de 1 placa de petri/parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias serão comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Para o armazenamento das goiabas com os recobrimentos foi realizado em esquema fatorial 4 x 5, com 3 repetições de aproximadamente 200 gramas do fruto/bandeja, totalizando 60 unidades experimentais. De acordo com os resultados obtidos, pode-se dizer que os filmes elaborados dos amidos de abacate e jambo para as duas concentrações apresentaram teores de atividade de água abaixo de 0,60 podendo ser considerados estáveis durante o armazenamento e ao risco microbiano; O parâmetro L* indicou que todos os filmes apresentaram boa luminosidade, maior transparência sendo boas propostas para utilização como recobrimentos. Ao final do período de armazenamento os frutos dos tratamentos com revestimento de abacate, jambo e pitomba encontravam-se entre os escores 7 e 9, ou seja, apresentavam-se produto fresco, túrgido, superfície apresentando brilho, cor com quebra da pigmentação amarela, ausência de manchas ou doenças e danos e/ou podridão. Observou-se que até o 6º dia de armazenamento, os tratamentos com recobrimento obtiveram melhor manutenção do teor de vitamina C, quando comparado com o controle. Evidenciou-se que os recobrimentos apresentaram ótimo desempenho na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma' armazenadas durante 12 dias sob condição ambiente, conservando sua qualidade e a integridade dos frutos, mantendo-os túrgidos, com aparência atrativa durante um período mais prolongado.

Palavras Chave: biopolímeros; atmosfera modificada; conservação.

ABSTRACT

The use of coatings for fruits aims to mimic the natural cuticular barrier, aiming at reducing respiration through gas exchange with the medium, delaying its senescence, contributing to post-harvest conservation. Guava fruits still suffer from obstacles in the market, due to their perishability, requiring the use of technologies that enable their conservation in the post-harvest. The present work aimed to extract, characterize starch-based films from non-traditional sources and use in the application as edible coatings in guavas 'Paluma'. The extraction was performed in three sources of non-traditional starches: avocado, pitomba and red jambo seeds. From the starches were characterized 6 formulations of filmogenic solutions in obtaining the films. The best identification of the filmogenic solutions with the best potentials for coatings were used as coatings in the 'Paluma' guavas. The guavas were immersed in three formulations of the filmogenic solution and one control and packed in expanded polystyrene trays and coated with polyvinyl chloride film, during a period of 12 days (0, 3, 6, 9 and 12), under ambient conditions, evaluated for subjective appearance, physical and physicochemical characteristics. The design was completely randomized, where for the six biofilms were obtained by the casting technique, with 3 replicates of 1 petri dish/plot. The data obtained were submitted to analysis of variance by the F test and the means will be compared by Tukey's test at the level of 5% probability. For the storage of guavas with the coatings, a 4 x 5 factorial scheme was performed, with 3 replicates of approximately 200 grams of the fruit/tray, totaling 60 experimental units. According to the results obtained, it can be said that the films elaborated of avocado and jambo starches for both concentrations presented water activity contents below 0.60 and can be considered stable during storage and microbial risk; The parameter L^* indicated that all films presented good luminosity, greater transparency and good proposals for use as coatings. At the end of the storage period, the fruits of the treatments with avocado, jambo and pitomba coating were between scores 7 and 9, that is, they presented fresh product, turgid, surface presenting brightness, color with breakdown of yellow pigmentation, absence of stains or diseases and damage and/or rot. It was observed that until the 6th day of storage, the treatments with coating obtained better maintenance of the vitamin C content, when compared to the control. It was evidenced that the coatings presented excellent performance in the post-harvest conservation of 'Paluma' guavas stored for 12 days under ambient conditions, preserving their quality and the integrity of the fruits, keeping them turgid, with an attractive appearance for a longer period.

Key words: biopolymers; modified atmosphere; conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação das estruturas químicas das frações de (A) e (B) amilopectina.....	15
Figura 2 -	Estádios de maturação de frutos de goiabas ‘Paluma’, com base na coloração da casca, mediante seleção visual.....	26
Figura 3 -	Processo de extração do amido.....	27
Figura 4 -	Amidos obtidos da extração das sementes de matérias primas não-tradicionais.....	28
Figura 5 -	Estádio de maturação das goiabas submetidas a sanitização e utilizadas no recobrimento.....	30
Figura 6 -	Fluxograma para obtenção e aplicação do revestimento.....	31
Figura 7 -	Goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos sob atmosfera modificada, Areia - PB, 2023.....	32
Figura 8 -	Biofilmes das seis formulações dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).....	41
Figura 9 -	Perda de massa (%) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	42
Figura 10 -	Aparência Geral (1-9) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	44
Figura 11 -	Sólidos Solúveis (%) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	45

Figura 12 -	Acidez Titulável (g.100g ⁻¹ de ácido cítrico) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	46
Figura 13 -	Relação SS/AT em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	48
Figura 14 -	pH em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	49
Figura 15 -	Açúcares Solúveis Totais (g. 100 ⁻¹ g de polpa) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	50
Figura 16 -	Ácido Ascórbico (mg.100g ⁻¹) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Tratamentos em goiabas 'Paluma' sob revestimentos comestíveis.....	30
Tabela 2 -	Valores médios Atividade água (A_w , %), das seis formulações dos biofilmes dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).....	36
Tabela 3 -	Valores médios de cor L^* , a^* e b^* de seis formulações dos biofilmes dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).....	37
Tabela 4 -	Valores médios da avaliação subjetiva de seis formulações dos biofilmes dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).....	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 OBJETIVOS	13
2.1 GERAL	13
2.2 ESPECÍFICOS	13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1 AMIDO - Aspectos Gerais	14
3.1.1 Abacate, Jambo e Pitomba - Fontes de amido	17
3.2. ATMOSFERA MODIFICADA	19
3.2.1 Filmes e Recobrimentos comestíveis	19
3.3 PLASTIFICANTES E ESPESSANTES	22
3.4 GOIABAS	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Matéria-Prima.....	26
4.1.1 Ensaio I - Extração dos amidos e Desenvolvimento dos biofilmes pela técnica por ´casting`	26
4.1.2 Ensaio II - Obtenção de soluções filmogênicas e aplicação como revestimentos comestíveis em goiabas	29
4.2 Avaliações Realizadas	32
4.2.1 Físicas.....	32
4.2.2 Subjetivas.....	33
4.2.3 Físico-químicas.....	34
4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	36
5.1. Caracterização física e subjetiva dos biofilmes	36
5.2 Avaliação subjetiva e físico-química dos revestimentos nas goiabas	41
6 CONCLUSÃO.....	53
REFERÊNCIA	54

1 INTRODUÇÃO

Uma das técnicas que visa o prolongamento da vida pós-colheita de frutos é a aplicação de recobrimentos associados, com o intuito de reduzir a perda de umidade, diminuir as taxas de respiração, trocas gasosas e reações oxidativas, atuar na manutenção da cor, impedir a perda de compostos voláteis (PETRICCIONE et al., 2015).

Os recobrimentos podem ser produzidos a partir de materiais renováveis, como lipídios (óleos, cera de carnaúba, cera de abelha), polissacarídeos (celulose, pectina, féculas, amido e quitosana) e proteínas (caseína, gelatina e albumina) (MELLINAS et al., 2016). Várias fontes alternativas de extração de amido que substituam as fontes tradicionalmente utilizadas vêm sendo avaliadas, na tentativa de encontrar amidos adequados para aplicações específicas em produtos vegetais que são consumidos comumente (CHEN et al, 2023; BANGAR et al., 2021; CASTRO et al., 2019; MANIGLIA; TAPIA-BLÁCIDO, 2016). Entre algumas fontes podemos citar as sementes de abacate (*Persea americana* L.), as sementes de jambo (*Syzygium malaccensis*, L.) e as sementes de pitomba (*Talisia esculenta*, L.).

As sementes das matérias-primas mencionadas podem ser boas fontes de amidos e também de aproveitamento e agregação de seus resíduos para o setor agroindustrial. Em relação ao abacate, após o processamento o seu caroço corresponde a aproximadamente 12% da massa total do fruto (López-Cobo et al., 2016) e com elevada concentração em polissacarídeos como o amido (DALLE et al., 2016). O Jambo vermelho pode ser consumido in natura, em forma de compotas, doce em massa, geleias, licores e aguardente e ainda pode ser utilizado para a produção de corante e antioxidante natural para uso em vários segmentos da indústria, resultando desta forma resíduos como as sementes (FARIAS et al., 2020). O endocarpo da pitomba compõe metade do peso total deste fruto exótico brasileiro e é bastante apreciado no Norte e Nordeste do país (CASTRO et al., 2021). O baixo rendimento da polpa de pitomba acompanhado da dificuldade de remoção em frutos maduros, tornam restrito o seu aproveitamento, no entanto, sua semente representa cerca de 50% do peso total do fruto; sendo uma alternativa a extração do amido (AFOLABI et al., 2012).

Alguns frutos ainda sofrem alguns entraves no que diz respeito à alta perecibilidade, na pós-colheita acarretando perdas poucos dias após a colheita (ELIK et al., 2019). Fazendo-se necessário a investigação de técnicas de custo acessível que visem à conservação da qualidade do fruto como os recobrimentos, no sentido de diminuir os prejuízos para os produtores e distribuidores possibilitando maior período de

comercialização, bem como para os consumidores quando as técnicas possam aumentar sua vida pós-colheita, como também incrementar na qualidade nutricional e funcional quando consumidos com o fruto (SUHAG et al., 2020).

O uso de recobrimentos comestíveis a base de amidos criará uma barreira que permitirá aumentar o tempo de prateleira de produtos submetidos a esse processo, que aliado a etapas de processamentos e armazenamento realizada de forma eficiente, podem contribuir de forma positiva quando adicionados aos frutos (KAWHENA et al., 2021). Diante do exposto, verifica-se que pesquisas envolvendo o estudo da extração, avaliação das características dos amidos não tradicionais e sua aplicabilidade na conservação em vegetais, é justificado por criar mecanismos para agregação de valor para as espécies comercializadas em regiões tropicais.

Sabendo-se que o uso de filmes confeccionados exclusivamente com amido é pouco flexível, pode ser quebradiço, apresentam elevada higroscopia e baixa adequação ao processamento industrial se faz necessário utilizar aditivos para melhorar suas propriedades mecânicas (ABE et al., 2021). O glicerol pode ser utilizado como um plastificante dos mais efetivos em termos de propriedades termomecânicas (ZHANG, 2006; VIEIRA et al., 2011). Como possui caráter higroscópico, aumenta a afinidade e a solubilidade dos filmes com a água (NORDIN et al., 2020). O alginato tem como uma das mais importantes propriedades a sua capacidade de formação de géis termoestáveis na presença de cátions divalentes, principalmente o cálcio (MAKAREMI et al., 2019).

A modificação da atmosfera em volta do produto com o auxílio de filmes de policloreto de vinila (PVC), é um dos métodos mais usados para manter a qualidade e suplementar o recobrimento em vegetais, proporcionando aumento do tempo de vida útil, sem perda de qualidade (SANTOS et al., 2020).

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma fruta típica de climas tropicais, sendo bastante apreciada devido ao seu sabor distinto e por ser rica em compostos nutricionais tais como vitamina C, fibra dietética, pectina, cálcio, compostos fenólicos e carotenóides (PRADHAN et al., 2021). Conhecido como uma fruta climatérica, possui alta taxa metabólica que leva ao rápido amadurecimento e senescência poucos dias após a colheita quando mantida a temperatura ambiente (FORMIGA et al., 2022). Assim, aplicar tecnologias pós-colheita que retardam o metabolismo dos frutos é uma alternativa para preservar a qualidade durante o armazenamento (PONTES et al., 2023).

Desta forma, pretende-se explorar o aproveitamento de polissacarídeos no desenvolvimento de formulações à base de amido e associá-las ao uso de recobrimentos na conservação de goiaba 'Paluma'.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

O presente trabalho teve como objetivo extrair, caracterizar filmes à base de amidos de fontes não-tradicionais e utilizar na aplicação como recobrimentos comestíveis em goiabas 'Paluma'.

2.2 ESPECÍFICOS

- Extrair os amidos de fontes não tradicionais como: das sementes de abacate, de pitomba e de jambo vermelho;
- Produzir filmes biodegradáveis a partir do amido de sementes de abacate, de pitomba e de jambo vermelho pelo método de casting, utilizando o plastificante glicerol e o espessante alginato;
- Caracterizar os filmes quanto às suas características físicas e subjetivas de continuidade, homogeneidade e manuseabilidade;
- Identificar os melhores filmes com potencialidade para recobrimentos em frutos;
- Elaborar soluções de recobrimento com os amidos, agentes plastificantes e os espessantes identificados com potencialidade para recobrimentos comestíveis;
- Aplicar os recobrimentos por imersão em goiabas 'Paluma' acondicionados em bandejas de poliestireno expandido recobertas com filme de policloreto de vinila (PVC);
- Avaliar e quantificar com base nas análises físicas e físico-químicas das goiabas 'Paluma' submetidos aos diferentes tratamentos;
- Identificar os melhores tratamentos com recobrimentos para as goiabas 'Paluma' armazenadas durante 12 dias, sob condições ambiente.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 AMIDO - Aspectos Gerais

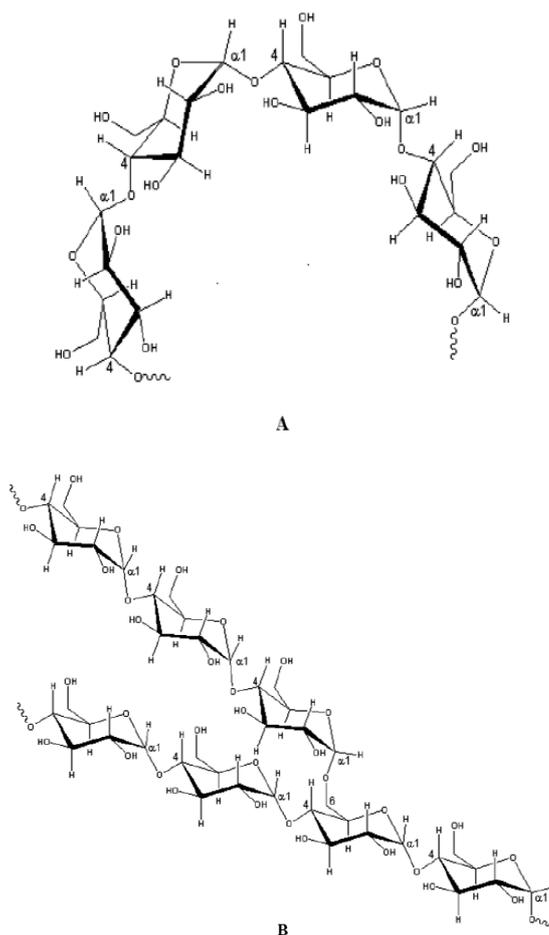
O amido é um dos polímeros mais importantes na área de alimentos, farmacêutica e têxtil. Sendo o principal carboidrato utilizado pelas plantas como fonte de reserva de energia (SEUNG, 2015). Há essencialmente dois tipos de amido: o amido primário ou transitório e o amido secundário ou de reserva. O amido transitório é sintetizado durante a fotossíntese e é utilizado como fonte de energia para a respiração celular, essencialmente no período noturno, quando a folha não faz fotossíntese (WANG, 2020). O amido secundário é estocado nos amiloplastos como fonte de energia mais duradoura em estruturas reprodutivas (sementes), estruturas vegetativas (tubérculos, caules) frutas e raízes para ser utilizado em outras frases como germinação, brotação, frutificação e amadurecimento (PEREZ; AGAMA-ACEVEDO, 2018).

O amido é classificado como um homopolissacarídeo e a sua unidade básica é a glicose, formado por átomos de carbono, hidrogênio e oxigênio na razão 6:10:5 ($C_6H_{10}O_5$) (DÍAZ et al., 2022). É considerado um biopolímero principalmente devido à sua origem natural, formado por grânulos que possuem estrutura semicristalina, constituída primariamente por amilose e amilopectina (MALI et al., 2010). A amilose é um polímero formado por cadeias lineares, unida por ligações glicosídicas α -(1-4) com poucos pontos de ramificação, e tem peso molecular de 105 - 106 Daltons (Da). A amilopectina apresenta uma estrutura ramificada com alto peso molecular (107 - 109 Da), onde as unidades de glicose são unidas por ligações α -(1-4) nas seções lineares e por ligações α -(1-6) nos pontos de ramificação (TETLOW; BERTOFT, 2020) (Figura 1).

Os amidos são constituídos por 25-30% de amilose e 70-75% de amilopectina. No entanto, existem alguns amidos que apresentam alto teor de amilopectina (98-99%), sendo denominados de amidos cerosos (PEREZ; AGAMA-ACEVEDO, 2018). Os amidos com alto teor de amilose são utilizados como biofilmes e/ou bioplásticos e produtos de confeitaria (SHIT; SHAH, 2014).

A relação amilose:amilopectina, o tamanho das cadeias de α -glucano e a presença de outros componentes associados às cadeias poliméricas determinam a natureza do amido e suas características como a forma dos grânulos, tamanho da partícula (unimodal, bimodal e trimodal) e a estrutura (SCHMIELE et al., 2019). Os grânulos de amido diferem entre si no aspecto morfológico dependendo da sua origem botânica (PÉREZ; BERTOFT, 2010).

Figura 1 - Representação das estruturas químicas das frações de (A) e (B) amilopectina.



Fonte: DENARDIN; SILVA, 2009.

Os grânulos de amilose e amilopectina se estruturam como agregados semicristalinos de regiões ordenadas e desordenadas (CHI, et al., 2021). A região cristalina é formada por moléculas de amilopectina designadas como A, B, C, em ramificações de dupla hélice agrupadas e estabilizadas por ligações de hidrogênio que se empacotam em lamelas cristalinas. A região amorfa é composta por interações entre as cadeias de amilose com amilopectina (MALI et al., 2010.; SEUNG et al., 2015).

Os grânulos também contêm em sua composição outros componentes, como lipídios, minerais, proteínas e enzimas em menor proporção que também interferem nas propriedades físico-químicas do grânulo (TETLOW; BERTOFT, 2020). Estes, são insolúveis em água a temperatura ambiente, necessitando de temperaturas que variam entre 65°C e 100° para solubilizar (JIMÉNEZ et al., 2016). A gelatinização do amido é a consequência do processo de inchamento e birrefringência dos grânulos de amido, causada pela hidratação, seguida pelo aumento da mobilidade das cadeias na parte amorfa do

grânulo provocado pela fusão dos cristais de amidos (DONMEZ et al., 2021). Após a gelatinização do amido, ocorre a retrogradação, caracterizada pela reorganização das moléculas, que inicialmente envolve recristalização rápida das moléculas de amilose seguida por uma recristalização lenta de moléculas de amilopectina. A retrogradação da amilose determina a dureza inicial do gel, bem como sua viscosidade e digestibilidade (BORBA et al., 2021).

Os métodos de extração podem variar de processos físicos ou processos químicos com uso de reagentes e enzimas, e irá depender de muitos fatores, incluindo origem, localização na planta, presença de nutrientes e perecibilidade após a colheita (SJÖÖ; NILSSON, 2017). O principal objetivo do processo de extração é obter amido de alta pureza, com alto rendimento, sem causar alterações significativas nas suas propriedades físico-químicas e mecânicas (DEMIATE et al., 2023).

Uma vez que o amido atenda aos requisitos de pureza, ele está pronto para uso em seu estado natural ou modificado pela indústria. Após a extração e purificação, o amido pode ser visualmente caracterizado como um pó branco fino, insolúvel em água fria, álcool, éter e outros solventes e solúvel em dimetil sulfoxido (DMSO) (SCHMIELE et al., 2019).

Amidos nativos ou modificados podem ser utilizados como espessantes, estabilizadores de congelamento e descongelamento, agentes gelificantes, agentes de volume, agentes de retenção de água e agentes plastificantes (AI; JANE, 2015; GOUS; FOX, 2017). As matérias primas, milho, batata, mandioca e trigo são as fontes convencionais de amido, dominando os mercados atuais e possuem diversas aplicações em diferentes áreas (WERTZ; GOFFIN, 2020). Além dessas culturas, existem diversas plantas produtoras de amido que são consideradas não convencionais que possuem grande potencial (MAKROO et al., 2021).

A importância da exploração de fontes não convencionais está baseada no aproveitamento de resíduos e subprodutos, disponibilidade local, demanda por novas experiências de consumo, importância cultural e social, associada a vantagens técnicas sobre os amidos convencionais (ZHU, 2020). Dentre essas fontes não convencionais de amido, pode se destacar a utilização de sementes que são resíduos industrial do processamento de frutas e plantas nativas (CHEN et al, 2023; BANGAR et al., 2021; CASTRO et al., 2019; MANIGLIA; TAPIA-BLÁCIDO, 2016).

Alguns trabalhos vêm incentivando a perspectiva de agregação de valor aos resíduos gerados por alguns produtos utilizados na agroindústria. Poderemos citar, a

pesquisa de Aquino et al. (2020), ao utilizar revestimento de amido extraído da semente de manga Palmer com adição de extrato de própolis em frutos de abacate Geada, onde foi constatado a eficácia do amido da semente de manga ‘Palmer’ em prolongar a vida útil dos frutos. Além disso, a extração do amido foi de 17% do peso da amêndoa, mostrando ser uma fonte de amido viável.

3.1.1 Abacate, Jambo e Pitomba - Fontes de amido

O abacate (*Persea americana* Mill), pertence à família botânica *Lauraceae* e a ordem botânica *Ranales*. Os cultivares mais plantados no Brasil e no mundo são os híbridos, resultados do cruzamento entre raças do México, Guatemala e Antilha (PBMH, 2015). Os maiores produtores de abacate do mundo são o México, Colômbia, Peru, Indonésia, República Dominicana, Quênia e o Brasil (SHAHBANDEH, 2023). O Brasil produziu em 2021, cerca 300.894 toneladas, com rendimento de 16.618 kg por hectare, onde os estados de São Paulo, Minas Gerais, Paraná e o Ceará foram os maiores produtores do país (IBGE, 2021). Segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), o abacate tem se destacado nos últimos anos e será a fruta mais comercializada até 2030, com exportações globais superando as quatro milhões de toneladas, superando as vendas de abacaxi e manga.

O abacate é consumido *in natura* e na indústria no processamento de polpa para produzir purê, guacamole ou fatias embaladas, abacate desidratado e extração de óleo (JIMENEZ et al., 2022). Tanto o consumo *in natura* como a produção industrial produzem um grande número de subprodutos (cascas e sementes). O caroço do abacate é um subproduto residual importante, pois representa de 22 a 30% do peso total do fruto e é descartado causando desperdício e poluição ambiental (SÁNCHEZ-QUEZADA). Pode-se obter vários produtos essenciais a partir dos resíduos do abacate, como ração animal, óleos, medicamentos, biocatalisadores, biodiesel, amido, biocombustível, cosméticos e biopolímeros (CHEIKHYOUSSEF; CHEIKHYOUSSEF, 2022).

A semente do abacate é rica em vários compostos bioativos, principalmente proteínas, amido, lipídeos, fibra bruta, vitaminas, minerais e inúmeros fitoquímicos. Os carboidratos constituem 64% das macromoléculas encontradas na semente. O amido representa aproximadamente 91,2% do total de carboidratos (TESFAYE et al., 2018).

Martins et al. (2022) em seu trabalho fizeram a extração e a caracterização do amido de semente de abacate, onde conseguiram rendimento de 19% e afirmaram que o

amido é adequado para a preparação de filmes comestíveis. Macena et al. (2020) ao estudar as propriedades físico-químicas, morfológicas e tecnológicas do amido da semente de abacate, relataram que o teor de amilose é maior do que em outros amidos de cereais e tubérculos.

O jambo vermelho (*Syzygium malaccense*) pertence à família *Myrtaceae* cultivado em regiões tropicais é originário da Indo-China, mais especificamente Malásia, Indonésia, Vietnã e Tailândia (FERNANDES; RODRIGUES, 2018). No Brasil, em virtude da fácil adaptação ao clima e solo é encontrado nos estados da região norte, nordeste, centro-oeste e nas regiões mais quentes do Sudeste (CAVALCANTE et al., 2020). A maioria das árvores desse fruto são encontradas em jardins domésticos e algumas pequenas plantações (MUNHOZ et al., 2018).

O jambo vermelho pode ser consumido in natura ou na forma de produtos artesanais. A espécie é considerada subaproveitada, apesar de seu enorme potencial tecnológico como fruteira devido a sua alta produtividade, características sensoriais exóticas do fruto, alto rendimento de polpa, baixo pH e excelente potencial nutricional (FARIAS et al., 2020).

Embora as sementes de espécies frutíferas não convencionais sejam consideradas subprodutos, elas têm sido estudadas para fins industriais na ciência de alimentos no processamento de farinhas e amido, além de elaborações de filmes biodegradáveis (MAKROO et al., 2021; LI et al. 2023).

A pitombeira (*Talisia esculenta*) pertence à família sapindaceae e é nativa da Amazônia. As árvores de pitomba podem ser encontradas em todas as regiões do Brasil. A pitomba é colhida de árvores silvestres ou de pomares domésticos e comercializada geralmente em mercados e feiras livres (SANTOS et al., 2020).

A semente da pitomba representa cerca de 50% do peso total do fruto tornando o aproveitamento da polpa limitado pelo baixo rendimento e difícil remoção (CASTRO et al., 2021). Segundo Castro et al., 2019, a semente da pitomba pode ser utilizada como uma fonte de amido não convencional, devido à alta capacidade de absorção de água e óleo, formando pasta com baixa dureza e baixa tendência a retrogradação, podendo ser utilizado como agente espessante e estabilizante na área de ciência de alimentos como ingrediente para filmes comestíveis e embalagens de alimentos.

A quantidade de trabalhos publicados sobre as características do amido de semente de pitomba ainda é relativamente escassa quando comparada à de outros amidos como mandioca e milho. Castro et al. (2019) ao extrair e avaliar o amido da semente da

pitomba observou potencial de ser utilizado como agente espessante e estabilizante para filmes e embalagens de alimentos devido ao rendimento médio de 44,20% e as características tecnológicas como formação de pasta com baixa dureza e baixa tendência à retrogradação. Fernandes et al. (2019) desenvolveram biofilmes de amido de semente de pitomba e avaliaram a viabilidade dele como curativo, concluindo que os filmes de amido apresentaram características promissoras para a aplicação como biomaterial na medicina regenerativa.

3.2 ATMOSFERA MODIFICADA

A atmosfera modificada consiste em substituir a atmosfera que rodeia o alimento com uma mistura de gases adequada, para aumentar a conservação do produto, ou melhorar alguma de suas propriedades (WINOTAPUN et al., 2023). A modificação dos gases no interior da embalagem ocasiona atraso na maturação, murchamento, processo de dano do tecido e redução da degradação celular, atividades microbianas e enzimáticas (TIAN et al., 2023).

Os filmes flexíveis mais utilizados para acondicionar frutas e hortaliças são o polietileno de baixa densidade (PEBD), polietileno de alta densidade (PEAD), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloreto de polivinila (PVC), poli (ácido láctico) (PLA), polihidroxialcanoato (PHA), polibutileno succinato (PBS), bem como os filmes a base de amido (MAHAJAN; LEE, 2023).

A modificação da atmosfera pode ser obtida por mecanismos ativos ou passivos (IZUMI, 2020). Na atmosfera modificada passiva, o produto é acondicionado em embalagem e a atmosfera é modificada pela própria respiração do produto, em função da permeabilidade da embalagem e da temperatura. A atmosfera modificada ativa é criada, injetando-se inicialmente no espaço livre da embalagem, uma mistura gasosa predeterminada, sendo a atmosfera de equilíbrio determinada também pela interação entre o produto, embalagem e o ambiente (OLIVEIRA; MENDES, 2021).

3.2.1 Filmes e Recobrimentos comestíveis

Os polímeros obtidos a partir de fontes biológicas renováveis têm sido cada vez mais estudados nas últimas décadas como substituto dos plásticos convencionais (ČOLNIK et al., 2020). Além disso, esses polímeros, bem como outras matérias-primas de fontes renováveis, apresentam ainda, propriedades como biodegradabilidade,

biocompatibilidade, não toxicidade, entre outras, e também auxiliam a redução do impacto ambiental negativo provocado pelo volume de material de embalagem à base de petróleo não biodegradáveis constantemente descartados (FORMIGA et al, 2022; THAKUR et al., 2022).

Biofilmes são filmes finos preparados a partir de biopolímeros derivados de polissacarídeos, proteínas ou lipídios, que quando usados como embalagem, agem como barreira a elementos externos como umidade, óleo e gases e, conseqüentemente, protegem o produto de danos físicos e biológicos, aumentando a sua vida de prateleira (GUPTA et al., 2023; JABBAR et al., 2023).

Os biofilmes podem ser aplicados de duas formas, como filme ou como revestimento (cobertura), mas a diferença entre eles se dá pelo tipo de formação e não sua composição. Os filmes, normalmente, são estruturas autônomas pré-formadas separadamente (moldados como folhas sólidas) e depois aplicadas na superfície como material de embalagem (OTONI et al., 2017). Já os revestimentos comestíveis são formados diretamente na superfície dos alimentos por imersão ou pulverização seguida de secagem, atuando como uma barreira protetora (SUHAG et al., 2020). Nesse sentido, os revestimentos tornam-se parte do produto e permanecem nele durante o seu uso e consumo (RIBEIRO et al., 2021).

O processo de produção de biofilmes baseia-se na formulação de uma solução na qual a macromolécula é dissolvida em um solvente (água, etanol ou ácidos orgânicos) conjuntamente com a adição de aditivos (plastificantes, agentes reticulantes), assim se obtém uma solução homogênea que, ao passar por um processo de aquecimento, resulta em uma solução filmogênica em forma de gel. Com essa solução preparada, os filmes passam por um processo de secagem do solvente, formando um filme de matriz contínua e coesa. Essa técnica é chamada de casting (ALTMANN et al., 2018; ONYEAKA; NWABOR, 2022).

A qualidade e conservação dos produtos alimentícios podem ser afetados por danos ambientais, fisiológicos e microbiológicos (BARBOZA et al., 2022). A tecnologia de filmes e revestimentos comestíveis tem sido utilizada comercialmente pela indústria para prolongar a vida de prateleira de frutas e vegetais frescos (TAVASSOLI-KAFRANI et al., 2022). Filmes e revestimentos comestíveis podem formar barreiras capazes de controlar água, O₂ e CO₂, adesão uniforme na superfície do produto, aparência atraente, não toxicidade e outras qualidades sensoriais são essenciais para biofilmes de produtos frescos (KOCIRA et al., 2021).

Boonsuk et al. (2022) investigaram uma série de misturas filmogênicas a base de poli (álcool vinílico) (PVA) hidrolisado com amido de mandioca, amido de mandioca altamente oxidado e amido de mandioca e amido de mandioca pré-gelatinizado, conjuntamente com a adição dos plastificantes glicerol e sorbitol, utilizando a técnica de *casting*. Os filmes apresentaram em sua estrutura, bicamadas ricas em PVA e rica em amido, independentemente do tipo de plastificante. Foram identificados uma série de filmes que mostraram maior resistência e alongamento na ruptura do que a baixa densidade do polietileno, sugerindo que essas misturas são ambientalmente benignas e ótima alternativa para substituir produtos derivados do petróleo.

Barizão et al. (2020) produziram filmes biodegradáveis à base de κ -carragenina comercial, um hidrocolóide extraído de algas vermelhas e fécula de mandioca em diferentes proporções. Foram feitas avaliações de propriedades físicas, térmicas e análises de opacidade aparente e cor. Os filmes apresentaram alta transparência, alta solubilidade em água, baixo grau de intumescimento e a estabilidade térmica aumentou com o acréscimo de concentração de amido na mistura. Segundo os autores, os filmes biodegradáveis apresentaram baixo custo devido ao uso de polissacarídeos comerciais, podendo ser usados como embalagens de alimentos.

No estudo de Cheng et al. (2021) filmes biodegradáveis foram produzidos a partir de ácido polilático (PLA), extrato da casca de manga e nanopartículas de prata e comparados com filme convencional de polietileno (PE), como embalagem na conservação de morangos. Os filmes formulados de ácido polilático (PLA), extrato da casca de manga e nanopartículas de prata demonstraram excelente desempenho de manutenção de frescor, conseguindo prolongar significativamente a vida útil dos morangos.

Biduski et al. (2017) avaliaram os efeitos de modificações ácidas e oxidativas em amido de sorgo, bem como o efeito da modificação nas características físicas, morfológicas e mecânicas e propriedades de barreira dos filmes de amido de sorgo. Os autores observaram a potencialidade do filme de amido de sorgo modificado devido suas propriedades como boa resistência mecânica e boa aparência geral.

Thakur et al. (2019) desenvolveram um recobrimento comestível de amido de arroz misturado com ésteres de sacarose para controlar a atividade fisiológica pós-colheita da banana Cavendish para estender a qualidade pós-colheita durante o amadurecimento a 20 ± 2 °C. A eficácia do revestimento foi avaliada em relação às mudanças nos parâmetros físico-químicos da fruta. Os estudos da morfologia da

superfície destacaram a compatibilidade de ligação da matriz de revestimento com o caráter de casca da fruta e formaram uma camada uniforme contínua sobre a superfície da fruta. Os resultados mostraram que o revestimento foi eficiente em retardar a biossíntese de etileno e reduzir a taxa de respiração. A vida útil da fruta revestida foi prolongada por 12 dias em comparação com o controle não tratado, que amadureceu em sete dias e perdeu a comercialização após o dia 6.

Sarak et al. (2022) elaboraram um revestimento de película à base de amido nativo, amido catiônico e uma mistura dos dois para avaliar a qualidade pós-colheita de mangas. Os resultados mostraram que após 10 dias, as mangas revestidas com o biofilme da mistura de amido de mandioca nativo e catiônico, perderam menos peso e exibiram ligeiras mudanças na aparência física.

3.3 PLASTIFICANTES E ESPESSANTES

Os plastificantes são compostos de baixo peso molecular que são adicionados para alterar as propriedades físicas e/ou mecânicas em embalagens biodegradáveis, filmes e revestimentos comestíveis (ROCHA et al, 2018). Os plastificantes são moléculas pequenas, hidrofílicas, não voláteis, que se intercalam entre as cadeias poliméricas, interrompendo ligações de hidrogênio e espalhando as correntes, aumento a flexibilidade, o vapor e a permeabilidade a gás (BANGAR et al., 2021; ZHANG et al., 2022).

Entre os plastificantes mais utilizado na produção de filmes biodegradáveis estão o glicerol, xilitol, sorbitol, polietilenoglicol (PEG), propileno glicol (PG), etilenoglicol (EG), alguns monossacarídeos, dissacarídeos (KANDASAMY et al., 2021).

Os plastificantes são capazes de penetrar as moléculas de amido e formar ligações de hidrogênio com a hidroxila do polissacarídeo, permitindo que os segmentos da cadeia possam se mover e girar livremente (GONZÁLEZ et al., 2020; MOHAMMED et al., 2023). Os filmes de amido utilizando o glicerol como plastificante são mais resistentes mecanicamente, produzindo filmes cristalinos, com menor permeabilidade ao vapor e maior solubilidade em água (MAJEED et al., 2023).

Os agentes espessantes ou hidrocoloides são polímeros de cadeia longa e de alto peso molecular, extraídos de algas marinhas, plantas, microrganismos e de colágeno animal (BISHT et al., 2022). Os agentes espessantes são utilizados para melhorar a textura ou consistência de determinados produtos devido as suas propriedades funcionais de dissolver ou dispersar em meio aquoso para promover um espessamento ou aumento de

viscosidade, sendo que alguns poucos hidrocoloides também possuem a propriedade de formar gel (WÜSTENBERG, 2015; HIMASHREE et al., 2022).

O alginato de sódio é um dos polímeros biodegradáveis mais utilizados para a formação de filmes, devido às suas propriedades de formação de filme. O alginato é um polissacarídeo não tóxico de alta massa molar extraído de algas marrons, como *Laminaria digitata* e *Macrocystis pyrifera*. A estrutura molecular dos alginatos é composta por copolímeros binários lineares por ligações glicosídicas α (1,4) entre resíduos de β -D-Maurônico e ácido α -L-Gulurônico (HAY et al., 2013). Para produzir o gel que é utilizado na formação dos filmes, o alginato deve reagir com cátions polivalentes, sendo os íons de cálcio os agentes gelificantes mais efetivos (MAKAREMI et al., 2019). O alginato é considerado uma família de monômeros lineares composto por blocos de resíduo de ácidos β -d-manuronato (M) e α -I-guluronato (G) ligados por (1,4) (ABKA-KHAJOUEI et al., 2022). O alginato tem sua estrutura separada em três frações, sendo elas regiões homopoliméricas de blocos M e G e blocos MG alterados contendo ambos os ácidos poliurônicos (EMMERICHS et al., 2004). A fonte do alginato afeta a proporção de resíduos M e G, que têm influência sobre as propriedades físicas e químicas do alginato, bem como a viscosidade e espessura do revestimento.

O alginato é amplamente utilizado em várias indústrias, como de alimento, bebidas, têxteis, impressão e farmacêutico como agente espessante, estabilizador, emulsificante, agente quelante, suspensão ou na formação de géis, filmes e membranas. Por ser biodegradável, biocompatível, não tóxico e devido às suas características, o alginato é utilizado em biofilmes na pós-colheita de frutos (ARFIN; SONAWANE, 2019).

3.4 GOIABAS

A goiaba (*Psidium guajava* L.) é uma fruta bastante popular mundialmente tanto pelas suas características sensoriais, quanto pelo seu valor nutricional. A goiabeira é considerada uma planta nativa da América Tropical, provavelmente entre o México e o Peru, sendo propagada no século XIX para outras regiões tropicais da África e da Ásia devido a sua adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas e fácil propagação (IRSHAD et al., 2020; HUSSAN et al., 2021). A goiabeira pertence à classe Dicotyledonae, ordem Myrtiliflorae (Myrtales), família Myrtaceae, subfamília Myrtoideae, gênero *Psidium* e espécie *psidium guajava* L. (SHRUTHI et al., 2013).

A produção mundial de goiaba apresenta uma vasta extensão territorial, sendo uma cultura cultivada em praticamente todas as regiões do planeta, dentre os principais produtores estão Índia, China, Indonésia e Brasil (FAO, 2019). A goiaba é a fruta mais importante da Índia, sendo o país responsável por 21,8% da produção mundial (IMTIYAZ et al., 2022; HARISH; MISHRA, 2022). O Brasil é considerado o maior produtor mundial de goiabas vermelhas, onde as variedades “Paluma” e “Pedro Sato”, são as mais produzidas (FRANCISCO et al., 2005; SILVA et al., 2020).

Segundo dados do IBGE (2021) foram destinados 22.137 hectares para a produção de goiaba. A produção anual foi de aproximadamente 552.393 toneladas de frutas, com rendimento médio de 24.953 kg.ha⁻¹. Já no setor de comercialização internacional, registrou-se uma participação de 6.56% das exportações mundiais, lucrando 262.08 M de dólares, sendo os Países Baixos (39,3%), a Espanha (15,4%) e o Reino Unido (7,5%) seus principais compradores (TRIDGE, 2021). Os principais produtores, segundo dados do IBGE (2021) são: Pernambuco, São Paulo, Bahia e Paraná.

De grande importância alimentar, a goiaba é consumida principalmente in natura, mas também pode ser utilizada na indústria no processamento de sucos, doces, purês, conservas, frutas secas e sorvetes (MOON et al., 2018). Além disso, a goiaba de polpa vermelha pode ser classificada como uma “Superfruta” devido ao seu alto teor de fenólicos e outras substâncias antioxidantes (SILVA et al., 2019).XXX

Em seus estudos, Rodrigues et al. (2018) avaliaram a fisiologia e conservação pós-colheita de goiaba ‘Paluma’ sob recobrimentos à base de amido de sementes de jaca, quitosana e alginato de sódio no armazenamento ambiente e refrigerado, seguido da transferência para condição ambiente após 10 dias. Segundo os autores, os recobrimentos de amido de semente de jaca + quitosana e amido de semente de jaca + alginato foram eficientes em reduzir a taxa respiratória em frutos durante 10 dias em condição ambiente. O recobrimento de amido de semente de jaca + quitosana teve destaque, pois retardou o amadurecimento dos frutos, manteve a firmeza e a coloração, com intenção de compra e aparência superiores ao limite de aceitação por mais 6 dias, após a transferência para o ambiente, aos 16 dias de refrigeração.

Germano et al. (2019) avaliaram a fisiologia pós-colheita de goiabas ‘Paluma’ recobertas com galactomanana e cera de carnaúba, armazenadas à temperatura ambiente (25°C) e refrigeradas (11°C). Segundo os autores, o revestimento de galactomanana e cera de carnaúba foram eficientes em manter a qualidade pós-colheita da goiaba por meio

da manutenção da firmeza e da cor, além de prevenir os sintomas de resfriamento sob refrigeração.

Pontes et al. (2023) investigaram o efeito do revestimento à base de xiloglucano enriquecido com extrato de coproduto de caju na qualidade e no metabolismo antioxidante de goiaba 'Paluma' durante o amadurecimento pós-colheita. Os autores observaram que o revestimento promoveu menores níveis de peroxidação lipídica das membranas celulares e menor níveis de peroxidação lipídica das membranas celulares e menor atividade das enzimas de degradação da parede, promovendo uma melhor manutenção da firmeza durante a maturação. Além disso, foi observado que o revestimento também aumentou o potencial antioxidante devido ao maior teor de ácido ascórbico e polifenóis e maior atividade de enzimas antioxidantes.

4 MATERIAL E MÉTODOS

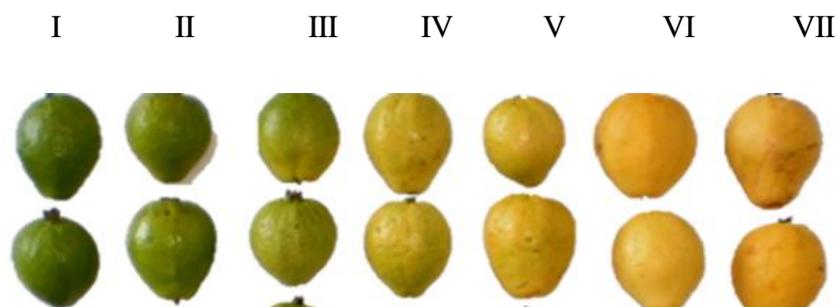
O trabalho foi desenvolvido no Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Rural, da Universidade Federal da Paraíba, Campus II, em Areia-PB, no Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários (LTPA).

4.1 Matéria-Prima

As matérias-primas para extração dos amidos não-tradicionais, como: as sementes do abacate (*Persea americana* L.), da pitomba (*Talisia esculenta*, L.) e do jambo vermelho (*Syzygium malaccensis*, L.), foram adquiridas na região rural do município de Areia. Após aquisição foram transportados ao (LTPA/CCA/UFPB), onde foram lavadas, higienizados e sanitizados para a posterior descasque, retiradas das sementes e procedimentos de extração do amido).

As goiabas utilizadas na aplicação dos recobrimentos foram da variedade 'Paluma' e provenientes da EMPASA, no estágio de maturação II - início da pigmentação (Figura 2). O agente plastificante utilizado foi o glicerol e o espessante o alginato. O experimento foi dividido em 2 ensaios.

Figura 2 - Estádios de maturação de frutos de goiabas 'Paluma', com base na coloração da casca, mediante seleção visual.



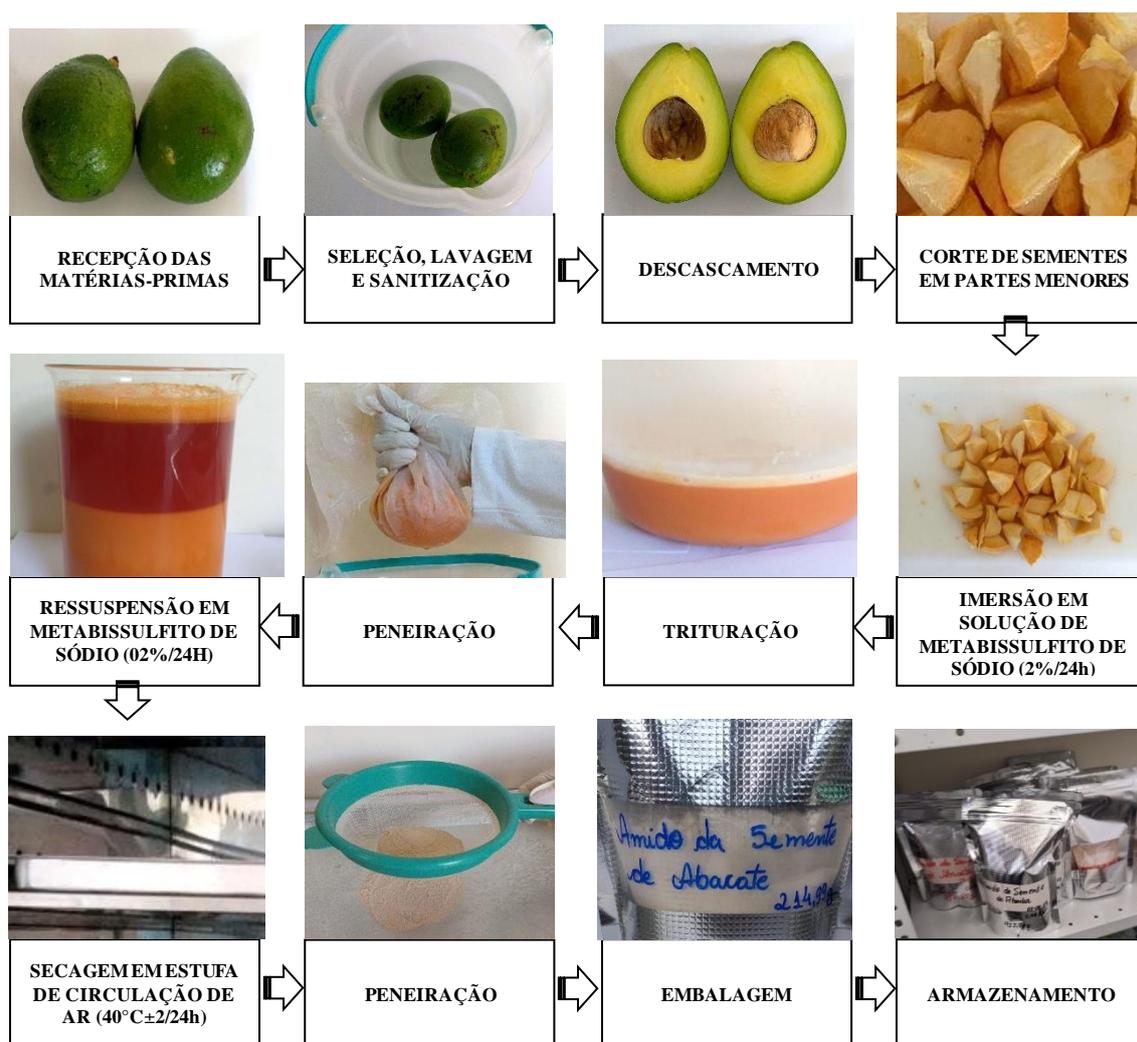
Fonte: Venceslau, 2013.

II - Transição da cor verde para início da pigmentação (Breacker) – utilizados no armazenamento.

4.1.1 Ensaio I - Extração dos amidos e Desenvolvimento dos biofilmes pela técnica por 'casting'

A extração dos amidos foi efetuada conforme Loos; Hood; Graham (1981) com adaptação (Figura 3).

Figura 3 - Processo de extração do amido.



Fonte: Adaptado de Loos et al. (1981).

No Laboratório de Tecnologia de Produtos Agropecuários as matérias-primas/resíduos submetidos para a extração foram submetidos a uma lavagem e limpos com auxílio de escovas de cerdas suaves para remoção de sujidades advindas do mercado ou do campo. Em seguida, foram submetidos ao descasque manualmente com uso de facas de lâminas de aço inoxidável. As sementes foram partidas em quatro partes iguais e logo após, deixadas em imersão durante 24 horas em solução de metabissulfito de sódio (2%) sob refrigeração (4 ± 2 °C) para aumentar a recuperação de amido devido ao amolecimento da matriz de proteína e paredes celulares facilitando a ruptura e liberação do mesmo durante a trituração e também controlar a atividade enzimática e o crescimento microbiológico.

Posteriormente, os amidos foram extraídos pela trituração da matéria-prima com metabissulfito de sódio em um liquidificador em baixa velocidade por 5 min. Após a homogeneização, a mistura foi peneirada em uma malha de 200 mesh, (0,074 mm). Em seguida, foram feitas duas decantações por 24 horas com ressuspensão em metabissulfito de sódio, sendo o sobrenadante descartado. O resíduo branco de amido foi espalhado em uma bandeja e seco em estufa de circulação de ar ($40^{\circ}\text{C} \pm 2 / 24\text{h}$) tempo necessário para atingir umidade entre 12 e 13%, e por fim, foi peneirado em peneira granulométrica (0,074 mm), ficando na forma de pó (Figura 4) e guardado em embalagens herméticas metalizadas sob temperatura ambiente para serem depois utilizados na obtenção das soluções filmogênicas e na sua aplicação para o recobrimento.

Figura 4 - Amidos obtidos da extração das sementes de matérias primas não-tradicionais.



Fonte: Autoria Própria, (2023).

Onde: A1 = Amido da semente de abacate; A2 = Amido da semente de jambo vermelho; A3 = Amido da semente de pitomba.

Os biofilmes foram preparados utilizando-se a técnica casting, que consiste na desidratação de uma solução filmogênica em estufa de circulação de ar, sob condições de processo controladas.

Uma solução aquosa de 100 ml com duas concentrações distintas de amido (2,5 e 3,5%) das sementes de abacate, jambo e pitomba extraídos foram preparadas e em seguida foram adicionadas as concentrações de alginato de sódio 2% e glicerol 2%; totalizando 6 formulações: F1 – Amido de semente do abacate 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F2 – Amido de semente do abacate 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F3 – Amido de semente do jambo 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F4 – Amido de semente do abacate 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F5 – Amido de semente do pitomba 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F6 – Amido de semente do pitomba 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%.

Após a homogeneização dos ingredientes em água, a solução filmogênica foi aquecida em banho maria até 75 °C, de modo a provocar a gelatinização do amido e ao mesmo tempo a solubilização do alginato de sódio. A solução foi depositada em placas de Petri de 12 cm de diâmetro na quantidade de 10 mL de solução por placa, em seguida foram submetidas à desidratação em estufa com circulação e renovação de ar a uma temperatura de 40 °C por um período de 16 horas e logo após acondicionadas em dessecador, à temperatura de aproximadamente 25°C, por um período de 5 dias, para posterior retirada dos filmes para caracterização subjetiva e física (YANG; PAULSON, 2000).

Os filmes foram caracterizados quanto aos aspectos de avaliação subjetiva quanto a continuidade, homogeneidade, manuseabilidade, Atividade água (A_w) e avaliação dos parâmetros de Cor L^* , a^* , b^* , c^* e H^* . Todos os experimentos foram realizados em triplicata.

4.1.2 Ensaio II - Obtenção de soluções filmogênicas e aplicação como revestimentos comestíveis em goiabas

Após a extração das três fontes de amidos não-tradicionais e obtenção da solução filmogênica usando a técnica de casting no desenvolvimento das 6 formulações, foi identificada a melhor concentração de amido mediante as características subjetivas avaliadas de continuidade, homogeneidade, manuseabilidade, Atividade água e avaliação dos parâmetros de Cor L^* , a^* , b^* , c^* e H^* dos biofilmes, das duas concentrações dos amidos (2,5 e 3,0%) avaliadas e associadas aos dois agentes: o plastificante e o espessante (2%), foi escolhido a concentração de 3% de amido por apresentar uma melhor adesividade e coesividade ao fruto a ser submetido ao armazenamento em pré-teste e pelas características identificadas no ensaio I. As 3 (três) formulações identificadas como promissoras para o recobrimento foram aplicadas em Goiabas 'Paluma`.

As goiabas 'Paluma` utilizadas foram recebidas e selecionados quanto às injúrias e estágio de maturação a fim de ficarem todos em conformidade, foram lavados com água corrente para remoção das sujidades aderidas a sua superfície, em seguida foi realizada a sanitização, mantendo por um período de 15 minutos em uma solução de hipoclorito de sódio, na concentração de 150 ppm (0,01%) de cloro ativo, para redução da carga microbiana (Figura 5). Os frutos foram submetidos aos tratamentos por imersão.

Figura 5 - Estádio de maturação das goiabas submetidas a sanitização e utilizadas no recobrimento.



Fonte: Autoria Própria, (2023).

Foram elaborados e aplicados 4 (quatro) tratamentos, sendo 1 (um) controle: sem recobrimento com imersão em água destilada e 3 (três) formulações com as soluções filmogênicas para o recobrimento por imersão dos frutos, onde: 1. 0 % (Sem Recobrimento); 2. Amido semente do abacate (3,0%) e Glicerol e alginato de sódio (2%); 3. Amido semente de jambo vermelho (3,0%) e Glicerol e alginato (2%) e 4. Amido semente de pitomba (3,0%) e Glicerol e alginato (2%) (Tabela 1).

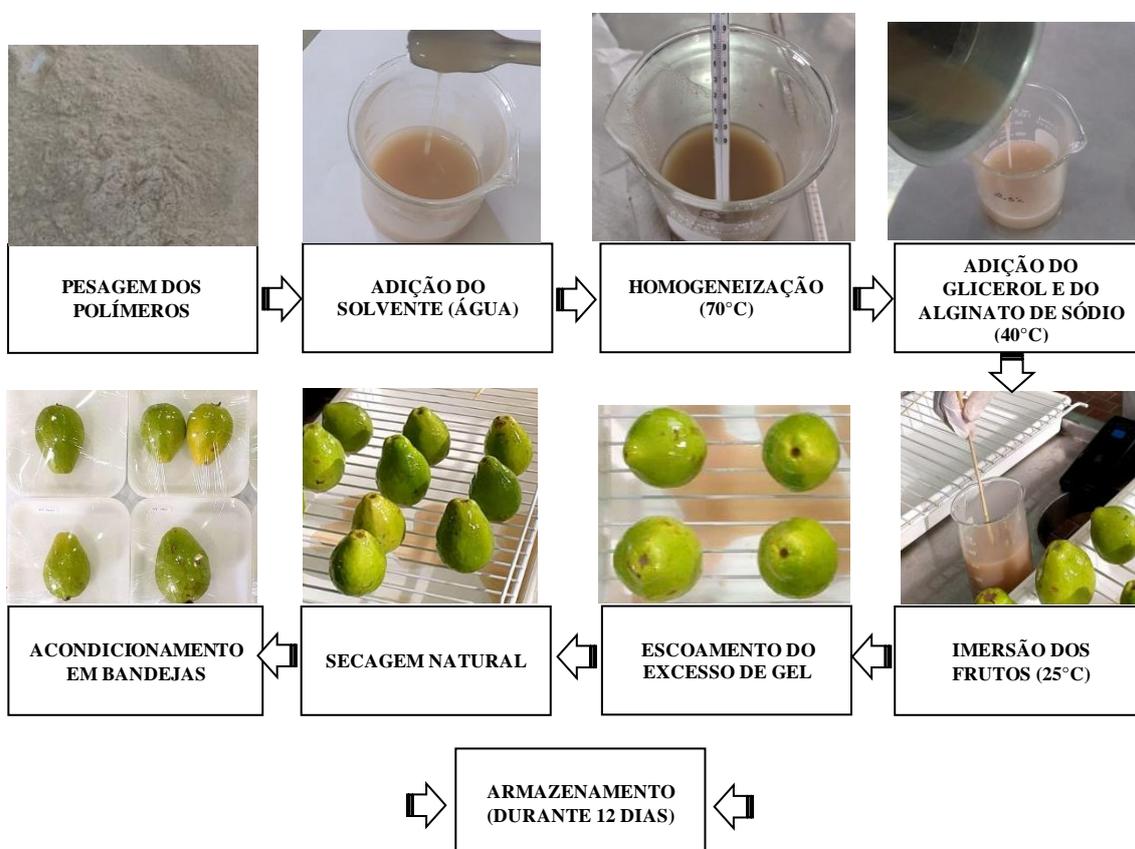
Tabela 1 - Tratamentos em goiabas 'Paluma' sob revestimentos comestíveis.

Ambiente	Tratamentos	Períodos (dias)
<p>~25 °C (~85±2%UR) Sob condição ambiente</p>	1. 0 %, (Sem Recobrimento)	
	2. Amido semente do abacate (3,0%) + Glicerol (2%) + Alginato de Sódio (2%)	0(+2), 3, 6, 9, 12 (físico-químicas);
	3. Amido semente de jambo (3,0%) + Glicerol (2%) + Alginato de Sódio (2%)	0, 2, 4, 6, 8,10, 12 e 14 (análise física e subjetiva)
	4. Amido semente de pitomba (3,0%) + Glicerol (2%) + Alginato de Sódio (2%)	

Fonte: Autoria Própria, (2023).

Os amidos foram diluídos em água destilada (4%, p/v) e homogeneizados em agitador magnético (MA085-Marconi) por um período de 25 minutos a temperatura de 75°C para dissolução do amido, após dissolução do amido, a solução foi resfriada a 40 °C e então o glicerol foi adicionado (2%) e o alginato (2%), sendo que, a adição do glicerol e alginato aconteceu antes da completa gelificação da solução (Figura 6).

Figura 6 - Fluxograma para obtenção e aplicação do revestimento.



Fonte: Autoria Própria, (2023).

Após atingir temperatura de 25 °C, as goiabas foram imersas na solução dos recobrimentos por 1 minuto. Depois os frutos foram colocados em bandejas de poliestireno expandido e recobertos com filme de cloreto de polivinila (PVC) de 12 µm de espessura, sendo colocados aproximadamente ~200g por bandeja e colocados em a temperatura ambiente (25±2°C) (Figura 7).

Avaliados em períodos regulares (0 (+2), 3, 6, 9 e 12 dias), onde o tempo zero (0) foi representado por +2 (após a aplicação dos tratamentos com os recobrimentos) para as avaliações físico-químicas e períodos regulares (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12 e 14 dias) para as avaliações de perda de massa e aparência geral dos frutos. As goiabas 'Paluma' avaliadas

nos períodos de regulares foram trituradas na íntegra (casca + polpa) com auxílio de liquidificador de baixo velocidade.

Figura 7 - Goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos sob atmosfera modificada, Areia - PB, 2023.



Fonte: Autoria Própria, (2023).

4.2 Avaliações Realizadas

4.2.1 Físicas

- **Atividade de água (A_w , %)** - A atividade de água do fruto foi determinada utilizando-se o equipamento Aqualab CX-2T, Decagon a 25 °C.

- **Perda de massa fresca (%)**: calculada tomando-se como referência o peso inicial dos frutos para cada período de análise, com resultado expresso em porcentagem;

- **Cor (L^* , a^* , b^* , c^* e H^*)**- A cor foi analisada mediante leitura direta da amostra em colorímetro Minolta (CR300, Tokyo) operando no sistema CIELab. Sendo L^* a luminosidade, variando de 0 (preto) para 100 (branco); a^* a intensidade da cor vermelha, que varia de verde (-60) a vermelho (+60); b^* a intensidade da cor amarela, que varia de azul (-60) a amarelo (+60); o croma (C^*) expressa a saturação ou intensidade da cor, enquanto o ângulo de matiz (h°) indica a cor observável e é definido como iniciando no eixo $+a^*$, em graus, em que 0° é $+a^*$ (vermelho), 90° é $+b^*$ (amarelo), 180° é $-a^*$ (verde),

e 270° é -b* (azul) (GAYA; FERRAZ, 2006). Foram realizadas 3 leituras de cada repetição, sendo 6 repetições por amostra, saturação e ângulo de cor.

4.2.2 Subjetivas

- Na *avaliação subjetiva dos filmes*, foram empregados parâmetros estabelecidos por Gontard (1991) citado por Mali (2006), A avaliação foi realizada por 3 pessoas treinadas quanto aos critérios subjetivos dos filmes e cada uma fez uma leitura de 3 (três) repetições para cada amostra. Verificando-se as seguintes características dos filmes:

A) **Continuidade** (ausência de ruptura após a secagem);

Os filmes serão classificados de acordo com um padrão que foi definido como:

1. deficiente (*),
2. boa (**) e
3. excelente (***)).

B) **Homogeneidade** (ausência de partículas insolúveis, bolhas de ar ou zonas de opacidade);

1. deficiente (*),
2. boa (**) e
3. excelente (***)).

C) **Manuseabilidade** (possibilidade de ser manuseado sem riscos de ruptura).

1. deficiente (*),
2. boa (**) e
3. excelente (***)).

- *Avaliação subjetiva de aparência nos frutos*: Determinado, segundo Santos (2006), através de escala de 1 a 9 (**1-Inaceitável; 3-Ruim; 5-Regular; 7-Bom; 9-Excelente**). Sendo considerado o escore 4, como sendo o limite de aceitação pelo consumidor. A avaliação foi realizada por 3 pessoas treinadas quanto à aparência geral de goiabas durante o período de armazenamento. Onde:

1 = Perda completa da turgidez, do brilho e da cor, superfície murcha, desenvolvimento de fungos, exsudação da polpa, imprestável para o consumo;

3 = Murchamento acentuado, superfície murcha em quase 50% da amostra, sem brilho aparente da casca e perda total do aroma, presenças de manchas;

5 = Pouco frescor, ligeira perda da turgidez, perda de brilho da casca, aparência ligeiramente atrativa, ausência de doenças, manchas ou danos e/ou podridão;

7 = Produto fresco, túrgido, superfície apresentando brilho pouco intenso, cor amarelo claro, ausência de manchas ou doenças e danos e/ou podridão;

9 = Produto fresco, túrgido, superfície lisa e brilhante, atrativo, isento de patógenos e danos e/ou podridão.

4.2.3 Físico-químicas

- **Sólidos Solúveis – SS (%)**: leitura direta em refratômetro digital, com resultados expressos em porcentagem, de acordo com Association of Official Analytical Chemists - AOAC (2005);
- **Acidez Titulável – AT ($g.100^{-1} g$ de % de ácido cítrico)**: Onde foi feita por titulometria com NaOH 0,1 M, segundo Instituto Adolfo Lutz - IAL (2008);
- **Relação SS/AT (ratio)** - Foi obtida pela operação algébrica de divisão de valores encontrados para SS e AT;
- **Potencial Hidrogeniônico – pH**: determinado em pHmetro, com inserção direta do eletrodo, de acordo com IAL (2008);
- **Açúcares Solúveis Totais (AST, $g.100^{-1} g$)**: Foi realizada através do método Lane-Enyon, o qual é comumente utilizado para determinar a quantidade de açúcares redutores, não redutores e totais (IAL, 2008.; MAPA, 2005);
- **Ácido Ascórbico (AA, $mg.100^{-1} g$)** - O conteúdo de ácido ascórbico foi determinado pelo método de Tillmans, segundo Carvalho et al. (1990). Cerca de 1g da amostra foi diluída em 50 mL de ácido oxálico 0,5%, homogeneizada por 1 minuto e em seguida titulada com solução de 2,6 diclorofenolindofenol (DFI) 0,2% até mudança de coloração.

4.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA

O experimento para o ensaio I foi instalado segundo um delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados 6 (seis) biofilmes, com 3 repetições de 1 placa de petri/parcela. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O experimento para o ensaio II na aplicação do recobrimento nas goiabas foi realizado em esquema fatorial 4 (tratamentos, sendo 3 formulações das soluções filmogênicas e 1 controle, sem recobrimento) x 5 (períodos), com 3 repetições de aproximadamente 200 gramas de frutos/bandeja, totalizando 60 unidades experimentais, para as análises físico-químicas. E em esquema fatorial 4 x 8, onde 8 são os tratamentos, sendo 3 formulações das soluções filmogênicas e 1 controle, sem recobrimento) e 8 os períodos de armazenamento, com 3 repetições de 2 (dois) frutos/bandeja, totalizando 60 unidades experimentais, para as análises de perda de massa e aparência geral dos frutos durante o armazenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância verificando efeito significativo para o teste F das interações, o período foi desdobrado dentro de cada tratamento e os resultados submetidos à análise de regressão polinomial. Quando não constatado o efeito significativo entre as interações dos fatores avaliados, foi realizado ligação de pontos com as médias dos tratamentos. Os modelos de regressão polinomiais foram selecionados com base na significância do teste F de cada modelo testado e, também, pelo coeficiente de determinação. O coeficiente de determinação mínimo para utilização das curvas foi de 0,60. Modelos de curvas até 3º grau (SISVAR, versão 5.7, SILVA; AZEVEDO, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização física e subjetiva dos biofilmes

Com base nas análises das formulações dos seis filmes comestíveis, conforme mostra na Tabela 2 os valores médios relacionados à Atividade água (A_w). De acordo com os resultados observados verificou-se que os percentuais da A_w apresentaram efeito significativo entre as formulações avaliadas ($p < 0,05$).

Tabela 2 - Valores médios Atividade água (A_w , %), das seis formulações dos biofilmes dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).

Formulações	A_w
F1	$0,56^a \pm 0,014$
F2	$0,54^a \pm 0,006$
F3	$0,62^a \pm 0,021$
F4	$0,66^a \pm 0,013$
F5	$0,41^a \pm 0,022$
F6	$0,38^a \pm 0,014$

Média \pm desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**** Onde:** F1 – Amido de semente de abacate 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F2 – Amido de semente de abacate 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F3 – Amido de semente de jambo 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F4 – Amido de semente de jambo 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F5 – Amido de semente de pitomba 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F6 – Amido de semente de pitomba 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%.

As Formulações 3 e 4 apresentaram os maiores teores de A_w , 0,62 e 0,64 respectivamente. Enquanto que, as formulações 5 e 6 apresentaram os menores teores, 0,41 e 0,38 respectivamente. Os baixos valores encontrados garantem que os produtos possam ser armazenados por mais tempo.

A atividade de água é um índice de grande importância devido à sua influência sobre a vida de prateleira do produto produzido. Os valores encontrados neste trabalho para as formulações 1 e 2 estão em concordância com os resultados de atividade de água encontrados por Farias et al. (2011) que determinaram A_w em filmes de amido com polpa de fruta onde os valores variaram de 0,50 a 0,54. O mesmo resultado foi observado por Sothornvit; Pitak (2007) com filmes elaborados com purê de manga (0,52). Entretanto, McHugh et al. (1996) obtiveram menor valor de atividade de água, 0,43, em filmes de

purê de pêssego, da mesma maneira que Kaya; Maskan (2003) com filmes de amido de trigo e suco de uva (0,47), concordando com os resultados do presente trabalho para as formulações 5 e 6, com valores de 0,41 e 0,38.

A A_w inferior a 0,6 e teor de água menor que 25 %, essa faixa é considerada mínima para o desenvolvimento de microrganismos (GAVA et al, 2007), desta forma os filmes elaborados de amidos de abacate e pitomba para as duas concentrações apresentaram como proposta de estáveis para armazenamento quanto ao risco microbiano.

A tabela 3 mostra os resultados obtidos em relação à colorimetria. Verificou-se que para o parâmetro L^* não foi detectado efeito significativo entre as formulações, enquanto que, os parâmetros para cores a^* , b^* e c^* apresentaram efeito significativo entre as formulações avaliadas ($p < 0,05$). A cor consiste em um parâmetro importante a ser avaliado porque está entre os fatores que influenciam na aceitação de um produto pelo consumidor. A partir da medida instrumental da cor é possível saber de forma objetiva a coloração apresentada por determinado produto.

Tabela 3 - Valores médios de cor L^* , a^* e b^* de seis formulações dos biofilmes dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).

Formulações (F)	L^*	a^*	b^*	c^*	H^*
F 1**	43,55 ^a ± 0,23	5,15 ^a ± 0,20	20,60 ^{ab} ± 1,01	21,22 ^{ab} ± 1,04	75,93 ^a ± 0,03
F 2	41,74 ^a ± 1,00	5,31 ^a ± 0,06	20,83 ^a ± 0,05	21,51 ^a ± 0,06	75,65 ^a ± 0,11
F 3	43,33 ^a ± 0,35	5,52 ^a ± 0,04	21,81 ^a ± 0,04	22,50 ^a ± 0,23	75,79 ^a ± 0,01
F 4	43,11 ^a ± 0,88	4,49 ^b ± 0,09	20,12 ^b ± 0,09	20,64 ^b ± 0,43	77,40 ^a ± 0,02
F 5	42,88 ^a ± 0,60	4,20 ^b ± 0,02	19,19 ^c ± 0,021	19,64 ^b ± 0,32	77,70 ^a ± 0,21
F 6	42,84 ^a ± 0,95	4,42 ^b ± 0,25	19,83 ^{bc} ± 0,24	20,32 ^b ± 0,17	76,48 ^a ± 1,90

* Média ± desvio padrão. Tratamentos seguidos por letras minúsculas distintas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

** **Onde:** F1 – Amido de semente de abacate 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F2 – Amido de semente de abacate 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F3 – Amido de semente de jambo 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F4 – Amido de semente de jambo 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F5 – Amido de semente de pitomba 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F6 – Amido de semente de pitomba 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%.

A cor L^* representa a luminosidade (L^*) numa escala de 0 a 100 varia do preto (0) ao branco (100), é uma medida de cor sobre o eixo de luz-escuridão e a redução dos valores da luminosidade (L^*) indica que as amostras ficam mais escuras (Kara; Ercelebi, 2013), ou seja, os resultados comprovam que quanto maior o valor de L^* mais claro é o filme. Desta, forma todos apresentaram valores para L^* nas proximidades do branco, representando boa luminosidade ou mais claros, podendo apresentarem com uma maior transparência sendo esses amidos e suas concentrações boas propostas para utilização como recobrimentos. O fator transparência se torna desejável, pois ao acondicionar algum alimento, o consumidor terá visualização do mesmo, por outro lado apresenta susceptibilidade a incidência luminosa, restringindo assim a utilização desse filme para embalar alguns alimentos (BERTUZZI et al.,2007).

A coordenada a^* varia de vermelho (+a) ao verde (-a), o aumento nos valores de a^* indica intensificação da cor vermelha, em virtude da formação de compostos de coloração marrom (REIS, 2006) e valores menores e negativos, apresenta coloração verde. Como pode ser observado na Tabela 3 as formulações avaliadas apresentaram valores que tendem a intensificação para a cor vermelha. Detectamos os maiores valores para a cor a^* nas formulações 1, 2 e 3 (amido de semente do abacate 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F2 – amido de semente do abacate 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F3 – amido de semente do jambo 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%), demonstrando que nestas formulações a coloração vermelha é ainda mais forte do que nas demais formulações.

A coordenada de cromaticidade b^* indica tonalidades do amarelo (+b) ao azul (-b) pode variar de -50 (azul) a +70 (amarelo), as formulações avaliadas neste estudo estão numa faixa intermediária entre as duas cores, o que representaria uma tendência ao verde-amarelado, apresentando valores entre 19,19^c (F5) a 21,81^a (F3), dessa forma, verifica-se tendência maior para o amarelo nas amostras das formulações 1, 2 e 3 analisadas. Enquanto que, as amostras das formulações 5 e 6 estão mais perto da proximidade do espectro azul.

O valor de c^* indica a saturação, ou seja, a pureza ou intensidade da cor em relação ao branco que são determinadas pelas coordenadas a^* e b^* , onde verifica-se que a cromaticidade (c^*) diferiu entre as formulações ($p < 0,05$). Observando que não ocorreu diferenças para as formulações 1, 2 e 3 e entre as formulações 4, 5 e 6.

Os melhores valores para cor c^* foram apresentados nas formulações 1, 2 e 3, verificando maior tendência a saturação a cor do espectro, portanto, sendo mais

brilhantes. Com isso constata-se que, as formulações 4, 5 e 6 apresentaram uma tendência a uma maior "palidez", maior tendência ao cinza.

Quanto ao ângulo H° , encontra-se os resultados obtidos na Tabela 3, verificando que não houve diferenças significativas entre as formulações avaliadas. O Ângulo Hue (h°) é considerado um veículo de instrumentação na pós-colheita em frutas e hortaliças de atributo qualitativo de cor com as cores que definidas tradicionalmente como avermelhada, esverdeada, etc, (PATHARE et al., 2013), sendo definido com a tonalidade do produto é definida como quanto maior o valor de coloração mais intensa é a cor. Desta forma, os filmes apresentaram valores intensos das colorações mencionadas para os parâmetros a^* e b^* .

Silva et al., (2007) avaliando a determinação da cor, imagem superficial topográfica e ângulo de contato de biofilmes de diferentes fontes de amidos, verificaram que os filmes obtidos com amido de milho, fécula de batata e fécula de mandioca em todas as concentrações testadas apresentaram-se transparentes e brilhantes, pode-se dizer que as formulações do presente trabalho também apresentaram transparentes e brilhantes, principalmente para as formulações 1, 2 e 3. Entretanto, é importante ressaltar que durante o processo de gelatinização do amido ocorre mudança na coloração devido à perda da estrutura e cristalinidade dos grânulos de amido, tornando-se gel com certa opacidade.

A colorimetria está sendo muito utilizada no desenvolvimento de coberturas comestíveis e embalagens, apesar de poucos trabalhos relatados com a avaliação de cor por colorimetria em filmes específicos com para soluções filmogênicas em concentrações diferentes de biopolímeros como no nosso trabalho.

A coloração neste caso deve ser capaz de evidenciar a qualidade do produto e não pode alterar a sua visualização. Foram avaliados filmes comestíveis à base de proteínas (SOBRAL, 2000) e base de carnaúba em caquis (SILVA et al., 2011).

Com base na avaliação subjetiva dos biofilmes apresentados na Tabela 4, pode-se dizer que independentemente da formulação utilizada, estas apresentaram dentro das qualidades adequadas avaliadas.

Tabela 4 - Valores médios da avaliação subjetiva de seis formulações dos biofilmes dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).

Formulações (F)	Continuidade^o	Homogeneidade^o	Manuseabilidade^o
F 1^o	**	***	**
F 2	***	**	***
F 3	*	**	**
F 4	***	**	***
F 5	**	***	***
F 6	***	**	***

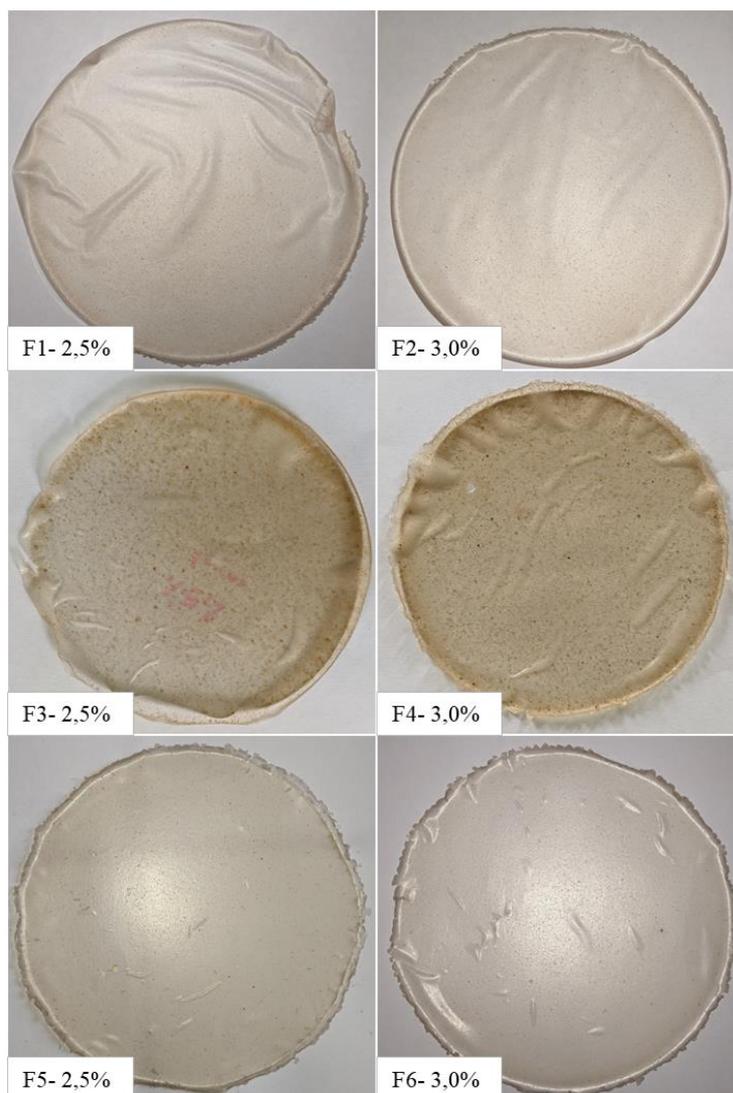
^{oo} Valores médios de 3 avaliadores;

^oDescrição das avaliações: 1. deficiente (*), 2. boa (**) e 3. excelente (***).

F1 – Amido de semente do abacate 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F2 – Amido de semente do abacate 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F3 – Amido de semente do jambo 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F4 – Amido de semente do jambo 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F5 – Amido de semente da pitomba 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F6 – Amido de semente da pitomba 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%.

Conforme pode ser observado, com o aumento do teor de amido na formulação dos filmes, foi apresentado uma pequena queda da homogeneidade dos filmes obtidos, onde foram observadas zonas de opacidade. O filme de formulação 3 apresentou homogeneidade deficiente. Os filmes correspondentes a formulação 1 e 3 apresentaram maior dificuldade em serem retirados do suporte sem provocar a ruptura do filme em comparação às outras formulações (Figura 8).

Figura 8 - Biofilmes das seis formulações dos amidos extraídos de matérias-primas não tradicionais (Areia, PB, 2023).



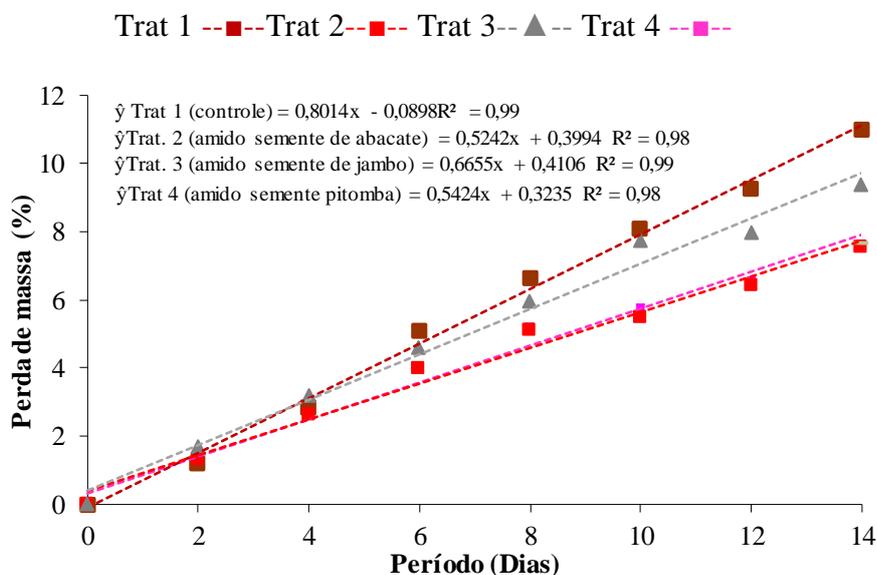
** **Onde:** F1 – Amido de semente de abacate 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F2 – Amido de semente de abacate 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F3 – Amido de semente de jambo 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F4 – Amido de semente de jambo 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F5 – Amido de semente de pitomba 2,5% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%; F6 – Amido de semente de pitomba 3,0% + alginato de sódio 2% + glicerol 2%.

5.2 Avaliação subjetiva e físico-química dos revestimentos nas goiabas

De acordo com a Figura 9, verificou-se que houve um aumento crescente da perda de massa em função dos períodos de avaliação para os tratamentos 1, 2, 3 e 4 (0% - controle; biofilmes dos amidos das sementes do abacate, jambo e pitomba). Observando que, o tratamento 1 (0% - controle) apresentou maior perda de massa ao final do período de armazenamento, na ordem de 5,52% durante os períodos de avaliação. Os tratamentos

2 e 4 (amido da semente de abacate e pitomba), respectivamente, apresentaram os menores teores médios durante os períodos de armazenamento, com 4,07 e 4,12%.

Figura 9 - Perda de massa (%) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$.



Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

Detectando que os frutos (Tratamento 1), apresentaram perda de massa acima de 10% após os 12 dias de armazenamento durante o período de avaliação à temperatura de $\approx 25^{\circ}\text{C}$. Observou-se também, que o tratamento 1 (Controle) aos 10 dias de armazenamento apresentava-se com murchamento bastante perceptível. Com o aumento da temperatura há maior pressão de vapor de água nos espaços intercelulares, favorecendo a perda de água através da epiderme do fruto (BASIAK et al., 2022).

Verificou-se que os tratamentos 2, 3 e 4 (amido da semente de abacate, pitomba e jambo), respectivamente, apresentaram-se acima do limite de aceitação durante todo o período de armazenamento

A perda de massa fresca dos frutos é uma variável importante que está diretamente relacionada com a qualidade do fruto (LUFU et al., 2019). Segundo Palharini et al. (2016), um dos principais problemas durante o armazenamento de frutas e hortaliças é a perda de massa fresca por causa do processo de transpiração.

A perda de água leva ao amolecimento dos tecidos, deixando os frutos mais suscetíveis às deteriorações e as alterações na cor e sabor, tornando a fruta não

comercializável ou pouco apetitosa (BAI et al., 2019). Foi perceptível a influência positiva bastante significativa do revestimento dos frutos com amido de semente não-convencional com alginato de sódio e glicerina.

Recobrimentos de polissacarídeos, devido à sua natureza hidrofílica, constituem barreiras pouco efetivas à troca de água (NOR; DING, 2020). Porém em comparação com o tratamento 1 (0% - controle), nota-se a influência dos recobrimentos na redução da taxa de respiração e conseqüentemente perda de massa.

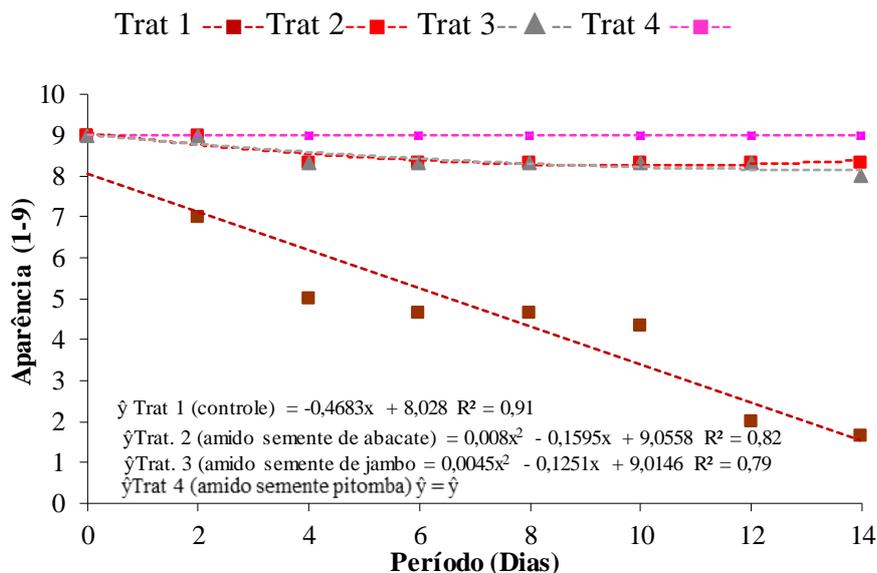
Os resultados são semelhantes no trabalho de Lopes et al. (2020), que obtiveram os maiores índices de perda de massa em goiabas sem revestimento, quando comparadas com goiabas 'Paluma' revestidas com filmes de amido e caseína.

Rocha et al. (2020), ao estudarem a conservação de goiabas 'Paluma' com revestimentos comestíveis com amido de cassava e amido de milho, observaram redução de perda de massa de até 30% dos tratamentos em comparação com o controle até o 14º dia em armazenamento ambiente.

Na figura 10 pode-se observar o resultado da aparência de goiabas, em diferentes tipos de revestimentos sob temperatura ambiente em função dos períodos pós-colheita. A aparência geral é o fator de qualidade que mais influencia o consumidor na aquisição de frutos e hortaliças devido a associação com a qualidade para o consumo (KUMAR et al., 2019). De acordo com os resultados verificou-se que ocorreu significância entre os tratamentos em função dos períodos de armazenamento ($P \leq 0,01$).

Verificou-se que os frutos com os tratamentos 2, 3 e 4 (biofilme dos amidos do abacate, jambo e pitomba, respectivamente) apresentaram escores acima do limite de aceitação durante os períodos de avaliações, com escores médios de 8,5; 8,50 e 9,0, respectivamente. Ao final do período de armazenamento os frutos encontravam-se entre os escores 7 e 9, ou seja, apresentavam-se produto fresco, túrgido, superfície apresentando brilho pouco intenso e outros intensos, cor com quebra da pigmentação amarela, ausência de manchas ou doenças e danos e/ou podridão. O tratamento 1 (0% - controle), apresentou tendência a declínio da aparência em função do período de armazenamento, apresentando escores abaixo de 4 a partir do sexto período de armazenamento, atingindo o menor escore aos 14 dias de armazenamento de 1,67, onde os frutos apresentaram perda completa da turgidez, do brilho e da cor, superfície murcha, desenvolvimento de fungos, exsudação da polpa, imprestável para o consumo. Desta forma, pode-se verificar que a aparência externa das goiabas, foi influenciada pelos recobrimentos, diminuindo o processo respiratório em comparação ao tratamento 1 (controle).

Figura 10 - Aparência Geral (1-9) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$.



Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

Resultados semelhantes foram encontrados por Guimarães (2018) em análises sensoriais de manga ‘Tommy Atkins’ controle e tratadas com revestimentos comestíveis de amido de semente de jaca e óleo essencial, onde os tratamentos com recobrimento apresentaram aceitação positiva durante todo período de armazenamento.

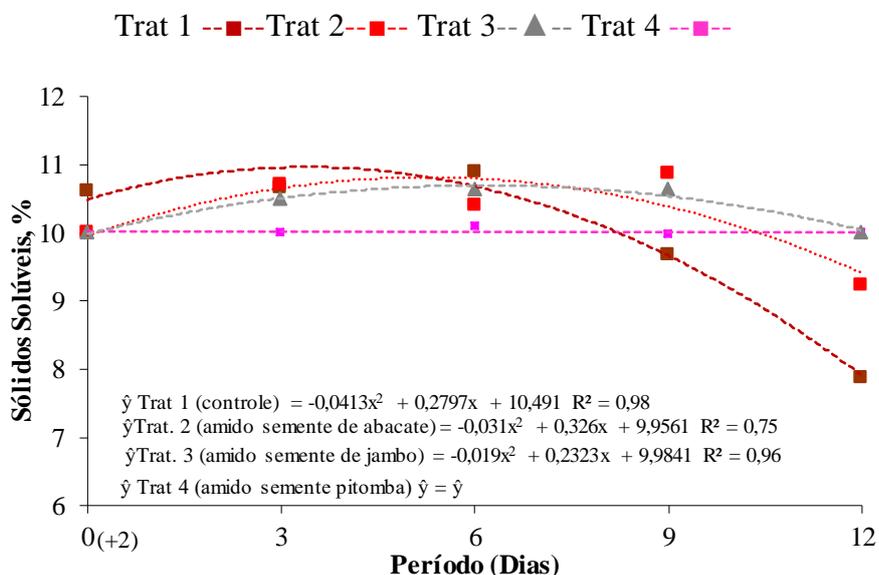
Martins et al. (2021), observaram que os tratamentos com fécula e óleo essencial de canela, conseguiram retardar a senescência dos frutos de goiaba ‘Pedro Sato’, onde os frutos ao 8º dia tinham aparência similar ao dia da colheita.

Para o teor de Sólidos Solúveis (Figura 11) foi observado interação significativa entre os recobrimentos e os dias de armazenamento. Durante o armazenamento o teor de Sólidos Solúveis (SS, %) do controle aumentou até o 6º dia de armazenamento, declinando em seguida. Os tratamentos 2 e 3 (amido de semente de abacate e jambo) apresentaram comportamento de redução pouco intenso de 13% aos 14 dias de armazenamento, mostrando um atraso na maturação dos frutos sem comprometer a qualidade, melhorando a conservação pós-colheita.

A redução evidente a partir do 6º dia para os frutos dos tratamentos 1 (controle) pode ter sido causada pelo bloqueio de fluxo de O_2 de forma a induzir o fruto à anaerobiose, onde microrganismos utilizaram os SS como substrato para o processo respiratório. O tratamento 4 (amido de semente de pitomba) não apresentou ajustes para

as curvas de regressões. Observou-se, que no T3 e T2 (amido de jambo e abacate) obtiveram os maiores valores médios ao final do armazenamento de SS, com 10,35 % e 10,24 %, respectivamente.

Figura 11 - Sólidos Solúveis (%) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$.



Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

O teor de SS é uma medida indireta do teor de açúcares, pois também se encontram outras substâncias dissolvidas tais como vitaminas, fenólicos, pectinas, ácidos orgânicos, no entanto os açúcares representam 85 a 90% dos Sólidos Solúveis (BUENO et al, 2017). O teor de sólidos solúveis (SS) varia de acordo com estágio de maturação em que o fruto é colhido e geralmente aumenta durante a maturação devido à biossíntese ou degradação de açúcares e ácidos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os principais açúcares responsáveis pela doçura dos frutos são a frutose e a sacarose (RINALDI; COSTA, 2021). A frutose compreende aproximadamente 43% e 50% do açúcar nas goiabas (LEE et al., 2010). A frutose e a glicose são originadas da degradação da sacarose e dos polissacarídeos de reserva como o amido (SUN et al., 2021).

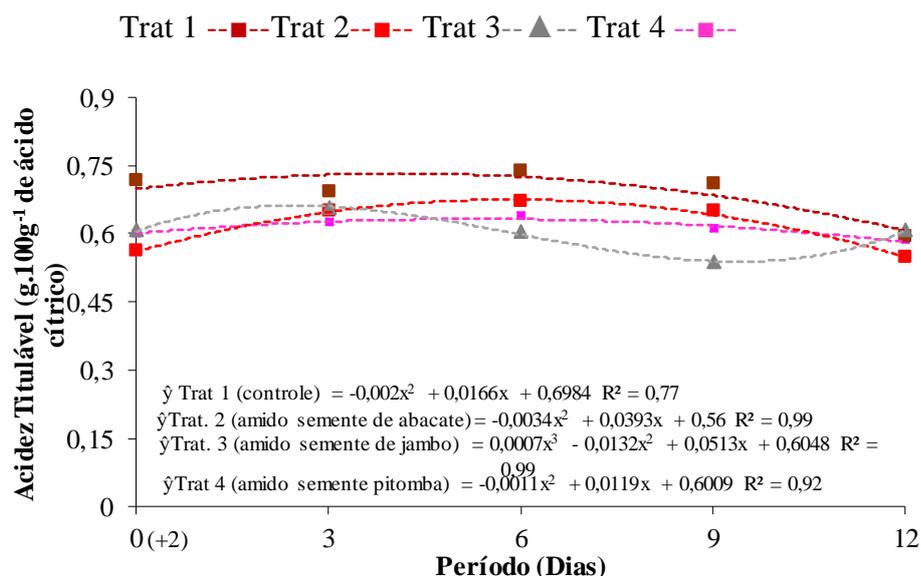
Após a colheita, o teor de sólidos solúveis em goiaba parece não sofrer alterações significativas, tal fato pode ser explicado pelo baixo teor de amido em goiabas para ser convertido em açúcares (MIGUEL; SOBRINHO, 2019), pode-se dizer que tal afirmativa foi evidenciada neste trabalho.

Palharini et al. (2016), relata que a redução no teor de Sólidos Solúveis pode estar relacionada ao consumo dos polissacarídeos durante o processo de respiração. Costa et al. (2017) também observa redução no teor de Sólidos Solúveis em goiabas de polpa vermelha a partir do 3º dia em temperatura ambiente.

Gomes Filho et al. (2016) observou em frutos de goiabas ‘Pedro Sato’ na concentração de 3% de fécula de mandioca associado a extrato de cravo influência significativa nos teores de sólidos solúveis, onde os frutos com o recobrimento tiveram SS menor do que o controle, mostrando a efetividade do recobrimento em retardar a respiração dos frutos.

Em relação à Acidez Titulável (AT) nas goiabas, houve diferença entre os tratamentos em função dos períodos de armazenamento ($P > 0,05$). Houve tendência de aumento dos valores para todos os tratamentos até o 6º dia de armazenamento com consequente redução, com exceção do tratamento 3 ao final do período, provavelmente devido à não homogeneidade de maturação entre os frutos durante o armazenamento (Figura 12).

Figura 12 - Acidez Titulável ($\text{g}\cdot 100\text{g}^{-1}$ de ácido cítrico) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^\circ\text{C} \pm 2$.



Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

Nos frutos do tratamento 1 (0% - controle), esse aumento de AT foi mais pronunciado, sendo um comportamento esperado, pois durante a maturação os valores de ácido orgânico se elevam para posterior decréscimo, devido a oxidação desses ácidos no

ciclo de Krebs em decorrência da respiração (FORMIGA et al., 2019). Os valores médios obtidos variaram de 0,68 no Tratamento 1 (0% - controle) a 0,60 com o Tratamento 3 (revestimento com amido de semente de jambo). A acidez da goiaba é devida, principalmente, à presença dos ácidos cítrico e málico (SINGH et al., 2023). A acidez é um dos principais componentes do sabor e é um dos critérios utilizados para a classificação da fruta, no qual, a goiaba apresenta valores variando de 0,10 a 1,46% de ácido cítrico (MEDINA; HERRERO, 2016). Resultados semelhantes foram encontrados por Martins et al. (2021) ao avaliar goiabas revestidas com fécula de mandioca e óleo essencial de canela, onde a AT obteve médias ao longo do período de armazenamento que variou de 0,56 a 0,66%. Gomes Filho et al. (2016), observou também aumento da acidez total, seguida de decréscimo, ao longo do período de armazenamento, ao avaliar o efeito de revestimento a base de fécula de mandioca e extratos de cravo da índia e melão-de-são Caetano em goiabas 'Pedro Sato' em armazenamento ambiente. Segundo Cavalini et al. (2015), quando os frutos de goiabas 'Paluma' são colhidos nos estádios iniciais de maturação, apresentam-se mais ácidos que os maduros no momento da colheita, mantendo altos teores mesmo após amadurecimento da fruta.

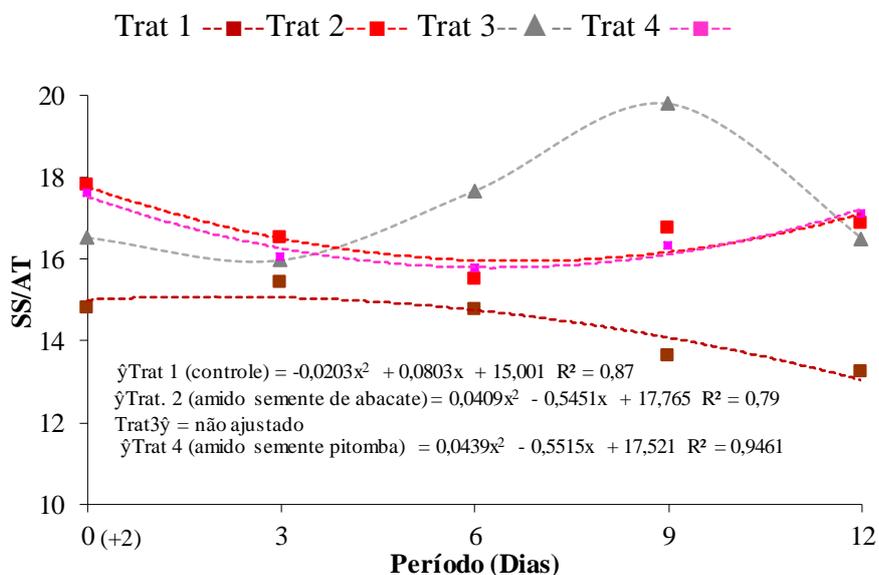
Para a relação SS/AT nas goiabas 'Paluma' submetidas aos revestimentos, houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos em função dos períodos de armazenamento. Verificou-se declínio dos valores de SS/AT a partir do 6º dia de armazenamento para o Tratamento 1 (controle). Entretanto, evidenciou aumento para os Tratamentos 2 e 4 (revestimentos com amido de semente de abacate e pi tomba) (Figura 13).

O Tratamento 3 (amido de semente de jambo) não se ajustou às curvas de regressão, mas apresentou a maior relação SS/AT média durante o armazenamento, com 17,29, seguido do Tratamento 2 (revestimento com amido de semente de abacate) com 16,70, indicando que esses foram mais palatáveis com relação aos outros tratamentos avaliados. Observou-se no Tratamento 1 (0% - controle) uma menor relação SS/AT em comparação com os outros tratamentos, possuindo valor médio de 14,39 durante o período de armazenamento.

A relação SS/AT, também conhecida como ratio, é um importante indicativo do ponto de colheita de alguns frutos, também é uma das formas mais utilizadas para avaliar o sabor das frutas, por proporcionar uma ideia do equilíbrio doce e ácido do produto (WEI et al., 2021). Essa relação tende a aumentar durante o amadurecimento, devido ao aumento nos teores de açúcares e a diminuição dos ácidos. Valores para a razão SS/AT

para goiabas acima de 25 são indesejáveis, pois os frutos apresentam sabor estranho (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Figura 13 - Relação SS/AT em goiabas 'Paluma' tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$.

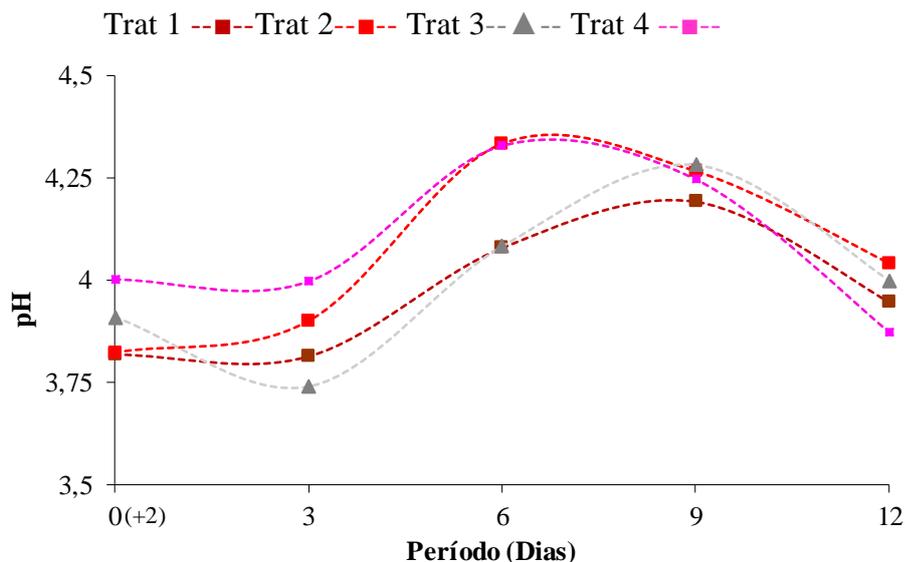


Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

Oliveira et al. (2017), observou que a relação Sólidos Solúveis e Acidez Titulável apresentaram diminuição em todos os tratamentos ao longo do armazenamento em goiabas cobertas com diferentes concentrações de fécula de mandioca. Coelho et al. (2017), encontrou teor médio de SS/AT em frutos de goiaba 'Pedro Sato' com revestimento filmogênico à base de amido de mandioca e de óleo de cravo-da-índia de $20,7 \pm 2,18$ durante o armazenamento. Observou-se que os resultados para SS/AT apresentados neste trabalho estão abaixo dos relacionados acima, provavelmente devido às características de cada fruto, bem como aos estádios de maturação que foram avaliados.

Para pH nas goiabas 'Paluma' submetidas aos revestimentos, não houve diferença estatística entre os tratamentos em função dos períodos de armazenamento. Sendo desta forma, apresentado os resultados médios com a ligação de pontos. Observou-se, que os valores de pH (Figura 14) dos tratamentos durante o período de armazenamento apresentaram pequenas oscilações. Observou-se que o Tratamento 4 (revestimento com amido de semente de pitomba) apresentou maior valor médio durante o período de armazenamento com 4,09.

Figura 14 - pH em goiabas 'Paluma' tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$.



Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

O tratamento 1 (0% - controle) obteve a menor valor médio para o pH durante o período de armazenamento com 3,97, entretanto pode-se observar que todos os Tratamentos apresentaram valores de pH abaixo de 0,45. De acordo com Manica et al. (2001) os índices mais satisfatórios para pH devem estar entre 3,60 a 4,10.

Valores elevados de pH sugerem a possibilidade de deterioração do produto, necessitando-se estabelecer, como limite adequado o valor de pH de 4,20 para a melhor conservação dos mesmos (MARTELETO, 1980). Entretanto, Siqueira (2009) contradiz os valores expressos acima, afirmando que valores de pH variando de 3,72 a 4,22 são considerados altos, principalmente para frutos destinados à industrialização, assim, quando o fruto for destinado ao processamento haverá a necessidade de adicionar ao produto ácidos orgânicos comestíveis, para se obter um produto final de melhor qualidade.

De acordo com Turquett et al. (2021) o aumento do pH é indicativo da redução de ácidos orgânicos já que os mesmos são encaminhados para o processo respiratório na tentativa de manutenção do metabolismo do fruto. O pH pode variar entre diferentes frutos, estágio de maturação e condições de armazenamento (VALLARINO; OSÓRIO, 2019). No entanto, muitas frutas têm o pH ácido inicialmente, que pode aumentar à medida que amadurecem.

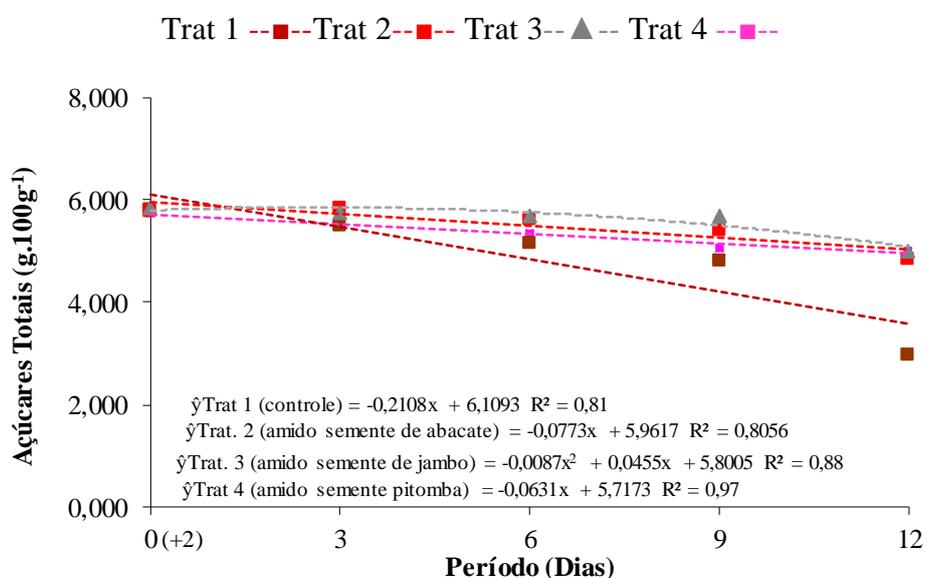
Gomes Filho et al. (2016) relataram que o pH de goiabas ‘Paluma’ recobertas com fécula de mandioca e extrato de cravo teve um acréscimo ao longo do período de armazenamento. Miguel; Sobrinho (2019) encontraram valores de pH inferiores para goiabas ‘Paluma’ recobertas com fécula de mandioca e Spirulina, com média de 3,30.

Para os teores de açúcares solúveis Totais (AST) nas goiabas ‘Paluma’ submetidas aos revestimentos, houve diferença estatística ($P > 0,05$) entre os tratamentos em função dos períodos de armazenamento. De acordo com a Figura 15, observou-se que o teor de açúcares totais declinou em função dos períodos de avaliação, para todos os Tratamentos.

Houve redução para os Tratamentos 2, 3 e 4 (amido de semente de jambo, abacate e pitomba) de 19%, 14% e 12%, respectivamente. O tratamento 1 (0% - controle) teve a maior redução de 48% do teor de açúcares totais ao final do período. Os frutos com recobrimento conseguiram auxiliar na manutenção das concentrações de AST em comparação com o tratamento 1 (0% - controle).

Várias hipóteses podem ser indagadas para as variações no teor de AST, incluindo estação, solo e condições climáticas. A variação também pode ser devida a constituição fenotípica e genética de algumas cultivares, que consomem mais nutrientes produzindo frutos maiores com maior teor de açúcares totais.

Figura 15 - Açúcares Solúveis Totais ($\text{g} \cdot 100^{-1}$ g de polpa) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$.



Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

Martins et al. (2021) ao analisar goiabas revestidas com fécula de mandioca e óleo essencial de canela, observaram que o revestimento influenciou o amadurecimento dos frutos, devido ao menor processo de hidrólise dos açúcares e substâncias pécnicas da parede celular nos frutos recobertos. Segundo Mahajan et al. (2017), o declínio no teor de AST é previsível, pois eles são o principal substrato para o processo respiratório.

Conforme o avanço na maturação do fruto constatou-se que ocorreram diferenças entre as médias dos conteúdos de AST, principalmente para o Tratamento 1 que não tinha a presença do recobrimento. Manica et al. (2001) cita que os teores para açúcares solúveis totais para goiaba podem variar de 4,61 a 12,88%. Dessa forma, os resultados do presente trabalho para AST estão dentro desta média.

Para os teores de Ácido Ascórbico (AA) nas goiabas 'Paluma' submetidas aos revestimentos, houve diferença estatística ($P > 0,01$) entre os tratamentos em função dos períodos de armazenamento. O teor de AA do fruto é dependente de muitos fatores, incluindo a variedade da planta, o estágio de maturação, tratos culturais empregados, o período do ano e a acidez do fruto (VALLARINO; OSÓRIO, 2019).

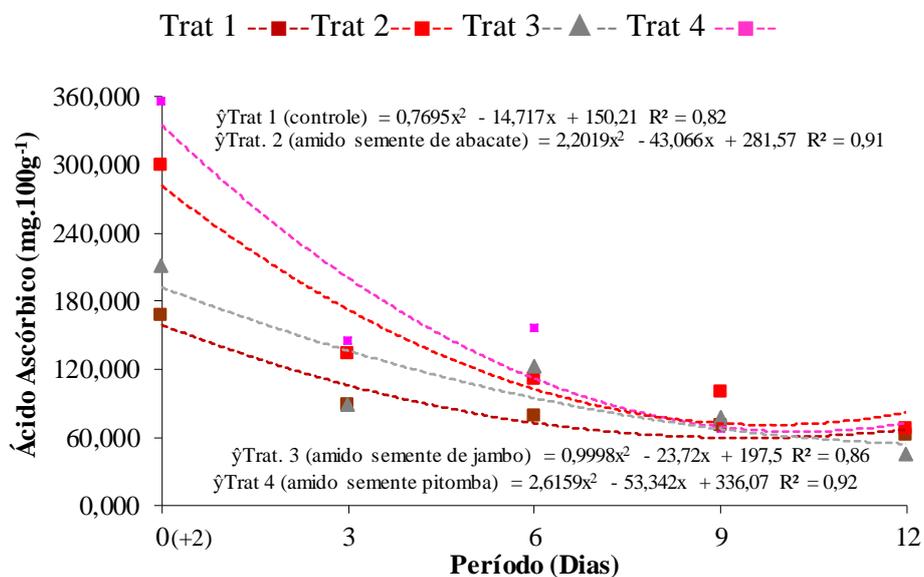
A duração e condições de armazenamento pós-colheita influenciam o teor de ácido ascórbico do fruto (BALTAZARI et al., 2020). De acordo com a Figura 16, notou-se que houve redução no teor de ácido ascórbico em função dos períodos de avaliação para todos os tratamentos. Os Tratamentos 4 e 2 (revestimentos de amido de semente pitomba e abacate) proporcionam mais incremento e conservação do conteúdo de AA, com valores médios durante o período de armazenamento de 157,27 mg/100g e 142,08 mg/100 g.

Observa-se que até o 6º dia, os tratamentos com recobrimento obtiveram melhor manutenção do teor de vitamina C, quando comparado com o tratamento 1 (0% - controle). O tipo de experimento pós-colheita aplicado no fruto influencia nos teores de vitamina C, pois esta vitamina é hidrossolúvel, apresenta pouca estabilidade e está sujeita à degradação pelo oxigênio, luz, pH, açúcares e aminoácidos livres (SIQUEIRA, 2009).

ONIAS et al. (2018), ao avaliar revestimento a base de spirulina na conservação de goiaba em diferentes temperaturas de armazenamento, observaram que houve perda gradual nos teores de vitamina C ao longo do tempo de avaliação. Azam et al. (2021) também observou redução do teor de vitamina C durante o período de armazenamento de goiabas tratadas com ácido ascórbico em temperatura ambiente. A goiaba é uma excelente fonte de ácido ascórbico, apresentando teores entre 80 e 372 mg.100⁻¹g (CAVALINI, 2004). Mendonça et al. (2007), estudaram a cultivar Cortibel e encontraram valores

médios de 76,80; 145,35 e 168,36 mg.100g⁻¹ para os estádios imaturo, intermediário e maduro, respectivamente. Verificou-se desta forma que, o teor de AA para as goiabas avaliadas neste trabalho apresentou-se dentro desta média para esta característica.

Figura 16 - Ácido Ascórbico (mg.100g⁻¹) em goiabas ‘Paluma’ tratados com diferentes recobrimentos durante o armazenamento sob condição ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C} \pm 2$.



Onde: Trat. 1 (Controle, sem recobrimento); Trat. 2 (amido semente de abacate 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 3 (amido semente de jambo 2,5% + glicerol + alginato); Trat. 4 (amido semente de pitomba 2,5% + glicerol + alginato).

6 CONCLUSÃO

Os filmes elaborados com amido de abacate e jambo nas duas concentrações apresentaram teores de A_w abaixo de 0,60 podendo ser considerados estáveis durante o armazenamento e ao risco microbiano;

Os filmes para todas as formulações apresentaram boa luminosidade, maior transparência, podendo ser boas propostas para utilização como recobrimento;

As Formulações com amido de abacate (2,5 e 3,0%) e amido de jambo (2,5%) foram mais brilhantes e as formulações com amido de jambo (3%) e amido de pitomba (2,5 e 3,0%) apresentaram uma tendência a uma maior "palidez".

Todas as formulações apresentaram continuidade, homogeneidade e manuseabilidade adequadas, entretanto as formulações com amido de abacate (2,5%) e amido de jambo (2,5%) apresentaram maior dificuldade para serem retirados do suporte sem provocar a ruptura do filme em comparação às outras formulações;

Os frutos recobertos tiveram menor perda de massa durante os períodos de armazenamento;

Os recobrimentos auxiliaram na manutenção do teor de sólidos solúveis, relação SS/AT e teor de Açúcares Totais, mostrando valores superiores ao controle no final do período de armazenamento;

Observa-se que até o 6º dia, os tratamentos com recobrimento obtiveram melhor manutenção do teor de vitamina C, quando comparado com o tratamento 1 (0% - controle);

Evidenciou-se que os recobrimentos a base de amido de abacate e amido de pitomba se destacaram apresentando ótimo desempenho na conservação pós-colheita de goiabas 'Paluma' armazenadas durante 12 dias sob condição ambiente, conservando sua qualidade e a integridade dos frutos, mantendo-os túrgidos, com aparência atrativa durante um período mais prolongado;

Estudos futuros ainda são necessários para avaliar a qualidade microbiológica das goiabas revestidas, além da aceitação sensorial e intenção de compra por parte dos consumidores.

REFERÊNCIA

ABE, M. M.; MARTINS, J. R.; SANVEZZO, P. B.; MACEDO, J. V.; BRANCIFORTI, M. C.; HALLEY, P.; BRIENZO, M. Advantages and disadvantages of bioplastics production from starch and lignocellulosic components. **Polymers**, v. 13, n. 15, p. 2484, 2021.

ABKA-KHAJOUEI, R.; TOUNSI, L.; SHAHABI, N.; PATEL, A. K.; ABDELKAFI, S.; MICHAUD, P. Structures, properties and applications of alginates. **Marine Drugs**, v. 20, n. 6, p. 364, 2022.

AFOLABI, T. A.; OLU-OWOLABI, B. I.; ADEBOWALE, K.O.; AWAL, O. S.; AKINTAYO, C. O. Functional and tableting properties of etylated and oxidised finger millet (*Eleusine coracana*) starch. **Starch-Stärke**, v. 64, n. 4, p. 326–337, 2012.

ALTMANN, I.; ATZ, N. R.; ROSA, S. M. L. Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis obtidos a partir de amido de milho: uma proposta experimental de produção de biofilmes em sala de aula. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 53-58, 2018.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY). **Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists International**. 18.ed, p. 1583, 2005.

AQUINO, A. A.; SILVA RODRIGUES, R.; DONATO, I. A.; BRANDÃO, M. R. S.; SOUZA MOREIRA, E.; COSTA, M. L. X.; SANTOS, H. C. ; SILVA, S. L. Revestimento à base de amido extraído da semente de manga Palmer com adição de extrato de própolis na conservação de Abacate Geada. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 9, p. 71116-71135, 2020.

ARFIN, T.; SONAWANE, K. “Alginate: recent progress and technological prospects”. *In.*: **Alginates: applications in the biomedical and food industries**. MA, USA: **Scrivener Publishing**, 2019. p. 45-54.

AZAM, M.; HAMEED, L.; QUADRI, R., EJAZ, S; ASLAM, A.; KHAN, M. I.; SHEN, J.; ZHANG, J.; NAFEES, M.; AHMAD, I.; GHANI, M. A.; CHEN, J.; ANJUM, N. Postharvest ascorbic acid application maintained physiological and antioxidant responses of Guava (*Psidium guajava* L.) at ambient storage. **Food Science and Technology**, v. 41, p. 748-754, 2020.

BADIALE-FURLONG, E. Modificações do amido e suas implicações tecnológicas e nutricionais. *In.*: CORDEIRO, C. A. C.; SILVA, E. M.; SILVA, B. A. (Org.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas**. Guarujá. Editora Científica Digital, v. 1, p. 428-457, 2021.

BAI, J.; BALDWIN, E.; TSANTILI, E.; PLOTTO, A.; SUN, X.; WANG, L.; KAFKALETOU, M.; WANG, Z.; NARCISO, J.; ZHAO, W.; XU, S. SEAVERT, C; YANG, W. Modified humidity clamshells to reduce moisture loss and extend storage life of small fruits. **Food Packaging and Shelf Life**, v. 22, p. 100376, 2019.

BALTAZARI, A.; MTUI, H. D.; MWATAWALA, M. W.; CHOVE, L. M.; MSOGOYA, T.; SAMWEL, J.; SUBRAMANIAN, J. Effects of storage conditions, storage duration and post-harvest treatments on nutritional and sensory quality of

orange (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) fruits. **International Journal of Fruit Science**, v. 20, n. 4, p. 737-749, 2020.

BANGAR, S. P.; KUMAR, M.; WHITESIDE, W. S. **Mango seed starch: A sustainable and eco-friendly alternative to increasing industrial requirements**. In: *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 183, p. 1807-1817, 2021.

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, p. e9911931418-e9911931418, 2022.

BARIZÃO, C. L.; CREPALDI, M. I.; OLIVEIRA, S. O.; OLIVEIRA A. C.; MARTINS, A. F.; GARCIA, P. S.; BONAFÉ, E. G. Biodegradable films based on commercial κ -carrageenan and cassava starch to achieve low production costs. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 165, p. 582-590, 2020.

BASIAK, E.; LINKE, M.; DEBEAUFORT, F.; LENART, A.; GEYER, M. Impact of Biodegradable Materials on the Quality of Plums. **Coatings**, v. 12, n. 2, p. 226-232, 2022.

BERTUZZI, M. A.; VIDAURRE, E. C.; ARMADA, M.; GOTTIFREDI, J. C. Water vapor permeability of edible starch based films. **Journal of food engineering**, v. 80, n. 3, p. 972-978, 2007.12, n. 2, p. 226, 2022.

BIDUSKI, B.; SILVA, F. T.; SILVA, W. M.; EL-HALAL, S. L. D. M.; PINTO, V. Z.; DIAS, A. R. G.; ROSA ZAVAREZE, E. Impact of acid and oxidative modifications, single or dual, of sorghum starch on biodegradable films. **Food Chemistry**, v. 214, p. 53-60, 2017.

BISHT, B.; LOHANI, U. C.; KUMAR, V.; GURURANI, P.; SINHMAR, R. Edible hydrocolloids as sustainable substitute for non-biodegradable materials. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 3, p. 693-725, 2022.

BOONSUK, P.; SUKOLRAT, A.; CHANTARAK, S.; KELARAKIS, A.; CHAIBUNDIT, C. Poly (vinyl alcohol)/modified cassava starch blends plasticized with glycerol and sorbitol. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 139, n. 24, p. 52362, 2022.

BORBA, V. S.; SILVEIRA, C. O.; ALVES, J. B.; GROPELLI, V. M.; BADIALE-FURLONG, E. Modificações do amido e suas implicações tecnológicas e nutricionais. **Ciência e Tecnologia de alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas**. Editora Científica, 2021.

BUENO, G. H.; GUEDES, M. N. S.; SOUZA, A. G.; MADEIRA, A. P. C.; GARCIA, E. M.; TAROCO, H. A.; MELO, J. O. F. Caracterização física e físico-química de frutos de *Eugenia dysenterica* DC originados em região de clima tropical de altitude. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 35, n. 3, p. 515-522, 2017.

CARVALHO C. R. L.; MANTONNOVI M. B.; CARVALHO P. R. N.; MORAES R.M.M. Manual técnico do Instituto Tecnologia de Alimentos. Análises químicas de alimentos. **Campinas: ITAL**, 1990.

CASTRO, D. S.; SANTOS MOREIRA, I.; MELO SILVA, L. M.; LIMA, J. P.; SILVA, W. P.; GOMES, J. P.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. Isolation and characterization of starch from pitomba endocarp. In: **Food Research International**, v. 124, p. 181-187, 2019.

CAVALCANTE, T. R. et al. Detecção de ácidos graxos em extratos de folhas por espectroscopia na região do infravermelho (FT-IR) e perfil de ácidos graxos do extrato de folhas de Jambo vermelho (*Syzygium malaccense*). **Brazilian J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 8, p. 57341-57347, 2020.

CAVALCANTE, T. R.; FERNANDES, V. B.; NASCIMENTO, A. C.; SILVA, A. C.; RODRIGUES, A. L. M.; OLIVEIRA, M. S. C. Ponto de colheita e qualidade de goiabas 'Kumagai' e 'Paluma'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, p. 64-72, 2015.

CHEIKHYOUSSEF, N.; CHEIKHYOUSSEF, A. **Avocado** (Persea Americana Wastes: Chemical Composition, Biological Activities and Industrial Applications. In: **Mediterranean Fruits Bio-wastes: Chemistry, Functionality and Technological Applications**. Cham: Springer International Publishing, p. 699-719, 2022.

CHEN, C.; GUANTIAN, L. YACINE, H.; CORKE, H. ZHU, F. Physicochemical properties and molecular structure of lotus seed starch. In: **Carbohydrate Polymers**, v. 305, p. 120515, 2023.

CHENG, J. LIN, X.; WU, X.; LIU, Q.; WAN, S.; ZHANG, Y. Preparation of a multifunctional silver nanoparticles polylactic acid food packaging film using mango peel extract. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 188, p. 678-688, 2021.

CHI, C.; LI, X.; HUANG, S.; CHEN, L.; ZHANG, Y.; LI, L.; MIAO, S. Basic principles in starch multi-scale structuration to mitigate digestibility: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 109, p. 154-168, 2021.

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

COELHO, C. C. S.; FONSECA, M. J. O.; SOARES, A. G.; CAMPUS, R. S.; SILVA, O. F. APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO FILMOGÊNICO À BASE DE AMIDO DE MANDIOCA E DE ÓLEO DE CRAVO-DA-ÍNDIA NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA 'PEDRO SATO'. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 25, n. 6, p. 479-490, 2017.

ČOLNIK, M.; KNEZ-HRNČIČ, M.; ŠKERGET, M.; KNEZ, Ž. Biodegradable polymers, current trends of research and their applications, a review. **Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly**, v. 26, n. 4, p. 401-418, 2020.

COSTA, L. C.; SANTOS, L. D. R.; FRANÇA, R.; DAVINI, G.; SHIRAI, M. A. Aplicação de diferentes revestimentos comestíveis na conservação pós-colheita de goiabas (*Psidium guajava* L.). **Brazilian Journal of Food Research**, v. 8, n. 2, p. 16-31, 2017.

DALLE, C.; SANTOS, M.; PAGNO, C.H.; MARIA, T.; COSTA, H.; FACCIN, L.; HICKMANN, S.; NILO, S. Biobased polymer films from avocado oil extraction residue: Production and characterization. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 133, n. 37, p.1-9, 2016.

- DEMIATE, I. M.; BET, C. D.; ITO, V. C.; LACERDA, L. G. Laboratory methods for starch extraction. *In: Starch Crops Morphology, Extraction, Properties and Applications*. Academic Press, p. 165-187, 2023.
- DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, v. 39, p. 945-954, 2009.
- DÍAZ, P. J.; OLVERA, O.; CID, A. On the theoretical study of the structure of a starch-based biopolymer. *In: Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing. p. 012060, 2022.
- DONMEZ, D.; PINHO, L.; PATEL, B.; DESAM, P; CAMPANELLA, O. Characterization of starch-water interactions and their effects on two key functional properties: Starch gelatinization and retrogradation. *Current Opinion in food Science*, v. 39, p. 103-109, 2021.
- ELIK, A.; YANIK, D. K.; ISTANBULLU, Y.; GUZELSOY, N. A.; YAVUZ, A., & GOGUS, F. Strategies to reduce post-harvest losses for fruits and vegetables. *Strategies*, v. 5, n. 3, p. 29-39, 2019.
- EMMERICH, N.; WINGENDER, J.; FLEMMING, H. C.; MAYER, C. Interaction between alginates and manganese cations: identification of preferred cation binding sites. *International Journal of Biological Macromolecules*, 34, n.1-2, p. 73-79, 2004.
- FARIAS, D. P.; NERI-NUMA, I. A.; ARAUJO, F. F.; PASTORE, G. M. A critical review of some fruit trees from the Myrtaceae family as promising sources for food applications with functional claims. *Food chemistry*, v. 306, p. 125630, 2020.
- FARIAS, M. G.; CARVALHO, C. W. P.; TAKEITI, C. Y.; ASCHERI, J. O efeito da permeabilidade ao vapor de água, atividade de água, molhabilidade e solubilidade em água em filmes de amido e polpa de acerola. *VI Workshop da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio*, p. 135-137, 2012.
- FERNANDES, A. N.; RODRIGUES, S. Jambo - *Syzygium malaccense*. *In: Exotic Fruits*. Academic Press, p. 245-249, 2018.
- FERNANDES, I. M.; OLIVEIRA PINTO, M. R.; LEÔNICO, G. J. B.; DO NASCIMENTO AMORIM; W. L.; DOS SANTOS, G. M.; DE ARAÚJO SILVA, O. O. Desenvolvimento de biofilmes de amido de caroço de Pitomba (*Talisia Esculenta*) e avaliação da viabilidade para aplicação como curativo. *Anais IV CONAPESC. Realize Editora*, p. 1-12, 2019.
- FORMIGA, A. S.; PEREIRA, E. M.; JUNIOR, J. S. P.; COSTA, F. B.; MATTIUZ, B. H. Effects of edible coatings on the quality and storage of early harvested guava. *Food Chemistry Advances*, v. 1, p. 100124, 2022.
- FORMIGA, A. S.; JUNIOR, J. S. P.; PEREIRA, E. M.; CORDEIRO, I. N.; MATTIUZ, B. H. Use of edible coatings based on hydroxypropyl methylcellulose and beeswax in the conservation of red guava 'Pedro Sato'. *Food Chemistry*, v. 290, p. 144-151, 2019.
- FRANCISCO, V.; BAPTISTELLA, C.; AMARO, A. (2005). Cultura da Goiaba em São Paulo. Instituto de Economia Agrícola. *In: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>*. Acesso em 08 de mai. de 2023.

- GAVA, A. J.; FRIAS, J. R.G; SILVA, C.A.B. Tecnologia de alimentos: princípios e aplicações. **São Paulo: Nobel**, 2008.
- GAYA, L. G.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos da qualidade da carne em frangos. **Ciência Rural**, v. 36, p. 349-356, 2006.
- GERMANO, T. A.; AGUIAR, R. P.; BASTOS, M. S. R.; MOREIRA, R. A.; AYALA-ZAVALA, J. F.; DE MIRANDA, M. R. A. Galactomannan-carnauba wax coating improves the antioxidant status and reduces chilling injury of 'Paluma' guava. **Postharvest Biology and Technology**, v. 149, p. 9-17, 2019.
- GOMES FILHO, A.; OLIVEIRA, T. F.; OLIVEIRA, S. L. SILVA, G. G.; CHAGA, L, M. Qualidade pós-colheita de goiabas 'pedro sato' tratadas com diferentes concentrações de fécula de mandioca associadas a substâncias antifúngicas. **AGRI-ENVIRONMENTAL SCIENCES**, v. 2, n. 1, p. 37-51, 2016.
- GONTARD, N. **Films et enrobages comestibles: étude et amélioration des propriétés filmogènes du gluten**. 1991. 174 f. Thèse (Docteur en Biochimie, Biologie Cellulaire et Moléculaire – Science des Aliments) – Université Montpellier Montpellier, 1991.
- GONZÁLEZ, K.; ITURRIAGA, L; GONZALEZ, A.; ECEIZA, A; GABILONDO, N. Improving mechanical and barrier properties of thermoplastic starch and polysaccharide nanocrystals nanocomposites. **European Polymer Journal**, v. 123, p. 109415, 2020.
- GOUS, P. W.; FOX, G. P. Review: amylopectin synthesis and hydrolysis - Understanding isoamylase and limit dextrinase and their impact on starch structure on barley (*Hordeum vulgare*) quality. *In: Trends in Food Science & Technology*, v. 62, p. 23-32, 2017.
- GUIMARÃES, G. H. C.. **Desenvolvimento de filmes e recobrimentos multifuncionais a partir de fontes de amido e seu impacto na fisiologia e conservação pós-colheita de frutos**. 2019. Tese de Doutorado (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.
- GUPTA, V.; THAKUR, R.; BARIK, M.; DAS, A. B. Effect of high amylose starch-natural deep eutectic solvent based edible coating on quality parameters of strawberry during storage. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 11, p. 100487, 2023.
- HAILU, G.; DERBEW, B. Extent, Causes and Reduction Strategies of Postharvest Losses of Fresh Fruits and Vegetables - A Review. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 5, n. 5, p. 49-63, 2015.
- HAY, I. D.; REHMAN, Z. U.; MORANDALI, M. F.; WANG, Y.; REHM, B. H. Microbial alginate production, modification and its applications. **Microbial biotechnology**, v.6, n.6. p. 637-650, 2013.
- HIMASHREE, P.; SENGAR, A. S.; SUNIL, C. K. Food thickening agents: Sources, chemistry, properties and applications-A review. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, v. 27, p. 100468, 2022.
- HUSSAN, S. Z.; NASEER, B.; FATIMA, T.; BHAT, T. A. Guava (*Psidium Guajava*) - Morphology, Taxonomy, Composition and Health Benefits. *In: Fruit grown in*

Highland Regions of the Himalayas: Nutritional and Health benefits. Springer International Publishing, 2021. p. 257-267.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/goiaba/br>. Acesso em: 08 de mai. 2023.

IMTIYAZ, H.; SONI, P.; VIMOLWAN, Y. Life Cycle Assessment of Guava Production and Distribution Systems. In: **Research Square**, v. 1, p. 2-26, 2022.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. ed. 4, São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, p. 1020, 2008.

IRSHAD, Z.; HANIF, M.A.; AYUB, M.A.; JULANI, M.I.; TAVALLALI, V. Guava. In: MUHAMMAD, A.H.; HAQ, N.; MUHAMMAD, M.K.; HUGH, J.B. **Medicinal Plants of South Asia**. 1° ed. Elsevier Ltd. Cambridge, MA, USA, 2020; p. 341-354.

IZUMI, H. CA/MA requirements for spoilage microorganisms and human pathogens. In: **Controlled and Modified Atmosphere for Fresh and Fresh-Cut Produce**. Academic Press, p. 75-107, 2020.

JABBAR, M.; SHAHID, H.; HIRA, H.; KANWAI, H. A Comprehensive Review on Antimicrobial Activity of Edible Biofilms. **PSM Biological Research**, v. 8, n. 1, p. 36-55, 2023.

JIMENEZ, A.; FABRA, M. J.; TALENS, P.; CHIRALT, A. Edible and biodegradable starch films: a review. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, p. 2058-2076, 2016.

JIMENEZ, P.; CONCHA, P. G.; QUITRAL, V.; VASQUEZ, K.; PARRA RUIZ, C.; REYES FARIAS, M.; SOTO COVASICH, J. Pulp, Leaf, Peel and Seed of Avocado Fruit: A Review of Bioactive Compounds and Healthy Benefits. **Food Reviews International**, p. 1-38, 2020.

KANDASAMY, S.; YOO, J.; YUN, J.; KANG, H. B.; SEOL, K. H.; KIM, H. W.; HAM, J. S. Application of whey protein-based edible films and coatings in industries: An updated overview. **Coatings**, v. 11, n. 9, p. 1056-1056.

KARA, Ş.; ERÇELEBI, E. A. Thermal degradation kinetics of anthocyanins and visual colour of Urmu mulberry (*Morus nigra* L.). **Journal of food Engineering**, v. 116, n. 2, p. 541-547, 2013.

KAWHENA, T. G.; OPARA, U. L.; & FAWOLE, O. A. Optimization of gum arabic and starch-based edible coatings with lemongrass oil using response surface methodology for improving postharvest quality of whole “wonderful” pomegranate fruit. **Coatings**, v. 11, n. 4, p. 442, 2021.

KAYA, S.; MASKAN, A. Water vapor permeability of pestil (a fruit leather) made from boiled grape juice with starch. **Journal of Food Engineering**, v. 57, n. 3, p. 295-299, 2003.

KHAN, M. J.; QASIM-AYUB, I. H.; MEHMOOD, A.; AIRF, N.; MEHMOOD, S.; SHEHZAD, Q.; HAG, N. U. “Responses of persimmon (*Diospyros kaki*) fruits to different fruit coatings during postharvest storage at ambient temperature”. **Journal of Pure Applied Agriculture**, v. 5, n.3, 2020. p. 26-32.

- KOCIRA, A.; PANASIEWICZ, K.; STANIAK, M. SZPUNAR-KROK, E.; HORTYNSKA, P. Polysaccharides as edible films and coatings: Characteristics and influence on fruit and vegetable quality—A review. **Agronomy**, v. 11, n. 5, p. 813, 2021.
- KUMAR, P.; SETHI, S.; SHARMA, R. R.; SINGH, S.; SAHA, S.; SHARMA, V. K.; SHARMA, S, K. Nutritional characterization of apple as a function of genotype. **Journal of food science and technology**, v. 55, p. 2729-2738, 2018.
- LEE, S.; CHOI, H. K.; CHO, S. K.; KIM, Y. S. Metabolic analysis of guava (*Psidium guajava* L.) fruits at different ripening stages using different data-processing approaches. **Journal of Chromatography B**, v. 878, n. 29, p. 2983-2988, 2010.
- LI, B.; ZHANG, Y.; ZHAO, Y.; LUO, W.; HUANG, C.; KHAN, M. R. Relationship between in vitro digestibility and multi-structure of four unconventional starches from Chinese tropical fruits (sweetsop, avocado, chempedak, and *Pouteria campechiana*) extracted using an ultrasound method. **Industrial Crops and Products**, v. 192, p. 116011, 2023.
- LOOS, J. P.; HOOD, L. F.; GRAHAM, H. D. Isolation and characterisation of starch from breadfruit. **Cereal Chemistry**, v.58, n. 4, p.283-286, 1981.
- LOPES, A. R.; DRAGUNSKI, D. C.; FRANCISCO, C. B. Utilização de revestimentos comestíveis de amido e caseína na conservação de goiabas. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 8, p. e286985666, 2020.
- LÓPEZ-COBO, A.; GÓMEZ-CARAVACA, A. M.; PASINI, F., CABONI, M. F.; SEGURA-CARRETERO, A.; FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A. HPLC-DAD-ESI-QTOF-MS and HPLC-FLD-MS as valuable tools for the determination of phenolic and other polar compounds in the edible part and by-products of avocado. **LWT**, v. 73, p. 505-513, 2016.
- LUFU, R.; AMBAW, A.; OPARA, U. L. The contribution of transpiration and respiration processes in the mass loss of pomegranate fruit (cv. Wonderful). **Postharvest Biology and Technology**, v. 157, p. 110982, 2019.
- MACENA, J. F. F.; SOUZA, J. C. A. D.; CAMILLOTO, G. P.; CRUZ, R. S. Physico-chemical, morphological and technological properties of the avocado (*Persea americana* Mill. cv. Hass) seed starch. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 44, 2020.
- MAHAJAN, B. V. C.; GILL, K. S.; DHALIWAL, H. S. Effect of storage period on various physiological, biochemical and enzymatic parameters of guava (*Psidium guajava* L.) fruit. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, v. 5, n. 6, p. 846-851, 2017.
- MAHAJAN, P.; LEE, D. S. Modified atmosphere and moisture condensation in packaged fresh produce: Scientific efforts and commercial success. *In: Postharvest Biology and Technology*, v. 198, p. 112235, 2023.
- MAJEED, T.; DAR, A. H.; PANDEY, V. K.; DASH, K. K.; SRIVASTAVA, S.; SHAMS, R.; PANDISELVAM, R. Role of additives in starch-based edible films and coating: A review with current knowledge. **Progress in Organic Coating**, v. 181, p. 107597, 2023.

MAKAREMI, M. YOUSEFI, H.; CAVALLARO, G.; LAZZARA, G.; LAZZARA, G.; GOH, C. B. S.; LEE, S. M.; PASBAKHSH, P. Safely dissolvable and healable active packaging films based on alginate and pectin. **Polymers**, v. 11, n. 10, p. 1594, 2019.

MAKROO, H. A.; NAGASH, S.; SAXENA, J.; SHARMA, S.; MAJID, D.; DAR, B. N. Recovery and characteristics of starches from unconventional sources from unconventional sources and their potential applications: A review. **Applied Food Research**, v. 1, n. 1, p. 100001, 2021.

MALI, S.; GROSSMANN, M. V.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 137-155, 2010.

MALI, S.; SAKANAKA, L.; YAMASHITA, F., GROSSMANN, M. V. E. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. **Carbohydrate Polymer**, v. 60, 283-289. 2005.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. Goiaba: do plantio ao consumidor. **Porto Alegre: Cinco Continentes**, v. 32, 2001.

MANIGLIA, B. C.; TAPIA-BLÁCIDO, D. R. Isolation and characterization of starch from babassu mesocarp. In: **Food Hydrocolloids**, v. 55, p. 47-55, 2016.

MANTILLA, S. P. S.; MANO, S. B.; VITAL, H. C.; FRANCO, R. M. Atmosfera modificada na conservação de alimentos. **Revista Acadêmica Ciência Animal**, v. 8, n. 4, p. 437-448, 2010.

MARTELETO, L. O. **Estudo da produção e dos atributos físicos e químicos de dez variedades de goiaba (*Psidium guajava* L.) em Visconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando o consumo ao natural e a industrialização.** (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 67p. 1980.

MARTINS, L. N. S. B.; SILVA, A. F.; BRAGA, M. A.; ABREU, C. M. P. Análise pós-colheita de goiabas revestidas com fécula de mandioca e óleo essencial de canela. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 9, n. 3, p. 261-268, 2021.

MARTINS, S. H. F.; PONTES, K. V.; FIALHO, R. L.; FAKHOURI, F. M. Extraction and characterization of the starch present in the avocado seed (*Persea americana* mill) for future applications. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 8, p. 100303, 2022.

MCHUGH, T. H.; HUXSOLL, C. C.; KROCHTA, J. M. Permeability properties of fruit puree edible films. **Journal of food science**, v. 61, n. 1, p. 88-91, 1996

MEDINA, N. N. R.; HERRERO, J. V. Guava (*Psidium guajava* L.) cultivars: an important source of nutrients for human health. In: Nutritional composition of fruit cultivars. **Academic Press**, p. 287-315, 2016.

MELLINAS, C.; VALDÉS, A.; RAMOS, M.; BURGOS, N.; GARRIGOS, M. D. C.; JIMÉNEZ, A. Active edible films: Current state and future trends. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 133, n. 2, 2016.

- MENDONÇA, R. D.; FERREIRA, K. S.; SOUZA, L. M. D.; MARINHO, C. S.; TEIXEIRA, S. L. Características físicas e químicas de goiabas' Cortibel 1'e'Cortibel 4'armazenadas em condições ambientais. **Bragantia**, v. 66, p. 685-692, 2007
- MIGUEL, A.; SOBRINHO, V. R. A. S.. CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE GOIABA´ PALUMA COM REVESTIMENTO BIODEGRADÁVEL À BASE DE SPIRULINA PLATENSIS E FÉCULA DE MANDIOCA. **Anais Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)**, v. 1, n. 1, p. 566-574, 2019.
- MOHAMMED, A. A.; HASAN, Z.; OMRAN, A. A. B.; ELFAGHI, A. M.; KHATTAK, M. A.; ILYAS, R. A.; SAPUAN, S. M. Effect of Various Plasticizers in Different Concentrations on Physical, Thermal, Mechanical, and Structural Properties of Wheat Starch-Based Films. **Polymers**, v. 15, n. 1, p. 63. 2023.
- MOON, P., FU, Y., BAI, J., PLOTTO, A., CRANE, J., & CHAMBERS, A. Assessment of fruit aroma for twenty-seven guava (*Psidium guajava*) accessions through three fruit developmental stages. **Scientia Horticulturae**, v. 238, p. 375-383, 2018.
- MUNHOZ, C. L.; FERREIRA, T. H. B.; GOMES, M. C. S. Caracterização Física de Frutos de Jambo Vermelho. **Caderno de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 7-7, 2018.
- NOR, S. M.; DING, P. Trends and advances in edible biopolymer coating for tropical fruit: A review. **Food Research International**, v. 134, p. 109208, 2020.
- NORDIN, N.; OTHMAN, S. H.; RASHID, S. A.; BASHA, R. K. Effects of glycerol and thymol on physical, mechanical, and thermal properties of corn starch films. **Food Hydrocolloids**, v. 106, p. 105884, 2020.
- OECD/FAO - Agricultural Outlook 2021-2030, OECD Publishing, Paris, 2021.
- OLIVEIRA, L. M.; RODRIGUES, M. H. B. S.; BOMFIM, M. P.; SOUSA, V. F. O.; TRIGUEIRO, R. W. P.; MELO, E. N. Uso de coberturas comestíveis a base de fécula de mandioca associado à refrigeração na qualidade pós-colheita de goiaba paluma. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 3, p. 540-546, 2017.
- OLIVEIRA, V. C.; MENDES, F. Técnicas de preservação pós-colheita de frutas e hortaliças: uma revisão narrativa. **Ciência e Tecnologia de alimentos: pesquisa e práticas contemporâneas**, v. 2, p. 718-733, 2021.
- ONIAS, E. A.; TEODOSIO, A. E.; BOMFIM, M. P.; ROCHA, R. H.; LIMA, J. F.; MEDEIROS, M. L. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 849-860, 2018.
- ONYEAKA, H.; NWABOR, O. Natural polymers as food packaging materials. In: Food Preservation and Safety of Natural Products. **Academic Press**, p. 133-141, 2022.
- OTONI, C. G. et al. Recent advances on edible films based on fruits and vegetables—a review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 16, n. 5, p. 1151-1169, 2017.

PATHARE, P. B.; OPARA, U. L.; AL-SAID, F. A. Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: **A Review. Food Bioprocess Technol.** v. 6, p. 36-60, 2013.

PRADHAN, N.; RANI, R.; DAVID, J. A Review on utility of Na Astonishing Fruit: Psidium Guajava (Guava). **Journal of Science and Technology**, v. 6, n. 1, 2021.

PÉREZ, S.; BERTOFT, E. The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review. **Starch-Stärke**, v. 62, n. 8, p. 389-420, 2010.

PETRICCIONE, M.; MASTROBUONI, F.; PASQUARIELLO, M. S.; ZAMPELLA, L.; NOBIS, E.; CAPRIOLO, G.; SCORTICHINI, M. Effect of chitosan coating on the postharvest quality and antioxidant enzyme system response of strawberry fruit during cold storage. **Foods**, v. 4, n. 4, p. 501-523, 2015

PONTES, C. M.; SAMPAIO, L. M. F.; LIMA, A. C. S.; GALLÃO, M. I.; MIRANDA, M. R. A.; EÇA, K. S.; KARBOWIAK, T.; OLIVEIRA, L. S. Effect of xyloglucan-based coating enriched with cashew apple coproduct extract on quality and antioxidant metabolism of guava during ripening postharvest. **Food Chemistry Advances**, v. 2, p. 100226, 2023.

PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA - Normas de Classificação - São Paulo: **PBMH**, v. 13, n. 1, p. 1-8, 2015.

REIS, S. A. Qualidade pós-colheita do mamão (Carica papaya) cv. Golden armazenado sob atmosferas modificadas. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2006.

RIBEIRO, A. M.; ESTEVINHO, B. N.; ROCHA, F. Preparation and incorporation of functional ingredients in edible films and coatings. **Food and Bioprocess Technology**, v. 14, p. 209-231, 2021.

RINALDI, M. M.; COSTA, A. M. Vida útil de polpa de frutos de Passiflora cincinnata CV. BRS Sertão Forte congelada. 2021. **Agrotropica**, v. 33, n. 2, p. 131-142, 2021.

ROCHA, A. M.; COSTA, S. C.; LIMA, T. S.; SILVA, A. F.; BARÃO, C. E.; PIMENTAL, T. C.; USHIROBIRA, T. M. A.; MARCOLINO, V. A. Aplicação do biopolímero de amido de cassava e amido de milho na conservação pós-colheita de guava. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 6658-6680, 2020.

ROCHA, M.; de SOUZA, M. M.; PRENTICE, C. Biodegradable films: An alternative food packaging. In: **Food Packaging and Preservation**. Elsevier Inc, p. 307-342, 2018.

RODRIGUES, A. A. M.; SILVA, S. D. M.; DANTAS, A. L.; SILVA, A. F. D.; SANTOS, L. D. S.; MOREIRA, D. D. N. Physiology and postharvest conservation of 'Paluma' guava under coatings using Jack fruit seed-based starch. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, 2018.

SÁNCHEZ-QUEZADA, V.; GAYTÁN-MARTÍNEZ, M.; RECIO, I.; LOARCA-PINÃ, G. Avocado seed by-product uses in emulsion-type ingredients with nutraceutical value: Stability, cytotoxicity, nutraceutical properties, and assessment of in vitro oral-gastric digestion. **Food Chemistry**, v. 421, p. 136118, 2023.

SANTOS, A. F. D.; SILVA, S. D. M.; MENDONÇA, R. M. N.; FILGUEIRAS, H. A. C. Armazenamento de pitangas sob atmosfera modificada e refrigeração: II-qualidade e conservação pós-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, p. 42-45, 2006.

SANTOS, J. F.; SOUSA, A. P. A.; SILVA, T. F.; RODRIGUES, B. E. L.; SILVA, A. S.; CORDEIRO, K. V.; SILVA-MATOS, R. R. S. Produção de mudas de *Chrysanthemum leucanthemum* em substratos a base de caule decomposto de babaçu. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 40665-40675, 2020.

SANTOS, N. S.; SILVA, J. C. S.; ARAÚJO, C. A.; LIMA, K. F. SILVA, G. A. S. Caracterização da conservação refrigerada do umbu (*Spondias Tuberosa* Arruda Câmara) sob atmosfera modificada. **Journal Diversitas**, v. 5, n. 2, p. 693-704, 2020.

SARAK, S.; BOONSUK, P.; KANTACHOTE, D.; KAEWTATIP, K. Film coating based on native starch and cationic starch blend improved postharvest quality of mangoes. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 209, p. 125-131, 2022.

SCHMIELE, M.; SAMPAIO, U. M.; CLERICI, M. T. P. S. Basic principles: Composition and properties of starch. In: **Starches for Food Application**. Academic Press, p. 1-22, 2019.

SEUNG, D.; SOYK, S.; COIRO, M.; MAIER, B. A.; EICKE, S.; ZEEMAN, S. C. PROTEIN TARGETING TO STARCH Is Required for Localising GRANULE-BOUND STARCH SYNTHASE to Starch Granules and for Normal Amylose Synthesis in Arabidopsis. **PLoS biology**, v. 13, n. 2, p. e1002080, 2015.

SHAHBANDEH, M. Global avocado production in 2021, by country. Statista, 2023. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/593211/global-avocado-production-by-coun>. Acesso em 01/05/2023.

SHIT, C.; SHAH, P. M. Edible polymers: challenges and opportunities. **Journal of Polymers**, v. 2014, 2014.

SHRUTHI S. D.; ROSHAN, A.; TIMILSINA, S.; SUNITA, S. A review on the medicinal plant *Psidium Guajava* Linn. (Myrtaceae). **Drug Deliv Ther**, v. 3, n. 2, p. 162-168, 2013.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v.11, n.39,

SILVA, J. H. V.; JORDÃO-FILHO, J.; RIBEIRO, M. L. G.; SILVA, E. L. Efeitos da inclusão do farelo de sementes de jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) na ração sobre a produção, pigmentação da gema e umidade fecal em codornas. **Rev Ciênc Agrotec**; v.31, n. 2, p. 523-530, 2007.

SILVA, M. C.; ATARASSI, M. E.; FERREIRA, M. D.; MOSCA, M. A. Qualidade pós-colheita de caqui 'fuyu' com utilização de diferentes concentrações de cobertura comestível. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 1, p. 144-151, 2011.

SILVA, R. C.; PINHEIRO, L. S.; SANTOS, D. B.; BARATA, H. S.; SANTOS-NETO, J. P.; SANTOS, M. A. S.; CARVALHO, F. I. M.; SILVA, P. A. Doce misto de goiaba

com cupuaçu: desenvolvimento e análise sensorial. **Tópicos em Ciência dos Alimentos**, v. 1, p. 38-45, 2020.

SILVA, R. L.; FERREIRA, S. R. S.; VITALI, L.; BLOCK, J. M. May the superfruit red guava and its processing waste be a potential ingredient in functional foods? **Food Research International**, v. 115, p. 451-459, 2019.

SINGH, R. S.; DWIVEDI, A. K.; TRIPATHI, V. K.; SHUKLA, A. Enhancing chemical quality through pruning time, pruning intensity and fruit bagging in Mrig bahar Guava cv. Lucknow-49. **The Pharma Innovation**, v. 14, n. 4, p. 659-663, 2023.

SIQUEIRA, A. M. A. **Resfriamento rápido por ar forçado de goiaba cv. ‘Paluma’: Avaliação dos parâmetros físicos, físico-químicos, sensoriais e do processo.** Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

SJÖÖ, M.; NILSSON, L. Chapter 7 - Chemical Modification of Starch. In: **Starch in Food, Structure, Function and Applications**, v. 2, Woodhead Publishing, p. 283-287, 2017.

SOBRAL, P. J.; AMARAL, D. O. Influência da espessura de biofilmes feitos à base de proteínas miofibrilares sobre suas propriedades funcionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p. 1251-1259, 2000.

SOTHORNVIT, R.; PITAK, N. Oxygen permeability and mechanical properties of banana films. **Food Research International**, v. 40, n. 3, p. 365-370, 2007.

SOUZA, F. A. L.; ALBANEZ, J. R.; SILVA, M. A. D. P. Perfil da Fruticultura 2014. Governo do Estado de Minas Gerais - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Belo Horizonte, 2014, p. 85.

SOUZA, T. S.; OLIVEIRA, J. S. SOUZA, L. C. C. GLICOSÍMETRO DIGITAL APLICADO À ANÁLISE DE AÇÚCAR REDUTOR EM POLPA DE FRUTAS. **Revista Ifes Ciência**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2021.

SUHAG, R.; KUMAR, N.; PETKOSKA, A. T.; UPADHYAY, A. Film formation and deposition methods of edible coating on food products: A review. **Food Research International**, v. 136, p. 109582, 2020.

SUN, Y.; SHI, Z.; JIANG, Y.; ZHANG, X.; LI, X.; LI, F. Effects of preharvest regulation of ethylene on carbohydrate metabolism of apple (*Malus domestica* Borkh cv. Starkrimson) fruit at harvest and during storage. **Scientia Horticulturae**, v. 276, p. 109748, 2021.

TAVASSOLI-KAFRANI, E.; GAMAGE, M. V.; DUMÉE, L. L. F.; KONG, L.; ZHAO, S. Edible films and coatings for shelf life extension of mango: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 62, n. 9, p. 2432-2459, 2022.

TESFAYE, T.; GIBRIL, M.; SITHOLE, B.; RAMJUGERNATH, D.; CHAVAN, R.; CHUNILALL, V.; GOUNDEN, N. Valorisation of avocado seeds: extraction and characterization of starch for textile applications. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 20, p. 2135-2154, 2018.

TETLOW, I. J.; BERTOFT, E. A Review of Starch Biosynthesis in Relation to the Building Block-Backbone Model. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 21, n. 19, p. 7011, 2020.

THAKUR, R.; PRISTIJONO, P.; BOWYER, M.; SINGH, S. P.; SCARLETT, C. J.; STATHOPOULOS, C. E.; VUONG, Q. V. A starch edible surface coating delays banana fruit ripening. **Lwt**, v. 100, p. 341-347, 2019.

THAKUR, S.; CHAUDHARY, J.; SINGH, P.; ALSANIE, W. F.; GRAMMATIKOS, S. A.; THAKUR, V. K. Synthesis of Bio-based monomers and polymers using microbes for a sustainable bioeconomy. **Bioresource Technology**, v. 344, p. 126156, 2022.

TIAN, Y.; ZHOU, L.; LIU, J.; YU, K.; YU, W.; JIANG, H.; LIU, W. Effect of sustained-release tea tree essential oil solid preservative on fresh-cut pineapple storage quality in modified atmospheres packaging. In: **Food Chemistry**, v. 417, n. 15, p. 135898, 2023.

TRIDGE. Exportação de Goiaba fresca do Brasil. *In*: <https://www.tridge.com/pt/intelligences/guava/BR/export> . Acesso em 08 de mai. de 2023.

TURQUETT, L. C. G. B.; BASTOS, R. A.; LIMA, J. P.; VALENTE, G. D. F. S. Avaliação da cobertura comestível elaborada a partir de quitosana, farelo de arroz e fécula de mandioca na conservação pós-colheita de morangos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 33153-33171, 2021.

VALLARINO, J. G.; OSORIO, S. Organic acids. In: **Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables**. Woodhead Publishing, 2019. p. 207-224.

VENCESLAU, W. Cristina D. **Maturação, conservação e capacidade antioxidante em goiabas" paluma"**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, p. 151, 2013.

WANG, S. Starch structure, functionality and application in foods. **Springer Nature**, p. 10-12, 2020.

WEI, Q. J.; MA, Q. L.; ZHOU, G. F.; LIU, X.; MA, Z. Z.; GU, Q. Identification of genes associated with soluble sugar and organic acid accumulation in 'Huapi' kumquat (*Fortunella crassifolia* Swingle) via transcriptome analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 101, n. 10, p. 4321-4331, 2021.

WERTZ, J. L.; GOFFIN, B. Chapter 1. Starch Market - Sources, Producers, and Trends. In: **Starch in the Bioeconomy**. **CRC Press**, 1 ed., 2020.

WINOTAPUN, C.; ISSARASEREE, Y.; SIRITBUNKAJAL, P.; LEELAPHIWAT, P. CO₂ laser perforated biodegradable films for modified atmosphere packaging of baby corn. **Journal of Food Engineering**, v. 341, p. 111356, 2023.

WÜSTENBERG, T. General overview of food hydrocolloids. **Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food industry Fundamentals and Applications**, n.1, p. 1-68, 2015.

YANG L.; PAULSON A.T. Mechanical and water vapor barrier properties of edible gellan films. **Food Res Intl.**, v.33, p.563-70, 2000.

ZHANG, Z.; HUBER, D. J.; RAO, J. Antioxidant systems of ripening avocado (*Persea americana* Mill.) fruit following treatment at the preclimacteric stage with aqueous 1-methylcyclopropene. **Postharvest Biology and Technology**, v. 76, p. 58-64, february, 2013.

ZHU, F. Underutilized and unconventional starches: Why should we care?. **Trends in Food Science & Technology**, v. 100, p. 363-373, 2020.