



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

REBECA FERNANDES DOS SANTOS

**DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE COBERTURA DE QUITOSANA E LEVANA
NA CONSERVAÇÃO PÓS- COLHEITA DE MANGA MINIMAMENTE PROCESSADA.**

RECIFE, 2021



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE COBERTURA DE QUITOSANA E LEVANA
NA CONSERVAÇÃO PÓS- COLHEITA DE MANGA MINIMAMENTE PROCESSADA.

REBECA FERNANDES DOS SANTOS

Monografia apresentada à coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, sob orientação da professora Maria Inês Sucupira Maciel, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas, de acordo com as exigências.

RECIFE, 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S237d

Santos, Rebeca Fernandes dos

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE COBERTURA DE QUITOSANA E LEVANA NA CONSERVAÇÃO
PÓS- COLHEITA DE MANGA MINIMAMENTE PROCESSADA. / Rebeca Fernandes dos Santos. - 2021.
43 f. : il.

Orientador: Maria Ines Sucupira Maciel.
Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em
Ciências Biológicas, Recife, 2021.

1. Revestimento comestível. 2. Mangifera indica L.. 3. Polissacarídeos. I. Maciel, Maria Ines Sucupira, orient. II.
Título

CDD 574

REBECA FERNANDES DOS SANTOS

DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE COBERTURA DE QUITOSANA E LEVANA
NA CONSERVAÇÃO PÓS- COLHEITA DE MANGA MINIMAMENTE PROCESSADA.

Monografia apresentada à coordenação do curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, sob orientação da professora Maria Inês Sucupira Maciel, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito para obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas, de acordo com as exigências.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dr. Maria Inês Sucupira Maciel - UFRPE

(1º Titular: Orientadora)

Profa. Dr. Edleide Maria Freitas Pires - UFRPE

(2º Titular)

Msc. Makarena del Carmen Chaves Portugal Zegarra - UFPB

(3º Titular)

Dr. Michelle Barreto de Souza - UFRPE

(Suplente)

RECIFE, 2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me deu força e coragem para não desistir e seguir em frente.

Aos meus pais, pelo apoio em tudo que faço, principalmente nos estudos.

As minhas irmãs de coração, Mayara, Nayara e Ywkelly, que tornaram a graduação a mais suportável e sempre estiveram comigo desde o início.

Ao técnico do Laboratório de Processamento de Alimentos e de Análises físico-químicas de alimentos, José Carlos, por todo suporte e ajuda durante as análises.

Aos meus colegas de turma, que estiveram presentes comigo durante toda a graduação, compartilhando sorrisos, lágrimas e conhecimento (SB3 pisa).

A doutoranda Makarena, por ter me ajudado desde o início do projeto e me auxiliado no desenvolvimento dele.

A Susan, que mesmo tendo conhecido no final do período que estive no laboratório foi importante nessa minha trajetória.

A professora e orientadora Maria Inês pela confiança e ensinamentos nessa reta final da graduação.

“Você se surpreende ao perceber o quanto pode suportar”.

(Dr. House)

RESUMO

O Brasil é um grande produtor de frutas devido às condições climáticas que favorecem o cultivo de frutas tropicais. Entre as culturas que se destacam pela alta produção e exportação encontra-se a manga. A manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas tropicais mais consumidas pelos brasileiros, possuindo alto valor nutritivo, como vitamina C, β -caroteno e minerais. Por serem produtos perecíveis, as frutas sofrem perdas desde sua produção até a chegada nas mãos do consumidor e esse desperdício anual de toneladas de alimentos causa uma perda econômica, além de impactos ambientais. A quitosana é um polissacarídeo que possui atividade antifúngica e propriedade semipermeável, diminuindo a taxa de respiração e perda de água de frutos. A levana também é um polissacarídeo utilizado no setor alimentício como fixador de cores e sabores, espessante e estabilizante em géis para sobremesas. Este estudo teve como objetivo desenvolver uma cobertura para aplicação em mangas minimamente processadas a partir de uma combinação entre levana e quitosana, determinando a melhor proporção entre elas que apresente características e propriedades satisfatórias para armazenar em diferentes temperaturas durante um período de tempo. A cobertura foi preparada em uma concentração de 90% m/v quitosana e 10% m/v levana com uma concentração de 0,5% v/v de ácido acético glacial e 1% m/v de glicerol, e em seguida aplicada nos pedaços de manga que foram armazenados a temperaturas de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $2 \pm 1^\circ\text{C}$. As amostras foram analisadas a cada 3 dias, quanto a cor, sólidos solúveis, atividade de água, umidade, acidez titulável e pH. As fatias de manga armazenadas em temperatura de c não foram analisadas por apresentarem fungo no quarto dia de armazenamento. As fatias de manga em temperatura $2 \pm 1^\circ\text{C}$ não apresentaram variação significativa de atividade de água, pH e umidade durante todo o tempo de armazenamento. Observou-se aumento significativo durante o período de armazenamento do teor de sólidos solúveis, acidez titulável e as variáveis de cor L^* , a^* e b^* . Observou-se também retardo no escurecimento e aumento da pigmentação amarela. A cobertura com quitosana (90% m/v) e levana (10% m/v) apresentou características satisfatórias para aplicação em mangas minimamente processadas. As análises físico-químicas mostraram que a cobertura pode ser eficiente no aumento da vida útil, uma vez que retardou o escurecimento, pH não apresentou variação significativa, e manteve atividade de água.

Palavras-chave: Revestimento comestível, *Mangifera indica* L., Polissacarídeos.

ABSTRACT

Brazil is a great fruit producer due to the climatic conditions that favor the cultivation of tropical fruits. Among the cultures that stand out for their high production and export is mango. Mango (*Mangifera indica* L.) is one of the tropical fruits most consumed by Brazilians, having high nutritional value, such as vitamin C, β -carotene, and minerals. Because they are perishable products, such as fruit, they reduce losses from their production until they reach the consumer, and this annual waste of tons of food causes an economic loss, in addition to environmental impacts. Chitosan is a polysaccharide that has antifungal activity and semi-permeable properties, decreasing the respiration rate and water loss of fruits. Levana is also a polysaccharide used in the food industry as a core and flavor fixative, thickener, and stabilizer in dessert gels. This study aimed to develop a coating for application in minimally processed mangoes from a combination of levan and chitosan, determining the best proportion between them that presents satisfactory characteristics and properties to store at different prices over a while. The topping was prepared at a concentration of 90% w/v chitosan and 10% w/v levan with a concentration of 0.5% v/v glacial acetic acid and 1% w/v glycerol, and then applied to the mango pieces that were stored at temperatures of $25 \pm 2^\circ\text{C}$ and $2 \pm 1^\circ\text{C}$. The samples were analyzed every 3 days for color, soluble solids, water activity, moisture, titratable acidity, and pH. Mango slices stored at a temperature of c were not analyzed for showing fungus on the fourth day of storage. Mango slices at $2 \pm 1^\circ\text{C}$ temperature not alternated probably from water activity, pH and humidity during the entire storage time. There was a significant increase during the storage period in the soluble solids content, titratable acidity and as variables color L^* , a^* , and b^* . There was also a delay in darkening and an increase in yellow pigmentation. The coating with chitosan (90% w/v) and levan (10% w/v) present satisfactory characteristics for application in minimally processed mangoes. Physical analyzes increased that coating could be effective in increasing shelf life, as it delayed browning, likely undistorted pH, and water activity.

Keywords: Edible coating, *Mangifera indica* L., Polysaccharides.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura química da quitosana.....	20
Figura 2 - Estrutura química da levana.....	22
Figura 3 - Cobertura de quitosana e levana.....	24
Figura 4 - Processo de sanitização das mangas.....	25
Figura 5 - Mangas cortadas.....	25
Figura 6 - Imersão dos pedaços de manga.....	26
Figura 7 - Mangas cobertas para refrigeração.....	26
Figura 8 - Mangas cobertas em temperatura de $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$	26
Figura 9 - Mangas minimamente processadas armazenadas a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ com presença de fungos.....	28
Figura 10 - Gráfico com variação da atividade de água das mangas minimamente processada ao longo do armazenamento.....	29
Figura 11 - Gráfico com médias da umidade relativa das mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.....	30
Figura 12 - Gráfico com médias de pH das mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.....	31
Figura 13 - Gráfico da acidez titulável de mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.....	32
Figura 14 - Gráfico da variação de sólidos solúveis de mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.....	33
Figura 15 - Gráfico com variação das coordenadas L^* , a^* e b^* nas mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.....	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição química da manga Tommy Atkins.....	17
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 OBJETIVO GERAL.....	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 ASPECTOS GERAIS DE MANGA.....	16
3.2 FISIOLOGIA PÓS-COLHEITA DE MANGA.....	17
3.2.1 Ácidos orgânicos	17
3.2.2 Carboidratos	18
3.2.3 Pigmentos	18
3.2.4 Compostos fenólicos	19
3.3 REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS.....	19
3.3.1 Quitosana	20
3.3.2 Levana	21
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 PREPARO DO REVESTIMENTO DOS FRUTOS.....	23
4.2 PREPARO DAS AMOSTRAS.....	24
4.3 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS.....	27
4.3.1 Atividade de água	27
4.3.2 Umidade	27
4.3.3 pH	27
4.3.4 Sólidos solúveis	27
4.3.5 Acidez titulável	27
4.3.6 Cor	28
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 ATIVIDADE DE ÁGUA.....	29
5.2 UMIDADE.....	30
5.3 PH.....	31
5.4 ACIDEZ TITULÁVEL.....	32

5.5 SÓLIDOS SOLÚVEIS.....	33
5.6 COR.....	34
6 CONCLUSÃO.....	36
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	37
8 REFERÊNCIAS.....	38

1. INTRODUÇÃO

O consumo de frutas teve um aumento significativo no Brasil com a chegada da pandemia. Isto porque possuem nutrientes que auxiliam no sistema imunológico, além de proporcionar um bom funcionamento do organismo, auxiliando também na prevenção de doenças cardiovasculares, infecções, entre outras doenças (REVISTA GLOBO RURAL, 2020).

O Brasil é um país que possui grande extensão territorial, o que propicia diferentes condições climáticas ao longo de todo seu território, permitindo que a produção de frutas seja de grande variedade. Cada região se destaca na produção de determinadas frutas, de acordo com o clima e técnicas utilizadas. A região sudeste e nordeste se destacam na produção de manga (COELHO; SANTOS; SIMOES, 2021).

Apesar da pandemia da Covid-19, a exportação de manga brasileira bateu recorde em 2020 e os valores e volumes das exportações apresentaram um aumento de 10% em relação ao ano anterior. As exportações de manga nacional atingiram o valor de U\$S 246,9 milhões, com destaque para as variedades Tommy Atkins para o mercado americano; e Kent, Keitt e Palmer para a Europa (EMBRAPA, 2021).

Grande parte da exportação dessa fruta se dá graças à região do Vale do São Francisco, situada no Semiárido Nordeste, responsável por 87% do total de manga exportada do Brasil. Essa região consegue manter a produção da fruta durante todos os meses, em função do uso da irrigação e da disponibilidade do sol, com isso mantém o abastecimento dos mercados externo e interno (EMBRAPA, 2021).

Pertencente à família Anacardiaceae e com origem no continente asiático, a manga (*Mangifera indica* L.) é uma das frutas mais procuradas do mundo. A espécie foi introduzida no Brasil em dois momentos: pelos portugueses durante a colonização e, em seguida, no século XX, com variedades da Flórida, nos Estados Unidos, com origem indiana (SILVA; COELHO, 2010). A manga é uma das frutas tropicais mais consumidas pelos brasileiros, possuindo alto valor nutritivo, como vitamina C, β -caroteno e minerais (THARANATHAN et al., 2007).

Além de ser consumida *in natura*, a manga pode ser processada para produção de geleias, sucos, polpas congeladas, entre outros produtos (MELO et al., 2021).

Por serem produtos perecíveis, as frutas sofrem perdas desde sua produção até a chegada nas mãos do consumidor. O desperdício de alimentos no mundo foi de 931 milhões de

toneladas do total de alimentos disponíveis aos consumidores em 2019, gerando impactos ambientais, sociais e econômicos (FAO, 2021).

As embalagens são um sistema muito relevante na conservação de alimentos, com função de proteger e preservar o alimento contido. As embalagens ativas são aquelas que possuem a capacidade de mudar as condições do ambiente ao redor do alimento. Tem como finalidade preservar características sensoriais e garantir maior segurança ao consumidor, e surgem como uma alternativa para a diminuição da perda de frutas e hortaliças, aumentando sua vida útil (SARANTÓPOULOS; MORAES, 2009).

A aplicação de revestimentos comestíveis na superfície dos alimentos é um tratamento suave que permite aumentar a vida útil dos alimentos com pouco efeito sobre suas características originais. O uso desses revestimentos utilizados na pós-colheita surgiu como uma alternativa para resolver problemas durante o seu armazenamento (FLORES et al., 2016).

A acidez da manga se dá principalmente pela presença dos ácidos cítrico e málico, e o perfil aromático é devido aos componentes voláteis. Durante o desenvolvimento da fruta e chegada da maturidade, ocorrem mudanças bioquímicas, estruturais e fisiológicas que alteram sua composição nutricional, modificando o sabor, textura, aroma, cor e capacidade antioxidante. Além disso, as práticas de manuseio pós-colheita influenciam o conteúdo nutricional e fitoquímico da manga (MALDONADO-CELIS et al., 2019).

Cada vez mais aumenta a preocupação com a conservação pós-colheita das frutas e o interesse por revestimentos comestíveis. A quitosana é um polímero biodegradável, biocompatível, e possui atividade antimicrobiana, é derivado da desacetilação da quitina que é extraída de carapaças de crustáceos (DE ARAÚJO; SHIRAI, 2017). A quitina também pode ser encontrada naturalmente na parede celular de alguns fungos (NEGM et al., 2020). Além disso, possui características emulsificantes, utilizado na produção de biomateriais, prolongamento da vida útil dos alimentos entre outras aplicações (BERTOLINO, 2018).

Outro polissacarídeo com importância no setor alimentício é a levana, obtido naturalmente de plantas e microrganismos, é biodegradável, biocompatível e possui capacidade de formar filmes (SRIKANTH et al., 2015).

Levando em consideração a necessidade da diminuição da perda de frutas, aumentando sua vida útil e garantindo uma maior segurança alimentar, se faz necessário estudos que aperfeiçoem técnicas que utilizem de maneira sustentável a aplicação de polímeros de origem animal e vegetal na conservação da manga.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma cobertura para aplicação em manga minimamente processada a partir de uma combinação entre levana e quitosana.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a melhor proporção entre levana e quitosana que apresente características e propriedades satisfatórias para armazenar o produto até não estar mais em estado apropriado para consumo.
- Avaliar parâmetros físico-químicos após a aplicação da cobertura durante o armazenamento em diferentes temperaturas, a $25 \pm 2^{\circ}\text{C}$ e $2 \pm 1^{\circ}\text{C}$.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ASPECTOS GERAIS DE MANGA

A mangueira é uma árvore de porte médio a grande, com copa que varia de arredondada baixa a piramidal alta, e folhas sempre verdes podendo ser baixa e densa ou ereta e aberta. O fruto da mangueira é uma drupa que possui variação de tamanho, peso, forma e cor. A casca possui aspecto coriáceo e envolve a polpa que possui cor amarela e sabor variado, de acordo com a variedade, e no interior da polpa encontra-se o caroço (DE MATOS, 2000).

Dentre as variedades de manga cultivadas no Brasil, as principais são a Espada e a Rosa, da primeira era, e Tommy Atkins, Haden, Palmer, Keitt e Kent da segunda era (ARAÚJO; MORAES; CARVALHO, 2017). Com maior destaque a variedade Tommy Atkins, que além do seu valor nutritivo (Tabela 1) é a mais cultivada devido a sua resistência ao transporte, o que favorece a exportação e a alta produtividade (CANUTO et al., 2009).

A manga é uma importante fonte de macronutrientes como carboidratos, lipídios e ácidos graxos, proteínas e aminoácidos. Além disso, a manga tem micronutrientes como vitaminas, minerais, compostos fenólicos, flavonoides e outros polifenóis como clorofila, carotenóides e compostos voláteis. Os conteúdos nutricionais, não nutricionais e de água da fruta variam dependendo da variedade de manga e vários fatores relacionados ao pré-cultivo e pós-cultivo da fruta (MALDONADO-CELIS et al., 2019).

A manga é uma fruta rica em compostos bioativos com potencial para aplicação na área farmacêutica. Os compostos fenólicos são os mais importantes fitoquímicos pois possuem atividade antioxidante, antimicrobiana e antiinflamatória. Sua atividade e estrutura depende da sua origem, podendo ser da casca, folhas ou sementes (QUINTANA; SALAS; A GARCÍA-ZAPATEIRO, 2021; MIRZA et al., 2020).

Tabela 1- Composição química da manga Tommy Atkins.

Composição	Quantidade por 100 g de manga Tommy Atkins crua
Umidade (%)	85,8
Energia (kcal)	51
Proteína (g)	0,9
Lipídeos (g)	0,2
Carboidrato (g)	12,8
Fibra alimentar (g)	2,1
Cinzas (g)	0,3
Vitamina C (mg)	7,9
Fósforo (mg)	14
Cálcio (mg)	8
Magnésio (mg)	7
Potássio (mg)	138

Fonte: Taco (2011)

3.2 FISILOGIA PÓS-COLHEITA DE MANGA

De acordo com seu padrão respiratório e amadurecimento pós-colheita, a manga é classificada como uma fruta climatérica. As frutas climatéricas sofrem um aumento na sua taxa respiratória que ocorre juntamente com a fase de amadurecimento, relacionada ao etileno, portanto, devem ser colhidas na sua maturidade fisiológica. O processo de amadurecimento é caracterizado por síntese e degradação de compostos bioquímicos e seu conhecimento auxilia na aplicação de técnicas de conservação de frutos (KOBLOITZ, 2019).

Quando colhidos, os frutos usam suas reservas para manter processos fisiológicos, ocorrendo a senescência que leva à morte celular. O amadurecimento traz como resultado mudanças sensoriais no fruto como mudança na textura, alteração de cor e produção de aroma (DAMODARAN; PARKIN, 2018).

3.2.1. Ácidos orgânicos

Os ácidos orgânicos possuem um papel importante na regulação do pH e propriedades sensoriais das frutas. Sua concentração varia de acordo com o cultivar de manga, além de fatores durante o plantio, como temperatura, fertilização e disponibilidade de água (VALLARINO; OSORIO, 2019).

Sung et al. (2019) investigaram a composição química em três diferentes cultivares de manga, Glenn, Saigon e Mamme, e observaram que a quantidade total de ácidos orgânicos variou de 5,43 a 11,74 g/kg de massa fresca nas mangas. Entre os principais ácidos orgânicos encontrados está o ácido cítrico com 27,9-55,4% dos ácidos orgânicos totais.

3.2.2. Carboidratos

O tipo de carboidrato varia de acordo com a fase que a manga se encontra. Grande parte dos açúcares encontrados são redutores, como glicose e frutose, havendo também presença dos não-redutores, como a sacarose (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Na fase de crescimento o amido é o principal carboidrato da manga, pois constitui-se como uma fonte de reserva, com o avanço da maturação, há o aumento de açúcares simples como sacarose, frutose e glicose (LEBAKA; WEE; YE; KORIVI, 2021).

As pectinas e hemiceluloses são responsáveis pela firmeza da parede celular do fruto, com o avanço do amadurecimento as enzimas hidrolíticas aumentam sua atividade, conseqüentemente há o amaciamento e mudança na sua textura (CHITARRA; CHITARRA, 2005; QUINTERO, 2013).

3.2.3. Pigmentos

Um dos critérios mais utilizados pelos consumidores para determinar o estado de maturação do fruto é a cor. As clorofilas são pigmentos responsáveis pela coloração verde e são localizadas nos cloroplastos. A alteração de pH, presença de sistemas oxidativos e atividade da clorofilase acabam decompondo a clorofila causando a perda da coloração verde (KOBBLITZ, 2019).

Ellong, Adenet e Rochefort (2015) estudaram características físico-químicas de quatro variedades de manga, Julie, Bassignac, Green e Moussache, onde examinaram três estágios de maturação e observaram que com o amadurecimento o teor de carotenóides aumenta.

3.2.4. Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos são compostos do metabolismo secundário que estão relacionados à defesa em situações de estresse e são responsáveis pela coloração, adstringência, aroma e sabor da fruta. A inclusão desses compostos na dieta traz benefícios, auxilia no combate a doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (ARNOSO; COSTA; SCHMIDT, 2019).

São classificados em cinco grandes grupos: ácidos fenólicos, flavonóides, taninos, estilbenos e cumarinas. Os ácidos fenólicos e flavonóides podem atribuir cor aos frutos, já os taninos são responsáveis pela adstringência no sabor e são bastante estudados em pós-colheita de frutos. Durante o amadurecimento ocorre um aumento na condensação de taninos e, conseqüentemente, a adstringência diminui (KOBBLITZ, 2019).

3.3 REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS

O uso de revestimentos comestíveis é utilizado como método de conservação uma vez que melhora a aparência, reduz perda de água, retarda o amadurecimento e diminui a incidência de distúrbios fisiológicos, sem interferir de maneira negativa nas propriedades sensoriais das frutas e hortaliças. É definido como camadas finas de material comestível que são aplicados em superfícies de tecidos vegetais. Sua aplicação pode ser por imersão, pulverização ou escovagem. (DAMODARAN; PARKIN, 2018).

Os revestimentos comestíveis devem ser transparentes, sem interferir na aparência natural da fruta, possuir boa aderência para não ser removidos durante manipulação, e não podem alterar gosto ou odor original (ASSIS et al., 2009).

Mesmo se não forem consumidos juntamente com os alimentos, os revestimentos comestíveis não são prejudiciais ao meio ambiente, pois possuem natureza biodegradável em comparação com outros polímeros sintéticos convencionais (RODRIGUES, 2017).

3.3.1 Quitosana

A quitosana é um polissacarídeo derivado da desacetilação parcial da quitina, encontrada principalmente em carapaça de crustáceos e exoesqueleto de artrópodes, mas também pode ser encontrada na parede celular de fungos e leveduras (ANDRADE et al., 2020; YOUNES; RINAUDO, 2015). É um polímero com características emulsificantes e antimicrobianas, utilizado na produção de biomateriais, prolongamento na vida útil dos alimentos (BERTOLINO, 2018).

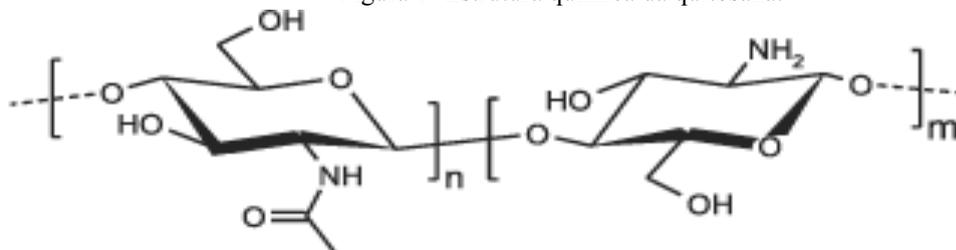
A quitina é um dos biopolímeros mais abundantes na natureza depois da celulose, e sua estrutura se assemelha a essa fibra vegetal.

A obtenção de quitosana se dá a partir da desacetilação da quitina em meio alcalino. Durante o processo de desacetilação, os grupamentos acetamido da quitina são transformados em grupos amino, originando a quitosana (ANTONINO, 2007).

Do mesmo modo que a quitina é renovável e de fácil obtenção, a quitosana apresenta essas mesmas características em comparação com outros biomateriais. Mas a quitina difere da quitosana no que diz respeito a solubilidade, sendo a quitina insolúvel na maioria dos solventes e a quitosana solúvel em soluções aquosas de ácidos inorgânicos e orgânicos (BERTOLINO, 2018).

A estrutura da quitosana é formada pela repetição de unidades beta (1-4) 2-amino 2-deoxi-D-glucose (ou D-glucosamina) apresentando uma cadeia polimérica similar à da celulose (Figura 1). Por sua propriedade antimicrobiana, tem sido usada na indústria alimentícia como revestimento comestível, aumentando a segurança alimentar para o consumidor e preservando características sensoriais dos alimentos (DI FILIPPO et al., 2020; MUJTABA et al., 2019).

Figura 1- Estrutura química da quitosana.



Fonte: SILVA et al., 2006.

3.3.2 Levana

A levana é um polissacarídeo constituído por unidades de frutose, unidas por ligações β (2 \rightarrow 6) (Figura 2), sintetizado por vários grupos de microrganismos, através de reações de transfrutossilacção durante processo de fermentação de culturas crescidas em meios ricos em sacarose (ERNANDES; CRUZ, 2011). Utilizada na indústria de alimentos como aditivo que pode proporcionar o bom funcionamento do trato intestinal, possui diversas aplicações em setores alimentícios e farmacêuticos (ERNANDES; CRUZ, 2005).

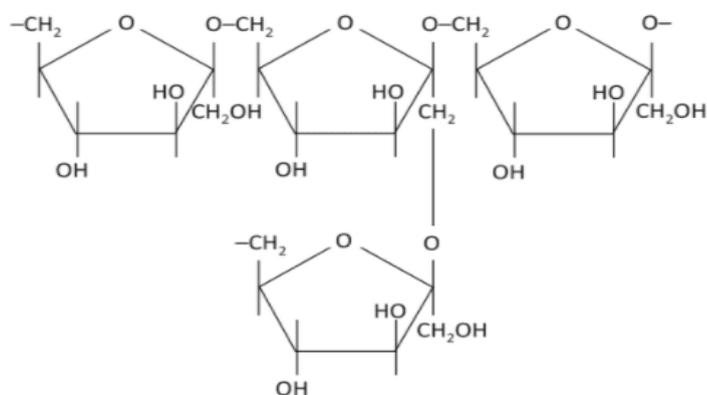
Os polissacarídeos que são formados em meio extracelular ou excretados são denominados exopolissacarídeos, é o caso da levana. Podem ser obtidos através do meio de cultura ou encontrado em volta da parede celular, denominada cápsula (LIMA et al., 2020).

Dentre as bactérias produtoras de levana, a bactéria *Zymomonas mobilis* tem se mostrado promissora devido ao seu crescimento, produção de energia e resposta às condições de cultura peculiares. É uma bactéria gram-negativa que faz uso de sacarose, glicose e frutose como fonte de energia (LIMA et al., 2020).

A levana é um hidrocolóide que ainda não possui muitos estudos e poderia ser mais explorado. Os hidrocolóides possuem a capacidade de se ligar a água e modificar as propriedades dos ingredientes alimentícios, por isso são utilizados como espessantes, agentes gelificantes, estabilizadores e substitutos de gordura ou na produção de filmes comestíveis. (LI; NIE, 2016; MANTOVAN et al., 2018).

Mantovan et al. (2018) produziram levana microbiana a partir do microrganismo *Bacillus subtilis* para aplicação em filmes comestíveis à base de amido de mandioca. A adição de levana resultou em filmes com maior solubilidade, resistência à tração e menor permeabilidade ao vapor de água, melhorando suas propriedades de barreira e mecânica.

Figura 2- Estrutura química da levana.



Fonte: MORO, 2012.

A levana é utilizada na indústria de alimentos por sua atividade prebiótica, além de possuir atividade antitumoral e redução de colesterol. As características de bebidas lácteas podem ser melhoradas com o uso da levana como estabilizante. Na indústria química e biotecnológica é utilizada para purificar material biológico através de um sistema líquido de duas fases. (SRIKANTH et al., 2015).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Laboratório de Processamento de Alimentos e de Análises físico-químicas de alimentos do Departamento de Ciências do Consumo na Universidade Federal Rural de Pernambuco (DCC – UFRPE).

Os frutos de manga ‘Tommy Atkins’ foram adquiridos no Centro de Abastecimento e Logística do Estado de Pernambuco (CEASA-PE), estabelecimento comercial de Recife-PE. Como critério para seleção foi utilizado o estágio de maturação da fruta por meio de observação visual e tactual como aparência geral, cor, firmeza e ausência de injúrias.

4.1. PREPARO DO REVESTIMENTO DOS FRUTOS

Estudos prévios foram realizados para determinar a melhor proporção entre quitosana e levana. Foram obtidos filmes pela técnica de casting pela metodologia adaptada de Ghasemlou et al. (2011), utilizando, inicialmente, 4 formulações (F1, F2, F3 e F4) contendo diferentes proporções de levana e quitosana, e uma concentração fixa de glicerol (25% m/m), definidas de acordo com a metodologia adaptada de Nafchi et al. (2017).

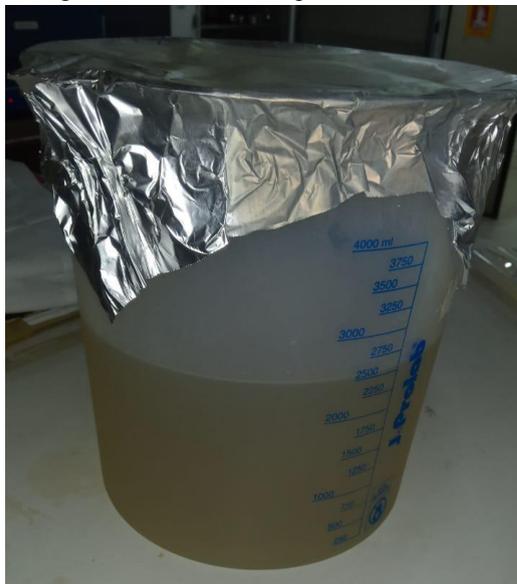
Foram preparados os seguintes filmes: F1 (100% levana), F2 (90% quitosana e 10% levana), F3 (25% levana e 75% quitosana) e F4 (50% levana e 50% quitosana). O filme que se apresentou mais favorável para a aplicação na manga minimamente processada foi F2, com 90% quitosana e 10% levana, obtendo o melhor resultado na execução do processo de *peeling*, sem ficar quebradiço e com aspecto transparente e brilhante.

Devido ao curto período de tempo para análises, foi feita uma adaptação do filme em uma solução filmogênica para produção de uma cobertura, segundo metodologia adaptada de Arroyo et al. (2020).

Para o preparo da solução filmogênica foi utilizado 2985 mL de água destilada e 15 mL de ácido acético glacial (concentração de 0,5% v/v). Para o preparo da cobertura quitosana (90% m/v) e levana (10% m/v) foram adicionadas na proporção de 1% (m/v), ou seja, 27g de quitosana e 3g de levana. A solução foi aquecida a 60°C e agitada a 1000 rpm utilizando agitador mecânico digital por 45 minutos. Em seguida foi adicionado o glicerol a 1%

(volume/volume), ou seja, 30g de glicerol. E agitado por mais 15 minutos. Após todo este processo, a cobertura foi aplicada nas mangas.

Figura 3- Cobertura de quitosana e levana.



Fonte: Próprio autor.

4.2. PREPARO DAS AMOSTRAS

As mangas foram lavadas em água potável corrente, em seguida sanitizadas em solução clorada a 100 ppm por 15 minutos (Figura 4), enxaguadas em água corrente e secadas com papel toalha.

Em média 28 pedaços de manga de 25 ± 0.5 g, por vez, foram imersos em 3L de cobertura de quitosana e levana por 3 minutos, em seguida colocados em uma peneira para retirar o excesso e por fim colocados em bandejas que foram cobertas com filme de PVC e armazenados em temperaturas de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e $2 \pm 1^\circ\text{C}$. As análises foram feitas em triplicata, e para cada dia de análise foram utilizados 3 pedaços de manga.

Figura 4 - Processo de sanitização das mangas.



Fonte: Próprio autor

Figura 5- Mangas cortadas.



Fonte: Próprio autor.

Figura 6 - Imersão dos pedaços de manga.



Fonte: Próprio autor.

Figura 7- Mangas cobertas para refrigeração.



Fonte: Próprio autor

Figura 8- Mangas cobertas em temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$.

Fonte: Próprio autor

4.3. ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

As amostras de manga recobertas pelo revestimento foram analisadas a cada 3 dias até não estarem mais em estado apropriado para o consumo com base no aspecto visual. Foram analisadas quanto a cor, sólidos solúveis, atividade de água, umidade, acidez titulável e pH.

4.3.1. Atividade de água

Realizada com o auxílio do equipamento analisador de atividade de água (“Operator’s manual Decagon clevis”, AQUA LAB - 4TE) a 25°C.

4.3.2. Umidade

Determinada segundo metodologia descrita pela A.O.A.C. (2012).

4.3.3. pH

Medidas diretas utilizando pH-metro TECNAL® TEC-3MP com soluções tampão de pH 7 e 4 para calibração do aparelho foram realizadas. Pesou-se cerca de 5g da polpa onde esta foi diluída em 30 mL de água destilada.

4.3.4. Sólidos solúveis

Foi obtido por meio de leitura direta em refratômetro da marca Automatic Refractometer Reichert, expresso em °Brix. A polpa foi colocada diretamente no equipamento, não sendo necessária sua diluição em água.

4.3.5. Acidez titulável

Para determinação da acidez pesou-se cerca de 2g da polpa do fruto em um frasco erlenmeyer, adicionou-se 40 mL de água destilada e três gotas do indicador fenolftaleína. A

determinação foi realizada por titulometria com NaOH 0,1 N, FC 1,0013 até atingir a coloração rosa.

4.3.6. Cor

Determinada por colorímetro Minolta, modelo CR- 400, utilizando o sistema CIELAB.

4.4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise de variância (ANOVA), foi realizada utilizando o software Statistica 7.0, ao nível de 5% de significância.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mangas minimamente processadas armazenadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ não foram analisadas devido a presença de fungo no quarto dia (Figura 9), sendo realizadas apenas nas mangas armazenadas a $2 \pm 1^\circ\text{C}$.

Figura 9 - Mangas minimamente processadas armazenadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$ com presença de fungos.



Fonte: Próprio autor

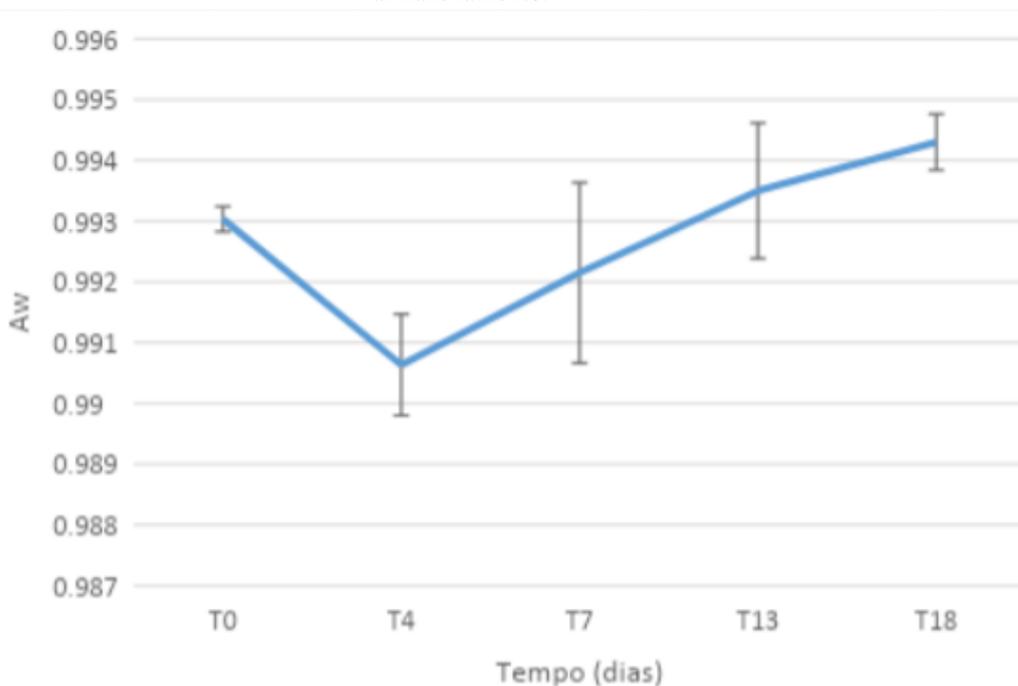
5.1. ATIVIDADE DE ÁGUA

Foi possível observar que a quantidade de água livre se manteve constante, sem alterações significativas ao longo dos dias de armazenamento (Tabela 2).

Essa medida avalia o quanto de água se encontra disponível no alimento e, quanto maior disponibilidade de água, mais suscetível o alimento está a reações químicas e enzimáticas, além de tornar mais favorável a proliferação de microrganismos (CUNHA, 2016).

O valor da atividade de água *in natura* da manga foi similar aos valores apresentados por Silva (2013) e Martim (2006), onde a atividade de água foi de 0,9960 e 0,9940 respectivamente.

Figura 10- Gráfico com variação da atividade de água das mangas minimamente processada ao longo do armazenamento.



Fonte: Próprio autor

5.2. UMIDADE

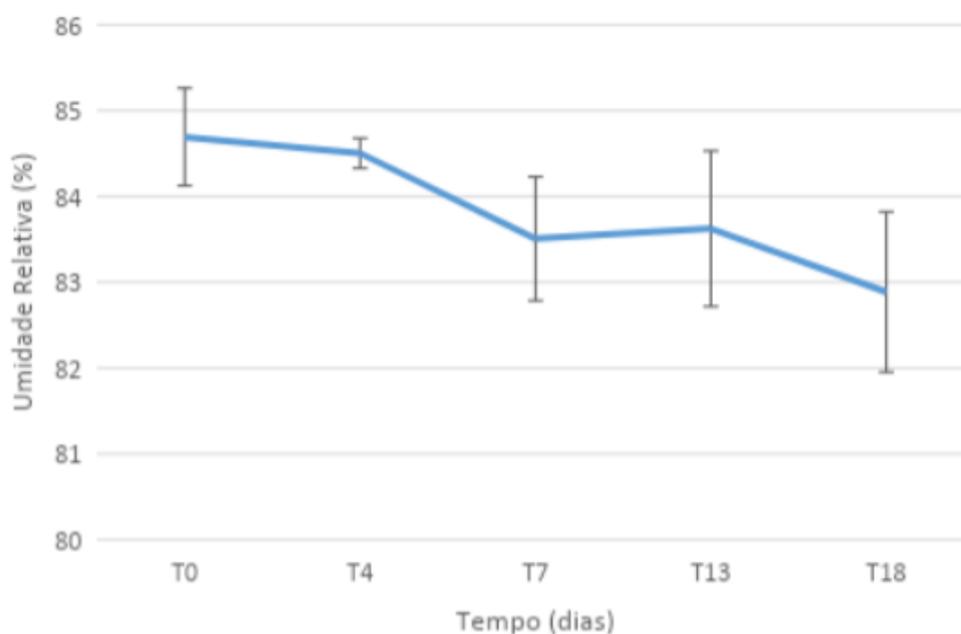
Inicialmente a manga apresentou uma umidade média em torno de 84% e no decorrer dos dias apresentou uma pequena diminuição, mas não significativa.

Chien, Sheu e Yang (2007) avaliaram manga fatiada manualmente tratada com diferentes concentrações de quitosana e armazenada a 6°C, e observaram que a quitosana retardou a perda de água, além de retardar a queda na qualidade sensorial.

A quitosana apresenta boas propriedades de barreira contra gases e lipídeos, mas não tão boas quando se trata de vapor de água (RODRIGUES, 2019).

Mantovan et al (2018) adicionaram levana em filmes comestíveis à base de amido de mandioca e resultou em filmes com maior solubilidade, resistência à tração e alongamento e menor permeabilidade ao vapor de água.

Figura 11 - Gráfico com médias da umidade relativa das mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.



Fonte: Próprio autor.

5.3. pH

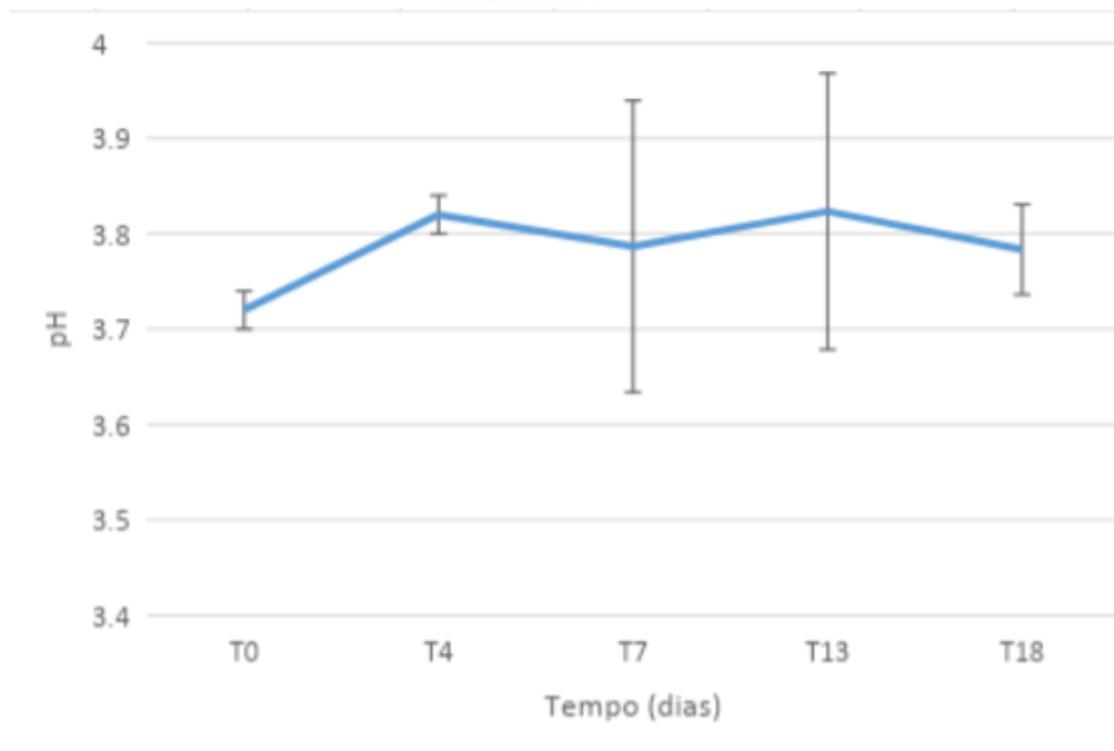
O pH tende a aumentar com o tempo de armazenamento dos frutos devido a diminuição de ácidos orgânicos que são utilizados como substrato no processo respiratório ou transformado em açúcares (MORAES et al., 2012; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Observou-se que o pH não teve aumento, uma vez que não houve diferença significativa. O aumento no pH foi observado por Oliveira (2017) ao avaliar o efeito de recobrimento de quitosana na qualidade da manga Tommy Atkins armazenados em 13° e 10°C durante 28, 35 e 42 dias.

Ciolin et al (2021) também observaram em seu estudo com coberturas comestíveis preparadas com pectina de alto teor de metoxilação e proteína isolada do soro do leite, que o pH não apresentou alterações significativas em manga Tommy Atkins minimamente processada.

Nagai (2019) também não obteve alterações significativas no pH de mangas minimamente processadas com coberturas comestíveis à base de quitosana, adicionadas ou não de óleo essencial de cravo ou canela.

Figura 12 - Gráfico com médias de pH das mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.



Fonte: Próprio autor

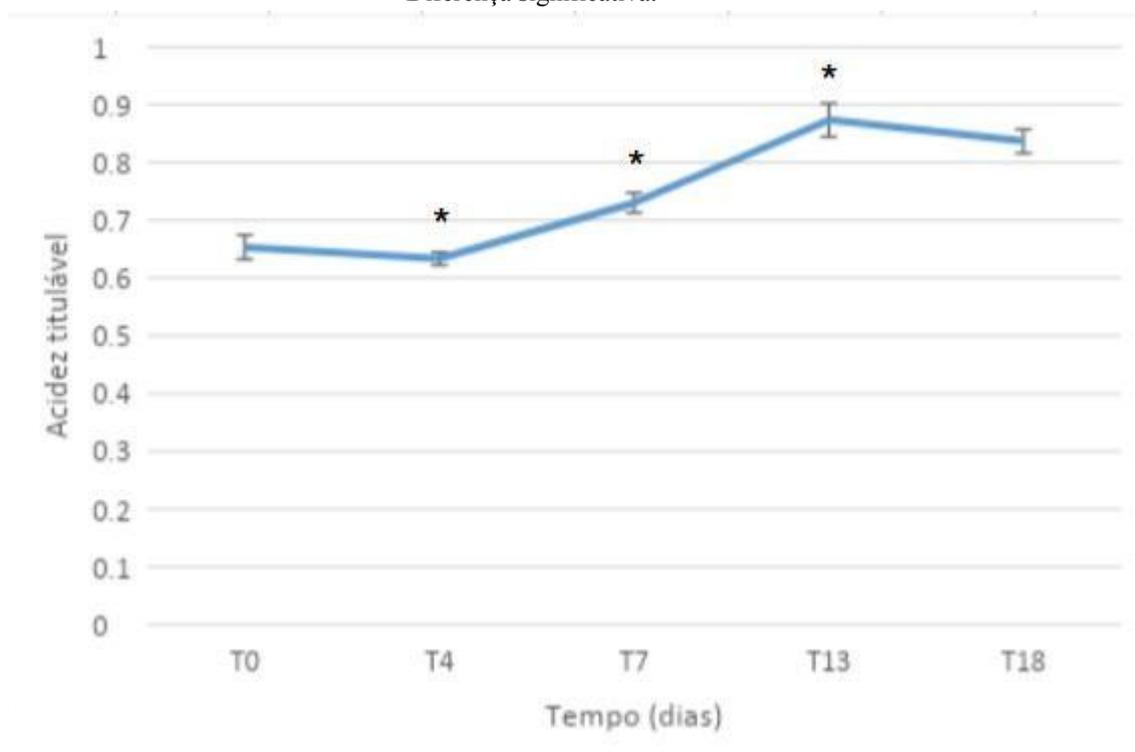
5.4. ACIDEZ TITULÁVEL

Observou-se aumento na acidez titulável, durante todo período de armazenamento, com exceção do último dia de estudo, onde ocorreu uma pequena diminuição não significativa.

Ciolin (2021) avaliou o uso de coberturas comestíveis preparadas com pectina de alto teor de metoxilação e proteína isolada do soro do leite em mangas minimamente processadas e refrigeradas, e observou que no segundo dia de armazenamento houve aumento significativo na acidez titulável.

Com o avanço do amadurecimento é possível observar aumento na acidez, podendo ser explicado pela formação do ácido galacturônico proveniente da hidrólise da pectina (SILVA, 2016).

Figura 13 - Gráfico da acidez titulável de mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento.
*Diferença significativa.



Fonte: Próprio autor.

5.5. SÓLIDOS SOLÚVEIS

Observou-se que houve uma diferença significativa no decorrer do experimento, tendo um aumento do dia 4, seguida de uma diminuição e um aumento novamente, ao final do estudo o valor de sólidos solúveis aumentou em comparação ao início.

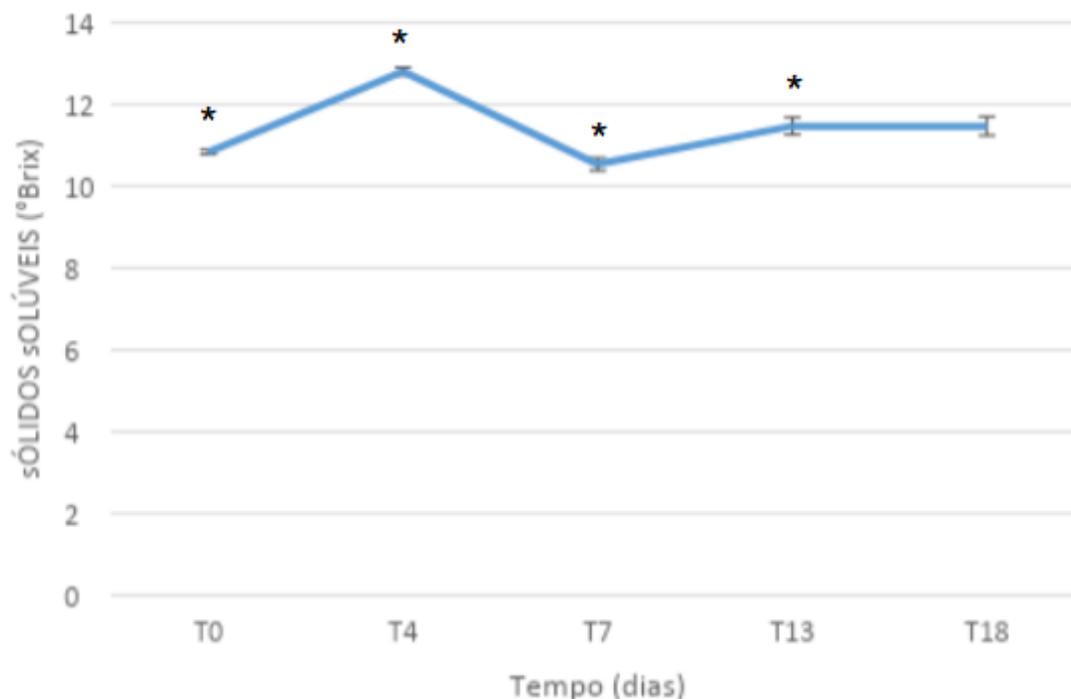
Silva (2009) desenvolveu revestimentos comestíveis à base de cera de carnaúba e aplicou em mangas da variedade ‘Tommy Atkins’, e observou um aumento de sólidos solúveis nos quatro tratamentos feitos.

Oliveira (2017) observou aumento progressivo de sólidos solúveis de manga com revestimento de fécula e quitosana durante seu armazenamento.

Com o avanço do amadurecimento, os carboidratos sofrem modificações em açúcares simples e conseqüentemente ocorre o aumento dos sólidos solúveis (OLIVEIRA, 2017).

Entretanto, estudos realizados por Chien (2007) mostraram que em manga minimamente processada coberta com quitosana o teor de sólidos solúveis diminuiu significativamente após sete dias de armazenamento.

Figura 14 - Gráfico da variação de sólidos solúveis de mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento. *Diferença significativa.



Fonte: Próprio autor.

5.6. COR

O sistema $L^*a^*b^*$ se baseia em um sistema de coordenadas tridimensional. Neste sistema L^* representa a luminosidade, a^* e b^* são coordenadas de cromaticidade, sendo a^* a tendência de verde-vermelho e b^* a tendência de azul-amarelo (WENDT, 2006).

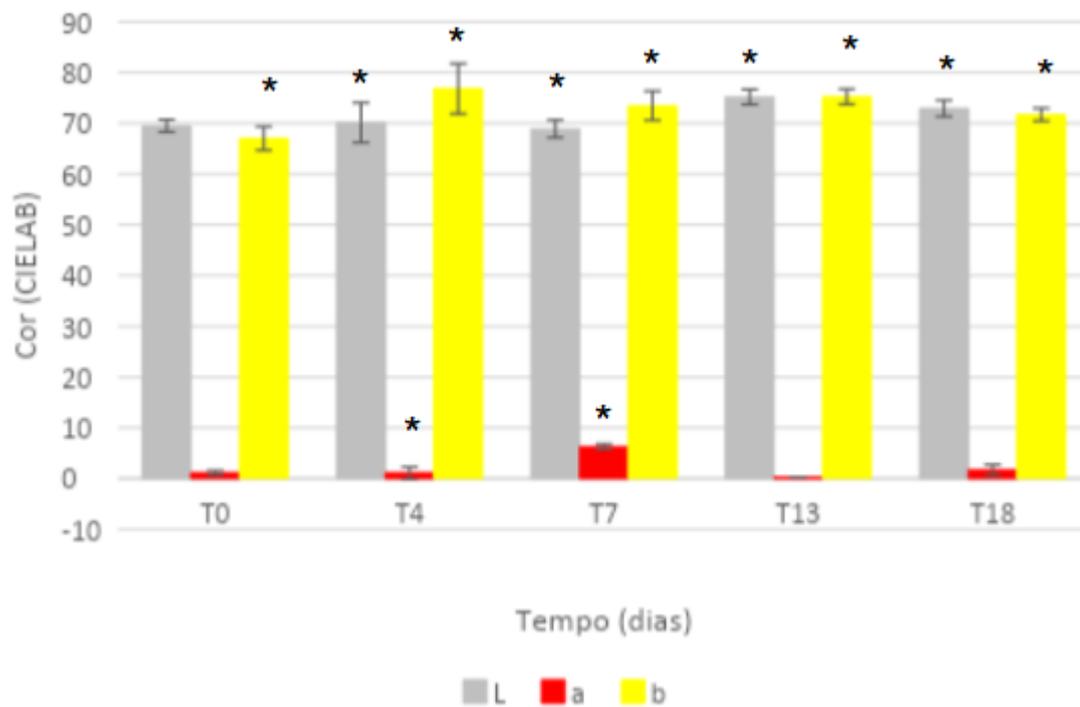
Os valores de luminosidade apresentaram um aumento significativo ao longo do período de armazenamento, ou seja, as amostras não apresentaram uma coloração escura, mostrando que a cobertura funcionou como uma barreira de proteção ao oxigênio. Coberturas à base de polissacarídeos reduzem o escurecimento enzimático que ocorre devido a ação das polifenoloxidasas, devido sua baixa permeabilidade a gases (DE MELLO LUVIELMO, 2012).

Em mangas minimamente processadas o escurecimento durante o armazenamento é um dos maiores problemas, visto que diminui sua aceitação pelo consumidor, reduzindo sua vida de prateleira (NAGAI, 2019).

A coordenada a^* apresentou um aumento significativo, ou seja, aumento no pigmento verde, e também ocorreu aumento na pigmentação amarela, representada pelo aumento na coloração da coordenada b^* , que pode ser explicada pelo aumento da síntese de carotenóides (CAMARA, 2017).

Nagai (2019) aplicou coberturas comestíveis à base de quitosana, adicionadas ou não de óleo essencial de cravo ou canela, e observou que as amostras de mangas minimamente processadas da cultivar 'Palmer' perderam a coloração amarela com o tempo de armazenamento, mostrando que as coberturas não foram capazes de manter a coloração inicial.

Figura 15 - Gráfico com variação das coordenadas L*, a* e b* nas mangas minimamente processadas ao longo do armazenamento. *Diferença significativa.



Fonte: Próprio autor.

6. CONCLUSÃO

A cobertura com quitosana (90% m/v) e levana (10% m/v) apresentou características satisfatórias para aplicação em mangas minimamente processadas, com aspecto visual brilhante e boa aderência ao fruto.

A cobertura não se mostrou eficaz nas mangas armazenadas a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, visto que tiveram a presença de fungos e não foram analisadas. As análises físico-químicas mostraram que a cobertura prolongou a vida útil de manga minimamente processada armazenada a $2 \pm 1^\circ\text{C}$, uma vez que retardou o escurecimento, não alterou significativamente o pH, e manteve a atividade de água encontrada em manga *in natura*.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A quantidade de estudos nessa área ainda é escassa, sendo necessário mais pesquisas com o polissacarídeo levana e sua interação com outros polímeros, além de aplicação de coberturas em manga minimamente processada.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, G. S. et al. Technological forecasting of Chitosan, Silk Fibroin and Xanthan Gum as biomaterials for Scaffolds-3D. *Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias*, v. 10, n. 1, p. 5279-5288, 2020.

ANTONINO, N. D. A. Otimização do processo de obtenção de quitina e quitosana de exoesqueletos de camarões oriundos da indústria pesqueira paraibana. 89 f. 2007.

ARAÚJO, D. de O.; MORAES, J.A.A.; CARVALHO, J.L. de M.. Fatores determinantes na mudança do padrão de produção e consumo de manga no mercado nacional. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, [S.L.], v. 10, n. , p. 51, 9 maio de 2017. Centro Universitário de Maringá.

ARNOSO, B. J. de M.; COSTA, G. F. da; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. *Nutrição Brasil*, [S.L.], v. 18, n. 1, p. 39, 4 ago. 2019. Atlantica Editora.

ARROYO, B. J.; BEZERRA, A. C.; OLIVEIRA, L. L.; ARROYO, S. J.; MELO, E. A. de.; SANTOS, A. M. P. Antimicrobial active edible coating of alginate and chitosan add ZnO nanoparticles applied in guavas (*Psidium guajava* L.). *Food Chemistry*, [S.L.], v. 309, p. 125566, mar. 2020. Elsevier BV.

ASSIS, O. B., & ALVES, H. C. Metodologia mínima para a produção de filmes comestíveis de quitosana e avaliação preliminar de seu uso como revestimento protetor em maçãs cortadas. *Embrapa Instrumentação-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*, 2002.

ASSIS, O.B.G.; BRITO, D.; FORATO, L.A. O uso de biopolímeros como revestimentos comestíveis protetores para conservação de frutas in natura e minimamente processadas. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*. São Carlos, Embrapa Instrumentação Agropecuária, 23 p. 2009.

BARROS, D. de M.; SILVA, A.P.F.; MOURA, D.F.; MELO, M. de A.; SILVA, J.H.L.; ROCHA, T.A.; SILVA, F.A.; OLIVEIRA, G.B.; MEDEIROS, S. M. de F.R. dos S.; CAVALCANTI, I.D.L. Utilização de quitosana na conservação dos alimentos. *Brazilian Journal Of Development*, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 17717-17731, 2020.

BERTOLINO, J.F. Biomaterial de quitosana, gelatina e óleo de pequi: obtenção, caracterização, avaliação da biocompatibilidade e da atividade antimicrobiana. 2018. 71f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

CANUTO, K. M.; SOUZA NETO, M. A. de.; GARRUTI, D. dos S. Composição química volátil, em diferentes estádios de maturação, de manga 'Tommy Atkins' produzida no Vale do São Francisco. *Química Nova*, [S.L.], v. 32, n. 9, p. 1-10, 2009.

CAMARA, F. M. da. Aspectos qualitativos da manga 'Palmer' comercializada na CEAGESP. 2017. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, University of São Paulo, Piracicaba, 2017.

CIOLIN, Í. H. D. M. R., Moreira, G. C., Garcia, C. C., & Lenhard, D. C. Utilização de cobertura comestível em manga minimamente processada, 2021.

CHAROENCHONGSUK, N.; IKEDA, K.; ITAI, A.; OIKAWA, A.; MURAYAMA, H. Comparison of the expression of chlorophyll-degradation-related genes during ripening between stay-green and yellow-pear cultivars. *Scientia Horticulturae*, [S.L.], v. 181, p. 89-94, jan. 2015. Elsevier BV.

CHIEN, Po-Jung; SHEU, Fuu; YANG, Feng-Hsu. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal Of Food Engineering*, [S.L.], v. 78, n. 1, p. 225-229, jan. 2007. Elsevier BV.

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, E. F.; SANTOS, D. L.; SIMOES, W. L. Irrigação de fruteiras tropicais (abacaxizeiro, bananeira, mamoeiro e mangueira). Embrapa Semiárido-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E), 2021.

CUNHA, H. V. F. da. A diferença entre Atividade de Água (Aw) e o Teor de Umidade nos alimentos. 2016. Disponível em:
<https://foodsafetybrazil.org/diferenca-entre-atividade-de-agua-aw-e-o-teor-de-umidade-nos-alimentos/?cn-reloaded=1>. Acesso em: 11 nov. 2021.

DA CRUZ SANTOS, J. C.. Acilação da quitosana e da N, N, N-trimetilquitosana para aplicação potencial em diagnóstico e terapia gênica. 2015.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. Química de Alimentos de Fennema. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2018. 9788582715468. Disponível em:
<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582715468/>. Acesso em: 04 out. 2021.

DE ARAÚJO, V. R.; SHIRAI, M. A. APLICAÇÃO DE REVESTIMENTO COMESTÍVEL DE QUITOSANA EM BRÓCOLIS MINIMAMENTE PROCESSADO. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, [S.L.], v. 34, n. 2, p. 1-10, 9 jun. 2017. Universidade Federal do Parana.

DE MATOS, A. P.. Manga produção: aspectos técnicos. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000.

DE MELLO LUVIELMO, Márcia; LAMAS, Susana Vieira. Revestimentos comestíveis em frutas. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2012.

DI FILIPPO, M.F.; PANZAVOLTA, S.; ALBERTINI, B.; BONVICINI, F.; GENTILOMI,

G.A.; ORLACCHIO, R.; PASSERINI, N.; BIGI, A.; DOLCI, L.S. Functional properties of chitosan films modified by snail mucus extract. *Int. J. Biol. Macromol.*, v.143, p.126–135., 2020;

ELLONG, E. N.; ADENET, S.; ROCHEFORT, K.. Physicochemical, Nutritional, Organoleptic Characteristics and Food Applications of Four Mango (*Mangifera indica*) Varieties. *Food And Nutrition Sciences*, [S.L.], v. 06, n. 02, p. 242-253, 2015. Scientific Research Publishing, Inc.

EMBRAPA, 2021. Exportação de manga brasileira bate recorde em 2020, totalizando US\$ 246 milhões. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60585117/exportacao-de-manga-brasileira-bate-recorde-em-2020-totalizando-us-24-milhoes>>. Acesso em: 31/08/2021.

ERNANDES, F.M.P.G. Uso de caldo de cana-de açúcar para produção de levana por *Zymomonas mobilis* CCT 4494.. *Ciência e Agrotecnologia.*, [s. l], v. 35, n. 2, p. 354-360, abr. 2011.

ERNANDES, F.M.P.G.; GARCIA-CRUZ, C.H. Levana bacteriana: aspectos tecnológicos, características e produção. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, v.26, p.15-19, 2005.

FLORES, M.L., CERQUEIRA, M.A., DE RODRIGUEZ, D.J. et al. Perspectives on Utilization of Edible Coatings and Nano-laminate Coatings for Extension of Postharvest Storage of Fruits and Vegetables. *Food Eng Rev* 8, 292–305 (2016).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). ONU: 17% de todos os alimentos disponíveis para consumo são desperdiçados. FAO, 2021. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1379033/>. Acesso em: 13 jul. 2021.

GOL, N. B.; RAO, T. R. Influence of zein and gelatin coatings on the postharvest quality and shelf life extension of mango (*Mangifera indica* L.). *Fruits*, v. 69, n. 2, p. 101-115, 2014.

GHASEMLOU, M; KHODAIYAN, F; OROMIEHIE, A; YARMAND, M.S. Development and characterisation of a new biodegradable edible film made from kefir, an exopolysaccharide obtained from kefir grains. *Food chemistry*, v. 127, p. 1496-1502, 2011.

GR, 2020. Revista Globo Rural. Brasileiro aumentou o consumo de frutas, hortaliças e feijão na pandemia, aponta estudo. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/Hortifruiti/noticia/2020/08/brasileiro-aumentou-consumo-de-frutas-hortalicas-e-feijao-na-pandemia-aponta-estudo.html>. Acesso em: 17/04/2021.

KOBLITZ, M. G. B. *Bioquímica dos Alimentos - Teoria e Aplicações Práticas*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan Ltda, 2019. 320 p. Grupo GEN, 2019. 9788527735261. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527735261/>. Acesso em: 04 out. 2021.

LEBAKA, V. R.; WEE, Y. J.; YE, W.; KORIVI, M. Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Three Different Parts of Mango Fruit. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, [S.L.], v. 18, n. 2, p. 741, 16 jan. 2021. MDPI AG.

LI, J. M.; NIE, S. P. The functional and nutritional aspects of hydrocolloids in foods. *Food Hydrocolloids*, [S.L.], v. 53, p. 46-61, fev. 2016. Elsevier BV.

LIMA, L. B. et al. Produção de levana por fermentação submersa utilizando *Zymomonas mobilis* cct 4494. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 10, p. e3899108526-e3899108526, 2020.

MALDONADO-CELIS, M. E.; YAHIA, E. M.; BEDOYA, R.; LANDÁZURI, P.; LOANGO, N.; AGUILLÓN, J.; RESTREPO, B.; OSPINA, J. C. G. Chemical Composition of Mango (*Mangifera indica* L.) Fruit: nutritional and phytochemical compounds. *Frontiers In Plant Science*, [S.L.], v. 10, n. 1073, p. 1-21, 17 out. 2019. Frontiers Media SA.

MANTOVAN, J.; BERSANETI, G. T.; FARIA-TISCHER, P. C.s.; CELLIGOI, M. A. P. C.; MALI, S. Use of microbial levan in edible films based on cassava starch. *Food Packaging And Shelf Life*, [S.L.], v. 18, p. 31-36, dez. 2018. Elsevier BV.

MARTIM, N.S.P.P. Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera Indica* L.) variedade Tommy Atkins desidratada. 2006. 75 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de tecnologia em alimentos, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

MELO, PEF et al. Amêndoas de sementes de manga como fonte de compostos químicos para filmes ativos à base de amido. *Embrapa Agroindústria Tropical-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*, 2021.

MIRZA, B.; CROLEY, C. R.; AHMAD, M.; PUMAROL, J.; DAS, N.; SETHI, G.; BISHAYEE, A. Mango (*Mangifera indica* L.): a magnificent plant with cancer preventive and anticancer therapeutic potential. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, [S.L.], v. 61, n. 13, p. 2125-2151, 8 jun. 2020. Informa UK Limited.

MORO, M. R. Produção de etanol e levana por células de *Zymomonas mobilis* imobilizadas em alginato. 2012.

MORAES, K. S. de; FAGUNDES, C. MELO, M. C., ANDREANI, P.; MONTEIRO, A. R. Conservation of Williams pear using edible coating with alginate and carrageenan. *Food Science and Technology*, v. 32, p. 679-684, 2012.

MORAIS, P. L. D. de; FILGUEIRAS, H. A. C.; PINHO, J. L. N. de; ALVES, R. E. Ponto de colheita ideal de mangas 'Tommy Atkins' destinadas ao mercado europeu. *Revista Brasileira de Fruticultura*, [S.L.], v. 24, n. 3, p. 671-675, dez. 2002.

MUJTABA, M.; MORSI, R. E.; KERCH, G.; ELSABEE, M. Z.; KAYA, M.; LABIDI, J.; KHAWAR, K. M.. Current advancements in chitosan-based film production for food technology; A review. *International Journal Of Biological Macromolecules*, [S.L.], v. 121, p. 889-904, jan. 2019. Elsevier BV.

NAFCHI, A. M; OLFAT, A; BAGHERI, M; NOURI, L; KARIM, A. A; ARIFFIN, F. Preparation and characterization of a novel edible film based on *Alyssum homolocarpum* seed gum. *Journal of food science and technology*, v. 54, n. 6, p. 1703-1710, 2017.

NAGAI, L. Y. Estabilidade e qualidade de mangas minimamente processadas obtidas por aplicação de cobertura comestível à base de quitosana adicionada ou não de óleo essencial de cravo ou canela. 2019.

NEGM, N. A., HEFNI, H. H., ABD-ELAAL, A. A., BADR, E. A., & ABOU KANA, M. T. (2020). Advancement on modification of chitosan biopolymer and its potential applications. *International journal of biological macromolecules*, 152, 681-702.

OLIVEIRA, T. A. Revestimentos comestíveis de misturas de polissacarídeos na Conservação pós-colheita de manga tommy atkins. 2017.

QUINTANA, S. e; SALAS, S.; A GARCÍA-ZAPATEIRO, L. Bioactive compounds of mango (*Mangifera indica*): a review of extraction technologies and chemical constituents. *Journal Of The Science Of Food And Agriculture*, [S.L.], v. 101, n. 15, p. 6186-6192, 11 ago. 2021. Wiley.

QUINTERO, V. et al. Caracterización fisicoquímica del mango común (*Mangifera indica* L.) durante su proceso de maduración. *Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial*, v. 11, n. 1, p. 8-18, 2013.

RIBEIRO, S. M. R.; QUEIROZ, J. H.; QUEIROZ, M. E. L. R. de; CAMPOS, F. M.; SANT'ANA, H. M. P. Antioxidant in Mango (*Mangifera indica* L.) Pulp. *Plant Foods For Human Nutrition*, [S.L.], v. 62, n. 1, p. 13-17, 23 jan. 2007. Springer Science and Business Media LLC.

RODRIGUES, M. Z. Obtenção de revestimentos comestíveis à base de pectina como veículo para micro-organismos probióticos e aplicação em cenoura e goiaba minimamente processadas. 2017.

RODRIGUES, A.A. M. et al. Revestimentos e filmes biodegradáveis de diferentes amiláceas: Caracterização e aplicação pós-colheita em manga. 2019.

SARANTÓPOULOS, Claire I. G. L.. EMBALAGENS ATIVAS E INTELIGENTES PARA FRUTAS E HORTALIÇAS. Instituto de Tecnologia de Alimentos, Sp, v. 21, n. 1, p. 00-03, mar. 2009.

SILVA, P. C. G.; COELHO, R. C. Socioeconomia. In: MOUCO, M. A. (Ed.). *O cultivo da mangueira*. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

SILVA, H. S. R. C.; SANTOS, K. S. C. R. dos; FERREIRA, E. I. Quitosana: derivados hidrossolúveis, aplicações farmacêuticas e avanços. *Química Nova*, [S.L.], v. 29, n. 4, p. 776-785, jul. 2006.

SILVA, J. B. Revestimento comestível para manga (*Mangifera Indica*, L.) à base de cera de carnaúba com antimicrobianos. 2009.

SILVA, D. A. da; CALISTO, S. M. M. Avaliação físico-química e sensorial da manga Tommy Atkins submetida à desidratação. 2013. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

SRIKANTH, R.; SIDDARTHA, G.; REDDY, C. H.s.s. Sundhar; B.S., Harish; RAMAIAH, M. J.; UPPULURI, K. B. Antioxidant and anti-inflammatory levan produced from *Acetobacter xylinum* NCIM2526 and its statistical optimization. *Carbohydrate Polymers*, [S.L.], v. 123, p. 8-16, jun. 2015.

SUNG, J.; SUH, J. H.; CHAMBERS, A. H.; CRANE, J.; WANG, Y.. Relationship between Sensory Attributes and Chemical Composition of Different Mango Cultivars. *Journal Of Agricultural And Food Chemistry*, [S.L.], v. 67, n. 18, p. 5177-5188, 12 abr. 2019. American Chemical Society (ACS).

THARANATHAN, R.N.; YASHODA, H.M.; PRABHA, T.N.. Mango(*Mangifera indica* L.), “The King of Fruits”—An Overview. *Food Reviews International*, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 95-123, fev. 2007.

VALLARINO, J. G.; OSORIO, S. Organic Acids. *Postharvest Physiology And Biochemistry Of Fruits And Vegetables*, [S.L.], p. 207-224, 2019.

YOUNES, I; RINAUDO, M. Chitin and chitosan preparation from marine sources. Structure, properties and applications. *Marine drugs*, v. 13, n. 3, p. 1133-1174, 2015.