

INSTITUTO FEDERAL
GOIANO
Câmpus Rio Verde

BACHARELADO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE REVESTIMENTO
COMESTÍVEL DE PECTINA DO MARACUJÁ COM ADIÇÃO
DE NANOPARTÍCULAS DE ZINCO NA SHELF LIFE DA
SERIGUELA (*Spondias purpúrea L.*)**

RITHIELY RODRIGUES DA COSTA

Rio Verde, GO

2021

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CÂMPUS RIO VERDE**

BACHARELADO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE REVESTIMENTO
COMESTÍVEL DE PECTINA DO MARACUJÁ COM ADIÇÃO DE
NANOPARTÍCULAS DE ZINCO NA SHELF LIFE DA SERIGUELA
(*Spondias purpúrea L.*)**

RITHIELY RODRIGUES DA COSTA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof(a). Dr(a). Geovana Rocha Plácido

Rio Verde, GO

Junho, 2021

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

DC837c Da Costa, Rithiely Rodrigues
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE REVESTIMENTO
COMESTÍVEL DE PECTINA DO MARACUJÁ COM ADIÇÃO DE
NANOPARTÍCULAS DE ZINCO NA SHELF LIFE DA SERIGUELA
(Spondias purpúrea L.) / Rithiely Rodrigues Da
Costa; orientadora Geovana Rocha Plácido. -- Rio
Verde, 2021.
34 p.

TCC (Graduação em Bacharel em Engenharia de
Alimentos) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio
Verde, 2021.

1. Cobertura. 2. Alimentos. 3. Solução filmogênica
. I. Rocha Plácido, Geovana , orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãs, que tornaram possível a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ter me dado a vida e uma família incrível que sempre me apoiou, por ter me dado a chance de realizar esse sonho e por ser meu porto seguro em todos os momentos da minha vida.

Aos meus pais, Carlos Antonio e Anaide, exemplos de força e perseverança que nunca mediram esforços e sempre fizeram o que estivesse ao seu alcance para que essa conquista fosse possível. Essa conquista também é de vocês, obrigada.

As minhas irmãs, Aline e Ana Carolina que sempre me apoiaram e incentivaram a concluir essa etapa da minha vida.

Ao meu companheiro, Leonardo, muito obrigada por todo incentivo e apoio na realização dessa pesquisa, você também foi fundamental para a realização deste trabalho.

À minha orientadora, Profa. Dra Geovana Rocha Plácido, que me acompanha desde a minha primeira iniciação científica e é a principal responsável por me apresentar esse meio e por me ensinar tudo o que sei sobre escrita e pesquisa. Meu muito obrigado por todo auxílio e apoio ao longo desses anos. Essa conquista é nossa!

À minha parceira de laboratório July Maendra, por toda ajuda e por me ensinar tanto ao longo desses anos. Você foi muito importante e tornou tudo mais fácil, muito obrigada por tudo.

Á todos os amigos que fiz durante os meus 5 anos de graduação, obrigada por animar os meus dias e deixar tudo mais leve.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma estiveram presentes nessa fase da minha vida e me ajudaram a chegar até aqui.

RESUMO

COSTA, Rithiely Rodrigues. **Uso de revestimento comestível de pectina do maracujá com adição de nanopartículas de zinco na pós-colheita da seriguela (*spondiaspurpureal.*)**. 2021. 44p. Trabalho de Curso (Curso de Bacharelado de Engenharia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2021.

Para aumentar a *shelf life* de frutas e hortaliças o uso de tecnologias de conservação pós-colheita é indispensável, como é o caso do uso de revestimentos. A seriguela é um fruto tropical de alta perecibilidade ao longo da manipulação pós-colheita, susceptível ao amolecimento e como consequência atinge a senescência com rapidez, alterando o sabor do fruto. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações físico-químicas causadas na seriguela (*SpondiaspurpureaL.*) ao utilizar revestimento comestível a base de pectina do resíduo do maracujá com e sem a adição de nanopartículas de óxido de zinco. As seriguelas foram submetidas a três tratamentos, sendo eles, frutos sem revestimento (controle), fruto revestido com solução filmogênica com 2% (m/v) de pectina e frutos revestidos com solução filmogênica com 2% (m/v) de pectina + 0,025g (0,25%) de nanopartícula de ZnO, os tratamentos foram armazenados em bandejas a 20°C por 6 dias. Os parâmetros avaliados foram: Acidez titulável, sólidos solúveis, cor, pressão de turgescência e perda de massa aos 0, 3, e 6 dias de armazenamento. As seriguelas revestidas pectina + nanopartícula de ZnO mostraram melhores resultados nos parâmetros: cor, perda de massa e firmeza quando comparados aos outros tratamentos apresentando satisfação quanto ao seu uso.

Palavras-Chave: coberturas, alimentos, solução filmogênica.

ABSTRACT

To increase *the shelf life* of fruits and vegetables the use of post-harvest conservation technologies is indispensable, as is the case with the use of coatings. The seriguela is a tropical fruit of high perishability throughout the post-harvest manipulation, susceptible to softening and as a consequence reaches the senescence quickly, changing the flavor of the fruit. The present work aimed to evaluate the physical-chemical alterations caused in seriguela (*Spondias purpurea L.*) when using pectin-based edible coating of passion fruit residue with and without the addition of ZnO nanoparticles. The seriguelas were submitted to three treatments, being uncoated fruits (control), fruit coated with filmogenic solution with 2% (m/v) pectin and fruits coated with filmogenic solution with 2% (m/v) pectin + 0.025g (0.25%) ZnO nanoparticle, the treatments were stored in trays at 20°C for 6 days. The parameters evaluated were: Titratable acidity, soluble solids, color, turgidity pressure and mass loss at 0, 3, and 6 days of storage. The seriguelas coated pectin + ZnO nanoparticle showed better results in the parameters: color, loss of mass and firmness when compared to the other treatments presenting satisfaction with their use.

Key-words: Roof, food, filmogenicsolution

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Propriedades do Maracujá Amarelo (<i>Passiflora edulis flavicarpa</i>)e cenário nacional	15
2.2. Pectina	16
2.3 Revestimentos Comestíveis na Pós-colheita de frutos	17
2.4 Seriguela (<i>Spondias purpurea</i> L.)	19
2.5 Nanopartículas de Zinco	20
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	21
3.1 Materiais	21
3.2 Métodos	21
3.2.1 Preparo da matéria-prima	21
3.2.2 Preparo da farinha.....	21
3.2.3 Extração da pectina.....	22
3.2.4 Obtenção de nanopartícula de zinco (ZnO).....	23
3.2.5 Preparação da solução filmogênica	23
3.2.6 Revestimento dos frutos	24
3.2.7 Análises físico-químicas.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
4.1 Análises Físico-Químicas	27
4.1.1 Acidez Titulável	27
4.1.2 Sólidos Solúveis	28
4.1.3 Análises de Cor.....	29
4.1.4 Pressão de Turgescência.....	31
4.1.5 Perda de Massa	32
5 CONCLUSÃO.....	33
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	34

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de maracujá amarelo (*Passiflora edulisflavicarpa*), possui origem na América do Sul e é cultivado no mundo todo, sendo a região do nordeste a maior produtora do fruto no país, sendo que a maior parte do cultivo do fruto é destinada principalmente para produção de polpas, consumo in natura e fabricação de produtos industrializados (PINHEIRO, 2007; SANTOS, 2013).

Com o passar dos anos a produção de maracujá tem crescido, aumentando também o desperdício de cascas, caroços, sementes e bagaços. A casca corresponde cerca de 52% do peso total do fruto (DOS ANJOS GONÇALVES; MAGALHÃES, 2018).

O resíduo é a parte da matéria-prima que não é aproveitada na elaboração do produto final, sendo que, na industrialização do maracujá na maioria das vezes, somente o suco é aproveitado, sendo descartadas as cascas e sementes, gerando grandes toneladas de resíduos, sendo assim, fazer o aproveitamento tecnológico desses subprodutos é a melhor saída para evitar desperdícios, o que agregará valor as matérias-primas antes descartadas e também dos novos produtos que serão preparados para consumo humano (DE ARAÚJO, 2017).

A pectina é um tipo de fibra solúvel e pode ser localizada em diferentes frutos e vegetais, sendo que os frutos cítricos apresentam o maior teor de pectina (NATUE LIFE, 2016). A pectina possui alta capacidade geleificante, sendo bastante aproveitada nas indústrias de alimentos, como por exemplo, para dar a textura característica de iogurtes e para preparo de geléias, além disso, podem ser utilizadas como coberturas comestíveis (DIAS, 2009).

As coberturas comestíveis são soluções filmogênicas desenvolvida diretamente sobre a superfície dos alimentos, o objetivo da utilização dos filmes comestíveis oriundos de polissacarídeos, está em sua capacidade de agir na melhoria da qualidade de alimentos em geral, diminuir a troca gasosa nos frutos, aumentando o *shelflife* (GORDON, 2012).

Devido à sua natureza biodegradável em comparação com polímeros sintéticos convencionais, os revestimentos não contribuem para a poluição do ambiente, além disso, os revestimentos comestíveis podem ser ingeridos junto com o alimento (RODRIGUES, 2017).

Vêm sendo cada vez mais empregada a aplicação de revestimentos em frutas e hortaliças, pois proporcionam vários benefícios, podendo retardar a perda de umidade, diminuir as trocas gasosas, aumentar a integridade estrutural, agir como veículos de aditivos alimentícios, entre outros (SALGADO et al., 2015).

Estes revestimentos são desenvolvidos a partir de polímeros naturais, tais como, polissacarídeos, proteínas, lipídeos e combinações entre si. Dentre os polissacarídeos, temos o amido, quitosana, alginato, derivados de celulose e pectinas (BALDWIN et al., 2011).

As soluções filmogênicas podem ser aplicadas diretamente no fruto, por imersão ou aspersão, mergulhando-os em uma solução aquosa com as formulações preparadas para o revestimento, em seguida secos, permitindo a formação de uma película fina na superfície dos frutos. Pode ser incorporado a outros produtos com características antimicrobianas e antioxidantes, potencializando sua ação e aumentando a sua vida útil (ZHANG, JUNG, ZHAO, 2017).

O uso de nanopartículas vem crescendo consideravelmente, devido as suas características que são: solubilidade de compostos ativos, maior estabilidade na suspensão e o aumento da absorção intracelular devido ao seu tamanho reduzido (SCHAFFAZICK et al., 2003). As nanopartículas de ZnO foram incorporadas em vários filmes poliméricos para produzir embalagens de nanocompósitos antimicrobianos (YU et al; 2009).

O óxido de zinco (ZnO) é um composto inorgânico largamente empregado em aplicações cotidianas. Além disso, é um dos cinco compostos de zinco, que é listado como seguro (GRAS) pela United States Food and Drug Administration (USFDA, 21CFR182.8991) e é usado como aditivo alimentar (FDA, 2011).

A chegada da nanotecnologia tem acarretado o desenvolvimento de materiais com novas características para utilização como agentes antimicrobianos. Deste modo, em nanoescala ZnO indicou características antimicrobianas e possíveis aplicações em conservação de alimentos (ESPITIA et al., 2012; AKBAR; ANAL, 2014).

Sendo assim, em razão das diversas vantagens que podem ser proporcionadas pela aplicação de revestimentos comestíveis em alimentos, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as alterações físico-químicas causadas na seriguela (*Spondias purpurea* L.) ao usar um revestimento comestível a base de pectina do resíduo do maracujá com e sem a adição de nanopartículas de ZnO.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Propriedades do Maracujá Amarelo (*Passiflora edulisflavicarpa*) e cenário nacional

Maracujá é um nome popular dado a várias espécies do gênero *Passiflora*, do qual existem 500 espécies espalhadas por regiões de clima tropical e subtropical, sendo o Brasil seu maior produtor com mais de 79 espécies (ZERAİK et al., 2010). As espécies mais cultivadas no Brasil e no mundo são o maracujá-amarelo (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*), maracujá-roxo (*Passiflora edulis*) e o maracujá-doce (*Passiflora alata*) (CEPLAC, 2010).

Proveniente da América tropical, o maracujá (*Passiflora edulis*) é largamente cultivado e processado em todo o mundo com cerca de 90% da produção mundial o Brasil destaca-se como principal produtor, dados do IBGE (2018) indicam que foram colhidas aproximadamente 600 mil toneladas de maracujá em 43,25 hectares, no decorrer da safra de 2018.

Parte da comercialização é destinada ao consumo in natura e o restante às indústrias de processamento, sendo o suco o principal produto derivado (SILVA et al., 2017). As variedades principais de maracujá são *Passiflora edulis Sims*, *Passiflora alata Dryand* e *Passiflora edulis Sims f. flavicarpa Deg.*, conhecidos popularmente como maracujá-roxo, maracujá-doce e maracujá amarelo ou azedo, respectivamente. Esta última constitui-se como a espécie de maracujá mais cultivada no país (EMBRAPA, 2013; ZIBADI; WATSON, 2004, p.183).

O cultivo do maracujá *Passiflora edulis* está voltado basicamente para a indústria de sucos e polpas, devido ao seu sabor mais ácido e maior rendimento, a polpa é, ainda, aproveitada na preparação de sorvetes, licores, vinhos ou doces (ZERAİK et al., 2010). Dos componentes do maracujá in natura podem se destacar a casca com 50,3%, polpa com 23,2% e a semente com 26,2% (FURLANETO, 2012).

Os frutos do maracujá-amarelo ou azedo são ricos em diferentes compostos que ocasionam benefício à saúde, promovendo bom funcionamento do organismo, entre eles, tem a vitamina C, o cálcio, o fósforo e altas dosagens de vitaminas do complexo B (B1 e B2) (CAMPOS; SANTOS, 2011).

O maracujá pode ser ingerido na forma in natura ou polpa concentrada, que pode ser utilizada para a fabricação de sucos e doces, sendo possível a comercialização tanto no mercado interno quanto para a exportação, com produção de 602 mil toneladas, em área de 42,7 mil hectares (EMBRAPA, 2018; PITA, 2012; NASCIMENTO; CALADO; CARVALHO, 2012).

O processamento do maracujá gera um elevado volume de resíduo, que é constituído basicamente por cascas e sementes, os quais correspondem cerca de 70% do peso do fruto (OLIVEIRA et al., 2016).

Os produtores rurais normalmente reaproveitam as cascas e sementes descartadas para uso na alimentação animal, no entanto, com o intuito de obter subprodutos com maior valor agregado esses resíduos podem ser utilizados para obter novos compostos como extrair óleo das sementes e a casca pode ser utilizada para enriquecer em fibras produtos alimentícios, e também para a extração da pectina (PINHEIRO, 2007; SANTOS, 2015).

Estudos estão sendo realizados a fim de garantir o aproveitamento dos resíduos como cascas e sementes provenientes da industrialização de suco, que normalmente são descartados ou utilizados como ração animal ou adubo orgânico (SEBRAE, 2015).

Conforme Horn (2014) o maracujá é uma fruta rica em cálcio, vitamina C, vitamina A, vitaminas do complexo B, ferro, fósforo e fibras, a casca do maracujá, na maioria das vezes ignorada pela maior parte das pessoas, é rica em propriedades nutricionais funcionais e antioxidantes como a pectina, vitaminas e minerais com alto poder desintoxicante.

Segundo Nascimento, Calado e Carvalho (2012), devido à grande quantidade de resíduos gerados pelas agroindústrias, muitos estudos vêm sendo desenvolvidos, para o beneficiamento de tal subproduto em várias aplicações.

2.2. Pectina

A pectina é um agente de geleificação, utilizado para dar textura de geleia a produtos alimentícios, também é utilizada na produção de doces e confeitos, em confeitaria industrial, na indústria láctea, na indústria de bebidas, em comestíveis, em indústrias lácteas são utilizadas em preparações de frutas para iogurtes, em bebidas e sucos concentrados, devido à sua capacidade de formar géis (WANKENNE, 2014).

Segundo Canteri et al. (2012) essa capacidade da pectina em formar gel está relacionada à quantidade de grupos polares livres como as hidroxilas, à estrutura tridimensional, pH, solubilidade e concentração da pectina em dispersão, massa molar, grau de metilação, natureza e qualidade de fruta a ser gelificada, tecnologia, distribuição dos 24 grupamentos ao longo da cadeia pectica e composição das cadeias laterais.

Normalmente a pectina é encontrada em frutas cítricas e é um polissacarídeo constituinte da parede celular de plantas. Branco, amorfo e coloidal de alto peso molecular, possui propriedades espessantes e emulsionantes (VALDÉS et al., 2015).

Devido as suas propriedades coloidais, a pectina exibe um alto potencial como constituinte para o desenvolvimento de revestimentos comestíveis (CAZON et al., 2017).

A pectina é bastante solúvel em água, sendo utilizada amplamente como espessantes, emulsificantes e conservantes (STOLLE; COLODEL, 2014).

O bagaço de frutas cítricas e o bagaço seco da maçã estão entre as principais fontes comerciais de pectina, onde a pectina representa cerca de 25% e 15-18%, da matéria seca desses frutos (BIERHALZ, 2010). As substâncias pécticas podem influenciar na firmeza das frutas e também no aumento da viscosidade dos sucos em frutos cítricos (ZANELLA, 2013).

As pectinas compõem um grupo de substâncias com interesse significativo pela indústria alimentícia. No decorrer dos anos, estes compostos vêm sendo utilizados principalmente na forma de pó, devido a sua capacidade de agir como agentes geleificantes, utilizados principalmente na elaboração de geleias (COELHO, 2008).

A operação mais importante para obter a pectina do tecido vegetal é o processo de extração. A extração é um processo de vários estágios físico químicos, e nos quais a hidrólise e extração de macromoléculas do tecido vegetal e sua solubilização sofrem influência de vários fatores, entre eles, pH, temperatura e tempo de extração (KLIEMANN, 2006).

A pectina vem chamando bastante atenção no desenvolvimento de revestimentos de base biológica, por estar amplamente disponíveis em subprodutos agrícolas e podem ser modificadas com facilidade na finalidade de desenvolver filmes com características desejáveis. Além disso, os revestimentos à base de pectina são capazes de proporcionar grandes benefícios, como baixo custo, fácil disponibilidade, não toxicidade, viabilidade de produção, seu papel com o meio ambiente, entre outros (TANZEELA et al., 2019).

2.3 Revestimentos Comestíveis na Pós-colheita de frutos

A utilização de revestimentos comestíveis é uma tecnologia alternativa que está sendo cada vez mais divulgada como uma metodologia viável para prolongar a vida útil de frutas e hortaliças.

Após serem colhidas, muitas frutas e hortaliças apresentam um aumento da maturação e deterioração, isso acontece devido às alterações bioquímicas e fisiológicas, assim como, acondicionamento e manuseio impróprio (LUVIELMO & LAMAS, 2013).

De acordo com Moreira (2018) com a finalidade de manter a qualidade e propriedades organolépticas do alimento, o revestimento comestível é como uma fina camada de material comestível, que é aplicado e formado imediatamente na superfície da fruta ou hortaliça, garantindo a naturalidade, a integridade e segurança do fruto.

Uma boa alternativa para o prolongamento da vida útil pós-colheita de frutos é a aplicação de comestíveis elaborados a partir de polímeros naturais e biodegradáveis (RINALDI et al., 2011).

Além de serem atóxicos, os revestimentos comestíveis retardam a deterioração, preservando a qualidade, uma vez que regulam suas atividades metabólicas, aperfeiçoando a aparência do fruto armazenado, conferindo brilho como fator atraente para o consumidor (AMARIZ et al. (2010) e SILVA et al. (2011). Podem ser utilizados tanto no fruto ou hortaliça *in natura* quanto minimamente processado, conferindo à superfície de frutas e hortaliças uma fina camada de material biopolimérico comestível (MISIR; BRISHTI; HOQUE, 2014).

Revestimentos comestíveis não fornecem poluição, além disso, auxiliam na diminuição da taxa respiratória e da produção de etileno (responsável pelo amadurecimento), na perda ou do ganho exagerado de água e na preservação da textura e do valor nutricional do produto. Além disso, são importantes pelo fato de serem capazes de ser elaborados a partir de polímeros naturais (TRIGO et al., 2012).

Segundo a FDA (2015), os materiais utilizados na formulação do revestimento comestível precisam ser considerados seguros para uso em alimentos que utiliza o termo Generally Recognized as Safe (GRAS), que significa geralmente reconhecido como seguro. Além disso, os revestimentos devem ser processados seguindo as boas práticas de fabricação (BPF) de alimentos (ESPITIA et al., 2014).

A incorporação de compostos bioativos podem aumentar a eficácia dos revestimentos comestíveis, agindo como agentes ativos interagindo com o alimento. Esses compostos são capazes de atuar como emulsionantes, antimicrobianos, antioxidantes, corantes, nutracêuticos, saborizantes, aperfeiçoando a qualidade do alimento (Dehghani et al., 2018; Yousuf et al., 2018).

O revestimento pode ser aplicado diretamente no fruto, através da imersão, mergulhando-os por inteiro em uma solução aquosa com as formulações preparadas, posteriormente secas, permitindo na superfície dos frutos a formação de uma película fina. Há a possibilidade de ser incorporado a outros produtos com propriedades antimicrobianas e antioxidantes, estimulando sua ação e aumentando a sua vida útil (ZHANG, JUNG, ZHAO, 2017).

Os principais materiais utilizados para elaborar revestimentos comestíveis são adquiridos a partir de fontes naturais renováveis, no qual incluem proteínas, lipídios,

polissacarídeos e também combinações entre eles e às vezes inclusão de aditivos destinados a aperfeiçoar suas propriedades (GUERREIRO, A. C., et al 2015).

Os revestimentos comestíveis à base de pectina oferecem uma boa barreira ao oxigênio e ao dióxido de carbono, preservação do aroma e propriedades mecânicas, contudo, devido a sua natureza hidrofílica, não possuem uma barreira a perda de água (VALDÉS et al. 2015 & GUTIERREZ-PACHECO et al. 2016).

2.4 Seriguela(*Spondiaspurpurea*L.)

A seriguela (*Spondiaspurpurea*L.) se apresenta muito distribuída na região do semiárido do nordeste brasileiro, é um fruto carnudo que contém apenas uma semente, com polpa de pouca espessura e quando em estágio final de maturação apresenta coloração vermelhada ou amarela (BICAS et al., 2011; ALMEIDA et al., 2017; TIBURSKI, et al., 2011; OMENA et al. 2012).

A serigueleira (*Spondiaspurpurea* L.) é uma frutífera tropical que pertence à família Anacardiaceae nativa da América tropical (PINHEIRO et al., 2015) e que também possui outras denominações tais como: ceriguela, ciriguela, ciroela, cajá vermelho, ameixa-da-espanha, jocote, ciruela mexicana, siriguela, sendo uma das espécies mais cultivada do gênero *Spondias*, e dentro deste gênero é a que produz frutos de melhor qualidade (MARTINS; MELO, 2003).

Por ser um fruto climatério, a seriguela tem seu estágio de maturação caracterizado por um aumento na taxa respiratória e na produção de etileno, o que proporciona a redução da vida útil na pós-colheita dos frutos.

A seriguela é uma fruta tropical que oferece uma alta perecibilidade ao longo da manipulação pós-colheita, susceptível ao amolecimento e como consequência atinge a senescência com rapidez, alterando o sabor do fruto. Em função disso, as indústrias vêm crescentemente investindo em novas técnicas que visam prolongar a vida útil de frutas sazonais como a seriguela (SAUCEDO-VELOZ et al., 2004).

Os frutos são consumidos in natura ou na forma de refrescos, sucos, licores, entre outros. Na fase final da maturação contém aproximadamente 7% de açúcares redutores, 1% de amido, 0,7% de acidez titulável, pH de 3,5 e 1,73% a 3,24 % de pectinas (VARGAS-SIMÓN, 2018).

A seriguela (*Spondias purpúrea* L.) é uma fruta de fácil cultivo, visto que se adapta a diferentes temperaturas, apresenta um valor econômico crescente já que é bastante apreciada no mercado nacional, além disso, é um alimento rico em compostos bioativos, como os

compostos fenólicos e vitamina C, que oferecem propriedades antioxidantes (SAUCEDO et al., 2004; VIEIRA et al., 2011).

Embora exista expectativa de desenvolvimento e expansão de seu cultivo, a seriguela é altamente perecível durante o manejo pós-colheita, exibindo rápido amolecimento, susceptibilidade ao apodrecimento e mudanças no sabor (SAUCEDO VELOZ et al., 2004).

Por esse motivo, as indústrias vêm investindo crescentemente em novas técnicas que visam prolongar a vida útil de frutas sazonais como a seriguela (Saucedo-Veloz et al., 2004).

2.5 Nanopartículas de Zinco

O prefixo “nano” está relacionado com componentes estruturais menores que 1 µm em uma ou mais dimensões, seu tamanho reduzido e extensa área superficial atribuem aos nanomateriais atributos e funcionalidades singulares, assim como habilidade de adentrar barreiras fisiológicas e danificar organismos vivos, resultando em um amplo potencial de aplicação em diferentes áreas (BUZEA; PACHECO; ROBBIE, 2007).

A chegada da era da nanotecnologia incentivou o desenvolvimento de materiais com novas características para utilização como agentes antimicrobianos, um exemplo é o ZnO que como nanomaterial indicou propriedades antimicrobianas e potenciais aplicações em preservação de alimentos (ESPITIA et al., 2012).

Dentre os diferentes materiais metálicos nanoestruturados empregados como agentes antimicrobianos, o ZnO vem ganhando cada vez mais atenção não só devido a sua eficiência bactericida e fungicida, mas também por não ser classificado como um metal pesado.

Os estudos iniciais utilizando o óxido de zinco (ZnO) como agente antimicrobiano começou na década de 1950, sendo atualmente um dos cinco compostos de zinco listados como substância segura (GRAS) pela U.S. Food and Drug Administration (FDA). Além disso, o óxido de zinco é um antimicrobiano promissor devido à sua atividade contra uma vasta gama de microrganismos (ESPITIA, et al., 2012; HOLKAR et al., 2016).

Quando comparadas aos compostos orgânicos, as nanopartículas de óxido de zinco possuem propriedades benéficas, especialmente pelo fato de serem resistentes ao calor (SALIANI et al., 2015), permitindo o uso em processos como o de transformação de plásticos.

O óxido de zinco (ZnO) é empregado em diversas áreas para controlar o crescimento microbiano (FIROUZABADI et al., 2014). Além disso, quando o tamanho do ZnO é reduzido para nanoescala, sua atividade antimicrobiana pode ser aumentada (SIRELKHATIM et al.; 2015).

O emprego de antimicrobianos em embalagens é eficaz para retardar ou inibir o desenvolvimento de microrganismos, bem como prolongar o prazo de validade dos alimentos (ASSIS, 2012; LACOSTE et al., 2005).

Graças às suas características antimicrobianas, o ZnO foi adicionado aos revestimentos de latas de alimentos, em embalagens para peixe, carne, milho e ervilhas para preservar aspectos de cor e prevenir a deterioração (XIE et al., 2011).

A inclusão de agentes antimicrobianos, como nanopartículas metálicas, em embalagens permite a difusão gradual destes compostos à matriz alimentar, eliminando a necessidade de altas concentrações destes compostos em contato direto com o alimento. A elaboração destas embalagens exerce um papel importante para diminuir o risco de contaminações alimentares, além de prolongar o tempo de vida útil (ESPITIA et al., 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

Os frutos de Maracujá e Seriguela foram adquiridos no mês de Janeiro, no município de Santa Helena de Goiás, Estado de Goiás, Brasil. As coordenadas geográficas do local de coleta das seriguelas são: 17°47'49" S e 50°34'43" O, com altitude média de 621 m ao nível do mar.

Os reagentes utilizados na extração da pectina e preparação da solução filmogênica foram: Ácido Cítrico P.A., Álcool etílico 96% e Álcool 70%, Glicerol, Cloreto de Cálcio, ZnO.

3.2 Métodos

3.2.1 Preparo da matéria-prima

Todos os frutos adquiridos foram lavados e sanitizados em solução de água clorada de cloro ativo de 200 ppm durante 15 minutos. No laboratório de Frutas e Hortaliças do Instituto Federal Goiano Campus Rio Verde.

3.2.2 Preparo da farinha

Após a sanitização, as cascas de maracujás foram cortadas em partes menores e secas em estufa com circulação e renovação de ar (MA 035 - MARCONI) à temperatura de 60°C por 24 horas. Posteriormente, foi preparada a farinha (Figura 1) utilizando um moinho de facas (Tecnal, Wiley TE650/1) e a mesma foi armazenada em sacos de polietileno sob abrigo da luz.



Figura 1. Farinha obtida do resíduo do Maracujá Amarelo.
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

3.2.3 Extração da pectina

A extração da pectina (Figura 2) foi realizada seguindo a metodologia adaptada de Siqueira et al. (2012) em condições levemente ácidas e altas temperaturas, para isso foram adicionados 16 g da farinha extraída do maracujá e 33 g de ácido cítrico em 640 mL de água destilada. Essa solução foi mantida sob agitação constante, em um Agitador Magnético (SP 162 –SP LABOR) e aquecimento até atingir a temperatura de 80°C, após atingir essa temperatura, a mistura foi deixada por mais 1 hora em agitação com controle de temperatura.

Quando o tempo determinado foi atingido à solução foi resfriada até atingir temperatura de 4°C. Em seguida, filtrada em tecido de náilon de 150 micras. O sobrenadante foi descartado e ao filtrado obtido adicionou-se álcool etílico absoluto P.A. (LS Chemicals®) na proporção de duas vezes o volume de solução e aguardou-se repouso por 1 hora para precipitação da pectina.

A pectina coagulada foi separada por filtração em tecido de náilon e lavada com 200 mL de álcool etílico 70% seguido da lavagem com 200 mL de álcool etílico 95%, para retirada dos resíduos provenientes da extração.

O gel obtido no filtro, composto de pectina foi seco em estufa a temperatura de 60°C por 24 horas até peso constante. A pectina seca foi triturada em moinho de facas e armazenada em sacos plásticos dentro de dessecadores.

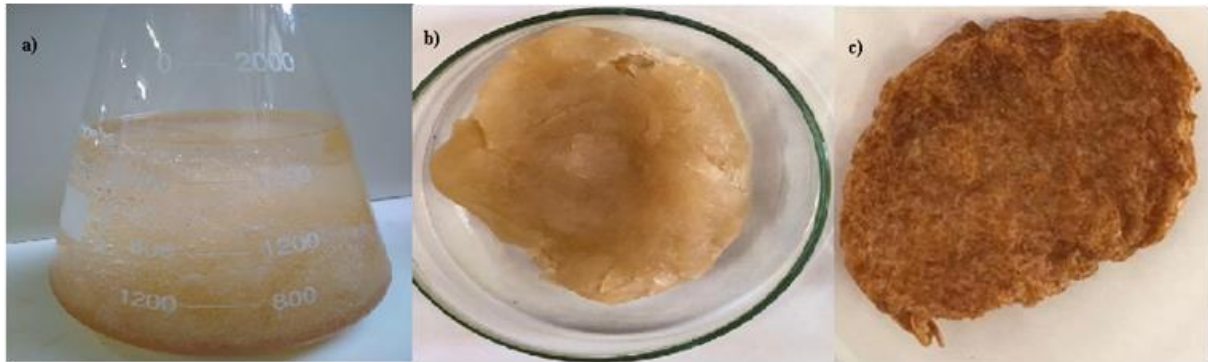


Figura 2. Extração da pectina da casca do Maracujá Amarelo. a) Precipitação alcoólica da pectina; b) Pectina após filtração e lavagem com álcool etílico; c) Pectina seca em estufa.

Fonte: Arquivo pessoal, (2021).

3.2.4 Obtenção de nanopartícula de zinco (ZnO)

As nanopartículas foram preparadas no laboratório de frutas e hortaliças do Instituto Federal Goiano - Campus Rio Verde, foi utilizado o método de irradiação por micro-ondas. Inicialmente 0,3 M de acetato de zinco desidratado foram dissolvidas em água destilada. O pH da solução foi ajustado para 10 por adição de NaOH 2 M.

A solução permaneceu em descanso por 24 horas até obter duas fases, sendo uma fase de cor clara e outra de cor branca, a de cor clara foi descartada e a de cor branca irradiada. O precipitado foi irradiado por 1 hora em forno microondas, obtendo um produto branco e a amostra foi triturada em cadinho e acondicionada em um béquer e armazenada em dessecador(SATHIYA et al., 2016).

3.2.5 Preparação da solução filmogênica

A solução filmogênica foi preparada seguindo a metodologia de Silva et al., (2009) com algumas modificações, em que foram adicionados 500 mL de água destilada, 10 g de pectina (2% m/v) e 2,5 g de glicerol (0,5% m/v) em um béquer. Essa mistura foi deixada sob agitação constante em Agitador Magnético (SP 162 – SP LABOR) por cerca de 30 minutos após atingir a temperatura de 70°C. Após esse período de tempo, a solução foi reticulada com uma solução de CaCl₂ à 5% por meio de gotejamento lento.

Para a solução com adição de nanopartícula de ZnO foi realizada a mesma metodologia descrita acima acrescentando 0,025g (0,25%) de nanopartícula na solução. Sendo que os 0,25% de nanopartícula permaneceu em agitação constante com uma parte da água destilada por 24 horas antes de ser adicionada a solução filmogênica. Depois de pronta a solução foi deixada em temperatura ambiente para resfriamento antes de fazer o revestimento dos frutos.

3.2.6 Revestimento dos frutos

O revestimento dos frutos foi realizado através da imersão do fruto na solução, até que fosse totalmente coberto e deixado de repouso por cerca de 30 minutos, após este tempo o fruto foi retirado da solução e depositado em uma grade metálica de 2cm de espaçamento, a fim de que o excesso de solução escorresse do fruto, sobrando apenas uma fina película revestida.



Figura 3. Fruto Seriguela imerso na solução filmogênica para revestimento.
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

A Seriguela revestidas (SR), o controle (SC) e as com nanopartículas de zinco (SNZ) foram acondicionadas em bandejas de polipropileno e armazenadas em BOD (LIMATEC) a 20°C durante 6 dias. As análises físico-químicas foram feitas de 3 em 3 dias durante 6 dias, sendo elas: Cor, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis, pressão de turgescência, respiração e perda de massa.

3.2.7 Análises físico-químicas

Todas as análises foram realizadas em triplicatas, o *shelflife* de 6 dias foi avaliado a cada 3 dias.

Acidez titulável

A análise de acidez foi realizada por meio da titulação com hidróxido de sódio 0,1M. Primeiramente foram pesados 5 g da fruta e dissolvidos em 50 mL de água destilada, em seguida, adicionou-se 3 gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se a solução até que a mesma apresentasse uma coloração rósea (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Para a obtenção da acidez, foi calculado utilizando a Equação 1, onde o resultado é dado em g/100 g de amostra:

$$\text{Índice de acidez} = (Vg \cdot FC \cdot M \cdot 100) / Va \quad [\text{Equação 1}]$$

onde: Vg = volume gasto para titulação (mL)

FC = fator de correção do hidróxido de sódio

M = molaridade do hidróxido de sódio

Va = volume da amostra (mL)

Sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis medida em °Brix foi realizada pelo método do Instituto Adolfo Lutz (1985), meio de leitura direta utilizando um Refratômetro Digital Portátil (DR301-95 – KRUSS).

Análise de cor

A coloração da epiderme foi avaliada visualmente de acordo com os Padrões de classificação elaborado pelo próprio autor, seguindo-se uma escala de 1 a 5, onde os valores equivalem a verde, de vez (perda parcial da clorofila), alaranjada, vermelho e vermelho cereja, respectivamente, de acordo com a Figura 4.



Figura 4. Classificação da Seriguela de acordo com a coloração.
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Pressão de turgescência

A pressão de turgescência utilizou técnica de aplanação em que consiste em colocar o órgão sobre a base do instrumento (Aplanador) desenvolvido por Bernstein e Lustig (1981) e adaptado por Calbo e Calbo (1989) e Calbo e Nery (1995), em que se mede a pressão interna das células dos frutos, a firmeza, utilizando um aplanador (Figura 5) de peso conhecido.

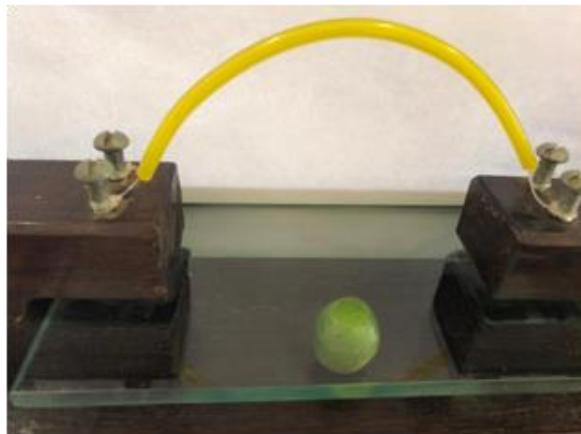


Figura 5. Análise de pressão de turgescência no fruto Seriguela.
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

O cálculo para firmeza (N/cm^2) é obtido pela razão entre a força aplicada pelo aplanador, ou seja, o seu peso e a área formada (elipse) no fruto, por meio de uma bolha formada com a adição de uma camada de água sob o fruto pressionado pelo aplanador, de acordo com a Equação 2:

$$\text{Firmeza} = \text{Peso}/(\text{Área da elipse}) \quad [\text{Equação 2}]$$

Perda de massa

A análise de perda de massa foi realizada com o auxílio de uma balança analítica pesando o fruto revestido e o fruto controle, durante todos os dias em que foram realizadas as análises (Figura 6).



Figura 6. Análise de perda de massa no fruto Seriguela.
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Os resultados foram dados em porcentagem, pela diferença entre a massa inicial da amostra e a massa obtida em cada período de armazenagem (LEMOS et al., 2007). A porcentagem é expressa de conforme com a Equação 3:

$$\text{Perda de massa (\%)} = (\text{Mi} - \text{Mf}) / \text{Mi} * 100 \quad [\text{Equação 3}]$$

onde: Mi = massa inicial (g)

Mf = massa final (g)

A massa final representa a massa da amostra após 3 e 6 dias de armazenamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análises Físico-Químicas

4.1.1 Acidez Titulável

Durante o período de armazenamento, é possível perceber através da estatística que todos os tratamentos tiveram diferença estatística. Sendo que nos três primeiros dias de avaliação houve uma queda de acidez, relacionado provavelmente ao consumo dos ácidos orgânicos no processo respiratório do fruto. Já no tempo 6, em ambos os tratamentos (pectina e nanopartícula de zinco) houve um aumento na acidez, provavelmente devido ao processo de senescência do fruto de seriguela (Figura 7).

	Acidez		
	T0	T3	T6
Controle	1,17 ^{bA}	1,25 ^{aA}	1,17 ^{bA}
Pectina	1,06 ^{aA}	0,97 ^{bC}	1,12 ^{aB}
Nanopartícula	0,94 ^{bB}	1,05 ^{aB}	1,14 ^{aA}

Letras minúsculas diferem na linha e letras maiúsculas diferem na coluna.

Figura 7. Acidez titulável em frutos de seriguela sem e com revestimento de pectina e pectina + nanopartícula de ZnO, armazenados por até 6 dias.

Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Através da acidez juntamente com os valores de sólidos solúveis é possível avaliar o estado de conservação de frutas, sendo uma importante característica em relação ao sabor.

Resultados semelhantes foram encontrados por Amancio (2020) em tomates revestidos com alginato e a nanopartícula de zinco, onde os valores de acidez do tomate diminuíram ao decorrer dos dias de armazenamento para todas as amostras, confirmando a tendência na redução da acidez com o amadurecimento do fruto.

Resultado oposto foi encontrado por FAI et al., (2015) que em seu estudo com cenouras revestidas com película à base de resíduos de frutas e hortaliças e observaram uma tendência ao aumento dos teores de ATT, acompanhada de uma queda durante o armazenamento.

Resultados similares foram encontrados por Sogvar, et al, 2016 em morangos revestidos com a nanopartícula, diminuindo o valor de ATT com e sem revestimento.

A redução dos ácidos orgânicos que acontece nos frutos é resultado do avançado amadurecimento, e em função de seu uso como substrato respiratório e conversão destes açúcares, sendo os valores de acidez responsáveis pelo processo de amadurecimento dos frutos (EL-ANANY et al., 2009; OLIVEIRA, 2015).

Geralmente, quando uma fruta passa do estágio de maturação para a senescência, acontecem várias reações de decomposição, sejam elas por fermentação, hidrólise ou

oxidação, alterando dessa forma a concentração dos íons de hidrogênio e, conseqüentemente, alterando a acidez (SILVA et al., 2013).

Por conta disso, o revestimento comestível torna-se uma opção para limitar este processo respiratório e metabólico da fruta diminuindo a perda de componentes nutricionais como os sólidos solúveis e acidez titulável.

4.1.2 Sólidos Solúveis

O teor de sólidos solúveis para os frutos revestidos com pectina e pectina + nanopartícula de ZnO foram inferiores aos frutos controle (sem revestimento) em todos os períodos de armazenamento. Sendo que no tempo 6 o fruto controle obteve uma média de 14,87 enquanto que o fruto revestido com nanopartículas de ZnO, obteve uma média inferior (12,97). Evidenciando uma diferença significativa entre o fruto controle e os frutos revestidos com ambos os tratamentos de revestimento, porém entre elas não houve diferença estatística. (Figura 8).

SÓLIDOS SOLÚVEIS			
	T0	T3	T6
Controle	8,67 ^{cA}	11,37 ^{bA}	14,87 ^{aA}
Pectina	7,33 ^{cB}	10,47 ^{bB}	13,00 ^{aB}
Nanopartícula	8,23 ^{bA}	9,47 ^{bC}	12,97 ^{aB}

Letras minúsculas diferem na linha e letras maiúsculas diferem na coluna.

Figura 8. Teor de sólidos solúveis em frutos de seriguela sem e com revestimentos de pectina e pectina + nanopartícula de ZnO, armazenados por até 6 dias

Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Sendo que todos os tratamentos desempenharam influência positiva, obtendo as menores médias no teor de SST (entre 12 e 14 °Brix), enquanto a maior média (14,87°Brix) foi quantificada em frutos sem revestimento sendo esse resultado esperado por ser natural da fruta sem revestimento. Esse aumento pode estar associado ao acúmulo de açúcares (COSTA; BALBINO, 2002), refletindo no amadurecimento da fruta devido à quebra de carboidratos mais complexos em carboidratos mais simples, o que demonstra um aumento na taxa de respiração do fruto (NARSAIAH et al., 2015).

Resultados semelhantes foram encontrados no estudo de Fontes et al. (2008) onde foi analisado o comportamento de maçãs revestidas e armazenadas em câmara fria, obtendo também menores teores de sólidos solúveis para os frutos revestidos.

Em seu trabalho, Oliveira (2014) descreve que esse resultado pode estar relacionado às alterações no metabolismo do fruto durante a maturação, sobretudo pela regulação do

processo respiratório, pois cada tipo de revestimento interfere nas trocas gasosas, ou seja, na respiração do fruto.

Em seus trabalhos Vieira et al. (2009) verificaram que os revestimentos à base de fécula de mandioca também foram capazes de implicar positivamente no teor de sólidos solúveis totais em manga e tomate, com valores destacadamente menores.

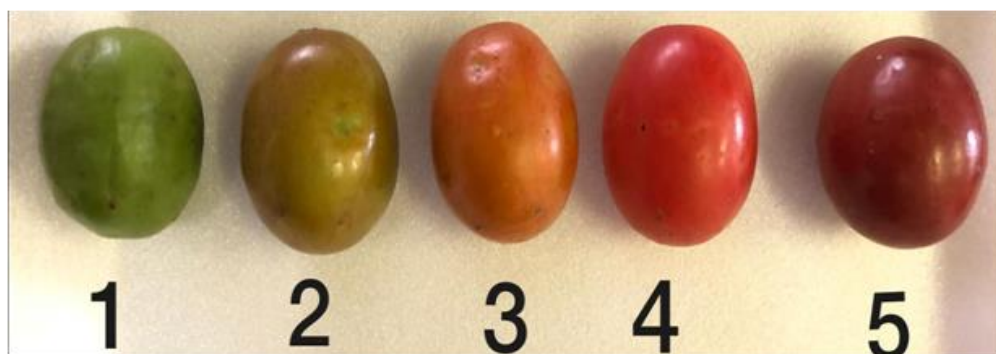
Rodrigues (2015) também alcançou resultados positivos ao empregar biofilme com 3% de extrato de própolis vermelha em tomates, constatando que o biofilme foi capaz de implicar positivamente no teor de sólidos solúveis dos frutos.

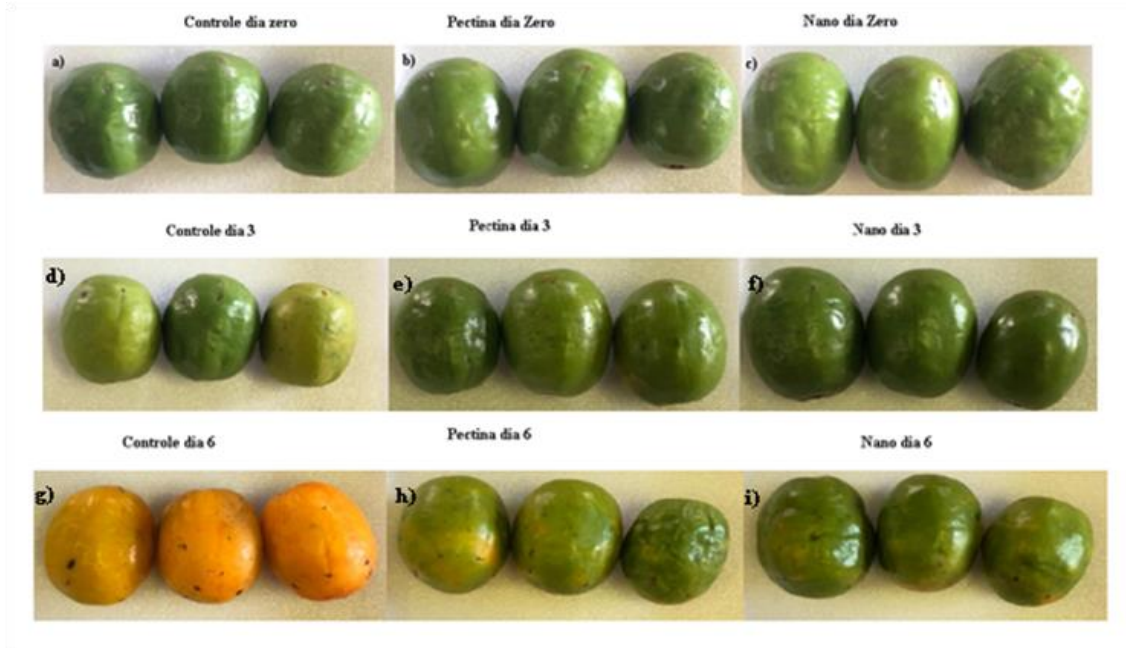
Em sua pesquisa com uso de revestimento de fécula em tomate italiano, Nascimento (2012) descreve que com o aumento do processo de maturação há tendência de aumento no teor de sólidos solúveis, situação esta semelhante com a ocorrida no presente trabalho.

Quando se faz uso de revestimento em frutas, o mesmo modifica a atmosfera interna, sendo capaz de aumentar o nível de CO₂ e/ou reduzir os níveis de O₂, retardando, assim, a taxa de respiração, suprimindo a produção de etileno. Além disso, taxas de respiração mais lentas, retardam a síntese e a ação de metabólitos, que resultam na redução do teor de sólidos solúveis (NAWAB; ALAM; HASNAIN, 2017).

4.1.3 Análises de Cor

A coloração da epiderme variou, de acordo com a escala de classificação entre 1 a 5, durante o período de armazenamento. A coloração foi diferente entre o tratamento controle e o tratamento em que se utilizou revestimento de pectina e revestimento de pectina + nanopartículas de ZnO ao longo de todo o período de armazenamento. Pode se observar que as médias para a variável T6 variou estatisticamente, onde a coloração 1 permaneceu apenas no tratamento com nanopartículas de ZnO, o que nos leva a perceber que para uma maior vida de prateleira o tratamento com nanopartículas se sobressaiu, quando comparado ao tratamento controle e com pectina. (Figura 9).





Análise de Cor			
	T0	T3	T6
Controle	1 ^{cA}	3 ^{bA}	4 ^{aA}
Pectina	1 ^{bA}	1 ^{bB}	2 ^{aB}
Nanopartícula	1 ^{aA}	1 ^{aB}	1 ^{aC}

Letras minúsculas diferem na linha e letras maiúsculas diferem na coluna.

Figura 9. Coloração da epiderme em frutos de seriguela sem e com revestimentos de pectina e pectina + nanopartícula de ZnO, armazenados por até 6 dias
Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Ao passar dos 6 dias de armazenamento, observou-se que os frutos revestidos apresentaram uma menor mudança na cor da epiderme, sendo que ambos tratamentos revestidos permaneceram na coloração verde/ de vez.

No tempo zero todos os tratamentos estavam no mesmo estágio de coloração de epiderme com nota média 1,0 (verde) na primeira avaliação. No tempo três, no fruto controle houve uma mudança na cor da epiderme acarretando em uma nota média 2,5 (de vez/perda parcial da clorofila) enquanto que ambos os frutos revestidos permaneceram no mesmo estágio de coloração do tempo zero. Já no tempo seis (último dia de avaliação), o fruto controle recebeu uma nota média de 3,5 (alaranjado) e o fruto revestido com pectina recebeu nota média 2,0 (de vez) com uma leve mudança na epiderme, e o fruto revestido com pectina + nanopartícula de ZnO permaneceu na nota média 1,0 (verde) evidenciando a eficiência desses revestimentos em manter a coloração dos frutos por mais tempo.

Em sua pesquisa experimental da coloração de tomates revestimentos comestíveis à base de pectina armazenados à temperatura ambiente, Oliveira et al. (2012) verificou que o

uso de revestimentos comestíveis à base de pectina é eficaz para retardar o aparecimento da coloração vermelha dos tomates (casca, polpa carnosa e polpa processada), principal sinal do amadurecimento do vegetal.

Ao analisar os efeitos de revestimentos alternativos para a preservação pós-colheita de banana ‘Mysore’, Abreu (2017) concluiu que revestimentos à base de óleo de coco babaçu nas concentrações 4% e 8% são capazes de retardar a maturação dos frutos por até 15 dias, conservando a tonalidade da casca dos frutos verdes por mais tempo, prolongando a vida útil dos mesmos. Resultados semelhantes ao presente estudo onde os frutos revestidos com pectina e pectina+nanopartícula de óxido de zinco permaneceu na coloração verde nos dias avaliados enquanto que o controle (sem revestimento) atingiu coloração alaranjada.

Vieira et al., (2009) alcançou bons resultados ao analisar a utilização de revestimentos alternativos com óleo de girassol na conservação pós-colheita de manga Tommy Atkins, constatando que biofilmes à base de fécula de mandioca de 1 a 3% associados ao óleo de girassol a 0,05 % retardam o amadurecimento dos frutos em pelo menos quatro dias em condição ambiente, sem perda das características qualitativas do produto.

A coloração da epiderme dos frutos é um atributo de qualidade importante, pois além de oferecer uma boa aparência, influencia diretamente na preferência do consumidor. Durante o amadurecimento, a maioria dos frutos sofre mudanças na cor, sobretudo na casca (MOTTA et al., 2015).

4.1.4 Pressão de Turgescência

De acordo com a figura 10 é possível perceber que para o tratamento pectina não houve diferença estatística para os tempos 3 e 6, já para o tratamento pectina+ nanopartícula de ZnO, quando comparada entre os tratamentos controle e pectina no tempo 6, foi o que obteve o maior valor, sendo assim, sugere-se que houve uma maior resistência dos frutos nesse tratamento.

	Pressão de Turgescência (N/cm ²)		
	T0	T3	T6
Controle	2,37 ^{aA}	1,07 ^{bA}	0,76 ^{bA}
Pectina	2,75 ^{aA}	1,37 ^{bA}	0,99 ^{bA}
Pectina+Nanopartícula de ZnO	2,35 ^{abA}	1,41 ^{abA}	1,15 ^{aA}

Letras minúsculas diferem na linha e letras maiúsculas diferem na coluna.

Figura 10. Firmeza em frutos de seriguela sem e com revestimentos de pectina e pectina + nanopartícula de ZnO, armazenados por até 6 dias

Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

A firmeza é um fator muito importante para a constatação da resistência dos frutos, uma vez que esse atributo afeta a resistência do fruto durante o transporte e armazenamento do mesmo. Além disso, a firmeza é um importante parâmetro na qualidade dos frutos, o qual é determinado através da textura e está diretamente associada à perda de massa, pois à medida que ocorre redução na polpa do fruto, a firmeza também tende a diminuir.

Depois da colheita, a perda exagerada de água pela transpiração pode afetar consideravelmente a firmeza das frutas, fazendo com que essas se apresentem flácidas, moles e murchas (Chitarra&Chitarra, 2005).

Todos os tratamentos apresentaram redução da firmeza ao longo dos dias graças ao amadurecimento do fruto, porém, foi mais acentuada a queda para a amostra controle, indicando que o revestimento à base de pectina foi eficiente na diminuição do amolecimento das seriguelas.

Sogvar, et al., 2016 contaram em experimentos com revestimento de nanopartícula de óxido de zinco em morangos que o tratamento com a nanopartícula foi eficiente para evitar a diminuição da firmeza. Resultado similar ao presente trabalho onde os frutos revestidos com pectina+nanopartícula de óxido de zinco apresentaram as menores perdas.

Segundo Oliveira (2014) a firmeza está associada à composição da parede celular, que é constituída de celulose, hemicelulose, pectinas, ligninas entre outros. E com o avanço do amadurecimento dos frutos, as substâncias da parede celular vão se degradando, devido à união entre as células e, o fruto, que por sua vez, perde a resistência dos tecidos.

Em seu trabalho com goiabas revestidas com amido, Huber, Karakurt e Jeong (2001) mostraram que as amostras apresentaram maior eficiência na retenção da firmeza quando comparadas com as frutas do grupo controle e isso aconteceu provavelmente pelo aumento da atividade enzimática degradativa da parede celular.

4.1.5 Perda de Massa

A figura 11 demonstra a perda de massa do fruto da seriguela durante o armazenamento da mesma. Observando a figura é possível perceber que houve aumento da perda de massa durante o período de armazenamento em todos os tratamentos estudados. A perda de massa obtida na amostra do tratamento controle foi superior à perda dos demais tratamentos, chegando a 14,37 no decorrer dos 6 dias de armazenamento.

Sendo que a amostra submetida à adição de nanopartículas de ZnO foi a que apresentou a menor perda de massa (13,53%).

Perda de Massa			
	T0	T3	T6
Controle	11,12 ^{abB}	8,86 ^{bA}	14,37 ^{aA}
Pectina	15,04 ^{aA}	8,57 ^{bA}	14,32 ^{aA}
Pectina+Nanopartícula de ZnO	13,70 ^{abAB}	8,60 ^{bA}	14,48 ^{aA}

Letras minúsculas diferem na linha e letras maiúsculas diferem na coluna.

Figura 11. Perda de massa em frutos de seriguela sem e com revestimentos de pectina e pectina + nanopartícula de ZnO, armazenados por até 6 dias

Fonte: Arquivo pessoal, 2021.

Os frutos sem revestimento apresentaram maior taxa de perda de massa, resultados semelhantes a esses foram encontrados por MOALEMIYAN & RAMASWAMY, (2012) em pepinos revestidos com pectina.

Os resultados também são semelhantes no estudo com goiabas revestidas com filmes protéicos e de quitosana, desenvolvidos por Cerqueira et al. (2011) que obtiveram os maiores índices de perda de massa em goiabas sem revestimentos.

Resultado contrário foram encontrados no estudo de Costa et al (2012) em tomates revestidos com quitosana e argila, onde detectaram uma perda de massa maior em tomates revestidos quando comparado aos frutos sem revestimentos.

SAEKOW, M. (2019) analisou a perda de massa de caqui e tomate revestidos com e sem nanopartículas de Óxido de Zinco a base de Carboximetilcelulose e como resultado, a perda de massa dos frutos aumentou para todos os tratamentos durante o tempo de armazenamento. Sendo similar aos resultados apresentados neste trabalho.

Resultados similares também foram encontrados por Sogvar, et al (2016) que obteve uma menor perda de massa em seu trabalho de revestimento com a nanopartícula na concentração de 0,5% (p/v) em morangos, com a justificativa de que o revestimento ter agido como uma barreira semipermeável diminuindo assim as taxas de respiração e perda de água.

As coberturas comestíveis atuam como uma barreira na superfície do fruto, reduzindo assim a transferência de água, selando pequenas feridas e atrasando a perda de massa.

A perda de massa em frutas e vegetais frescos são atribuídos principalmente à diminuição de água causada por transpiração e respiração e é uma das principais causas de deterioração da qualidade, resultando no murchamento, diminuindo, assim, sua aceitação pelo mercado (DONG et al., 2015; PAREEK, 2016).

5 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados nas avaliações realizadas no fruto da seriguela com revestimento à base da pectina do maracujá, pode-se verificar um resultado bastante satisfatório. Sendo que, os frutos revestidos com pectina + nanopartícula de zinco apresentaram resultados eficazes nos parâmetros: cor, perda de massa e firmeza quando comparados com os outros tratamentos.

Conclui-se que, os frutos revestidos a base de pectina e pectina + nanopartícula de zinco obtiveram uma durabilidade superior resistindo o amadurecimento em relação ao controle no tempo 0, 3 e 6.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, P. C. **Revestimentos alternativos para conservação pós-colheita de banana "Mysore"**. 2017. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Tocantins, Araguatins, 2017.

AKBAR, A.; ANAL, A. K. Zinc oxide nanoparticles loaded active packaging, a challenge study against *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* in ready to eat poultry meat. **Food Control**, n. 38, p 88 -95, 2014.

ALMEIDA, C. L. F. de; BRITO, S. A.; SANTANA, T. I.; COSTA, H. B. A. C.; JUNIOR, C. H. R. de C.; SILVA, M. V.; ALMEIDA, L. L.; ROLIM, L. A.; SANTOS, V. L.; WANDERLEY, A. G.; SILVA, T. G. *Spondias purpurea* L. (Anacardiaceae): Antioxidant and Antiulcer Activities of the Leaf Hexane Extract. **Hindawi Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. Recife, Pernambuco, Brazil. v. 2017, 2017.

AMANCIO, D. F. **Efeito da aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de tomate italiano (*Solanum lycopersicum* L.) 'Ravena' in natura**. 2020. 69 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

AMARIZ, A.; LIMA, M. A. C.; TRINDADE, D. C. G.; SANTOS, A. C. N.; RIBEIRO, T. P. Revestimentos à base de carboximetilcelulose e dextrina em mangas „Tommy Atkins“ armazenadas sob refrigeração. **Ciência Rural**, v. 40, n. 10, p. 2199 - 2205, 2010.

ASSIS, L. Revisão: Características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. **Brazilian Journal of Food Technology**. Campinas, v. 15, n. 2, p. 99-109, 2012.

BALDWIN, E.A.; HAGENMAIER, R.; BAI, J. (Ed.). **Edible coatings and films to improve food quality**. Boca Raton: CRC Press, 2011.

BERNSTEIN, Z.; LUSTIG, I. A new method of firmness measurement of grape berries and other juicy fruits. **Vitis**, v. 20, p. 15-21, 1981.

BICAS, J. L.; MOLINA, G.; DIONÍSIO, A. P.; BARROS, F. F. C.; WAGNER, R.; MARÓSTICA, M. R.; PASTORE, G. M. Volatile constituents of exotic fruits from Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1843 - 1855, 2011.

BIERHALZ, A. C. K. **Confecção e Caracterização de Biofilmes Ativos à Base de Pectina BTM e de Pectina BTM/Alginato Reticulados com Cálcio**. 2010. 37 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas. Campinas, SP, 2010.

BOTREL, D.A.; SOARES, N.F.F.; CAMILLOTO, G.P. Revestimento ativo de amido na conservação pós-colheita de pera Williams minimamente processada. **Ciência Rural**, v.40, n.8, p.1814-1820, 2010.

BUZEA, C.; PACHECO, I. I.; ROBBIE, K. Nanomaterials and nanoparticles: sources and toxicity. **Biointerphases**, v. 2, n. 4, p. 17 - 71, 2007.

CALBO, A. G.; CALBO, M. E. Medição e importância do potencial de parede. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 1, n. 1, p. 41-45, 1989.

CALBO, A. G.; NERY, A. A. Medida de firmeza de hortaliças pela técnica de aplanção. **Horticultura Brasileira**. v.13, p.14 - 18. 1995.

CAMPOS, Gustavo Azevedo. SANTOS, Deivison. **Maracujá Guia Técnico**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/917376/1/agrotins.pdf>. Acesso em: 05 de maio de 2021.

CANTERI, M.H.G.; WOSIACKI, G.; MORENO, L.; SCHEER, A.P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Revista Polímeros**, v. 22, n. 2, p. 153 - 153, 2012.

CASTRICINI A.; CONEGLIAN R. C. C.; POLIDORO J. C. Influência da atmosfera modificada e metilciclopropeno (1-MCP) sobre a taxa respiratória de mamão em pós colheita. **Agronomia**, v. 38, n. 2, p. 64 - 68, 2004.

CAZON, P.; VELAZQUEZ, G.; RAMÍREZ, J. A.; VAZQUEZ, M. Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 68, p. 136-148, 2017.

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

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005.

COELHO, M. T. **Pectina: Características e Aplicações em Alimentos**. 2008 Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Química de Alimentos) – Departamento de Ciência dos Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

CEPLAC - (Comissão Executiva De Planejamento da Lavoura Cacaueira). **Maracujá**. 2010. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/aceso-a-informacao/institucional/quem-e-quem-novo/secretaria-executiva-departamento-da-comissao-executiva-do-plano-da-lavoura-cacaueira-ceplac-se>. Acesso em; 10 de maio de 2021.

COSTA, A. F. S. da; BALBINO, J. M. de S. Características da fruta para exportação e normas de qualidade. Mamão: pós-colheita. Brasília, DF: **Embrapa Informação Tecnológica**, v. 1, p. 12 - 18, 2002.

COSTA, T.L.E.; OLIVEIRA, T.A.; SANTOS, F.K.G.; AROUCHA, E.M.M.; LEITE, R.H.L. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por quitosana e argila no revestimento em tomates sob refrigeração pelo método dipping. **Revista Verde**, v. 7, n. 5, p. 12 - 19, 2012.

DE ARAÚJO, B. S. **Processamento e caracterização física e química de hambúrgueres formulados com pectina do maracujá amarelo**. 2017. 59 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA, 2017.

Dehghani, S., Hosseini, S. V., & Regenstein, J. M. Edible films and coatings in seafood preservation: A review. **Food Chemistry**, v. 240, p. 505 – 513, 2018.

DIAS, B. M.; PULZATTO, M. E. Elaboração e avaliação de iogurte adicionado de pectina obtida da casca de laranja pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck). **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367, p. 26 - 35, 2009.

DONG, F.; LI, S.; LIU, Z.; ZHU, K.; WANG, X.; JIN, C. Improvement of quality and shelf life of strawberry with Nanocellulose/chitosan composite coatings. **Bangladesh J. Bot**, v. 44, n. 5, p. 709 - 717, 2015.

DOS ANJOS GONÇALVES, L. D; MAGALHÃES, G. L. Hambúrguer bovino com substituição da gordura por farinha da casca de maracujá. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 4, p. 489 - 494, 2018.

EL-ANANY, A. M. et al. Effects of edible coatings on the shelf-life and quality of Anna apple (*Malus domestica* Borkh) during cold storage. **Journal of Food Technology**, v. 7, n. 1, p. 5 - 11, 2009.

EMBRAPA. **Produção brasileira de maracujá em 2018.** Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/197265/1/BoletimDePesquisa-98-Onildo-Ainfo3.pdf>. Acesso em: 20 de abril de 2021.

EMBRAPA. **Perguntas e Respostas: Maracujá.** Cruz das Almas: Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 2013.

ESPITIA, P. J. P.; BATISTA, R. A. Non-thermal food preservation: control of food borne pathogens through active food packaging nanotechnology. In: Ravishankar K.V. **Advances in Food Biotechnology.** Chichester: Wiley Blackwell, 2016. p. 499-510.

ESPITIA, P. J. P.; DU, W. X.; AVENA-BUSTILLOS, R. J.; SOARES, N. F. F.; MCHUNG, T. H. Edible films from pectin: Physical-mechanical and antimicrobial properties - A review. **Food Hydrocolloids**, v. 35, n. 1, p. 287 - 296, 2014.

ESPITIA, P.; SOARES, N.D.F.; COIMBRA, J.S.D.R.; ANDRADE, N.J.; CRUZ, R.S.; MEDEIROS, E.A.A. Zinc oxide nanoparticles: Synthesis, antimicrobial activity and food packaging applications. **Food and Bioprocess Technology**, v. 5, p. 144 - 1464, 2012.

FAI, A. E. C.; SOUZA, M. R. A.; BRUNO, N. V.; GONÇALVES, E. C. B. A. Produção de revestimento comestível à base de resíduo de frutas e hortaliças: aplicação em cenoura (*Daucus carota* L.) minimamente processada. **Scientia Agropecuaria**, v. 6, n. 1, p. 59-68, 2015.

ADMINISTRATION. Food and Drug (FDA). Generally Recognized as Safe (GRAS). **Silver Spring**. v. 17, n. 2, p. 87-97, 2015.

ADMINISTRATION. Food and Drug (FDA), **Substances generally recognized as safe-2011.** Disponível em: <https://www.fda.gov/food/food-ingredients-packaging/generally-recognized-safe-gras>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

FIROUZABADI, F. B.; NOORI, M.; EDALATPANAH, Y.; MIRHOSSEINI, M. ZnO nanoparticle suspensions containing citric acid as antimicrobial to control *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* and *Bacillus cereus* in mango juice. **Food Control**, v. 42, p. 310 - 314, 2014.

FONTES, L. C. B.; SARMENTO, S. B. S.; SPOTO, M. H. F.; DIAS, C. T. S. **Conservação de maçã minimamente processada com o uso de películas comestíveis.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 4, p. 872 - 880, 2008.

FURLANETO, F.P.B. **Análise econômica e energética de sistemas de proteção do maracujá amarelo na região de Marília-SP.** 2012. 86 f. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". Botucatu. 2012.

GORDON L. R. **Food Packaging: Principles and Practice**. New York 3 ed.: Taylor and Francis, 2012.

GUERREIRO, A. C. et al. Raspberry fresh fruit quality as affected by pectin-and alginate based edible coatings enriched with essential oils. **Scientia Horticulturae**, v. 194, p. 138 - 146, 2015.

GUTIERREZ, P.M.M.; ORTEGA, R. L. A.; CRUZVALENZUELA, M. R.; SILVAESPINOZA, B. A.; GONZALEZ, A. G. A.; AYALA, Z, J. F. Combinational approaches for antimicrobial Packaging: Pectin and cinnamon leaf oil. In: BARROS, V, J. **Antimicrobial food packaging**. San Diego: Academic Press, 2016. p. 609 - 617

HOLKAR, C. R.; JADHAV, A.J.; KAREKAR, S.E.; PANDIT, A.B.; PINJARI, D.V. Recent developments in synthesis of nanomaterials utilized in polymer based composites for food packaging applications. **Journal of Food Bioengineering and Nanoprocessing**, v. 1, n. 1, p. 80 - 105, 2016.

HORN, Daniella Simantob. **Propriedades nutricionais do maracujá 2014**. Disponível em: <http://nutricaoeacao.com.br/propriedades-nutricionais-do-maracuja/>. Acesso em: 30 de maio de 2021.

HUBER, D. J.; KARAKURT, Y.; JEONG, J. Pectin degradation in ripening and wounded fruits. **Revista Brasileira de Fisiologia**, v. 13, n. 2, p. 224 - 241, 2001.

KESTER, J. J.; FENNEMA, O. R. Edible films and coatings: a review. **Food Technology**. v. 10, n. 12, p.47 - 59, 1986.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal**, 2018. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2018_v45_br_informativo.pdf. Acesso em: 15 de maio de 2021.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. In: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IMESP, 3 ed, v.1., 1985. 3. ed, p.183.

KLIEMANN, E. **Extração e Caracterização da Pectina da Casca do Maracujá Amarelo (Passiflora edulis f. flavicarpa)**. Dissertação (Mestrado em ciências agrárias) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

LACOSTE, A. et al. Advancing controlled release packaging through smart blending. **Packaging Technology and Science**, Inglaterra, v. 18, n. 2, p. 77-87, 2005.

LUVIELMO, M. M; LAMAS, S. V. Revestimentos comestíveis em frutas. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 8, n. 1, p. 8-15, 2013.

MARTINS, S. T.; MELO, B. **Spondias (Cajá e outras)**, 2003. Disponível em: <http://www.fruticultura.iciag.ufu.br/caja.html>. Acesso em 25 de maio de 2021.

MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.1, p. 83, 2011.

MISIR, J.; BRISHTI, F. H.; HOQUE, M. M. Aloe vera gel as a Novel Edible Coating for Fresh Fruits: A Review. **American Journal of Food Science and Technology**, v. 2, p. 93-97, 2014.

MOALEMIYAN, M.; RAMASWAMY, H.S. Quality Retention and Shelf-life Extension in Mediterranean Cucumbers Coated with a Pectin-based Film. **Journal of Food Research**, v. 1, p. 159 - 168, n. 3, 2012.

MOREIRA, M. K. V. **Conservação de pinhões minimamente processados por meio de revestimentos comestíveis com características antimicrobianas**. 2018. 112 f. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Alimentos) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

MOTTA, J. D.; QUEIROZ, A. J. M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; SOUSA, K. S. M. Índice de cor e sua correlação com parâmetros físicos e físico-químicos de goiaba, manga e mamão. **Comunicata Scientiae**, v. 6 n.1, p. 74-82, 2015.

NARSAIAH, K.; ROBIN, A.W.; GOKUL, K.; MANDGE, H.M.; JHA, S.N.; BHADWAL, S.; ANURAG, R.K.; VIJ, M.S. Effect of bacteriocin-incorporated alginate coating on shelf-life of minimally processed papaya (*Carica papaya* L.). **Postharvest Biology and Technology, Ludhiana, India**. v. 100, p. 212 - 218, 2015.

NASCIMENTO, D.S. **Conservação pós-colheita de tomate italiano da cultivar “vênus” revestido com fécula de batata**. 2012. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2012.

NASCIMENTO, F. A. **Extração da pectina do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*)**. 2014 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

NASCIMENTO, T.A.; CALADO, V.; CARVALHO, C.W.P. Development and characterization of flexible film based on starch and passion fruit mesocarp flour with nanospheres. **Food Research International**, n. 49, p. 588 - 595, 2012.

NATUE LIFE. **Pectina Melhora o Trânsito Intestinal e Reduz o Colesterol**, 2016. Disponível em: <https://natuelife.natue.com.br/o-que-e-pectina.html>. Acesso em 30 de maio de 2021.

NAWAB, A.; ALAM, F.; HASNAIN, A. Mango kernel starch as a novel edible coating for enhancing shelf-life of tomato (*Solanum lycopersicum*) fruit. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 103, p. 581 - 586, 2017.

OLIVEIRA, C. F. de.; GIORDANI, D. LUTCKEMIER, R.; GURAK, P. D.; CLADERA-OLIVERA, F.; MARCZAK, L. D. F. Extraction of pectin from passion fruit peel assisted by ultrasound. **LWT - Food Science and Technology**. v. 71, p. 110 - 115, 2016.

OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. da C. **Tecnologias e processamento de frutos e hortaliças**. Natal: IFRN, 2015.

OLIVEIRA, E.N.A.; MARTINS, J.N.; SANTOS, D.C.; GOMES, J.P.; ALMEIDA, F.A.C. Armazenamento de tomates revestidos com pectina: avaliação colorimétrica. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 19 - 25, 2012.

OLIVEIRA, L.F.L.G. **Revisão literaria da extração da pectina do citrus lemon**. 2020. 35 f. 2014 Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia de Alimentos) -Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis, ASSIS, 2020

OLIVEIRA, T. A. **Desenvolvimento de filmes à base de fécula de mandioca e aditivos naturais e sua aplicação na conservação de mamão**. 2014. Dissertação (Mestrado em agronomia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido. Mossoró, 2014.

OMENA, C. M. B.; VALETIM, I. B.; GUEDES, G. da S.; RABELO, L. A.; MANO, C. M.; BECHARA, E. J. H.; SAWAYA, A. C. H. F.; TREVISAN, M. T. S.; COSTA, J. G.; FERREIRA, C. S.; SANTANA, A. E. G.; GOULART, M. O. F. Antioxidant, antiacetylcholinesterase and cytotoxic activities of ethanol extracts of peel, pulp and seeds of exotic Brazilian fruits. Antioxidant, anti-acetylcholinesterase and cytotoxic activities in fruits. **Food Research International**, v. 49, n. 1, p. 334–344, 2012.

PAREEK, S. (ed.). **Postharvest Ripening Physiology of Crops**. **CRC Press**, p.664, 2016.

PINHEIRO, E. R. Pectina da Casca do Maracujá Amarelo (*Passiflora Edulis* f. *Flavicarpa*): Otimização da Extração com Ácido Cítrico e Caracterização FísicoQuímica. Departamento de Ciências e Tecnologia De Alimentos. **Programa de Pós Graduação em Ciências dos Alimentos - Florianópolis, UFSC**, 2007.

PINHEIRO, E.R.; SILVA, I.M.D.A.; GONZAGA, L.V.; AMANTE, E.R.; TEÓFILO, R.F.; FERREIRA, M.M.C.; AMBONI, R.D.M.C. Optimization of extraction of high-esterpectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis flavicarpa*) with citric acid by using response surface methodology. **Bioresource Technology**, n. 99, p. 5561–5566, 2008.

PINHEIRO, Eloísa Rovaris. **pectina da casca do maracujá amarelo (*Passiflora edulis flavicarpa*): otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físicoquímica**. 2007.

PINHEIRO, J. M. das; RODRIGUES, M. L. M.; PARAIZO, E. A.; FONSECA, S. N. A.; MIZOBUTSI, G. P.; LOPES, E. P. Caracterização pós-colheita de seriguela em diferentes estádios de maturação. In: **Congresso Brasileiro de Processamento mínimo e Pós-colheita de frutas, flores e hortaliças**, 001. Anais... Aracaju-SE, 2015.

PITA, J. S.L. **Caracterização físico-química e nutricional da polpa e farinha da casca de maracujazeiros do mato e amarelo**. 77 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

RINALDI, M. M.; SANDRI, D.; OLIVEIRA, B. N.; SALES, R. N.; AMARAL, R. D. A. Avaliação da vida útil e de embalagens para tomate de mesa em diferentes condições de armazenamento. **CEPPA**, Curitiba, v. 29, n. 2, p. 305 - 316, 2011.

RODRIGUES, M. do S. A. **Biofilme a base de extrato de própolis vermelha e seu efeito na conservação pós-colheita de tomate tipo italiano**. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, 2015.

RODRIGUES, M. Z. **Obtenção de Revestimentos Comestíveis a Base de Pectina Como Veículo Para Micro-Organismos Probióticos e Aplicação em Cenoura e Goiaba Minimamente Processadas**. 2017. 100f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2017.

SAEKOW, M. Effect of carboxymethyl cellulose coating containing ZnO-nanoparticles for prolonging shelf life of persimmon and tomato fruit. **Journal of Food Science and Agricultural Technology (JFAT)**, v. 5, p. 41-48, 2019.

SALGADO, P. R.; ORTIZ, C. M.; MUSSO, Y. S.; DI GIORGIO, L.; MAURI, A. N. Ediblefilmsandcoatingscontainingbioactives. **CurrentOpinion in Food Science**, v. 5, p. 86-92, 2015.

SALIANI, M.; JALAL, R.; GOHARSHADI, E.K. Effect of pH and Temperature on Antibacterial Activity of Zinc Oxide Nanofluid Against Eschericia coli O157:H7 and Staphylococcus aureus. Jundishapur J. **Micobiol**, v.8(2):e17115, 2015.

SANTOS, D. A. M. **Formulação de biscoito tipo cookie a partir da substituição percentual de farinha de trigo por farinha de casca de abóbora (curcubitamaxima) e albedo de maracujá amarelo (passiflora edulisflavicarpa)**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013.

SANTOS, E. K. R. Avaliação da capacidade de extração de pectina da casca do maracujá (Passiflora edulis f. flavicarpa) em mesa agitadora e ultrassom associada à ação de ácido cítrico. **Trabalho de Conclusão de Curso UFPE**, Recife, 2015.

SAUCEDO-VELOZ, C.; PÉREZ-LÓPEZ, A.; ARÉVALO-GALARZA, M. L.; MURATALLA-LÚA, A..Effect of the maturity stage on postharvest quality and shelf life in

Mexican plum (*Spondias purpurea* L.) fruits. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v.27, 2004.

SCHAFFAZICK, S. R.; POHLMANN, A. R.; FREITAS, L. L.; GUTERRES, S. S. **Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos**. Química Nova, v. 26, p. 726-737, 2003.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado do maracujá**.2015.

SIDDIQUI, B. S.; AFSHAN, F.; FAIZI.S.; NAQVI, S.N.H.; TARIQ, R.M. Two New Triterpenoids from *Azadirachta indica* and Their Insecticidal Activity. **Journal of Natural Products**, 65(8), 1216–1218, 2002.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; SANTOS, D.; MACHADO, D. L. M.; SALOMÃO, L. C. C. Recobrimentos comestíveis na conservação pós-colheita de „Mexerica-do-Rio“. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 357-362, 2011.

SILVA, F. O. dos R.; RAMOS, J. D.; BARROCA, M. V. Subproduto de abacate na composição de substrato para mudas de maracujazeiro. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**. Goiânia, v. 14, n. 25; p. 1176-1184, 2017.

SILVA, L. M. D. M.; SOUZA, F.C.; CASTRO, D.S.; NUNES, J.S.; ALMEIDA, F.A.C. Avaliação das características físicas e físico-químicas da pupunha evaluation of physical and physico chemical the pupunha. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 5–8, 2013.

SILVA, M. A. DA; BIERHALZ, A. C. K.; KIECKBUSCH, T. G. **Alginate and pectin composite films cross linked with Ca²⁺ ions: Effect of the plasticizer concentration**. Carbohydrate Polymers, v. 77, n. 4, p. 736–742, 2009.

SIQUEIRA, B. D. S.; ALVES, L. D.; VASCONCELOS, P. N.; DAMIANI, C. JUNIOR, M. S. S. **Extracted pectin of “pequi” peel and application in light mango jam**. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 34, n. 2, p. 560–567, 2012.

SIRELKHATIM, A.; MAHMUD, S.; SEENI, A.; KAUS, N.H.M.; ANN, L.C.; BAKHORI, S.K.M.; HASAN, H.; MOHAMAD, D. Review on zinc oxide nanoparticles: antibacterial activity and toxicity mechanism. **Nano-Micro Letters**, v. 7, n. 3, p. 219-242, 2015. ISSN 2311-6706.

SOGVAR, O. B.; KOUSHESH, S.M.; EMAMIFAR, A.; HALLAJ, R. Influence of nano-ZnO on microbial growth, bioactive content and postharvest quality of strawberries during storage. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 35, p. 168-176, 2016.

STOLLE, A. M.; COLODEL, C. **Extração da Pectina da Maçã para Preparação de Geleias com Teor Reduzido de Açúcar**. III Feira de Ciências dos Campos Gerais. Ponta Grossa, PR. 2014.

TANZEELA, NISAR, YANG, X., ALIM, A., IQBAL, M., WANG, Z. C., GUO Y. **Respostas Físico-Químicas e Alterações Microbiológicas do Sargo (Megalobramaamblycephala) a Revestimentos à Base de Pectina Enriquecidos com Óleo Essencial de Cravo Durante a Refrigeração.** Revista Internacional de Macromoléculas Biológicas. v. 124, p. 1156 – 1166. 2019.

TIBURSKI, J. H.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; OLIVEIRA GODOY, R. L. DE; PACHECO, S. Nutritional properties of yellow mombin (*Spondias mombin* L.) pulp. **Food Research International**, Seropédica, Rio de Janeiro, Brazil. v. 44, n. 7, p. 2326–2331, 2011

TRIGO, J. M. et al. **Efeito de revestimentos comestíveis na conservação de mamões minimamente processados.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 15, p. 125–133, 2012.

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

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

VARGAS-SIMÓN, G. Ciruela/Mexican Plum-*Spondias purpurea* L. **Exotic Fruits**, Tabasco, Mexico. p. 141–152, 2018.

VIEIRA, E. L.; PEREIRA, M. E. C.; SANTOS, D. B. dos; LIMA, M. A. C. de. **Aplicação de biofilmes na qualidade da manga 'TOMMY ATKINS'.** Magistra, Cruz das Almas, v. 21, n. 3, p. 165-170, jul./set., 2009.

VIEIRA, L. M.; SOUSA, M. S. B.; MANCINI, J.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de polpas de frutos tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n.3, p. 888-897, 2011.

LEMOS, O. L.; REBOUÇAS, T.N.H.; JOSE, A.R.S.; VILA, M.T.R. **Biofilme comestível na conservação de pimentão.** Rede de Revistas Científicas da América Latina, v. 66, n. 4, p. 693–699, 2007.

WANKENNE, Michel A. Pectinas Propriedades e Aplicações, **Revista Food Ingredients Brasil**, v. 16, n. 29, p. 46-53, 2014.

XIE, Y.; HE, Y.; IRWIN, P. L.; JIN, T.; SHI, X. Antibacterial Activity and Mechanism of Action of Zinc Oxide Nanoparticles against *Campylobacter jejuni*. **Applied and Environmental Microbiology**, p. 2325–2331 Vol. 77, No. 7, April 2011.

Yousuf, B., Qadri, O.S., & Srivastava, A.K. (2018) Recent developments in shelf-life extension of fresh-cut fruits and vegetables by application of different edible coatings: A review. **LWT - Food Science and Technology**, 89, 198–209.

Yu, J., Yang, J., Liu, B., & Ma, X. (2009). **Preparation and characterization of glycerol plasticized-pea starch/ZnO-carboxymethyl cellulose sodium nanocomposites.** *Bioresource Technology*, 100(11), 284–2832.

ZANELLA, K. **Extração da pectina da casca da laranja-pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com solução diluída de ácido cítrico.** Campinas, SP. 2013.

ZERAIK, M. L. et al. Maracujá: um alimento funcional? **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v.20, p.459-471, 2010.

ZHANG, H., JUNG, J., & ZHAO, Y. Preparation and characterization of cellulose nanocrystals films incorporated with essential oil loaded β -chitosan beads. **Food Hydrocolloids**, 69, 164– 172, 2017.

ZIBADI, S.; WATSON, R. R. Passion Fruit (*Passiflora edulis*): Composition, Efficacy and Safety. **Evidence-Based Integrative Medicine**, [s.l.], v. 1, n. 3, p. 183-187, jan. 2004.